

doi: 10.33249/2663-2144-2019-82-9-81-87

UDC: 619:616.98-036.22:579.843.94:636.521.54 (477)

THE SPREAD OF THE CAUSATIVE AGENT OF INFECTIOUS RHINITIS (AVIBACTERIUM PARAGALLINARUM) IN POULTRY FARMS OF UKRAINE**A. Kolesnykov¹, B. Stegnyy¹, N. Pinchuk², O. Deryabin²**

e-mail: artemon909@gmail.com

¹ National Scientific Center "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine"

83, Pushkinska Str., Kharkiv, 61023, Ukraine

² State Scientific Control Institute of Biotechnology and strains

30, Donetska Str., Kyiv, 03151, Ukraine

Infectious rhinitis is a respiratory bacterial disease in poultry that can lead to significant economic losses. The article provides an analysis of literature data on the current epizootic situation on infectious rhinitis in different countries of the world, an analysis of the economic losses that may be caused by the appearance of this pathogen in the poultry farm. For today in Ukraine, the situation for haemophilus infection in poultry is unknown. It is not included to the list of particularly dangerous infectious diseases and therefore infection cases officially are not reported. But this issue exists in poultry farms of Ukraine and therefore, the main goal of our work was to study the occurrence of haemophilus causative agent in poultry farms of different age, with different types of production and in various regions of Ukraine. As the results of PCR studies conducted in 2015–2018, haemophilus causative agent was detected in 8 out of 18 studied farms. Pathogen's circulation was detected in poultry farms in 8 oblasts of Ukraine in Western, Eastern, Central and Southern regions. Herewith, the pathogen was detected both in layer hens, in broilers and in broiler parent flock. The pathogen was detected in Ukraine in poultry of different age groups. The presence of this pathogen in pathological/clinical material was 20–100 %, on average, this index varied 28,28–64,51%. Identification of pathogen in Ukraine testifies to the relevance of this disease for our country, as well as the need for in-depth study of the pathogen, improvement of laboratory diagnostics and specific prevention.

Key words: infectious rhinitis, hemophilia, polymerase chain reaction, spread of the pathogen.**ПОШИРЕННЯ ЗБУДНИКА ІНФЕКЦІЙНОГО РИНИТУ ПТИЦІ (AVIBACTERIUM PARAGALLINARUM) В ПТАХІВНИЧИХ ГОСПОДАРСТВАХ УКРАЇНИ****А. О. Колесников¹, Б. Т. Стегній¹, Н. Г. Пінчук², О. М. Дерябін²**

e-mail: artemon909@gmail.com

¹ Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини»

Пушкінська, 83, Харків, 61023, Україна

² Державний науково-контрольний інститут біотехнології і штамів мікроорганізмів

вул. Донецька, 30, м. Київ, 03151, Україна

Гемофіліоз – респіраторне бактеріальне захворювання свійської птиці, яке здатне призводити до суттєвих економічних збитків. В зв'язку з актуальністю цього захворювання для світового птахівництва основною метою роботи було провести аналіз сучасної епізоотичної ситуації щодо гемофіліозу в різних країнах, а також вивчити епізоотичну ситуацію в Україні. Для цього проаналізовані літературні джерела, а також проведені молекулярно-генетичні дослідження для виявлення генетичного матеріалу *Avibacterium paragallinarum* в зразках від хворої та загинулої птиці. Установлено, що це захворювання є достатньо поширеним у різних країнах світу як з розвинутим птахівництвом, так і особливо в країнах з недостатньо розвиненим промисловим птахівництвом. Наразі в Україні ситуація щодо гемофіліозу серед свійської птиці залишається нез'ясованою. Це захворювання не входить до переліку особливо небезпечних хвороб і тому випадки захворювання не реєструються в офіційній звітності. В 2015–2018 рр. генетичний матеріал *Avibacterium paragallinarum* було виявлено у птиці в 8 з 18 досліджених птахівничих господарствах. Циркуляція

збудника встановлена у птахівничих господарствах в 8 областей України Західного, Східного, Центрального та Південного регіону. Збудника виявлено у курей-несучок, бройлерів та у птиці батьківського поголів'я бройлерів різного віку. Інфікованість птиці становила 20–100 %, в середньому 28,28–64,51 %. Виявлення збудника серед свійської птиці в Україні свідчить про актуальність цього захворювання для нашої країни, а також необхідність поглибленого вивчення збудника, шляхів його занесення, вдосконалення лабораторної діагностики та специфічної профілактики.

