

АЛЬТЕРНАТИВНІ СТРАТЕГІЇ КОНТРОЛЮ БАКТЕРІАЛЬНИХ ІНФЕКЦІЙ ПТИЦІ

Касяненко Оксана Іванівна

доктор ветеринарних наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-8453-1957
oksana_kasjanenko@ukr.net

Нестеренко Олена Миколаївна

аспірантка
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-3551-3274
nesterenkolena17@gmail.com

У статті представлено результати аналітичного вивчення матеріалів щодо особливостей контролю інфекційних хвороб птиці на основі альтернативних стратегій. Сектор птахівництва відіграє важливу роль у агробізнесі різних країн світу не лише як постачальник м'яса, але також і як економічний прибутковий сегмент економіки. Представлено дані, що опубліковані в наукових статтях та даних, представлених в звітах продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), Європейського управління з безпеки харчових продуктів (ESFA). Сучасне птахівництво демонструє прирости валового виробництва м'ясної та яєчної продукції в багатьох країнах світу. Успіх забезпечується комплексним підходом включаючи всі аспекти виробництва та доброботу птиці (складання раціонів годівлі, комерційні програми розведення, контроль хвороб птиці) за різних систем вирощування. Суттєвих збитків промисловому птахівництву завдають бактеріальні інфекції, що пов'язане з обмеженням використання антибактеріальних препаратів у більшості країн світу. Представлено моніторингові результати збудників інфекційних хвороб птиці та ефективні заходи контролю бактеріозів птиці в різних країнах світу. Найбільш поширені бактеріальні та вірусні патогени, що реєструються в більшості країн світу представлені в матеріалах статті. Також наведено основні ознаки, що виникають при даних захворюваннях. Дані вказують на зростаючу роль умовно-патогенних мікроорганізмів в етіології гострих шлунково-кишкових захворювань птиці, що завдають значних економічних збитків галузі. Особлива увага надається захворюванням, збудник яких є спільним для птиці і людей, оскільки продукти птахівництва, контаміновані патогенними та умовно-патогенними мікроорганізмами, є потенційним джерелом інфекцій, токсикоінфекцій та токсикозів у людей. Зацікавленість до бактеріозів пояснюється надмірно широким географічним поширенням інфекції, тенденцією до стаціонарності та інтенсивністю циркуляції збудників серед птиці та людей. Взаємозв'язок між епізоотичним та епідеміологічним процесами робить дані захворювання актуальними зоонозами (*E.coli*, *S. Typhimurium*, *Enterococcus spp.*, *S. aureus*, *C. jejuni*, *M. gallisepticum*). Відзначається складність діагностики та контролюючих заходів. Також проаналізовано основні шляхи їх передачі патогенів між виробничими ділянками в умовах виробництва. Також представлено представлено альтернативні стратегії контролю бактеріальних інфекцій птиці.

Ключові слова: птиця, збудники, інфекція, контроль, профілактика

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2024.2.3>

Вступ. Птахівництво є одним із сучасних динамічних напрямів і конкурентоспроможним видом агробізнесу, про що свідчить динамічний його розвиток. Перспективність і динамічність птахівництва обумовлюється високою скоростиглістю птиці. В Україні налічується значна кількість птахогосподарств різної потужності, що спеціалізуються на вирощуванні птиці на м'ясо. Господарства використовують високопродуктивну птицю переважно зарубіжної селекції, спрямовану на отримання максимальної продуктивності, що створює ризики зниження адаптаційних можливостей організму птиці до екологічних і технологічних факторів. Серед збудників хвороб птиці різко зростає роль бактеріальних і вірусних патогенів, які найчастіше циркулюють в різних асоціаціях. Тому для збереження високопродуктивного здорового поголів'я в сучасних умовах забезпечується проведенням комплексу ефективних профілактичних заходів (Ayala et al., 2020; Bortolami et al., 2021; Carpentier et al., 2019; Hess et al., 2020; Kürekcı et al., 2021).

Ефективність контролюючих заходів ґрунтується на недопущенні розвитку стійкості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів, а в схемі ротації доцільно використовувати діючі речовини різних хімічних класів, що відрізняються механізмом бактерицидної дії на патогени. Враховуючи дані моніторингу стійкості збудників бактеріозів птиці до вітчизняних і імпортованих препаратів, що широко застосовуються у птахівництві, актуальним є проведення досліджень спрямованих на розробку ефективних і екологічно безпечних способів засобів і методів профілактики в системі ветеринарно-санітарних заходів при вирощуванні птиці, що дозволить забезпечити стійке епізоотичного благополуччя (Lozica et al., 2021; Mahdavian et al., 2021; Niu et al., 2022; Savin et al., 2021; Tucciarone et al., 2021).

Матеріали і методи дослідження. Analytical work was carried out on the basis of data analysis of scientific publications, reports of the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), the European Food Safety Authority (ESFA).

Результати досліджень. Ми проаналізували ефективні заходи контролю збудників бактеріозів птиці в різних країнах світу. У світовій індустрії виробництва птиці досягнуто суттєвого підвищення продуктивності сучасних поголів'я птиці як у секторах виробництва м'яса, так і в секторах виробництва яєць. Результатом успіху є досягнення у всіх основних напрямках діяльності птахівництва та утримання, харчування та складання раціонів, застосування знань з генетики птиці в комерційних програмах розведення та кращої діагностики та контролю захворювань птахів. З усіх цих основних механізмів контролю здоров'я основним є боротьба з хворобами, спричиненими інфекційними агентами (Agrebi et al., 2020; Blackall et al., 2020; Chen et al., 2021; Cuan et al., 2022; Jones et al., 2019).

Розведення птиці на м'ясо в Україні є перспективним напрямом птахівництва, що обумовлюється не вибагливістю до умов утримання, високою плодovitістю і швидкістю птиці. В умовах господарств одним із основних факторів є бактеріальні хвороби, що завдають значних збитків у більшості країн світу. Особливу актуальність має вирішення цієї проблеми в теперішній час у зв'язку з тим що птиця зазнає постійних неспецифічних стресів. За таких умов серед збудників хвороб птиці різко зростає роль бактеріальних патогенів, які часто циркулюють в асоціаціях, та завдають значних збитків господарствам через великий відсоток загибелі молодняку, зниження конверсії корму, поствакцинального імунітету, природної опірності організму птиці та низького приросту маси під час вирощування (El-Saadony et al., 2020; Ferguson-Noel, 2020; Kim et al., 2020; Liebhart et al., 2020; Noh et al., 2021).

Перспективним є постійне оновлення кросів м'ясної птиці, модернізація технологічних процесів вирощування птиці та ряд інших факторів. Цей факт обумовлює актуальність і необхідність проведення регулярного бактеріологічного моніторингу об'єктів птахівництва та застосування ефективних методів профілактики бактеріозів птиці (Ahaduzzaman et al., 2021; Daş, 2020; Flageul et al., 2022; Gand et al., 2020; Hrabak et al., 2020).

Вирішення цього проблемного питання більшою мірою залежить від дотримання чинних вимог законодавства щодо профілактики і ліквідації тих чи інших бактеріальних хвороб птиці, дотримання технології вирощування, яка забезпечує нормальний фізіологічний стан організму, а також розробки та впровадження ефективних методів профілактики.

В сучасних умовах ефективність виробництва високоякісної продукції птахівництва та отримання максимальної продуктивності птиці забезпечується застосуванням ефективних, екологічно безпечних і конкурентоспроможних методів профілактики бактеріозів (Ayman et al., 2021; Blake et al., 2020; Di Francesco et al., 2021; Hinkle et al., 2020; Jung et al., 2020).

Особливістю на сьогодні є те, що забезпечення розвитку інтенсивної галузі птахівництва в багатьох країнах залежить від роботи малих і середніх птахогосподарств. В зв'язку з особливостями господарювання на території України потенційним є створення неконтрольованої ситуації поширення збудників бактеріальних патогенів та нераціонального застосування антибактеріальних препаратів (Anam et al., 2021; Benrabria et al., 2020; Decru et al., 2020; Hinkle et al., 2020; El-Shall et al., 2020). Згідно повідомлень літературних джерел ми узагальнили дані щодо моніторингу щодо поширення бактеріозів серед поголів'я бройлерів в різних країнах світу (табл. 1).

