

О. О. НЕЧИПУРЕНКО, кандидат біологічних наук, докторант,
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України,
О. А. ІВАЩЕНКО, кандидат біологічних наук,
лікар ветеринарної медицини ТОВ "Хіпра Україна",
С. І. ГАТАШ, лікар ветеринарної медицини ТОВ "Хіпра Україна",
К. В. ШАРГОРОДСЬКИЙ, магістр, лікар ветеринарної медицини ТОВ "Альфа-Вет",
М. О. ЕКІМОВА, головний лікар ветеринарної медицини,
ФГ "Тарарбунарська птахофабрика"
E-mail: ne4ipura@ukr.net

ЕПІЗООТИЧНА СИТУАЦІЯ ЩОДО ВІРУСУ ІНФЕКЦІЙНОГО БРОНХІТУ курей та бактеріальна коінфекція

Анотація. У зв'язку із значною мінливістю вірусу інфекційного бронхіту курей та ускладненням патологічного процесу внаслідок вторинної бактеріальної інфекції, що в комплексі призводить до значних економічних збитків, актуальним є оцінка епізоотичної ситуації по цьому захворюванню для вдосконалення існуючих та впровадження новітніх методів контролю. З огляду на це, метою роботи було оцінити епізоотичну ситуацію щодо вірусу інфекційного бронхіту на птахофабриках м'ясного та яєчного напрямів деяких регіонів України, а також дослідити вплив інфекційного бронхіту на розвиток вторинної бактеріальної інфекції. Дослідження було проведено у 2024 році на чотирьох птахофабриках яєчного та м'ясного напрямів Хмельницької, Львівської, Рівненської, Чернівецької та Одеської областей. Від курчат-бройлерів у забійний період, а також курей-несучок різного віку було відібрано сироватки крові для оцінки рівня антитіл щодо вірусу інфекційного бронхіту. Враховуючи результати серологічного дослідження, клінічні та патологоанатомічні, гістологічні ознаки, проведено ПЛР з подальшим типуванням вірусу інфекційного бронхіту, що циркулював. Наявність бактеріального коінфікування визначали за допомоги рутинного мікробіологічного дослідження. Проаналізовано 432 зразки сироваток крові. Клінічні ознаки та патологоанатомічні зміни були виявлені лише у 50% досліджених зразків. З проблемних господарств у бройлерів переважно детектували фібринозний трахеїт та набряк, гіперемію нирок, у курей-несучок – атрофію нирок і формування перетяжок на фолікулах. Основними гістологічними змінами, характерними для вірусу інфекційного бронхіту, були атрофія війчастого шару епітелію слизової та потовщення підслизової оболонки трахеї внаслідок лімфоцитарно-макрофагальних інфільтратів, а також у разі інфікування варіантними штамами – нефрозонефрит. Оцінка епізоотичної ситуації та значення вірусу інфекційного бронхіту в патологічному процесі можлива лише за комплексного аналізу результатів серологічного, гістологічного та молекулярно-біологічного дослідження, що дозволяє оцінити напруженість імунітету, характер і ступінь патоморфологічних змін, а також виявити РНК збудника.

Ключові слова: інфекційний бронхіт, патологоанатомічні зміни, напруженість імунітету, рівень антитіл, колібактеріоз

Актуальність. Птахівництво – одна з небагатьох галузей в Україні, що продовжує розвиватися, незважаючи на значні виклики сучасності. З кожним роком все більше чинників, що об'єднують епізоотичні та геополітичні аспекти, негативно впливають на роботу галузі. Одним з небезпечних інфекційних чинників сьогодення є вірус інфекційного бронхіту. Незважаючи на існуючі програми вакцинопрофілактики, через здатність до мутацій та варіабельність, патоген продовжує спричиняти значні економічні збитки у бройлерному та яєчному виробництві. Саме тому під час вирощування птиці необхідно комплексно враховувати як ветеринарні, так і технологічні чинники впливу на продуктивні показники загалом, що сукупно позначиться на епізоотичній ситуації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Збудником інфекційного бронхіту курей є оболонковий одноланцюговий РНК-вмісний вірус з роду *Gammacoronavirus*, що характеризуються високою частотою мутацій та рекомбінації. Швидкість мутацій у коронавірусів становить від 10^{-4} до 10^{-5} заміни на нуклеотид (nt) на раунд реплікації, що значно вище, ніж у подібних організмів з ДНК геномом (Galardo, 2021). Щорічні збитки пов'язані з інфекційним бронхітом навіть у країнах з високорозвиненим птахівництвом (США, Китай) оцінюються мільярдами доларів, а кожного року фіксують появу нових варіантних рекомбінантів у більшості країн світу, що ускладнює подальшу боротьбу із захворюванням (Legnardi et al., 2020).

