



Мікобактеріози птахів. Просторово-часові особливості прояву епізоотичного процесу у країнах світу за період 2000–2024 рр. Літературний огляд

В. М. Шевчук¹, В. С. Пикалюк², О. П. Бойко², В. М. Соколюк³

¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

² Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна

³ Поліський національний університет, Житомир, Україна

Адреса для листування: boiko.oksana@vnu.edu.ua

Отримано: 15.10.24; прийнято до друку: 15.11.24; опубліковано: 30.12.24

Резюме. Туберкульоз птахів – одне з найважливіших інфекційних захворювань, яке вражає більшість видів птахів. Найчастіше викликають туберкульоз птахів *Mycobacterium avium* і *Mycobacterium genavense*. Домашня птиця та дикі птахи, які утримуються в неволі, вражаються частіше, ніж ті, які живуть у дикій природі. *M. avium* може інфікувати всі види птахів, а також низку видів домашніх тварин. В імунікомпетентних осіб *M. avium* спричиняє локальні інфекції м'яких тканин, у людей похилого віку – хронічні легеневі інфекції, у дітей – шийний лімфаденіт, у пацієнтів з ослабленим імунітетом – важкі системні інфекції. Епідеміологічна важливість пташиного туберкульозу та мікобактеріозів, що спричиняються іншими НТМБ, становлять неспростовний інтерес до особливостей прояву епідемічного та епізоотичного процесів цієї інфекції.

Ключові слова: мікобактеріози, атипові мікобактерії, інфекційний, епідемічний та епізоотичний процеси, птиця домашня та синантропна, діагностика, фактори довкілля.

Mycobacteriosis of birds. Spatial-temporal features of the manifestation of the epizootic process in the world countries for the period 2000–2024. Literature review

V. M. Shevchuk¹, V. S. Pikalyuk², O. P. Boyko², V. M. Sokolyuk³

¹ National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

² Lesya Ukrainka Volyn European National University, Lutsk, Ukraine

³ Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine.

Correspondence: boiko.oksana@vnu.edu.ua

Abstract. Avian tuberculosis is one of the most important infectious diseases affecting most bird species. *Mycobacterium avium* and *Mycobacterium genavense* are the most common causes of avian tuberculosis. Domestic and wild birds in captivity are affected more often than those in the wild. *M. avium* can infect all species of birds and several domestic animals. In immunocompetent individuals, *M. avium* causes local soft tissue infections, chronic pulmonary infections in the elderly, cervical lymphadenitis in children, and severe systemic infections in patients with weakened immunity. The epidemiological importance of avian tuberculosis and mycobacteriosis caused by other NTMBs is of undeniable interest in the features of the manifestation of epidemic and epizootic processes of this infection.

Keywords: mycobacteriosis, atypical mycobacteria, infectious, epidemic and epizootic processes, domestic and synanthropic poultry, diagnostics, environmental factors.

ВСТУП

Туберкульоз людей, як свідчать дані ВООЗ, залишається однією із найважливіших епідеміо-

логічних проблем гуманної медицини. Щорічна кількість діагностованих випадків туберкульозу світі перевищує 6,5 мільйонів [1]. Другим за поширенням збудником мікобактеріальної інфекції є

нетуберкульозні мікобактерії (НТМБ). М. Lipman *et al.* [2] встановили, що їх чисельність нараховує біля 190 видів, 14 підвидів, і кількість яких постійно зростає. Дані, отримані J.E. Gross *et al.* [3], J.W. Alffenaar *et al.* [4] свідчать, що мікобактеріози нетуберкульозного комплексу – проблема гуманної медицини, яка з кожним роком стає все більш актуальною. Більшість із НТМБ є сапрофітними видами, широко поширеними в навколишньому середовищі. Проте, деякі з яких є патогенними як для людей, так і для тварин, включаючи птахів [5]. У птахів туберкульоз, спричинений *M. tuberculosis*, безумовно, є актуальною проблемою, але не настільки як мікобактеріоз, спричинений *M. avium subsp. avium* та іншими НТМБ. В більшості випадків джерелом збудника туберкульозної інфекції є людина; у таких випадках домашні птахи є не тільки переносниками *M. tuberculosis*, але й проявляють симптоми відкритої форми туберкульозу, за якої відбувається активне виділення збудника туберкульозу у навколишнє середовище [6, 7].