У табл. 1 наведено основні інфекційні хвороби птиці, що реєструється у різних країнах світу. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин, вони визнані у всьому світі хворобами, що викликають найбільше занепокоєння через їх економічний вплив на виробництво птиці, де вони реєструються. Хвороби, які мають найбільший ризик випадкового занесення у господарства, мають властивості високої трансмісивності та мають підвищену стійкість до інактивації температурою чи факторами зовнішнього середовища (сонячне світло). (Ahmed et al., 2021; Rawshaw et al., 2019; El-Saadony et al., 2020; Hess et al., 2020; Rautenschlein et al., 2020). Знання шляхів поширення будь-якого збудника є основоположним для розробки плану дій щодо

Таблиця 1

Збудники бактеріальних та протозойних хвороб птиці та основні шляхи їх передачі між виробничими ділянками

Хвороба птиці	Збудник	Основні ознаки, що виникають при захворюванні у польових умовах	Основний шлях передачі
респіраторний мікоплазмоз	<i>M. gallisepticum</i>	захворювання органів дихання, аеросакуліт,	аерозольний і контактний
	<i>M. synoviae</i>	кульгавість, ураження суглобів	
пастерельоз	<i>P. multocida</i>	гостра форма – септицемія хронічні інфекції пов'язані з респіраторними захворюваннями і ураження голови	аерозольний і контактний
ешерихіоз	<i>E.coli</i>	пронеси.	фекально-оральний, контактний
сальмонельоз птиці (тиф)	<i>S. typhimurium</i> , <i>S. gallinarum</i>	водяниста діарея пташенят, оваріїти у дорослої птиці	фекально-оральний, контактний
пулороз	<i>S. pullorum</i>		
кампілобактеріоз	<i>C. jejuni</i> <i>C.coli</i>	кишкові інфекції у курей, м'ясо птиці – джерело токсикоінфекцій для людей	фекально-оральний, контактний
еймеріози	<i>Eimeria spp.</i>	дизентерія, у посліді слиз з домішками крові.	фекально-оральний, контактний

запобігання поширенню збудника та спалаху захворювання на виробництві (Roth et al., 2019; Schat et al., 2021; Shim et al., 2021; Sulaiman et al., 2020).

В табл. 2 вказано етіологічні чинники – специфічні патогени, що спричинюють дані захворювання в чутливому організмі.

Завданням компетентних ветеринарних фахівців, які займається обслуговуванням птиці, є виявлення хвороби або за підозрити ці захворювання в їх класичних або відносно неускладнених формах. Збудники найпоширеніших вірусних хвороб птиці та основні шляхи їх передачі між виробничими ділянками представлені в табл. 2 (Matos et al., 2022; Kubacki et al., 2021; Huang et al., 2021; Cuan et al., 2020; Shifaw et al., 2021).

Нами встановлено основні заходи біологічної безпеки та біозахисту на етапі виробництва мяса птиці. У польових умовах, зокрема в умовах особистих господарств населення, збудники часто взаємодіють не тільки з чутливим організмом (птицею), а і навколишнім середовищем, а також один з одним. Наприклад, добові курчата, які надходять інфікованими з інкубаторію (вертикальна передача) залишаються хронічно інфікованими на все життя, сприйнятливі до інших респіраторних захворювань, таких як інфекційний бронхіт або хвороба Ньюкасла (Yang et al., 2022; Yin et al., 2021; Zhao et al., 2022; Zhang et al., 2022; Xiao et al., 2019). Вплив польових збудників захворювань часто також активують звичайні імуносупресивні агенти, такі як віруси інфекційної бурсальної хвороби, хвороби Марека або вірусів інфекційної анемії курей. Це змінює клінічну картину захворювання та ушкодження, які спостерігаються при розтині. Імуносупресія значно знижує здатність молодняку ефективно реагувати на стандартні щеплення, а також спричинює їх зараження іншими специфічними збудниками. Однак субклінічна імуносупресія часто не є очевидною для господарства, а отже, є поширеною «тихою» причиною

значних економічних втрат. Імуносупресія є результатом ряду відомих інфекційних і неінфекційних причин: стреси, погана годівля, мікотоксикози, пил, нераціональне застосування антибактеріальних препаратів, авітамінози (Wei et al., 2020; Wei et al., 2021; Wannaratana et al., 2021; Omaleki et al., 2021; Ma et al., 2020).

Щоб точно встановити діагноз і виявити причину захворювання, необхідно провести компетентні дослідження, а саме вивчити програми вакцинації, результати патологоанатомічного розтину та результати лабораторних досліджень (Kunert-Filho et al., 2022; Huang et al., 2021; Huang et al., 2019; Gand et al., 2020; Gallardo et al., 2020; Asif et al., 2021).

На основі літературних джерел ми проаналували і визначили основні причини поширення збудників бактеріозів серед птиці. Об'єктом ризику перш за все є курчата добого віку та молодняк. Особливе значення має ешеріхіоз, збудником якого є *E. coli*. В основному передається інфекція горизонтально через дихальні шляхи при вдиханні забрудненого пилу в виводках шафах або сараї. Курчата також заражаються в інкубаторіях через інфіковані яйцями. Передбачається, що проникнення збудника цієї відбуваються через жовтковий мішок. Іноді реєструється вертикальна передача *E. coli* через сальпінгіт курки, викликаним *E. coli*. Інфікування після вилуплення відбувається через 24-48 годин, а смертність підвищується до 10–20% протягом 2–3 тижнів через септицемію. У початковій стадії інфекції виражені застійні явища в легенях, набряки серозних оболонки, спленіт. Через кілька днів з'являється гострий полісерозит, що охоплює перикард, плевру, повітряні мішки. У цих курчат зазвичай зберігаються жовткові мішки, що вказує на проникнення бактерій у жовтковий мішок. З тих, що вижили, до 5% поголів'я може бути низькорослим (Borgonovo et al., 2020; EFSA, 2017; Kasianenko et al., 2020; Lozica et al., 2020; Luna-Castrejón et al., 2021).

Таблиця 2

Збудники вірусних хвороб птиці та основні шляхи їх передачі між виробничими ділянками

Хвороба птиці	Збудник	Основні ознаки, що виникають при захворюванні у польових умовах	основний шлях передачі
грип птиці	РНК-вмісний вірус сімейства <i>Orthomyxoviridae</i> A5 H5N1 A5 H7N1	захворювання органів дихання та високий рівень смертності	аерозольний і контактний
інфекційний бронхіт	РНК-вмісний вірус сімейства <i>Coronaviridae</i>	захворювання органів дихання, ураження нирок, зниження несучості	аерозольний і контактний
інфекційний ляринготрахеїт	вірус сімейства <i>Gerpesviridae</i>	захворювання органів дихання (різного ступеня тяжкості) та кон'юнктивіт	аерозольний і контактний
хвороба Ньюкасла	РНК-вмісний вірус сімейства <i>Aviarymyxoviridae</i>	захворювання органів дихання та нервової системи	аерозольний і контактний
інфекційна бурсальна хвороба	вірус сімейства <i>Birnaviridae</i>	захворювання та загибель, особливо у віці 3–5 тижнів, із захворюваннями, пов'язаними з імуносупресією	фекально-оральний, контактний
лейкоз	вірус сімейства <i>Onkoviridae</i>	пухлини, птиця худне і відстає в рості	зараження яєць
хвороба марека	вірус роду <i>Thelalymphocryptovirus</i>	параліч ніг та/або крил, пухлини внутрішніх органів, ураження шкіри, та очей	фекально-оральний, контактний
віспа птиці	вірус сімейства <i>Poxviridae</i>	ураження шкіри (сухі) і вологі форми	трансмисивний

Бактеріальне забруднення кормів коліформними бактеріями, включаючи *Escherichia spp.*, *Klebsiella spp.*, *Enterobacter spp.*, часто забруднюють корми та воду. Таким чином, вони викликають спалахи зоонозних захворювань і вторинні інфекції у людей, що призводить до серйозних випадків та госпіталізації. Тому компонент контролю якості інгредієнтів комбікормового заводу для птахівництва є важливим першим кроком у запобіганні зараження птиці на етапі вирощування. Деякі дослідники вказують, що хвороби харчового та водного походження, пов'язані з *Salmonella spp.* реєстрували через підвищене фекальне забруднення кормової сировини. Відходи тваринного походження, призначені для виробництва кормів в домашніх умовах, є потенційним джерелом збудників бактеріальних інфекцій (Mbelwa et al., 2021; McDougald, 2020; Nam et al., 2020; Lozica et al., 2020; Neethirajan et al., 2022).