Ключові слова: інфекційний риніт, гемофіліоз, полімеразна ланцюгова реакція, поширення збудника.

Вступ

Нині птахівництво є високотехнологічною галуззю сільського господарства, яка потребує особливих підходів в організації роботи, ефективного менеджменту, чіткої роботи усіх ланок технологічного процесу. Промислове птахівництво, як високотехнологічна галузь, має цілу низку особливостей, які значним чином можуть впливати на її епізоотичний стан: промислова платформа утримання птиці, скупчення величезної кількості птиці на обмеженій площі в замкнутому просторі, високопродуктивні кроси, які в той же час є надзвичайно сприйнятливими до великої кількості збудників вірусних та бактеріальних інфекцій як патогенних, так і умовно-патогенних.

Існує величезна кількість викликів для птахівництва у вигляді інфекційних захворювань різної етіології (вірусної та бактеріальної). Звісно, особливе місце займають особливо небезпечні інфекційні захворювання (ньюкаслська хвороба, грип птиці), які, у разі виникнення, призводять до величезних збитків, загибелі або знищення усього поголів'я, накладання карантину та інших обмежувальних заходів. Але, у той же час, існують і так звані економічно значущі інфекції, які не є особливо небезпечними, не є небезпечними для здоров'я людини, але, в той же час, здатні спричиняти постійні збитки у разі потрапляння в стадо птиці за рахунок зниження продуктивності, вибраковки, зниження якості продукції, додаткових, позапланових витрат на лікування, профілактику, ветеринарно-санітарні заходи тощо. Особливе місце серед економічно значущих хвороб займають респіраторні хвороби, до яких входять як вірусні, так і бактеріальні захворювання. Необхідно відзначити, що наразі більшість респіраторних захворювань протікає в асоціації, і тому для ефективної боротьби та ерадикації важливо знати усі складові цих асоціацій, що дозволить чітко визначити

стратегію лікування, профілактики в подальшому (Saif & Fadly, 2008).

У зв'язку з тим, що однією з таких респіраторних інфекцій є гемофіліоз (інфекційний риніт птиці), **основною метою** цієї роботи є проведення аналізу існуючих літературних даних щодо цієї інфекції, з'ясувати вклад етіологічного агента як ускладнюючого фактору за респіраторних інфекціях птиці, вивчити сучасну епізоотичну ситуацію в світовому птахівництві, встановити небезпеку цього захворювання для птахівництва України, провести ПЛР-скринінг для з'ясування поширення збудника цієї інфекції в Україні.

Матеріали та методи

Відбір зразків. Для дослідження на наявність збудника інфекційного риніту (*Avibacterium paragallinarum*) відбирали голови, змиви з повітряноносних мішків, інфраорбітальних синусів від свіжих трупів або вимушено забитої птиці з клінічними ознаками ураження респіраторної системи. Біологічний матеріал транспортували в охолоджену стані для проведення лабораторних досліджень. Патологоанатомічний та клінічний матеріал було відібрано в 2015–2018 роках від птиці різного віку (від 5 до 257 діб), різного напрямку продуктивності (товарна несучка, бройлери, батьківське поголів'я бройлерів), різних кросів (Ломан Браун Класик, Адлерська срібляста, Росс-308, Домінант ЦЗ, ІЗА Браун ті ін.) у 18 промислових господарствах Вінницької, Запорізької, Київської, Житомирської, Полтавської, Дніпропетровської, Донецької, Волинської, Херсонської, Хмельницької, Миколаївської, Тернопільської областей.