Клінічні прояви мікобактеріозу у птахів включають загальне пригнічення, ознаки виснаження із вираженою атрофією грудного м'яза, депресію та діарею різної інтенсивності [8, 9]. Туберкульозні вузлики можна виявити в печінці, селезінці, кишелнику та кістковому мозку. Характерною ознакою туберкульозних вузликів у птиці є відсутність петрифікації [10, 11]. Хвороба зазвичай виникає у домашніх пташниках, рідше у зоопарках і зовсім рідко на птахофермах із промислового виробництва курячих яєць та м'яса [12, 13]. Від птахів, хворих на мікобактеріоз, найчастіше виділяють *M. avium* і *M. genavense*, які часто є причиною захворювань у людей, у яких з тих чи інших причин імунна система є ослаблена [14, 15, 16]. Garcia-Marcos *et al.* виявили тісну кореляцію між випадками мікобактеріозу у дітей та їх контактуванням з курчатами [17]. Зважаючи на те, що домашня птиця та птахи живуть поруч з людиною, на нашу думку, важливим є вивчення закономірностей циркуляції НТМБ в межах окремих регіонів, країн, континентів, що може бути підґрунтям для ефективного контролю епідемічного процесу за мікобактеріозів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Зростання захворюваності людей на мікобактеріози, збудниками яких виступають нетуберкульозні мікобактерії, які причетні до сенсibiliзації організму продуктивних тварин, свідчить про існування взаємозв'язку між мікобактеріозами людей і тварин. Птиця не є винятком у цих взаєминах.

Наша робота стосується розкриття просторово-часових особливостей взаємовідносин популяції НТМБ в популяціях домашніх і диких птахів в країнах різних континентів світу.

Аналіз наукової літератури, що стосується циркуляції нетуберкульозних мікобактерій в популяціях свійської домашньої птиці, дикої птиці, яка утримується в умовах кліток чи вольєрів, а також

дикої птиці в природних умовах існування свідчить про значне видове та географічне поширення НТМБ як в абіотичних об'єктах довкілля, так і в організмі різних видів птиці на всіх континентах.

Mariappan *et al.* (2023) повідомляють про патологоанатомічну та молекулярну ідентифікацію *Mycobacterium avium*, що був етіологічним фактором мікобактеріозу домашніх голубів (*Columba livia var. domestica*) в Індії. Із 30 голубів віком 2–3 роки у десяти дорослих спортивних голубів виявлено важке хронічне виснажливе захворювання з наступною смертю. Клінічні ознаки включали хронічне виснаження, в'ялість, скуйовджене пір'я, кульгавість і зеленуватий водянистий пронос. При патоморфологічному дослідженні птахів у паренхіматозних органах, кістковому мозку та суглобах виявлено мультифокальні вузлики від сірого до жовтого кольору. ПЛР-аналізом ідентифіковано *M. avium* підвиду *avium* або *sylvaticum*. Це перший докладний звіт про пташиний мікобактеріоз у голубів з Індії. Автори вважають, що подібні випадки вимагають розробки конкретної програми спостереження за носіями НТМБ у голубів, що може виявитися смертельною зооносною інфекцією для людей [18].

Song *et al.* (2016) зробили перше у Китаї повідомлення про випадок пташиного туберкульозу в комерційних домашніх качок, виділивши та ідентифікувавши штам *M. avium*. Щоб отримати уявлення про його вірулентність і резистентність, автори секвенували повний геном ізольованого штаму [19].

Zhu *et al.* (2020) вказують на те, що в інших країнах світу багато уваги приділяється дослідженням *M. avium* в етіопатогенезі мікобактеріозів тварин і птиці, тоді як в Китаї є лише обмежені повідомлення про виділення штамів цього виду мікобактерій. Автори дослідили 16 племінних качок пекинської породи з качиною ферми в провінції Сичуань в Китаї, застосувавши імуногістологічний та мікроскопічний методи, виділили та ідентифікували *Mycobacterium avium subsp. avium* (МАА). Інфікування птиці було природнім, що дало підставу дослідникам зробити висновок про необхідність запровадження бактеріологічного моніторингу на племінних качиних ферм [20].

Колектив науковців Ірану, зокрема Parvandar *et al.* (2020) відзначають, що на сьогоднішній день жодне дослідження не задокументувало тестування на лікарську чутливість ізолятів *M. avium* від хворих на туберкульоз птахів. Голубів широко тримають у міських і сільських районах для домашнього проживання та гонок; таким чином, вони можуть інфікувати людей і сільськогосподарських тварин, які піддаються впливу їхнього посліду, що містить патогенний *M. avium*, а висока лікарська стійкість цих ізолятів вказує на летальність у осіб з ослабленим імунітетом і невиліковний лімфаденіт у імунокомпетентних осіб [21].