Рівень мікробного забруднення різних кормів для птиці залежить від кислотності води, концентрації кисню, рН та складу поживних речовин кормового раціону. Корми зазвичай забруднюються під час заготівлі, збирання, обробки, зберігання корму. Є повідомлення про те, що ґрунт, змішаний з контамінованим послідом, може забруднити зернові культури шляхом прямого контакту або внесенням добрив (Oikarainen et al., 2019; Palmieri, 2020; Salah et al., 2022; Lozica et al., 2020; Sattar et al., 2021).

Особливу роль в перенесенні патогенів відіграють мухи та таргани, які харчуються відходами і послідом, вони можуть діяти як переносники, так і резервуари для патогенів у навколишньому середовищі. Більшість рослинних кормів, які задають птиці, важко піддаються знезараженню. Теплова обробка є найефективнішим методом контролю, який використовується для інактивації патогенів у кормах. Зменшення бактеріального забруднення при нагріванні залежить від температури, часу обробки та вмісту вологи в кормі. Іноді використовуються хімічні обробки, такі як органічні кислоти. Гранулювання – це процес пресування кормового матеріалу з певними розмірами і товщиною. Однією з додаткових переваг гранулювання є знешкодження патогенів і зниження загальної кількості мікроорганізмів за рахунок підвищення температури під час обробки. Застосування пари та води у виробництві кормів для тварин вже давно визнано одним із способів отримання високоякісних і безпечних гранул. Оскільки корми для птиці є потенційним джерелом патогенів, необхідні застосовувати особливі і ретельні контролюючі заходи для запобігання забрудненню кормів (Lagan Tregaskis et al., 2021; Alispahic, 2021; Benkova et al., 2020; Gallardo et al., 2020; Sedeik et al., 2019).

Покращення заходів біозахисту для зберігання кормів на комбікормовому заводі або на фермі, ймовірно, було б більш економічно ефективною стратегією управління ризиками для зниження розмноження патогенів у кормах для птиці.

Також особливе значення має показник бактеріального забруднення водних ресурсів. Склад води залежить від географічного регіону та умов навколишнього середовища. Кілька дослідників продемонстрували позитивний зв'язок між забрудненням питної води *E. coli* та

присутність цього збудника у посліді птиці. Погана якість води може погіршувати травлення та продуктивність птиці. У зв'язку з цим вода є основним шляхом передачі патогенів, що інфікують людей і тварин, головним чином тих, передача яких відбувається фекально-оральним шляхом. Слід зазначити, що рівень забруднення водних ресурсів все ще збільшується через міську та сільську діяльність. Дослідники повідомляють про велику кількість патогенних *E.coli*, *S. typhimurium* та *Vibrio cholerae* як у поверхневих, так і в підземних водних джерелах у Південній Африці. Присутність цих патогенних бактерій у джерелах питної води становить серйозний ризик здоров'я птиці. Контроль контамінації *E.coli* питної води для птиці може бути ефективним заходом для зменшення ризиків інфікування птиці. Тому заходи контролю якості питної води повинні бути пріоритетними, щоб запобігти виникненню захворювань (Shimoji et al., 2020; Smith, 2021; Sulaiman et al., 2020).

Ветеринарне забезпечення охорони здоров'я птиці від інфікування бактеріальними патогенами досягається ефективністю вакцинації та лікування. Експерти вказують на ризики пов'язані з використанням антибіотиків для захисту птиці від інфекції. Це спричинює зростання стійкості до антибіотиків бактерії, включаючи *E. coli*, які також можуть потрапляти в навколишнє середовище з відходами тваринного походження. Відходи птахівництва можуть містити кілька забруднювачів, таких як поживні речовини, патогени та залишки антибіотиків. Антибіотики виявляють у залишкових кількостях у відходах, оскільки їх використовували в боротьбі з потенційною інфекцією, а до недавня — для стимулювання росту. Однак надмірне використання антибіотиків призвело до стійкості бактерій до антибіотикеріальних препаратів, що призводить до неефективності деяких методів лікування інфекції. Резистентність до антибіотиків виникає, коли антибіотик вбиває більшість чутливих бактерій. Тим не менш, невелика кількість бактерій може вижити і розмножуватися, створюючи популяцію переважно стійких до антибіотиків бактерій. Резистентність до антибіотиків стає все більшою проблемою охорони здоров'я (Wang et al., 2019; Xu, 2021; Zhu et al., 2021; Gallardo et al., 2020; Sedeik et al., 2019).

Такі тварини, як домашня птиця, не повністю метаболізують антибіотики і виділяють залишки у своєму посліді. Виробники птиці, ветеринари та інші зацікавлені сторони працюють разом над розробкою протоколів із застосуванням суворих заходів біологічної безпеки для запобігання занесення інфекцій на різних етапах виробничого циклу. Протягом багатьох років профілактичні антибіотики використовувалися в комерційній птахівництві для запобігання бактеріальним інфекціям (сальмонельоз). Антибіотичні стимулятори росту були введені в 1940-х роках, коли було виявлено, що згодовування сухого міцелію *Streptomyces aureofaciens*, що містить залишки хлортетрацикліну, покращує ріст тварин. Найперші повідомлення про використання антибіотиків, що сприяють росту, з'явилися в 1946 році, коли в корм використовували стрептоміцин, сульфасуксидин і стрептоміцин (Moore et al., 1946). Найчастіше застосовували

цефтіофур (більше не використовується), гентаміцин і лінкоміцин, спектиноміцин. На етапі вирощування застосовували енрофлоксацин (більше не використовується в ЄС), амоксицилін, пеніцилін, стрептоміцин, окситетрациклін, сульфаметазин, сульфахіноксалін, тетрациклін та тетрациклін, неоміцин використовували для профілактики або лікування бактеріальної септицемії. Що стосується кормових антибіотиків, у звіті зазначено, що пеніцилін, сульфатриметоприм, тилозин, віргініаміцин, бацитрацин та окситетрациклін використовувалися в основному для запобігання некротичного ентериту. Хімічні антикоксидні препарати активно використовувалися в кормах для запобігання кокцидіозу. Стійкість до антибіотиків і потребу в альтернативах методах контролю бактеріозів констатують в різних країнах світу і регіонах, включаючи Азію, Африку, США, Бразилію та Іспанію. Це пояснюється високою поширеністю харчових зоонозних патогенів, таких як *E. coli*, *Enterococcus spp.*, *S. aureus*, *Salmonella spp.*, *Pasteurella spp.*, *Actinobacillus spp.*, *Campylobacter spp.* Через такі факти розробка і пошук альтернативних стратегій стали цінними в боротьбі з інфекціями (Chen et al., 2019; Gand, 2020; Juricova et al., 2021; Kurekci et al., 2021; Nam et al., 2020).

Оскільки викає значне занепокоєння громадського здоров'я щодо резистентності до антибіотиків і пов'язане з цим вилучення антибіотиків із профілактичного їх застосування, у тваринництві виникла гостра потреба в альтернативних стратегіях контролю бактеріозів. Багато дослідників шукають потенціал різних природних і синтетичних молекул для боротьби з бактеріальними інфекціями, досліджуючи їх ефективність. Активно досліджують ефективність застосування пребіотиків, пробіотиків, синбіотиків, органічних кислот, вакцинації, імуностимуляції. Хоча ці стратегії можуть не продемонструвати стабільної ефективності протягом досліджень, комбінації з 2 або більше підходів продемонстрували гарні результати (Agrebi et al., 2020; Rawshaw, 2019; Di Francesco et al., 2021; Gallardo et al., 2020; Lozica et al., 2021).