Полімеразна ланцюгова реакція. Виявлення збудника інфекційного риніту проводили в полімеразній ланцюговій реакції (ПЛР). Для цього використовували змиви з повітряноносних мішків та інфраорбітальних синусів. За

допомогою стерильного тампону збирали слиз, екссудат з порожнин синусів та повітряноспинних мішків, які вносили в стерильні пробірки з 500 мкл фізіологічного розчину або деіонізованої води. Для подальшого виділення ДНК використовували 100 мкл отриманої суспензії та набір «ДНК-сорб» (ДНКІБШМ), який забезпечує отримання ДНК зі ступенем чистоти A260/A280 = 1,8. Використовували олігонуклеотидні праймери, описані Chen X. (1996): прямий hN1 5'-TGAGGGTAGTCTTGCACGCGAAT-3' і зворотний hR1 5'-CAAGGTATCGATCGTCTCTCTACT-3', які фланкують фрагмент ДНК *Avibacterium paragallinarum* розміром в 510 п.н. Реакцію проводили в об'ємі 25 мкл, в розрахунок на 1 зразок суміші включала: 2,5 мкл 10X DreamTaq Buffer (с 20 mM MgCl₂), 2,5 мкл 10X dNTP, 0,5 мкл DreamTaq Polymerase, по 0,2 мкл кожного з праймерів; 14,1 мкл H₂O та 5 мкл ДНК. Термопрофіль реакції був наступним: початкова денатурація – 95 °C, 4 хв; потім 35 циклів – денатурація – 95 °C – 30 с, відпал праймерів – 58 °C – 30 с; елонгація – 72 °C – 30 с; заключна елонгація – 72 °C – 4 хв. Електрофоретичний аналіз проводили в 1,5 % гелі агарози. Розташування смуг ДНК на електрофореграмі переглядали за допомогою системи гел-документування «Gel DocXR Plus» (BioRad Laboratories, США), (Saif & Fadly, 2008).

Результати досліджень та обговорення

Дослідження розповсюдження захворювання на гемофіліоз серед сільськогосподарської птиці в Україні були розпочаті з аналізу існуючої інформації щодо збудника, його патогенності для птиці та людини, економічних збитків, які може завдавати ця хвороба, а також вивчення епізоотичної ситуації в інших країнах.

Історія. Клінічні прояви інфекції у птиці, які можуть бути асоційовані з інфекційним ринітом, були відомі ще з початку 1920-х років минулого сторіччя. В 1932 році De Bliesk вперше ізолював етіологічний агент та назвав його *Bascillus hemoglobinophilus coryzae gallinarum* (Saif & Fadly, 2008), але повний опис збудника як *P. gallinarum* з'явилося тільки в 1955 році (Hall et al., 1955).

Етіологія. Базуючись на даних, отриманих в 30-х роках минулого сторіччя, етіологічний агент було класифіковано як *H. gallinarum*, тому що він потребував для свого росту двох факторів (X-

фактор – hemin, та V-фактор – nicotinamide adenine dinucleotide) (Saif Y.M., 2008). Пізніше, в 1962 році, Page (Page L.A., 1962) встановив, що усі ізоляти від птиці, хворої на інфекційний риніт, потребували тільки наявності V-фактору, що дозволило ідентифікувати новий вид збудника, який отримав назву *H. Paragallinarum* (Biberstein E.L 1969). Ізоляти незалежні від V-фактору були ізолювані в Південній Африці та Мексиці (Horner et al., 1992; Mouahid et al. 1992; Bragg et al., 1993; Garcia et al., 2004).

Остаточна ідентифікація та класифікація були здійснені тільки за результатами секвенування, які чітко показали існування унікальної групи бактерій, які відносяться до родини Pasteurellaceae (включаючи обидва види *H. paragallinarum* та *P. gallinarum*), що асоціюються з птахами. Пізніше, базуючись на генетичних методах, було чітко встановлено, що обидва види *H. paragallinarum* та *P. gallinarum* та деякі інші формують новий рід, названий *Avibacterium*, що належить до родини Pasteurellaceae. Таким чином, сучасна назва етіологічного агента *Avibacterium paragallinarum* та *Avibacterium gallinarum* (Saif & Fadly, 2008).