Автори пропонують визначати чутливість до ліків для більшості НТМБ, зокрема комплексу

M. avium, які виділяють від інфікованих птахів і людей, а також встановлювати молекулярні основи чутливості для виявлення генів резистентності патогенних *M. avium subsp. avium* [21].

Sattar et al. (2021) вважають, що майже всі види птахів сприйнятливі до мікобактерій MAC, який складається з двох близькоспоріднених видів – *M. avium* та *M. intracellulare*. Своїм дослідженням автори мали на меті визначити наявність *M. avium subsp. avium* (MAA) у курей і птахів, що утримуються в неволі, в окремих штатах півострова Малайзія. Для цього було зібрано 300 зразків фекалій – по 100 від сільських курей, від курей-несучок і від птахів, які утримуються в неволі. Зразки фекалій були розділені на дві аліквоти для мікробіологічного та молекулярного дослідження. З 5 ізолятів 2 були ідентифіковані як *M. terrae* та *M. engbaekii*, тоді як інші не були ідентифіковані. Серед птахів, від яких ідентифіковано *M. avium*, були білий пелікан (1), чорний носорог (1), ара (2), какаду (2) і сільська курка (1) [22].

Tsiouris et al. (2009) описали випадки мікобактеріозу у двох голубниках спортивних голубів. З спортивні голуби 2-річного віку з першого голубника (A) і 4 голуби 4–5 років з другого голубника (B) були досліджені клінічно та патологоанатомічно. Із клінічних ознак автори відзначають виснаження, депресію, кульгавість, периорбітальний набряк і діарею, хоча апетит був нормальним. Посмертні ураження включали наявність жовтих вузликів різного розміру у селезінці, печінці і в кістковому мозку стегнової кістки. Для встановлення діагнозу була проведена гістопатологія зрізів тканини, яка виявила наявність множинних гранулом з центральним некрозом. В гістозрізах і мазках з гранулом виявляли кислотостійкі мікобактерії. Молекулярним аналізом ідентифіковано *M. avium subsp. avium*. Це перший випадок мікобактеріозу птахів у Греції, який описує наявність гранулематозного кон'юнктивіту та молекулярну ідентифікацію *M. avium subsp. avium* як збудника у спортивних голубів [23].

Італійські науковці Manarolla et al. (2009), вивчаючи поширеність мікобактеріозів серед домашніх птахів за допомогою ПЛР, констатують випадки мікобактеріозу у зовсім молодих птахів; найчастіше уражаються канарейки (*Serinus canarius*), щиголі (*Carduelis carduelis*) і червоні чижі (*Spinus cucullatus*); в одному випадку ідентифіковано *M. avium*, в усіх інших – *M. genavense* [24].

Науковці із Польщі бактеріологічним дослідженням діагностували мікобактеріоз у 46 птахів, які відносилися до 17 видів. У птахів із родини куриних виділили лише *M. avium*, тоді як в інших видів домашніх птахів були ідентифіковані *M. genavense* та *M. xenopi*. У диких птахів переважав вид *M. avium*. Мікроскопічний метод (фарбування за Цілем-Нільсеном) показав високу ефективність – 43 позитивних результати із 46 досліджених матеріалів, тоді як бактеріологічно виділено 34 культури (31 ізолят *M. avium* і 3 ізоляти *M. xenopi*. Дослід-

ники вважають, що мікобактеріоз є постійною проблемою домашньої птиці. На сьогоднішній день доказів прямої передачі НТМБ до людей не виявлено, але не можна виключати, що хворі птахи можуть бути джерелом інфекції для людей, які їх оточують [25].

Про високу поширеність *M. genavense* в стадах домашніх птахів свідчать дослідження проведені колективом вчених з Центру клінічної ветеринарної медицини (Німеччина). Schmitz et al. (2022) у першому пілотному дослідженні щодо поширеності *M. genavense* в зграях природно інфікованих домашніх птахів провели ПЛР-дослідження 170 особин горобцеподібних птахів, включаючи хвилястих папуг, зебрових і золотистих в'юрків. Результати ПЛР показали, що частота виявлення *M. genavense* у стадах коливалася від 3 % до 91 % на основі посмертного тестування. Автори припускають, що інфекції *M. genavense* є широко поширеними та недостатньо діагностованими у домашніх птахів [26].