Продовольча та сільськогосподарська організація та Всесвітня організація охорони здоров'я спільно визначили пробіотики як «живі мікроорганізми, які приносять користь для здоров'я господаря. Декілька мікроорганізмів використовуються як пробіотики для видів домашньої птиці, таких як бактеріального та не бактеріального походження. До рекомендованих бактеріальних пробіотиків відносять декілька видів мікроорганізмів: *Lactobacillus spp.*, *Bifidobacterium spp.*, *Bacillus spp.*, *Enterococcus spp.* Дріжджові або грибові пробіотики, які вводять в корм, такі як *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillusoryzae*, *Candidapintolopsi*, *Saccharomycesboulardii*, які спричинюють позитивний вплив на здоров'я кишечника. Також повідомлялося про певні несприятливі ефекти, які суперечать позитивним ефектам (Philpot, 2015). Проте, численні звіти показують позитивний вплив пробіотиків на стан мікробіоти кишечника. Ці аспекти засвідчують, що вони можуть бути чудовою альтернативою антибіотикам у птахівництві. Відповідно до Food and Agriculture Organization, пребіотики визначаються як неперетравлювані харчові інгредієнти, які приносять користь госпо-

дарю. Вони вибірково стимулюють ріст і активність бактерій у товстій кишці і тим самим покращують здоров'я птиці. Вони є субстратом для корисних мікроорганізмів у шлунково-кишковому тракті. Пребіотики включають різні олігосахариди, що містять різну довжину молекули вуглецю, і визначили їх як неперетравлювані олігосахариди. Дослідники припускають, що деякі неперетравлювані олігосахариди, такі як олігосахариди фруктози та мананолігосахариди можуть модулювати мікробіоту шлунково-кишкового тракту, збільшуючи популяцію лактобацил, одночасно зменшуючи шкідливі патогени, такі як *E. coli* і *C. perfringens*. Вивчення застосування вмісту фінікових кісточок з використанням гриба *Trichoderma* у раціоні бройлерів довело, що ці заходи покращили здоров'я кишечника і, таким чином, стимулювали ріст бройлерів. Синбіотики отримують шляхом синергічного поєднання пробіотиків і пребіотиків, щоб забезпечити сприятливий вплив на організм птиці шляхом просування мікробних кормових добавок у шлунково-кишковому тракті. Дослідження показали сприятливий вплив синбіотиків на зменшення шкідливих бактерій, таких як *C. jejuni*. В науковій літературі є повідомлення, що питна вода із синбіотичними добавками допомагає впливати на корисну мікробіоту та покращує імунну відповідь у кишечнику курей-несучок під час спалаху сальмонельозу. Останні повідомлення вказують на позитивний вплив синбіотиків на покращення здоров'я кишечника та збільшення живої маси (Carpentier et al., 2019; Rawshaw, 2019; Di Francesco et al., 2021; Gallardo et al., 2020; Jones et al., 2019).

Також є опубліковані дані, які показали сприятливий вплив синбіотиків на організм птиці птахів. Залежно від комбінації пробіотиків і пребіотиків, імуномодулюючі ефекти і ефекти модифікації мікробіому кишечника птиці можуть змінюватися. Цікаве дослідження показало, що застосування синбіотиків під час теплового стресу може діяти як ефективний інструмент управління для мінімізації негативних наслідків, особливо за умов глобального потепління в світі. Також нещодавно в птахівництві впроваджено застосування постбіотиків, а саме (продукти або побічні продукти метаболізму), що виділяються живими бактеріями або вивільнюються після бактеріального лізису. До таких відносяться ферменти, пептиди, тейхоєва кислота, пептиди, отримані з пептидогліканів, полісахариди, білки поверхні клітинної стінки та органічні кислоти. Ці речовини характеризуються чіткою хімічною структурою, тривалим терміном зберігання, безпечним використанням і дозуванням. Їх властивості, включаючи протизапальну, імуномодулюючу, антигіпертензивну, антипроліферативну, гепатопротекторну і антиоксиданту дії покращують стан здоров'я птиці за рахунок покращення кількох фізіологічних функцій. Постбіотики в основному отримують від видів *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus* та *Faecalibacterium*. Запобігання захворюванням, спричиненим бактеріальними патогенами, такими як *Salmonella*, *E. coli*, *Campylobacter*, *P. multocida* (холера птиці), *O. rhinotracheale* та *B. Avium* (Benrabia et al., 2020; Chen et al., 2021; Rawshaw, 2019; Decru et al., 2020; El-Shall et al., 2020).

Слід зазначити, що були експериментально випробувані вакцини проти сальмонельозу та ешерихіозу, а їх ефективність була вивчена мінімально. Дослідники птахівництва використовують різні стратегії створення модифікованих живих, інактивованих вакцин. За результатами дослідження 3 комерційних вакцин проти колібактеріозу не виявлено значного впливу або користі цієї вакцини. Хоча моно валентні вакцини продемонстрували кращу імунну відповідь і кращий захист птиці масштабні експерименти поки не проводилися.

Виробники птиці також використовують різні стратегії для запобігання виникненню бактеріальних інфекцій в господарствах. Біологічна безпека залишається важливою мірою, яку зазвичай недооцінюють у цій галузі. Суворе дотримання біозахисту щодо очищення та дезінфекції допомагає запобігти проникненню значної частини шкідливих бактерій та вірусів у пташники. Окрім належної практики управління, існує багато альтернативних підходів, запропонованих та досліджених науковцями у всьому світі, які використовуються контролю бактеріальних інфекцій птиці (Gand a et al., 2020; Hrabak et al., 2020; Rautenschlein, 2020; Zhang et al., 2022).

Бактеріофаги та їх лізини протягом тривалого часу досліджувалися як потенційні рішення в аспекті антибактеріальної дії. Ці речовини специфічно атакують бактерії і тим самим проявляють здатність запобігати зараженню такими патогенами, як *E. coli*, *Salmonella* та *Campylobacter*. Вчені зазначають, що введення 2 бактеріофагів у вигляді аерозольного спрею та внутрішньом'язової ін'єкції значно знижують смертність птиці спричинену *E. coli*. Незважаючи на складності, фагова терапія має великий потенціал через її природне походження, здатність пристосовуватися до мутацій бактерії-господаря, а також мінімальну шкоду та здоров'я птиці.

Досліджується можливість використання фітобіотиків як альтернатива антибіотикам. Встановлено, що рослинні екстракти деяких рослин проявляли бактерицидну активність відносно збудників бактеріальних хвороб. Антимікробні властивості рослинних екстрактів дають підставу використовувати їх у птахівництві як альтернативу антибіотикам. Фітобіотики або фітогенні сполуки поділяються на кілька категорій, таких як трави, спеції, феноли, ефірні олії, алкалоїди та лектини. Встановлено, що додавання їх до раціону тварин та птиці покращує опірність організму птиці інфекціям. Ефірні олії, такі як олія орегано, олія розмарину та лаванди, що використовуються в дослідженнях бройлерів, показали ефективну протимікробну активність (Agrebi a et al., 2020; Benkova et al., 2020; Cuan, 2020; Jones, et al., 2019).

Також одним з перспективних напрямів, що успішно використовується в птахівництві є імуномодуляція. Вакцини є частиною цього напрямку, хоча вони не здатні контролювати всі бактеріальні інфекції через свою специфічність до різних бактеріальних агентів. Тим не менш, суть імуномодуляції полягає в корекції імунної системи або імунних функцій організму птиці за допомогою дії імуномодулюючих речовин, таких як ліганди, гіперімунні антитіла, бактеріофаги, пробіотики, трави та ефірні олії. Такі фактори імуномодуляції як ліганди широко вивчалися як стратегії контролю інфекцій завдяки їх потужній імуногенності як самостійних імуности-

муляторів, так і вакцинних ад'ювантів. На відміну від вакцин, інша перевага цих факторів полягає в тому, що вони націлені на господаря, а не на патоген. Малоімовірно, що їх повторне використання матиме вплив на вірулентність або спричинить резистентність збудників. Також сьогодні вивчається властивість рецепторів розпізнавати молекулярні структури, які містять патогенні організми. Такими є компоненти клітинної стінки, такі як ліпополісахариди, пептидоглікани, бактеріальна дезоксирибонуклеїнова кислота та дволанцюгова вірусна рибонуклеїнова кислота. Синтетичні аналоги олігодезоксинуклеотидів, органічні кислоти та інші молекули є перспективними аналогами, які в основному використовуються в дослідженнях специфічних молекулярних моделей, пов'язаних з патогеном. Ці взаємодії спричиняють активацію реакцій, що ведуть до експресії різних вроджених імунних відповідей. Такі гени цитокінів, що викликають запалення. Визнано, що такі імуномодулюючі властивості використовуються у виробництві вакцин як антигени, ад'юванти та прямі імуностимулятори для запобігання або боротьби з патогенними інфекціями (Asif a et al., 2021; Di Francesco et al., 2021; EFSA, 2017; Jung, et al., 2020).