Морфологічно збудник характеризується як грамнегативна, нерухома, кокоподібна, поліморфна паличка з тенденцією до формування ниток. Вірулентні штами можуть утворювати капсулу (Sawata et al., 1980). За результатами реакції аглютинації *A. paragallinarum* класифікується за Page на сероваріанти А, В і С (Page et al., 1962; Page et al., 1963). Пізніше була розроблена розширена класифікація збудника Kume, яка містить 9 сероваріантів: А – 1–4, В – 1, С – 1–4 (Blackall et al., 1990). Перехресну серологічну спорідненість між представниками серологічних груп А, В і С не підтверджено.

Поглиблені дослідження дозволили встановити значні варіації в розповсюдженні серологічних варіантів збудника за Page в різних країнах світу. Так, Сероваріант А було виявлено в Малайзії (Zain, 1992), сероваріант С – в Таїланді (Lin et al., 1996), сероваріанти А та В в Китаї (Chen et al., 1993; Zhang et al., 2003) та Німеччині (Hinz, 1976), сероваріанти А та С в Австралії (Blackall, 1988) та Індії (Saif & Fadly, 2008), а сероваріанти А, В, С у Аргентині (Terzolo et al., 1993), Бразилії (Blackall et al., 1994), Екваторі (Jacobs et al., 2003), Єгипті (Saif & Fadly, 2008), Індонезії (Poernomo et al. 2000), Мексиці (Fernandez et al., 2000), Філіппінах (Nagaoka et al., 1994), Південній

Африці (Bragg, 2004), США (Jacobs et al., 2003).

Що стосується стійкості збудника, то вона невисока. Це дуже делікатний збудник, який швидко інактивується в навколишньому середовищі поза організмом. При температурі 45–50 °C він гине протягом 1 хв.

Економічні збитки. Встановлено, що гемофіліоз може призводити до суттєвих економічних збитків у птахівничих господарствах. По-перше, вони пов'язані з поганими приростами птиці м'ясних кросів та суттєвим зниженням яєчної продуктивності у несучок (до 10–40 %). Крім того, може реєструватися достатньо велика летальність – до 48 % (Saif & Fadly, 2008). За даними закордонних авторів, в Каліфорнії серед дорослих несучок загибель становила 48 %, а зниження несучості – від 15,7 до 75 % протягом 3 тижнів. Під час двох спалахів в Каліфорнії та Алабамі (США) серед бройлерів вибраковка птиці становила 8–15 % (асоційований перебіг з *Mycoplasma synoviae*) та до 69,8 % при моноінфекції. В обох випадках захворювання проявлялося у вигляді аеросакулітів, що і було причиною вибраковки птиці. Необхідно відзначити, що в країнах, де рівень промислового птахівництва залишається невисоким, дуже часто додаються інші патогени, стрес-фактори, які ще більше підвищують економічні збитки. Так, в Китаї захворюваність на гемофіліоз становить 20–50 %, а смертність – 5–20 % (Chen et al., 1993; Saif & Fadly, 2008). В Марокко, під час спалахів на промислових птахофабриках, зниження яєчної продуктивності у товарних несучок становило 17–41 %, а загибель птиці – 0,7–10 % (Mushin et al., 1977). В

Таїланді найбільш частою причиною загибелі птиці до 2-місячного та після 6-місячного віку є також гемофіліоз. Також значні економічні збитки від цього захворювання також реєстрували в Індонезії (Poernomo S., 2000). Необхідно також зазначити, що збудник гемофіліозу може викликати захворювання не тільки у курей, але ще й у індичок, причому їх загибель коливається від 18 до 26 % (Bisgaard et al., 2005).