У будові вірусу важливу роль відіграє S протеїн, під дією фуринових протеаз клітини-господаря він розрізається на S1 та S2 субодиниці. Субодиниця S1 відповідає саме за приєднання віріону до рецепторів на епітеліальній клітині, а також подальше злиття з її мембраною. Ця субодиниця є найбільш варіабельною, на її основі проводиться класифікація патогена (Abdel-Moneim, 2016). Субодиниця S2 також приймає участь у злитті з мембраною, інколи можливі мутації, що призводять до появи S2'-фуринового сайту, який індукуює нейротропний ефект та збільшує вірулентність (Cheng et al., 2019). Крім того, низка неструктурних протеїнів, як nsr 2, 3, 4, 6, 13, 16, 15, впливають на реорганізацію мембрани, блокують розвиток клітинної ланки захисту та вродженого імунітету, стимулюють утворення аутофагосом, інгібують презентацію



антигена, що в комплексі покращує резистентність вірусу та сприяє розвитку вторинної бактеріальної інфекції (Peng et al., 2022).

Відповідно до останніх даних секвенування геному, що відповідає за утворення S1 протеїну, штами вірусу інфекційного бронхіту класифікують на 7 генотипів, що, у свою чергу, поділяють на генетичні лінії, які відрізняються між собою амінокислотами у позиціях 38-67, 91-141 та 274-387. Слід зазначити, нові штами вірусу інфекційного бронхіту з'являються в результаті рекомбінації між різними лініями та можуть характеризуватись відмінним тропізмом (Lin et al., 2017; Rafique et al., 2024).

Саме тому, незважаючи на використання різноманітних живих вакцин для контролю захворювання, існують високі ризики появи рекомбінантних варіантів і нагальна потреба в оцінці епізоотичної ситуації щодо вірусу інфекційного бронхіту, який продовжує еволюціонувати.

Мета роботи – оцінювання епізоотичної ситуації щодо вірусу інфекційного бронхіту на птахофабриках м'ясного та яєчного напрямів різних регіонів України, а також

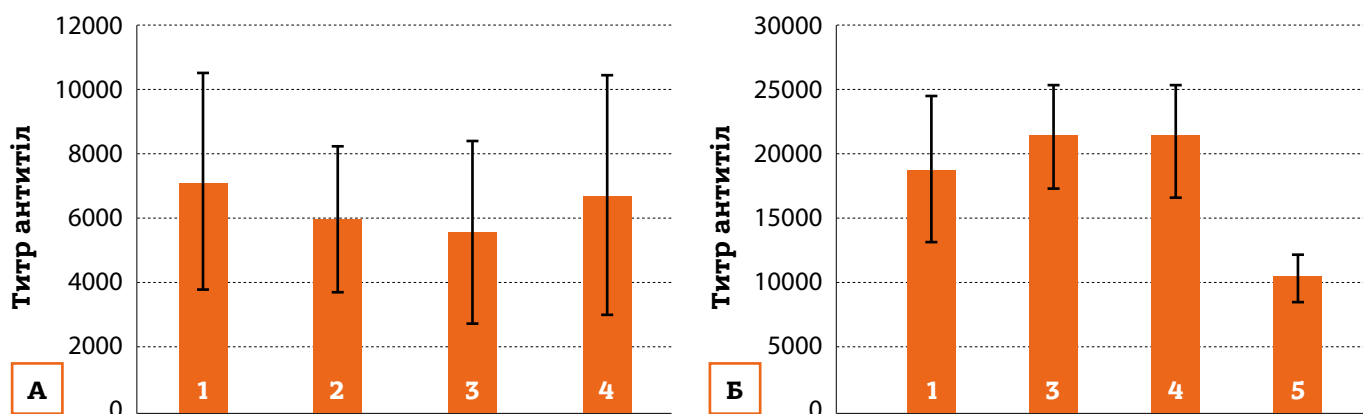


Рис. 1. Середньогруповий титр антитіл щодо вірусу інфекційного бронхіту на бройлерних птахофабриках (А) та птахофабриках яєчного (Б) напрямку: 1 – Хмельницька, 2 – Чернівецька, 3 – Львівська, 4 – Рівненська, 5 – Одеська області.