Використання імуномодулюючих молекул, як альтернативи антибіотикам, доцільно було б застосовувати. Проте, мало повідомлень в літературі про механізми їх дії на імунну систему птиці. Особливо важливо застосовувати альтернативні екологічно безпечні засоби профілактики бактеріозів протягом першого тижня життя, оскільки він є дуже критичним. Це дозволить підвищити продуктивність курчат-бройлерів (маса тіла, приріст, імунна відповідь на вакцинацію, а також якість м'яса) і, як наслідок, підвищення рентабельності виробництва. Для зниження загибелі протягом першого тижня життя слід використовувати різні стратегії. Біобезпека, відбір курчат хорошої якості та імуномодуляція залишаються основними факторами для досягнення найкращих результатів (Benkova a et al., 2020; Jung et al., 2020; EFSA, 2017; Mbelwa, et al., 2021; Schillings et al., 2021).

Висновки. Розведення птиці на м'ясо є перспективним напрямом птахівництва, що обумовлюється не вибагливістю до умов утримання, високою плодovitістю і швидкістю птиці. В умовах інтенсивного ведення галузі одним із основних факторів є бактеріальні хвороби, що завдають значних збитків галузі у більшості країн світу. Особливу актуальність має вирішення цієї проблеми в теперішній час у зв'язку з збільшенням ролі постійних неспецифічних стресів. За таких умов серед збудників хвороб птиці різко зростає роль бактеріальних патогенів, які часто циркулюють в асоціаціях, та завдають значних збитків через великий відсоток загибелі молодняку, зниження конверсії корму, поствакцинального імунітету, природної опірності організму птиці та низький приріст маси під час вирощування качок. Однією з найбільших актуальних проблем є набута резистентність циркулюючих ізолятів мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів та ряд інших факторів спричиняють мутації збудників та їх біологічних властивостей. Цей факт обумовлює необхідність удосконалення і пошуку нових стратегій контролю бактеріозів на основі застосування альтернативних, екологічно безпечних і ефективних засобів.

Бібліографічні посилання:

1. Agrebi, S. and Larbi, A. (2020). Use of artificial intelligence in infectious diseases. In *Artificial Intelligence in Precision Health: From Concept to Applications*, Barh, D., Ed., Elsevier: London, UK, Academic Press: San Diego, CA, USA, 415–438.
2. Ahaduzzaman, M., Keerqin, C., Kumar, A., Musigwa, S., Morgan, N., Kheravii, S.K., Sharpe, S., Williamson, S., Wu, S.-B., and Walkden-Brown, S.W. (2021). Detection and Quantification of *Clostridium perfringens* and *Eimeria* spp. in Poultry Dust Using Real-Time PCR Under Experimental and Field Conditions. *Avian Dis.*, 65, 77–85.
3. Ahmed, G., Malick, R.A.S., Akhunzada, A., Zahid, S., Sagri, M.R., and Gani, A. (2021). An approach towards IoT-based predictive service for early detection of diseases in poultry chickens. *Sustainability*, 13, 13396.
4. Alispahic, M., Endler, L., Hess, M. and Hess, C. (2021). *Ornithobacterium rhinotracheale*: MALDI-TOF MS and whole genome sequencing confirm that serotypes K, L and M deviate from well-known reference strains and numerous field isolates. *Microorganisms*, 9, 1006.
5. Anam, S., Rahman, S.U., Ali, S., Saeed, M. and Goyal, S.M. (2021). Comparative growth kinetic study of Newcastle disease virus, infectious bursal disease virus and avian influenza virus in chicken embryo fibroblast and DF-1 cell lines. *Pol. J. Vet. Sci.*, 24, 287–292.
6. Asif, K., O'Rourke, D., Sabir, A.J., Shil, P., Noormohammadi, A.H., and Marenda, M.S. (2021). Characterisation of the whole genome sequence of an avian hepatitis E virus directly from clinical specimens reveals possible recombination events between European and USA strains. *Infect. Genet. Evol.*, 96, 105095.
7. Ayala, A.J., Yabsley, M.J., and Hernandez, S.M. (2020). A review of pathogen transmission at the backyard chicken-wild bird interface. *Front. Vet. Sci.*, 7, 539925.
8. Ayman A. Swelum, Ahmed R. Elbestawy, Mohamed T. El-Saadony, Elsayed O.S. Hussein, Rashed Alhotan, Gamaleldin M. Suliman, Ayman E. Taha, HaniBa-Awadh, Khaled A. El-Tarabily,[†] and Mohamed E. Abd El-Hack (2021). *Poultry Science*, 100, 5, 1–18.
9. Benkova, M., Soukup, O., and Marek, J. (2020). Antimicrobial susceptibility testing: Currently used methods and devices and the near future in clinical practice. *J. Appl. Microbiol.*, 129, 806–822.
10. Benrabia, I., Hamdi, T.M., Shehata, A.A., Neubauer, H., and Wareth, G. (2020). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in poultry species in Algeria: Long-term study on prevalence and antimicrobial resistance. *Vet. Sci.*, 7, 54.
11. Blackall, P.J., and Soriano-Vargas, E. (2020). Infectious Coryza and related bacterial infections. In *Diseases of Poultry*, 14th ed., Swayne, D.E., Bouillane, M., Logue, C.M., McDougald, L.R., Nair, V., Suarez, D.L., Eds., John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, USA, 890–906.
12. Blake, D., and Liebhart, D. (2022). Advances in understanding parasite infections of poultry: Focus on protozoa and the red mite. In *Optimising Poultry Flock Health*, de Witt, S., Ed., In Press, Burleigh Dodds Science Publishing: London, UK.
13. Borgonovo, F., Ferrante, V., Grilli, G., Pascuzzo, R., Vantini, S., and Guarino, M. (2020). A data-driven prediction method for an early warning of coccidiosis in intensive livestock systems: A preliminary study. *Animals*, 10, 747.
14. Bortolami, A., Donini, M., Marusic, C., Lico, C., Drissi Touzani, C., Gobbo, F., Mazzacan, E., Fortin, A., Panzarin, V.M., and Bonfante, F. (2021). Development of a novel assay based on plant-produced infectious bursal disease virus VP3 for the differentiation of infected from vaccinated animals. *Front. Plant Sci.*, 12, 786871.
15. Carpentier, L., Vranken, E., Berckmans, D., Paeshuyse, J., and Norton, T. (2019). Development of sound-based poultry health monitoring tool for automated sneeze detection. *Comput. Electron. Agric.*, 162, 573–581.
16. Chen, X., Liu, W., Li, H., Yan, S., Jiang, F., Cai, W., and Li, G. (2021). Whole ()genome sequencing analysis of avian pathogenic *Escherichia coli* from China. *Vet. Microbiol.*, 259, 109158.
17. CLSI. *Performance Standards for Antimicrobial Disk and Dilution Susceptibility Tests for Bacteria Isolated from Animals*, 5th ed., CLSI Supplement VET01S, Clinical and Laboratory Standards Institute: Berwyn, PA, USA, 2020.
18. Cuan, K., Zhang, T., Huang, J., Fang, C., and Guan, Y. (2020). Detection of avian influenza-infected chickens based on a chicken sound convolutional neural network. *Comput. Electron. Agric.*, 178, 105688.
19. Cuan, K., Zhang, T., Li, Z., Huang, J., Ding, Y., and Fang, C. (2022). Automatic Newcastle disease detection using sound technology and deep learning method. *Comput. Electron. Agric.*, 194, 106740.
20. Daş, G., Klauser, S., Stehr, M., Tuchscherer, A., and Metges, C.C. (2020). Accuracy and precision of McMaster and Mini-FLOTAC egg counting techniques using egg-spiked faeces of chickens and two different flotation fluids. *Vet. Parasitol.*, 283, 109158.
21. Decru, E., Mul, M., Nisbet, A.J., Vargas Navarro, A.H., Chiron, G., Walton, J., Norton, T., Roy, L., and Sneeckx, N. (2020). Possibilities for IPM strategies in European laying hen farms for improved control of the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*): Details and state of affairs. *Front. Vet. Sci.*, 7, 565866.
22. Di Francesco, C.E., Smoglica, C., Profeta, F., Farooq, M., Di Giannatale, E., Toscani, T., and Marsilio, F. (2021). Research Note: Detection of antibiotic-resistance genes in commercial poultry and turkey flocks from Italy. *Poult. Sci.*, 100, 101084.
23. EFSA. Assessment of listing and categorization of animal diseases within the framework of the Animal Health Law (Regulation (EU) No 2016/429): Avian mycoplasmosis (*Mycoplasma gallisepticum*, *M. meleagridis*). *Sci. Opin.* 2017,
24. El-Saadony M. T., Elsadek M. F., Mohamed A. S., Taha A. E., Ahmed B. M., Saad A. M. 2020b. Effects of chemical and natural additives on cucumber juice's quality, shelf life, and safety Foods 9:639.
25. El-Saadony M.T., Abd El-Hack M.E., Taha A.E., Elshaer N. 2020a. Ecofriendly synthesis and insecticidal application of copper nano-particles against the storage pest *Tribolium castaneum*. *Nano-materials*, 10, 587.
26. El-Shall N. A., Shewita R. S., Abd El-Hack M. E., AlKahtane A., Alarifi S., Alkahtani S., Abdel-Daim M.M., Sedeik M.E. 2020. Effect of essential oils on the immune response to some viral vaccines in broiler chickens, with special reference to Newcastle disease virus. *Poult. Sci.*, 99, 2944–2954.
27. EU. Commission Regulation 2019/268 of 15 February 2019 Amending Regulations (EU) No 200/2010, (EU) No 517/2011, (EU) No 200/2012 and (EU) No 1190/2012 as regards Certain Methods for Salmonella Testing and Sampling in Poultry. L46, 18.02.2019, 11-16. 2019. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0268&rid=7> (accessed on 21 April 2023).
28. EU. *Commission Implementing Regulation (EU) 2018/1882 of 3 December 2018 on the Application of Certain Disease Prevention and Control Rules to Categories of Listed Diseases and Establishing a List of Species and Groups of Species Posing a Considerable Risk for the Spread of Those Listed Diseases*, Official Journal of the European Union,