Небезпека для здоров'я людини. Нині не існує достовірної інформації щодо небезпеки збудника інфекційного риніту (*Avibacterium paragallinarum*) для здоров'я людини. Існує тільки три короткі повідомлення щодо здатності цього збудника викликати захворювання у людини (Al Fadel et al., 1995; Arashima et al., 1999; Ahmed et al., 2002), але усі вони не містять чітких молекулярних та філогенетичних доказів.

Вивчення поширення збудника гемофіліозу в Україні. Наразі ситуація щодо гемофіліозу серед свійської птиці залишається нез'ясованою. Це захворювання не входить до переліку особливо небезпечних хвороб і тому випадки захворювання не реєструються в офіційній звітності. Але ця проблема існує у птахівничих господарствах України і тому основною нашою метою було провести вивчення поширеності збудника гемофіліозу в птахівничих господарствах різного напрямку продуктивності, різного віку та в різних регіонах України. Дослідження були проведені за результатами скринінгових досліджень патологічного та клінічного матеріалу в ПЛР. Результати досліджень 2015–2018 років наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати діагностичних досліджень в ПЛР патологічного та клінічного матеріалу від курей з різних областей України щодо наявності збудника інфекційного риніту (*Avibacterium paragallinarum*) в 2015–2018 рр.

Дата	Господарство	Напрямок продуктивності, крос, вік птиці	Кількість проб			% поз. проб
			всього	поз.	нег.	
1	2	3	4	5	6	7
15.10.2015	Птахофабрика 1, Вінницька обл.	Несучка, 220 діб	10	10	–	100,0
10.11.2015	Птахофабрика 2, Запорізька обл.	Несучка	8	4	4	50,0
24.11.2015	Птахофабрика 3, Київська обл.	Несучка, ІЗА Браун, 171 доба	8	–	8	–
11.12.2015	Птахофабрика 4, Полтавська обл.	Несучка	8	6	2	75,0

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
Всього за 2015 рік досліджено 4 господарства			34	20	14	58,82
15.01.2016	Птахофабрика 2, Запорізька обл.	Несучка	9	–	9	–
28.01.2016	Птахофабрика 5, Дніпроп. обл.	Бройлери	4	–	4	–
10.02.2016	Птахофабрика 2, Запорізька обл.	Несучка	4	4	–	100,0
11.02.2016	Птахофабрика 6, Запорізька обл.	Бройлери	14	–	14	–
12.02.2016	Птахофабрика 7, Донецька обл.	Несучка, 199 діб	10	–	10	–
23.03.2016	Птахофабрика 8, Вінницька обл.	Несучка	10	10	–	100,0
23.05.2016	Птахофабрика 9, Волинська обл.	Бройлери	4	4	–	100,0
15.06.2016	Птахофабрика 10, Дніпропетровська обл.	Батьківське поголів'я бройлерів	8	–	8	–
20.07.2016	Птахофабрика 11, Херсонська обл.	Несучка, 5–45 діб	6	4	2	66,66
06.10.2016	Птахофабрика 12, Хмельн. обл.	Несучка	10	2	8	20,0
22.12.2016	Птахофабрика 13, Запорізька обл.	Батьківське поголів'я бройлерів	6	–	6	–
Всього за 2016 рік досліджено 11 господарств			85	24	61	28,23
14.02.2017	Птахофабрика 2, Запорізька обл.	Бройлери, Росс-308, 41 доба	4	4	–	100,0
09.03.2017	Птахофабрика 2, Запорізька обл.	Несучка, Домінант ЦЗ, 257 діб	4	–	4	0
04.04.2017	Птахофабрика 11, Херсонська обл.	Несучка	8	–	8	–
24.07.2017	Птахофабрика 12, Хмельницька обл.	Несучка	8	–	8	–
05.09.2017	Птахофабрика 14, Запорізька обл.	Батьківське поголів'я бройлерів, Адлерська срібляста, 45 діб	8	8	–	100,0
13.10.2017	Птахофабрика 15, Житомирська обл.	Несучка, Ломан Браун, 161 доба	3	3	–	100,0
24.10.2017	Птахофабрика 16, Хмельн. обл.	Несучка	10	10	–	100,0
14.11.2017	Птахофабрика 15, Житомирська обл.	Несучка, Ломан Браун, 161 д	4	4	–	100,0
Всього за 2017 рік досліджено 8 господарств			49	29	20	59,18
23.04.2018	Птахофабрика 9, Волинська обл.	Бройлери	6	6	–	100,0
18.05.2018	Птахофабрика 13, Запорізька обл.	Батьківське поголів'я бройлерів	10	–	10	–
23.05.2018	Птахофабрика 2, Запорізька обл.	Несучка	8	8	–	100,0
04.06.2018	Птахофабрика 12, Хмельницька обл.	Несучка	8	6	2	75,0
04.06.2018	Птахофабрика 9, Волинська обл.	Бройлери	4	–	4	–
05.06.2018	Птахофабрика 2, Запорізька обл.	Несучка	6	6	–	100,0
12.06.2018	Птахофабрика 17, Полтавська обл.	Несучка	8	8	–	100,0
22.06.2018	Птахофабрика 18, Тернопільська обл.	Несучка	6	–	6	–
27.08.2018	Птахофабрика 15, Житомирська обл.	Несучка	6	6	–	100,0
Всього за 2018 рік досліджено 9 господарств			62	40	22	64,51
Всього за 2015–2018 роки досліджено 18 господарств			230	113	117	49,13