вплив інфекційного бронхіту на розвиток вторинної бактеріальної інфекції. Це дозволить визначити роль вірусу в патологічному процесі та вдосконалити існуючі шляхи профілактики захворювання.

Матеріали і методи досліджень. Оцінку епізоотичної ситуації було проведено у 2024 році на 4 бройлерних та яєчних птахофабриках Хмельницької, Рівненської, Львівської, Чернівецької та Одеської областей з різними програмами вакцинопрофілактики, що включали використання класичних і варіантних штамів інфекційного бронхіту. Для цього з кожної птахофабрики було досліджено по 54 сироватки крові від бройлерів забійного віку та курей-несучок у продуктивний період. Визначення рівня антитіл щодо вірусу інфекційного бронхіту виконано методом прямого імуоферментного аналізу (ІФА) за допомоги тест-системи BioCheck у лабораторії ТОВ "Альфа-Вет" (Cortés et al., 2022).

Було здійснено патологоанатомічне та гістологічне дослідження загинувших курей (n=10) з подальшим аналізом ступеня та характеру змін, і відбором зразків трахеї та нирок для ПЛР і гістології (у 5% розчин формаліну, враховуючи мікроскопічну будову органів і тканин). Зразки з видимими патологічними змінами (гіперемія, крововиливи, некроз) відбирали на межі з нормальними ділянками, щоб були захоплені здорові та уражені частини тканин. Нирки розрізали перпендикулярно до поверхні таким чином, щоб у досліджуваному зразку була наявна кіркова та мозкова речовини. Розмір відрізаного зразка становив 1-2 см. Після фіксації здійснювали проведення досліджуваного матеріалу через розчин етилового та ізопропілового спиртів з подальшим виготовленням зрізів за стандартною методикою. Отримані зразки фарбували розчином гематоксиліну та еозину. Ступінь гістологічних змін визначали за наступною шкалою: 0 балів – зміни відсутні; 1 бал – незначні зміни; 2 бали – зміни середньої тяжкості; 3 бали – значні зміни, що призводить до дисфункції органу (Hoerr, 2021).

Для виключення наявності коінфікування бактеріальним агентом, у асептичних умовах відбирали зразки з печінки, серця, селезінки та висівали у рідке живильне середовище, триптон-соєвий бульйон і культивували за температури 37 °C упродовж 18-24 годин. Подальше виділення та ідентифікацію мікроорганізмів проводили відповідно до рутинного протоколу (Swayne et al., 2013). Вищевказані гістологічні та бактеріологічні дослідження було виконано у ТОВ "Центр Ветеринарної Діагностики".

Для типізації вірусу інфекційного бронхіту було проведено кількісну ЗТ-ПЛР із застосуванням тест-системи виробництва Kytt® згідно настанови AniCon Labor GmbH, Німеччина. Якщо значення порогового циклу (Ct) для досліджених зразків становило <38, то зразок вважали позитивним (Cortés et al., 2022).

Результати досліджень та їх обговорення. Оцінку епізоотичної ситуації можливо зробити, визначивши напруженість імунітету птиці щодо певного захворювання, що є прямим показником наявності циркуляції збудника та реакції імунної системи, однак однозначно не вказує на його причетність до патологічного процесу. В результаті ІФА моніторингу в сироватках крові, відрізнаних від бройлерів на птахофабриках Хмельницької, Чернівецької, Львівської та Рівненської областей виявлено високий рівень антитіл, що становив 7199, 6076, 5671 та 6794 одиниць, відповідно (рис. 1, А). Слід відмітити, що у 43,1% усіх зразків індивідуальний рівень антитіл складав більше 6000 одиниць. Це вказує на циркуляцію та тиск польового вірусу інфекційного бронхіту, а також контакт деяких курчат з патогеном, зважаючи на норми Bio Check та використані схеми імунізації на основі класичних і варіантних штамів. У роботі Cortés et al. (2022) зазначено, що за вищевказаного рівня антитіл неминучим є розвиток клінічних ознак інфекційного бронхіту.