European Union: Brussels, Belgium, 2018. EU. *Commission Decision 2011/214/EU of 1 April 2011 Amending Annexes II to IV to Council Directive 2009/158/EC on Animal Health Conditions Governing Intra-Community Trade in, and Imports from Third Countries of, Poultry and Hatching Eggs*, Official Journal of the European Communities, L90, 06.04.2011, 27–49, European Union: Brussels, Belgium, 2011.

29. EUCAST. The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Breakpoint Tables for Interpretation of MICs and Zone Diameters. Version 13.0. 2023. Available online: <http://www.eucast.org> (accessed on 21 April 2023).

30. Ferguson-Noel. (2020). *Mycoplasmosis*. In *Diseases of Poultry*, 14th ed., Swayne, D.E., Ed., Wiley-Blackwell: Hoboken, NJ, USA, 907–965.

31. Flageul, A., Courtilon, C., Allée, C., Leroux, A., Blanchard, Y., Deleforterie, Y., Grasland, B., and Brown, P.A. (2022). Extracting turkey coronaviruses from the intestinal lumen of infected turkey embryos yields full genome data with good coverage by NGS. *Avian Pathol.*, 51, 291–294.

32. Gallardo, R.A., Da Silva, A.P., Egaña-Labrin, S., Stoute, S., Kern, C., Zhou, H., Cutler, G., and Corsiglia, C. (2020). Infectious Coryza: Persistence, Genotyping, and Vaccine Testing. *Avian Dis.*, 64, 157–165.

33. Gand, M., Mattheus, W., Roosens, N., Dierick, K., Marchal, K., Bertrand, S., and de Keersmaecker, S.C.J. (2020). A genosertotyping system for a fast and objective identification of *Salmonella* serotypes commonly isolated from poultry and pork food sectors in Belgium. *Food Microbiol.*, 91, 103534.

34. Gand, M., Mattheus, W., Roosens, N.H.C., Dierick, K., Marchal, K., de Keersmaecker, S.C.J., and Bertrand, S. (2020). A multiplex oligonucleotide ligation-PCR method for the genosertotyping of common *Salmonella* using a liquid bead suspension assay. *Food Microbiol.*, 87, 103394.

35. Hess, C., Grafl, B., Bagheri, S., Kaesbohrer, A., Zloch, A., Hess, M. and (2020). Antimicrobial resistance profiling of *Gallibacterium anatis* from layers reveals high number of multiresistant strains and substantial variability even between isolates from the same organ. *Microb. Drug Resist.*, 26, 169–177.

36. Hess, M. Aviadnavirus Infections. (2020). In *Diseases of Poultry*, 14th ed., Swayne, D.E., Ed., Wiley-Blackwell: Hoboken, NJ, USA, 322–332.

37. Hess, M., and McDougald, L.R. (2020). Histomoniasis (histomonosis, blackhead disease). In *Diseases of Poultry*, 14th ed., Swayne, D.E., Ed., Wiley-Blackwell: Hoboken, NJ, USA, 1223–1230.

38. Hinkle, N.C., and Corrigan, R.M. External Parasites and Poultry Pests. In *Diseases of Poultry*, 14th ed., Swayne, D.E., Ed., Wiley-Blackwell: Hoboken, NJ, USA, 2020, pp. 1137–1156.

39. Hrabak, J., Bitar, I., and Papagiannitsis, C.C. (2020). Combination of mass spectrometry and DNA sequencing for detection of antibiotic resistance in diagnostic laboratories. *Folia Microbiol.*, 65, 233–243.

40. Huang, J., Wang, W., and Zhang, T. (2019). Method for detecting avian influenza disease of chickens based on sound analysis. *Biosyst. Eng.*, 180, 16–24.

41. Huang, M., Liu, Y., Zou, C., Tan, Y., Han, Z., Xue, C., and Cao, Y. (2021). A highly pathogenic recombinant infectious bronchitis virus with adaptability in cultured cells. *Virus Res.*, 292, 198229.

42. Jones, P.J., Niemi, J., Christensen, J.-P., Tranter, R.B., and Bennett, R.M. (2019). A review of the financial impact of production diseases in poultry production systems. *Anim. Prod. Sci.*, 59, 1585.

43. Jung, L., Brenninkmeyer, C., Niebuhr, K., Bestman, M., Tuytens, F.A.M., Gunnarsson, S., Sørensen, J.T., Ferrari, P., and Knierim, U. (2020). Husbandry conditions and welfare outcomes in organic egg production in eight European countries. *Animals*, 10, 2102.

44. Juricova, H., Matiasovicova, J., Kubasova, T., Cejkova, D., and Rychlik, I. (2021). The distribution of antibiotic resistance genes in chicken gut microbiota commensals. *Sci. Rep.*, 11, 3290.

45. Kasianenko O.I., Kasianenko S.M., Paliy A.P., Petrov R.V., Kambur M.D., Zamazyi A.A., Livoshchenko L.P., Livoshchenko Ye.M., Nazarenko S.M., Klishchova Zh.E., and Palii A.P. (2020). Application of mannan oligosaccharides (Alltech Inc.) in waterfowl: Optimal dose and effectiveness. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(3), 63–68, doi: 10.15421/2020_134

46. Kim, H.-R., Kwon, Y.-K., Jang, I., and Bae, Y.-C. (2020). Viral metagenomic analysis of chickens with runtting-stunting syndrome in the Republic of Korea. *Virol. J.*, 17, 53.

47. Kubacki, J., Fraefel, C., and Bachofen, C. (2021). Implementation of next-generation sequencing for virus identification in veterinary diagnostic laboratories. *J. Vet. Diagn. Investig.*, 33, 235–247.