Як свідчать дані, наведені в таблиці, за результатами ПЛР у період з 2015 по 2018 рік збудника гемофільозу було виявлено у 8 з 18 досліджених господарств. Циркуляція збудника встановлена в птахівничих господарствах у 8 областей України Західного, Східного, Центрального та Південного регіонів: Вінницькій, Запорізькій, Полтавській, Волинській, Херсонській, Хмельницькій, Житомирській, Волинській, Дніпропетровській областях. При цьому збудника було виявлено як у несучки, так і у бройлерів та батьківському поголів'ї бройлерів. Збудника виявляли в Україні у птиці різного віку як у молодняку, так і у дорослій птиці. Наявність збудника у патологічному/клінічному матеріалі становила від 20 до 100 %, в середньому цей показник коливався в різні роки від 28,28 % до 64,51 %.

Висновки

1. Ураховуючи вище наведені факти щодо етіології захворювання, розповсюдження інфекції в різних країнах, економічні збитки, які спричиняє це захворювання, а також результати ПЛР-скринінгу збудника гемофільозу в Україні, встановлено, що, незважаючи на помітний світовий прогрес у боротьбі з цим захворюванням, воно залишається достатньо актуальним для світового птахівництва.

2. За результатами ПЛР моніторингу в птахівничих господарствах України виявлено циркуляцію збудника гемофільозу. В період з 2015 по 2018 рік збудника гемофільозу було виявлено в 8 з 18 досліджених господарств. Циркуляція збудника встановлена в птахівничих господарствах в 8 областей України Західного, Східного, Центрального та Південного регіону у птиці різного напрямку продуктивності, віку, кросу. Наявність збудника в патологічному/клінічному матеріалі становила в середньому 28,28–64,51 %.

3. Враховуючи стан розвитку, темпи розвитку вітчизняного птахівництва, а також результати ПЛР-скринінгу з виявлення в 20–100 % зразків патологічного/клінічного матеріалу від птиці з респіраторними розладами збудника гемофільозу, це захворювання також представляє небезпеку для птахівництва України.

4. Актуальним є продовження моніторингових досліджень щодо вивчення циркуляції збудника гемофільозу в птахівничих

господарствах усіх регіонів України, в тому числі серед клінічно здорової птиці.

5. Важливим є виділення збудника від хворої птиці з подальшим вивченням його біологічних та молекулярно-генетичних властивостей, а також порівнянням українських ізолятів з існуючими в різних країнах світу, а також вдосконалення вітчизняної діагностики цього захворювання.