Рівень антитіл щодо вірусу інфекційного бронхіту на птахофабриках яєчного напрямку Хмельницької, Львівської, Рівненської та Одеської областей був значно вищим, ніж на бройлерних птахопідприємствах і становив 18714, 21387, 21212 та 10323 одиниць, відповідно. Це частково пояснюється реакцією імунітету на введення інактивованої вакцини та формуванням високого рівня гуморального захисту. Однак, відповідно до нормативних значень Bio Check, середньогруповий рівень антитіл перевищує допустимі норми у Хмельницькій, Львівській та Рівненській областях. Близько 58,3% зразків характеризуються титром більше 16 тис. одиниць, що вказує на циркуляцію та тиск вірусу інфекційного бронхіту в регіоні. В той же час, у сироватках крові, відрізнаних від птиці з підприємства Одеської області рівень антитіл був найнижчим і знаходився в базових межах, що вказує на сприятливу епізоотичну ситуацію по вірусу ІБК в регіоні на відміну від Західної України. Ймовірно виявлена тенденція пов'язана з незначним скупченням птахопідприємств у південному регіоні й потребує подальшого моніторингу.



Рис. 2. Патологоанатомічні зміни у хворій птиці: А – катарально-геморагічний трахеїт зі слизом; Б – набряк та гіперемія нирок; В – кіста, перетяжки на фолікулах.

Відповідно до постулатів Коха для постановки діагнозу важливим є наявність клінічних, патологічних змін, а також детекція збудника захворювання (Swayne, 2013). Саме тому, спершу було оцінено клінічні ознаки, серед яких виявлено хрипи, апатичність і важке дихання у птиці з бройлерних підприємств Хмельницької та Рівненської областей. Серед основних патологоанатомічних змін у 60% досліджених курчат ідентифікували катарально-геморагічний трахеїт, набряк і гіперемію нирок, а також ознаки фібринозного перикардиту та перигепатиту, що вказує на розвиток вторинної бактеріальної інфекції (рис. 2). Не виявлено атрофію тимусу, селезінки та бурси, що свідчить про відсутність імуносупресивного ефекту. В той же час, у курчат з інших областей патологічні зміни були відсутні (лише 2% дослідженої птиці з ознаками вторинної бактеріальної інфекції), а продуктивні показники відповідали нормативним значенням. Отже, виявлена часткова кореляція з результатами серологічного дослідження, що вказували на значний тиск вірусу інфекційного бронхіту на всіх бройлерних птахофабриках.

У курей-несучок респіраторні прояви не відмічали, однак була помітна незначна деформація та зміна кольору яєць, порушення цілісності шкаралупи та зниження продуктивності до 5%, окрім птахофабрики у Хмельницькій та Одеській області. Слід відмітити, що, враховуючи результати ІФА щодо вірусу інфекційного бронхіту, відбір патологічного матеріалу з фабрики в Одеській області не проводили. В результаті патологоанатомічного дослідження виявлено ознаки фібринозного перигепатиту, жовткового перитоніту (40%), овариїт (70%), перетяжки на фолікулах (43,3%), лівосторонні кісти (13,3%) та атрофію нижніх часток нирок (93,3 %) без накопичення уратів (рис. 2). Вищевказані патологоанатомічні зміни вказують на можливу причетність вірусної інфекції.

Враховуючи наявність патологоанатомічних уражень, було проведено гістологічне дослідження органів для ідентифікації специфічних мікроскопічних змін та оцінки ступеня патології. У трахеї 70% курчат-бройлерів (переважно з Хмельницької та Рівненської областей) було виявлено часткову атрофію війчастого шару епітелію слизової, лімфоцитарно-макрофагальні інфільтрати у підслизовій оболонці різного ступеня (2-3 бали), точкові крововиливи (рис. 3.). Саме ці зміни є характерними для ураження вірусом інфекційного бронхіту (Yan et al., 2016). Слід відмітити, що вищевказані гістологічні зміни незначного ступеня (1 бал) було виявлено навіть у курчат-бройлерів без видимих патологій, що вказує на ймовірний контакт організму птиці з патогеном, однак виключає його причетність до загибелі.