48. Kuchipudi, S.V., Yon, M., Surendran Nair, M., Byukusenge, M., Barry, R.M., Nissly, R.H., Williams, J., Pierre, T., Mathews, T., and Walner-Pendleton, E. (2021). A highly sensitive and specific probe-based real-time PCR for the detection of *Avibacterium paragallinarum* in clinical samples from poultry. *Front. Vet. Sci.*, 8, 609126.

49. Kunert-Filho, H.C., Furian, T.Q., Sesterhenn, R., Chitolina, G.Z., Willsmann, D.E., Borges, K.A., Salle, C.T.P., Moraes, H.L.d.S., and do Nascimento, V.P. (2022). Bacterial community identification in poultry carcasses using high-throughput next generation sequencing. *Int. J. Food Microbiol.*, 364, 109533.

50. Kürekcı, C., Sahin, S., Iwan, E., Kwit, R., Bomba, A., and Wasyl, D. (2021). Whole-genome sequence analysis of *Salmonella* infantis isolated from raw chicken meat samples and insights into pESI-like megaplasmid. *Int. J. Food Microbiol.*, 337, 108956.

51. Kurokawa, A., and Yamamoto, Y. (2022). Development of monoclonal antibodies specific to Marek disease virus-EcoRI-Q (Meq) for the immunohistochemical diagnosis of Marek disease using formalin-fixed, paraffin-embedded samples. *J. Vet. Diagn. Investig.*, 34, 10406387221080444.

52. Lagan Tregaskis, P., Devaney, R., and Smyth, V.J. (2021). The first whole genome sequence and characterisation of avian nephritis virus genotype 3. *Viruses*, 13, 235.

53. Liebhart, D., and Hess, M. (2020). Spotlight on Histomonosis (blackhead disease): A re-emerging disease in turkeys and chickens. *Avian Pathol.*, 49, 1–4.

54. Liu, L., Li, B., Zhao, R., Yao, W., Shen, M., and Yang, J. (2020). A novel method for broiler abnormal sound detection using WMFCC and HMM. *J. Sens.*, 2020, 2985478.

55. Lozica, L., Kabalin, A.E., Dolencić, N., Vlahek, M., and Gottstein, Ž. (2021). Phylogenetic characterization of avian pathogenic *Escherichia coli* strains longitudinally isolated from broiler breeder flocks vaccinated with autogenous vaccine. *alispahic. Poultry Sci.*, 100, 101079.

56. Lozica, L., Kazazić, S.P., and Gottstein, Ž. (2020). High phylogenetic diversity of *Gallibacterium anatis* is correlated with low biosecurity measures and management practices on poultry farms. *Avian Pathol.*, 49, 467–475.

57. Luna-Castrejón, L.P., Buter, R., Pantoja-Nuñez, G.I., Acuña-Yanes, M., Ceballos-Valenzuela, K., Talavera-Rojas, M., Salgado-Miranda, C., Heuvelink, A., de Wit, S., and Soriano-Vargas, E. (2021). Identification, HPG2 sequence analysis, and antimicrobial susceptibility of *Avibacterium paragallinarum* isolates obtained from outbreaks of infectious coryza in commercial layers in Sonora State, Mexico. *Avian Dis.*, *65*, 95–101.
58. Ma, F., Zhang, E., Li, Q., Xu, Q., Ou, J., Yin, H., Li, K., Wang, L., Zhao, X., and Niu, X. (2020). A plant-produced recombinant fusion protein-based Newcastle disease subunit vaccine and rapid differential diagnosis platform. *Vaccines*, *8*, 122.
59. Mahdavian, A., Minaei, S., Marchetto, P.M., Almasganj, F., Rahimi, S., and Yang, C. (2021). Acoustic features of vocalization signal in poultry health monitoring. *Appl. Acoust.*, *175*, 107756.
60. Matos, M., Bilic, I., Tvarogová, J., Palmieri, N., Furmanek, D., Gotowiecka, M., Liebhart, D., and Hess, M. (2022). A novel genotype of avian hepatitis E virus identified in chickens and common pheasants (*Phasianus colchicus*), extending its host range. *Sci. Rep.*, *12*, 21743.
61. Mbelwa, H., Mbelwa, J., and Machuve, D. (2021). Deep convolutional neural network for chicken diseases detection. *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, *12*, 295.
62. McDougald, L.R. (2020). Internal parasites. In *Diseases of Poultry*, 14th ed., Swayne, D.E., Ed., Wiley-Blackwell: Hoboken, NJ, USA, 1157–1191.
63. Nam, S., Chong, Y., Jung, C.K., Kwak, T.-Y., Lee, J.Y., Park, J., Rho, M.J., and Go, H. (2020). Introduction to digital pathology and computer-aided pathology. *J. Pathol. Transl. Med.*, *54*, 125–134.
64. National Poultry Improvement Plan. Available online: <https://www.poultryimprovement.org/default.cfm> (accessed on 9 February 2023).
65. Neethirajan, S. (2022). Automated tracking systems for the assessment of farmed poultry. *Animals*, *12*, 232.
66. Niu, D., Feng, J., Duan, B., Shi, Q., Li, Y., Chen, Z., Ma, L., Liu, H., and Wang, Y. (2022). Epidemiological survey of avian adenovirus in China from 2015 to 2021 and the genetic variability of highly pathogenic FAdV-4 isolates. *Infect. Genet. Evol.*, *101*, 105277.
67. Noh, J.-Y., Kim, K.-J., Lee, S.-H., Kim, J.-B., Kim, D.-H., Youk, S., Song, C.-S., and Nahm, S.-S. (2021). Thermal image scanning for the early detection of fever induced by highly pathogenic avian influenza virus infection in chickens and ducks and its application in farms. *Front. Vet. Sci.*, *8*, 616755.
68. OIE Terrestrial Manual. 2. Fowl Typhoid and Pullorum Disease. Chapter 2.3.11. 2018. Available online: https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.03.11_FOWL_TYPHOID.pdf (accessed on 21 April 2023).
69. OIE Terrestrial Manual. Avian Mycoplasmosis (*Mycoplasma gallisepticum*, *M. synoviae*) Chapter 3.3.5. 2018. Available online: https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/3.03.05_%20AVIAN_MYCO.pdf (accessed on 8 March 2022).
70. Oikarainen, P.E., Pohjola, L.K., Pietola, E.S., and Heikinheimo, A. (2019). Direct vertical transmission of ESBL/pAmpC-producing *Escherichia coli* limited in poultry production pyramid. *Vet. Microbiol.*, *231*, 100–106.
71. Omaleki, L., Blackall, P.J., Bisgaard, M., and Turni, C. (2021). Molecular and serological characterization of *Riemerella* isolates associated with poultry in Australia. *Avian Pathol.*, *50*, 31–40.
72. Palmieri, N., Hess, C., Hess, M., and Alispahic, M. (2020). Sequencing of five poultry strains elucidates phylogenetic relationships and divergence in virulence genes in *Morganella morganii*. *BMC Genom.*, *21*, 579.
73. Rautenschlein, S., Mahsoub, H.M., Fitzgerald, S.D., and Pierson, F.W. (2020). Hemorrhagic enteritis and related infections. In *Diseases of Poultry*, 14th ed., Swayne, D.E., Ed., Wiley-Blackwell: Hoboken, NJ, USA, 339–347.
74. Rawshaw, T. (2019). A review of the novel thermophilic *Campylobacter*, *Campylobacter hepaticus*, a pathogen of poultry. *Transbound. Emerg. Dis.*, *66*, 1481–1492.
75. Roth, N., Käsbohrer, A., Mayrhofer, S., Zitz, U., Hofacre, C., and Domig, K.J. (2019). The application of antibiotics in broiler production and the resulting antibiotic resistance in *Escherichia coli*: A global overview. *Poult. Sci.*, *98*, 1791–1804.
76. Salah, H., Kolecka, A., Rozaliyani, A., Wahyuningsih, R., Taj-Aldeen, S.J., Boekhout, T., and Houbcraken, J. (2022). A new filter based cultivation approach for improving *Aspergillus* identification using matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS). *Mycopathologia*, *187*, 39–52.
77. Sattar, A., Zakaria, A., Abu, J., Aziz, S.A., and Rojas-Ponce, G. (2021). Isolation of *Mycobacterium avium* and other nontuberculous mycobacteria in chickens and captive birds in peninsular Malaysia. *BMC Vet. Res.*, *17*, 13.
78. Savin, M., Alexander, J., Bierbaum, G., Hammerl, J.A., Hembach, N., Schwartz, T., Schmithausen, R.M., Sib, E., Voigt, A., and Kreyenschmidt, J. (2021). Antibiotic-resistant bacteria, antibiotic resistance genes, and antibiotic residues in wastewater from a poultry slaughterhouse after conventional and advanced treatments. *Sci. Rep.*, *11*, 16622.
79. Schat, K.A., Nagaraja, K.V., and Saif, Y.M. (2021). Pullorum Disease: Evolution of the Eradication Strategy. *Avian Dis.*, *65*, 227–236.
80. Schillings, J., Bennett, R., and Rose, D.C. (2021). Exploring the potential of precision livestock farming technologies to help address farm animal welfare. *Front. Anim. Sci.*, *2*, 639678.
81. Sedeik M. E., El-shall N. A., Awad A. M., Abd El-Hack M. E., Alowaimer A. N., and Swelum A. A. (2019). Comparative evaluation of HVT-IBD vector, immune complex, and live IBD vaccine against vvIBDV in commercial broiler chickens with high maternally derived antibodies. *Animals*, *9*, 72.
82. Shifaw, A., Feyera, T., Walkden-Brown, S.W., Sharpe, B., Elliott, T., and Ruhnke, I. (2021). Global and regional prevalence of helminth infection in chickens over time: A systematic review and meta-analysis. *Poult. Sci.*, *100*, 101082.
83. Shim Y. H., Ingale S. L., Kim J. S., Kim K. H., Seo D. K., Lee S. C., Chae B. J., and Kwon I. K. (2012). A multi-microbe probiotic for mulation processed at low and high drying temperatures: effects on growth performance, nutrient retention and caecal microbiology of broilers. *Br. Poult. Sci.*, *53*, 482–490.
84. Shimoji, Y., Shiraiwa, K., Tominaga, H., Nishikawa, S., Eguchi, M., Hikono, H., and Ogawa, Y. (2020). Development of a multiplex PCR-based assay for rapid serotyping of *Erysipelothrix* species. *J. Clin. Microbiol.*, *58*, e00315-20.
85. Smith, E., Miller, E., Aguayo, J.M., Figueroa, C.F., Nezworski, J., Studniski, M., Wileman, B., Johnson, T. Genomic diversity and molecular epidemiology of *Pasteurella multocida*. *PLoS ONE* 2021, *16*, e0249138.
86. Sulaiman, I.M., Hsieh, Y.-H., and Simpson, S. (2020). Species identification of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolates from raw poultry products by MALDI-TOF MS and rRNA sequence analysis. *J. AOAC Int.*, *103*, 197–204.
87. Tucciarone, C.M., Franzo, G., Legnardi, M., Fortin, A., Valastro, V., Lazzaro, E., Terregino, C., and Cecchinato, M. (2021). Effect of assay choice, viral concentration and operator interpretation on infectious bronchitis virus detection and characterization. *Avian Pathol.*, *50*, 357–365.