References

- Ahmed, K., Sein, P. P., Shahnawaz, M. & Hoosen, A. A. (2002). *Pasteurella gallinarum* neonatal meningitis. *Clin Microbiol Infect.*, 8, 55–57. doi: org/10.1046/j.1469-0691.2002.00354.x
- Al Fadel, S. M., al-Madan, M. S., Erwa, H. H., Defonseka, I., Sohel, S. Z. & Sanyal, S. K. (1995). First case of human infection caused by *Pasteurella gallinarum* causing infective endocarditis in an adolescent 10 years after surgical correction for truncus arteriosus. *Pediatrics*, 95, 944–948.
- Arashima, Y., Kato, K., Kakuta, R., Fukui, T., Kumasaka, K., Tsuchiya, T. & Kawano, K. (1999). First case of *Pasteurella gallinarum* isolation from blood of a patient with symptoms of acute gastroenteritis in Japan. *Clin Infect Dis.*, 29, 698–699. doi:org/10.1086/598668
- Biberstein, E. L. & White, D. C. (1969). A proposal for the establishment of two new *Haemophilus* species. *J Med Microbiol.*, 1 (2), 75–78. doi: org/10.1099/00222615-2-1-75.
- Bisgaard, M., Christensen, H., Behr, K. P., Baron, G. & Christensen, J. P. (2005). Investigations on the clonality of isolates of *Pasteurella gallinarum* obtained from turkeys in Germany. *Avian Pathol.*, 34, 106–110. doi: org/10.1080/03079450500059412.
- Bragg, R. R., Coetzee, L. & Verschoor, J. A. (1993). Plasmid-encoded NAD independence in some South African isolates of *Haemophilus paragallinarum*. *Onderstepoort J Vet Res*, 60, 147–152.
- Bragg, R. R. (2004). Evidence of possible evasion of protective immunity by NAD-independent isolates of *Haemophilus paragallinarum* in poultry. *Onderstepoort J Vet Res.*, 71, 53–58. doi: org/10.4102/ojvr.v71i1.285.
- Blackall, P. J. & Eaves, L. E. (1988). Serological classification of Australian and South African isolates of *Haemophilus paragallinarum*. *Aust. Vet J.*, 65, 362–363. doi: org/10.1111/j.1751-0813.1988.tb14271.x
- Blackall, P. J., Eaves, L. E. & Rogers, D.G. (1990). Proposal of a new serovar and altered