Також у нирках 30% зразків виявлено оформлені лімфоцитарно-макрофагальні інфільтрати, некроз епітелію ниркових канальців і детрит у просвіті, що свідчить про розвиток нефрозонефриту та порушення водно-сольового балансу. Ступінь прояву у нирках бройлерів становив 1-2 бали.

У трахеї курей-несучок виявлено незначну атрофію війчастого шару та поодинокі локуси з лімфоцитарно-макрофагальними інфільтратами. Ступінь патогістологічних змін дорівнював 1 балу. Мікроскопічні зміни у

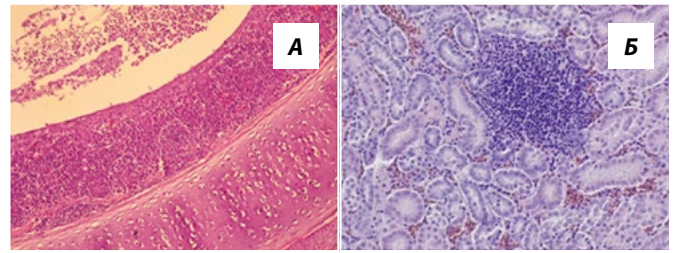


Рис. 3. Гістологічні зміни у дослідженій птиці (фарбування гематоксиліном та еозином, збільшення $\times 200$): А – атрофія війчастого шару, детрит у просвіті, потовщення підслизової оболонки внаслідок лімфоцитарно-макрофагальних інфільтратів, точкові крововиливи; Б – детрит у просвіті ниркових канальців, лімфоцитарна інфільтрація у паренхімі органу.

нирках були подібні до тих, що детектували у бройлерів.

Як у бройлерів, так і у несучок у результаті бактеріологічного дослідження у 82,5 та 76,7% випадків, відповідно, виділено штами *E. coli*, патогенні для птиці, що, ймовірно, виступали вторинним чинником патології, однак слугували основною причиною загибелі. Слід зазначити, що колибактеріоз характеризувався системним перебігом та у разі коінфікування з вірусом інфекційного бронхіту, відповідно до даних Shen et al. (2021), передавався через респіраторний тракт і порушував роботу макрофагальної ланки захисту, що значно підвищувало ступінь прояву та смертність у хворій птиці.

Враховуючи наявність гістологічних змін, характерних для вірусу інфекційного бронхіту, для ідентифікації та типізації збудника було проведено ПЛР дослідження з внутрішніх органів. Встановлено наявність наступних варіантів: 4/91, Var2, Qx, Mas та D274, що циркулювали у птиці у кожній з досліджених областей (табл. 1). Відмічено кореляцію між кількістю вірусу та ступенем гістологічних змін. Так, у Хмельницькій області у матеріалі з бройлерної птахофабрики детектовано значну кількість вірусу інфекційного бронхіту, а саме: 4/91 (ct=22,5) та var 2 (ct=20,6), що вказує на їх причетність до патологічного стану птиці та необхідність корекції програми вакцинопрофілактики. Кількість вірусу Qx (ct=36,4) є незначною, саме тому були відсутні клінічні та частково гістологічні зміни, а також збережена несучість. У цьому випадку результати ІФА відображають саме наявність циркуляції і напруженість імунітету, однак ні в якому разі не перебіг захворювання. У матеріалі з бройлерного підприємства Чернівецької області ситуація з 4/91 аналогічна попередній з Qx. У матеріалі з бройлерної птахофабрики Львівської області РНК коронавірусу відсутня, що вказує на ефективність використаної вакцинації та повний контроль над захворюванням. Протилежна ситуація на птахофабриці з утримання несучок, де в значній кількості виявлено 4/91 (28,6) та Mas (37,5) у меншій концентрації, проте в цьому випадку саме варіантний штам вірусу інфекційного бронхіту ймовірно є основним чинником патології.