88. Wang, J., Shen, M., Liu, L., Xu, Y., and Okinda, C. (2019). Recognition and classification of broiler droppings based on deep convolutional neural network. *J. Sens.*, 2019, 3823515.
89. Wannaratana, S., Thontiravong, A., and Pakpinyo, S. (2021). Comparison of three filter paper-based devices for safety and stability of viral sample collection in poultry. *Avian Pathol.*, 50, 78–84.
90. Wei, F., Wang, Y., Wang, Q., Yang, J., Jiang, X., He, D., Diao, Y., and Tang, Y. (2021). The isolation and characterization of Duck astrovirus type-1 reemerging in China. *Transbound. Emerg. Dis.*, 69, 2890–2897.
91. Wei, F., Yang, J., Wang, Y., Chen, H., Diao, Y., and Tang, Y. (2020). Isolation and characterization of a duck-origin goose astrovirus in China. *Emerg. Microbes Infect.*, 9, 1046–1054.
92. World Health Organization (WHO) (2018). *E. coli*. Accessed June 2020. <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>.
93. Xiao, M., Xie, K., Dong, X., Wang, L., Huang, C., Xu, F., Xiao, W., Jin, M., Huang, B., and Tang, Y. (2019). Ultrasensitive detection of avian influenza A (H7N9) virus using surface-enhanced Raman scattering-based lateral flow immunoassay strips. *Anal. Chim. Acta*, 1053, 139–147.
94. Xu, W., Wang, H., Liu, L., Miao, Z., Huo, Y., and Zhong, Z. (2021). Prevalence and characterization of *Clostridium perfringens* isolated from different chicken farms in China. *Anaerobe*, 72, 102467.
95. Yang, F., Dong, D., Wu, D., Zhu, L., Liu, F., Yao, H., Wu, N., Ye, C., and Wu, H. (2022). A multiplex real-time RT-PCR method for detecting H5, H7 and H9 subtype avian influenza viruses in field and clinical samples. *Virus Res.*, 309, 198669.
96. Yin, L., Zhou, Q., Mai, K., Huang, J., Yan, Z., Wei, X., Shen, H., Li, Q., Chen, L., and Zhou, Q. (2021). Isolation and characterization of a novel chicken astrovirus in China. *Poult. Sci.*, 100, 101363.
97. Zhang, Y., Zhao, H., Chi, Z., Cui, Z., Chang, S., Wang, Y., and Zhao, P. (2022). Isolation, identification and genome analysis of an avian hepatitis E virus from white-feathered broilers in China. *Poult. Sci.*, 101, 101633.
98. Zhao, N., Grund, C., Beer, M., Wang, G., and Harder, T.C. (2022). Tetraplex fluorescent microbead-based immunoassay for the serodiagnosis of Newcastle disease virus and avian influenza viruses in poultry sera. *Pathogens*, 11, 1059.
99. Zhu, T., Chen, T., Cao, Z., Zhong, S., Wen, X., Mi, J., Ma, B., Zou, Y., Zhang, N., and Liao, X. (2021). Antibiotic resistance genes in layer farms and their correlation with environmental samples. *Poult. Sci.*, 100, 101485.

Kasianenko O. I., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Nesterenko O. M., PhD- student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Alternative methods of prevention of infectious diseases of poultry

The article presents the results of an analytical study of materials on the features of control of infectious diseases of poultry based on alternative strategies. The poultry sector plays an important role in the agribusiness of various countries of the world, not only as a supplier of meat, but also as an economically profitable segment of the economy. Data published in scientific articles and data presented in the reports of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the European Food Safety Authority (EFSA) are presented. Modern poultry farming shows increases in the gross production of meat and egg products in many countries of the world. Success is ensured by a comprehensive approach including all aspects of poultry production and welfare (formulation of feeding rations, commercial breeding programs, control of poultry diseases) under different rearing systems. Bacterial infections cause significant damage to commercial poultry farming, which is associated with the restriction of the use of antibacterial drugs in most countries of the world. Monitoring results of pathogens of poultry infectious diseases and effective measures to control poultry bacteriosis in different countries of the world are presented.

The most common bacterial and viral pathogens registered in most countries of the world are presented in the materials of the article. The main symptoms that occur in these diseases are also given. The data indicate the growing role of opportunistic microorganisms in the etiology of acute gastrointestinal diseases of poultry, which cause significant economic damage to the industry. Special attention is paid to diseases whose causative agent is common to poultry and humans, since poultry products contaminated with pathogenic and opportunistic microorganisms are a potential source of infections, toxic infections and toxicosis in humans. The interest in bacterioses is explained by the excessively wide geographical spread of the infection, the tendency to stationarity and the intensity of the circulation of pathogens among poultry and humans. The relationship between epizootic and epidemiological processes makes these diseases relevant zoonoses (*E. coli*, *S. Typhimurium*, *Enterococcus spp.*, *S. aureus*, *C. jejuni*, *M. gallisepticum*). The complexity of diagnostics and control measures is noted. The main ways of their transmission of pathogens between production sites in production conditions were also analyzed. Alternative strategies for controlling bacterial infections in poultry are also presented.

Key words: poultry, pathogens, infection, control, prevention.