- nomenclature for *Haemophilus paragallinarum* in the Kume hemagglutinin scheme. *J Clin Microbiol*, 28, 1185–1187.
- Blackall, P. J., Silva, E. N., Yamaguchi, T. & Iritani, Y. (1994). Characterization of isolates of avian haemophili from Brazil. *Avian Dis.*, 38, 269–274. doi: org/10.2307/1591948.
- Chen, X., Zhang, P., Blackall, P.J. & Feng, W. (1993). Characterization of *Haemophilus paragallinarum* isolates from China. *Avian Dis.*, 37, 574–576. doi: org/10.2307/1591690.
- Fernandez, R. P., Garcia-Delgado, G. A., Ochoa, P. & Soriano, V. E. (2000). Characterization of *Haemophilus paragallinarum* isolates from Mexico. *Avian Pathol.*, 29, 473–476. doi: org/10.1080/030794500750047234.
- Garcia, A. J., Angulo, E., Blackall, P. J. & Ortiz, A. M. (2004). The presence of nicotinamide adenine dinucleotide-independent *Haemophilus paragallinarum* in Mexico. *Avian Dis.*, 48, 425–429. doi: org/10.1637/7104.
- Hall, W. J., Heddleston, K. L., Legenhausen, D. H. & Hughes, R. W. (1955). Studies on Pasteurellosis. I. A new species of pasteurella encountered in chronic fowl cholera. *Am. J Vet Res.* 61 part 1(16), 598–604.
- Hinz, K. H. (1976). Differentiation of *Haemophilus* strains isolated from chickens. IV. Studies on the dissociation of *Haemophilus paragallinarum*. *Avian Pathol.*, 5, 51–66. doi: org/10.1080/03079457608418169.
- Horner, R. F., Bishop, G. C. & Haw, C. (1992). An upper respiratory disease of commercial chickens resembling infectious coryza, but caused by a V factor-independent bacterium. *Avian Pathol.*, 3 (21), 421–427. doi: org/10.1080/03079459208418860.
- Jacobs, A. A., Berg, K. & Malo, A. (2003). Efficacy of a new tetravalent coryza vaccine against emerging variant type B strains. *Avian Pathol.*, 32, 265–269. doi : org/10.1080/0307945031000097859.
- Lin, J. A., Shyu, C. L., Yamaguchi, T. & Takagi, M. (1996). Characterization and pathogenicity of *Haemophilus paragallinarum* serotype C in local chickens of Taiwan. *J Vet Med Sci.*, 58, 1007–1009. doi: org/10.1292/jvms.58.10_1007.
- Mouahid, M., Bisgaard, M., Morley, A. J., Mutters, R. & Mannheim, W. (1992). Occurrence of V-factor (NAD) independent strains of *Haemophilus paragallinarum*. *Vet Microbiol.*, 4 (31), 363–368. doi: org/10.1016/0378-1135(92)90128-g.
- Mushin, R., Bock, R. & Abrams, M. (1977). Studies on *Pasteurella gallinarum*. *Avian Pathol.*, 6, 415–423. doi : org/10.1080/03079457708418250.
- Nagaoka, K., De, M. A., Takagi, M. & Ohta, S. (1994). Characterization of *Haemophilus paragallinarum* isolated in the Philippines. *J Vet Med Sci.*, 56, 1017–1019. doi: org/10.1292/jvms.56.1017.
- Page, L. A. (1962). *Haemophilus* infections in chickens. I. Characteristics of 12 *Haemophilus* isolates recovered from diseased chickens. *Am. J Vet Res.*, 23, 85–95. doi : org/10.2307/1588021.
- Page, L. A., Rosenwald, A. S. & Price, F. C. (1963). *Haemophilus* infections in chickens. IV. Results of laboratory and field trials of formalinized bacterins for the prevention of disease caused by *Haemophilus gallinarum*. *Avian Dis.*, 7, 239–256. doi: org/10.2307/1587837.
- Poernomo, S., Sutarma Rafiee, M. & Blackall, P. J. (2000). Characterisation of isolates of *Haemophilus paragallinarum* from Indonesia. *Aust. Vet J.*, 78, 759–762. doi : org/10.1111/j.1751-0813.2000.tb10447.x.
- Saif, Y. M. & Fadly, A. M. (2008). Diseases of poultry. Ames, Iowa : Blackwell. doi : org/10.1016/b978-0-7020-2862-5.x5001-6.
- Sawata, A., Kume, K. & Nakase, Y. (1980) Biologic and serologic relationships between Page's and Sawata's serotypes of *Haemophilus paragallinarum*. *Am. J Vet Res.*, 41, 1901–1904.
- Terzolo, H. R., Paolicchi, F. A., Sandoval, V. E., Blackall, P. J., Yamaguchi, T. & Iritani, Y. (1993). Characterization of isolates of *Haemophilus paragallinarum* from Argentina. *Avian Dis.*, 37, 310–314. doi: org/10.2307/1591654.
- Zain, Z. B. & Iritani, Y. (1992). Serotyping of *Haemophilus paragallinarum* isolated in Malaysia. *J Vet Med Sci.*, 54, 363–365. doi: org/10.1292/jvms.54.363.
- Zhang, P. J., Miao, M., Sun, H., Gong, Y. & Blackall, P. J. (2003). Infectious coryza due to *Haemophilus paragallinarum* serovar B in China. *Aust. Vet J.*, 81, 96–97. doi: org/10.1111/j.1751-0813.2003.tb11445.x.