У Рівненській області як на бройлерному, так і на яєчному підприємстві виявлено проблему з вірусом ІБК, а

1. Результати досліджень

Параметр	Область						
	Хмельницька		Чернівецька	Львівська		Рівненська	
	Б	Н	Б	Б	Н	Б	Н
ІФА (середнє)	7199	17714	6076	5671	21387	6794	21212
Гістологія, бал	2	1	0	1	1-2	2-3	2
ПЛР	4/91 (22,5) Var2 (20,6)	Qx(36,4)	4/91 (40,4)	–	4/91 (28,6) Mas (37,5)	Var2 (15,7) D274 (37,8)	4/91 (24,7)
Бактеріологія	E. coli		E. coli	E. coli		E. coli	

Примітка: Б – бройлери, Н – несучка, 0 балів – зміни відсутні, 1 бал – незначні зміни; 2 бали – зміни середньої тяжкості; 3 бали – значні зміни, що призводить до дисфункцію органу.

саме: штамми Var2 (ct=15,7) та 4/91 (ct=24,7), відповідно. Однак кількість варіанту D274 (n=37,8) є низькою, що вказує на його непричетність до проблеми. В цьому випадку помітний взаємозв'язок між всіма показниками проведених досліджень.

Таким чином, вірус інфекційного бронхіту є досить поширеним патогеном, зі значним потенціалом до варіабельності та стійкості. Імунний статус птиці вказує на наявність циркуляції вірусу в стаді, однак ні в якому разі не підтверджує причину проблеми та ступінь патології. Чіткий контроль циркуляції різноманітних штамів вірусу інфекційного бронхіту допоможе знизити ймовірність появи рекомбінантних штамів, що здатні уникати імунної відповіді організму господаря.

ВИСНОВКИ

- Встановлено наявність циркуляції та тиску польового вірусу інфекційного бронхіту у птиці в Хмельницькій, Рівненській та Львівській областях України, оскільки 43,1 та 53,8% досліджених зразків з бройлерних та яєчних птахофабрик характеризувались рівнем антитіл більше 6000 та 16000 одиниць, відповідно. До основних гістологічних змін, характерних для вірусу інфекційного бронхіту, віднесено атрофію війчастого шару епітелію слизової та потовщення підслизової оболонки трахеї, внаслідок лімфоцитарно-макрофагальних інфільтратів, а також у разі інфікування варіантними штамми – нефрозонефрит.
 - Інфікування птиці польовими штамми 4/91, Var2, Qx, Mas та D274, що циркулювали у птиці у кожній з досліджених областей, сприяло розвитку колібактеріозу як у 82,5% бройлерів, так і 76% курей-несучок.
 - Оцінка епізоотичної ситуації та значення вірусу інфекційного бронхіту в патологічному процесі можлива лише за комплексного аналізу результатів серологічного, гістологічного та молекулярно-біологічного дослідження, що дозволяє оцінити напруженість імунітету, характер і ступінь патоморфологічних змін, а також виявити РНК збудника.
- Перспективи подальших досліджень полягають у проведенні глобального моніторингу для оцінки тиску вірусу інфекційного бронхіту в різних регіонах України, а також детекції основних і рекомбінантних штамів збудни-

ка, які спричиняють патологію, незважаючи на проведені заходи імунізації птиці. Нагальним залишається розробка дієвих превентивних заходів, що базуються не лише на оптимізації менеджменту та біобезпеки, але й контролі су-путнього колібактеріозу у птиці з вірусною інфекцією. ■

O. O. NECHYPURENKO, Candidate of Biological Sciences, Doctoral candidate, D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology NAS of Ukraine,
O. A. IVASHCHENKO, Candidate of Biological Sciences, veterinarian of Hipra Ukraine,
S. I. HATASH, veterinarian of Hipra Ukraine,
K. V. SHARGORODSKII, Master, veterinarian of LLC "Alfa-Vet"
M. O. YEKIMOVA, head veterinarian of PF "Tatarbynarska poultry farm"
E-mail: ne4upura@ukr.net

DOI: <https://dx.doi.org/10.31548/poultry2024.03-04.006>

Epizotic situation regarding chicken infectious bronchitis virus and bacterial co-infection

Abstract. Considering the significant variability of the chicken infectious bronchitis virus and the complication of the pathological process due to secondary bacterial infection, which in the complex leads to significant economic losses, the assessment of the epizootic situation of this disease is relevant for the improvement of existing and the introduction of the latest control methods. That is why the aim of the work was to assess the epizootic situation regarding the infectious bronchitis virus in meat and egg poultry farms in some regions of Ukraine, as well as to investigate the impact of infectious bronchitis on the development of secondary bacterial infection. The study was conducted in 2024 at four egg and meat producing poultry farms in Khmelnytskyi, Lviv, Rivne, Chernivtsi, and Odesa regions. Blood serum were collected from broiler chickens at the slaughter period, as well as from laying hens, to assess the level of antibodies against the infectious bronchitis virus. Regarding the results of the serological examination, clinical, and pathomorphological examination, it

was performed PCR with subsequent typing of the circulating infectious bronchitis virus. The presence of bacterial co-infection was determined using a routine microbiological examination. 432 samples of blood sera were analyzed. Clinical signs and pathological lesions were found only in 50% of the examined samples. Fibrinous tracheitis and edema, kidney hyperemia were main detected at broiler farms however the kidney atrophy and the formation of follicular constrictions were identified in laying hens. The main histological changes characteristic for the infectious bronchitis virus were atrophy of the ciliated layer of the mucosal epithelium and

thickening of the submucosa of the trachea due to lymphocyte-macrophage infiltrates, as well as in the case of infection with variant strains – nephrosis and nephritis. The assessment of the epizootic situation and the significance of the infectious bronchitis virus in the pathological process is possible only with a comprehensive analysis of the results of serological, histological, and molecular biological research, which allows to assess the intensity of immunity, the nature and degree of pathomorphological lesions, as well as to detect the RNA of the pathogen.

Key words: infectious bronchitis, lesions, immune pressure, antibodies level, colibacillosis

Література

- Abdel-Moneim A. S. Coronaviridae: Infectious Bronchitis Virus. *Emerging and Re-emerging Infectious Diseases of Livestock*. 2016. P. 133-166. doi: 10.1007/978-3-319-47426-7_5.
- Cheng J., Zhao Y., Xu G., Zhang K., Jia W., Sun Y., Zhao J., Xue J., Hu Y., Zhang G. The S2 Subunit of QX-type Infectious Bronchitis Coronavirus Spike Protein Is an Essential Determinant of Neurotropism. *Viruses*. 2019. Vol.11(10). Art. 972. doi: 10.3390/v11100972.
- Cortés V., Sevilla-Navarro S., García C., Marín C., Catalá-Gregori P. Seroprevalence and prevalence of Infectious Bronchitis Virus in broilers, laying hens and broiler breeders in Spain. *Poultry Science*. 2022. Vol. 101, №5. Art.101760. doi: 10.1016/j.psj.2022.101760.
- Gallardo R. A. (2021). Infectious bronchitis virus variants in chickens: evolution, surveillance, control and prevention. *Austral journal of veterinary sciences*. Vol. 53, №1. P. 55-62. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-81322021000100055>.
- Hoerr F. J. The Pathology of Infectious Bronchitis. *Avian diseases*. 2021. Vol.65, №4. P. 98-609. <https://doi.org/10.1637/aviandiseases-D-21-00096>.
- Legnardi M., Tucciarone C.M., Franzo G., Cecchinato M. Infectious Bronchitis Virus Evolution, Diagnosis and Control. *Veterinary Sciences*. 2020. Vol.7, № 2. Art. 79. doi: 10.3390/vetsci7020079.
- Lin S., Chen H. Infectious Bronchitis Virus Variants: Molecular Analysis and Pathogenicity Investigation. *International Journal of Molekular Sciences*. 2017. Vol.18, № 10. Art. 2030. <https://doi.org/10.3390/ijms18102030>
- Peng S., Wang Y., Zhang Y., Song X., Zou Y., Li L., Zhao X., Yin, Z. Current Knowledge on Infectious Bronchitis Virus Non-structural Proteins: The Bearer for Achieving Immune Evasion Function. *Frontiers Veterinary Science*. 2022. Vol. 9. Art. 820625. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.820625>.
- Rafique S., Jabeen Z., Pervaiz T., Rashid F., Luo S., Xie L., Xie Z. Avian infectious bronchitis virus (AIBV) review by continent. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2024. Vol. 14. Art. 1325346. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1325346>.
- Shen Y., Li W., Xia J., Du J., Li S., Chen W., Cui M., Han X., Huang Y. Research Note: Effects of Escherichia coli co-infection on the protective efficacy assessment of two common infectious bronchitis vaccines. *Poultry Science*. 2021. Vol. 100, №9. Art. 101324. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101324>.
- Swayne D. E., Glisson R., McDougald R., Nolan K., Suarez L., Nair L. (Eds.). *Disease of poultry 13th edition*. A John Wiley & Sons. 2013. 1408 p.
- Yan S., Chen Y., Zhao J., Xu G., Zhao Y. Zhang G. Pathogenicity of a TW-Like Strain of Infectious Bronchitis Virus and Evaluation of the Protection Induced against It by a QX-Like Strain. *Frontiers in Microbiology*. 2016. Vol. 7. Art. 1653. doi: 10.3389/fmicb.2016.01653.

References

- Abdel-Moneim, A. S. (2016). Coronaviridae: Infectious Bronchitis Virus. *Emerging and Re-emerging Infectious Diseases of Livestock*, 133-166. doi: 10.1007/978-3-319-47426-7_5. [in English].
- Cheng, J., Zhao, Y., Xu, G., Zhang, K., Jia, W., Sun, Y., Zhao, J., Xue, J., Hu, Y., & Zhang, G. (2019). The S2 Subunit of QX-type Infectious Bronchitis Coronavirus Spike Protein Is an Essential Determinant of Neurotropism. *Viruses*, 11 (10). 972. doi: 10.3390/v11100972. [in English].
- Cortés, V., Sevilla-Navarro, S., García, C., Marín, C., & Catalá-Gregori, P. (2022). Seroprevalence and prevalence of Infectious Bronchitis Virus in broilers, laying hens and broiler breeders in Spain. *Poultry Science*, 101 (5), 101760. doi: 10.1016/j.psj.2022.101760. [in English].
- Gallardo, R. A. (2021). Infectious bronchitis virus variants in chickens: evolution, surveillance, control and prevention. *Austral journal of veterinary sciences*, 53 (1), 55-62. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-81322021000100055>. [in English].
- Hoerr, F. J. (2021). The Pathology of Infectious Bronchitis. *Avian diseases*, 65 (4), 598-609. <https://doi.org/10.1637/aviandiseases-D-21-00096>. [in English].
- Legnardi, M., Tucciarone, C. M., Franzo, G., & Cecchinato M. (2020). Infectious Bronchitis Virus Evolution, Diagnosis and Control. *Veterinary Sciences*, 7 (2), 79. doi: 10.3390/vetsci7020079. [in English].
- Lin S., & Chen H. (2017). Infectious Bronchitis Virus Variants: Molecular Analysis and Pathogenicity Investigation. *International Journal of Molekular Sciences*, 18 (10), 2030. <https://doi.org/10.3390/ijms18102030>. [in English].
- Peng, S., Wang, Y., Zhang, Y., Song, X., Zou, Y., Li, L., Zhao, X., & Yin, Z. (2022). Current Knowledge on Infectious Bronchitis Virus Non-structural Proteins: The Bearer for Achieving Immune Evasion Function. *Frontiers Veterinary Science*, 9. 820625. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.820625>. [in English].
- Rafique, S., Jabeen, Z., Pervaiz, T., Rashid, F., Luo S., Xie, L. & Xie, Z. (2024). Avian infectious bronchitis virus (AIBV) review by continent. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 14, 1325346. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1325346>. [in English].
- Shen, Y., Li, W., Xia, J., Du, J., Li, S., Chen, W., Cui, M., Han, X., & Huang, Y. (2021). Research Note: Effects of Escherichia coli co-infection on the protective efficacy assessment of two common infectious bronchitis vaccines. *Poultry Science*, 100 (9), 101324. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101324>. [in English].
- Swayne, D. E., Glisson, R., McDougald, R., Nolan, K., Suarez, L., & Nair, L. (Eds.). (2013). *Disease of poultry 13th edition*. A John Wiley & Sons, 1408. [in English].
- Yan, S., Chen, Y., Zhao, J., Xu, G., Zhao, Y. & Zhang, G. (2016). Pathogenicity of a TW-Like Strain of Infectious Bronchitis Virus and Evaluation of the Protection Induced against It by a QX-Like Strain. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1653. doi: 10.3389/fmicb.2016.01653. [in English].