Німецькі дослідники Schmidt et al. (2022), вивчаючи мікобактеріоз у різних домашніх і диких птахів, виділили мікобактерії від 34 птахів (13 з 22 щитоподібних, 12 – з 18 горобцеподібних, 5 – з 6 колумбоподібних та 4 від інших видів), що загалом належать до 26 видів. Культури *M. genavense* (Mg) виділили від 15 птахів, *M. avium subsp. Avium* (Maa) – від 20 птахів, *M. avium subsp. Hominissuis* (Mah) – від 3 птахів, у 4 птахів виявлено змішані інфекції [27].

Nesic et al. (2022) описують випадок мікобактеріозу у молодій дорослої самки білоголового грифа (*Gyps fulvus*), яка жила на волі і яку знайшли мертвою. Під час розтину в легенях були виявлені гранульоми, і виникла підозра на туберкульоз. Бактеріологічно було виділено та ідентифіковано *M. avium subsp avium* [28].

Французькі науковці St-Jean et al. (2018), досліджуючи труп самки домашнього вогненноплечого птаха (*Pyrrhura egregia*) виявили численні грануломатозні ураження в печінці, повітряношних мішках і нирках, в мазках із яких були виявлені кислотостійкі бактерії. ПЛР-аналізом та бактеріологічно ідентифіковано *M. xenopi* [29].

Kriz et al. (2011) описують спалах мікобактеріозу, спричинений *M. avium subsp. avium*, в однієї породи домашніх голубів (*Columba livia f. domestica*) в Чехії. У 42 (9,7 %) голубів, із 435 досліджених патологоанатомічно, виявлено вузлуваті грануломатозні ураження; кислотостійкі палички виявили у 19 (16,2 %), а культур *M. a. avium* виділили із 40 (34,2 %) зразків печінки [30].

Algammal et al. (2011) зробили перше повідомлення з Єгипту про етіологію мікобактеріозів птиці. Бактеріологічному дослідженню було піддано 120 зразків фекалій від домашніх птахів, які утримувалися в умовах домашніх господарств. Частота виділення *M. avium subsp. avium* становила 4,1 % (5/120); 10 % (4/40) у качок і 2,5 % (1/10) у гусей. Ідентифікація виділених ізолятів була підтверджена за допомогою ПЛР [31].

Групою австралійських науковців (Palmieri et al., 2013) при патоморфологічному дослідженні 9241 зразків біоматеріалів від птиці, які за період 1990–2007 рр. були надіслані до лабораторії охорони здоров'я тварин і безпечності харчових продуктів, діагностовано 123 випадки мікобактеріозу. Найчастіше ураженими видами були амазонські папуги (*Amazona spp.*) (n=32; 26%) та сірошочкі папуги (*Brotogeris pyrropterus*) (n=23; 18,7 %). Основними патологоанатомічними змінами були збільшення та плямистість печінки і селезінки, потовщення стінки тонкої кишки з численними блідими міліарними вузликами на слизовій оболонці. При мікроскопічному дослідженні в різних органах виявлено інфільтрацію макрофагів і гігантських клітин, що містили кислотостійкі бактерії. Вид виділених мікобактерій визначали за допомогою ПЛР-аналізу. У 19 випадках виявлено *M. genavense*, у двох – *M. avium*. Один папуга (Touit spp.) мав змішану інфекцію обох видів мікобактерій. Автори вважають, що основною причиною мікобактеріозу у птахів є *M. genavense*, і при цьому слід враховувати можливість розвитку зоонозних захворювань, особливо для власників з ослабленим імунітетом [32].

Група каліфорнійських вчених (Pfeiffer et al., 2017) провела комплексне дослідження у зв'язку із спалахом мікобактеріозу серед птахів у зоопарку Сан-Дієго. У 123 зразках від 105 птахів виявлено 9 видів мікобактерій. Найпоширенішими видами були *M. avium* та *M. genavense*, які були ідентифіковані у 49 та 48 птахів відповідно. Більшість птахів містили лише один вид мікобактерій, лише у 2 птахів виділено суміш двох видів. Ізоляти *M. avium* представлені штамами *M. avium avium* і *M. avium hominissuis* [33].

ВИСНОВКИ

Аналіз зібраних матеріалів, які віддзеркалюють територіальні особливості епізоотичного процесу за мікобактеріозу птиці у різних країнах

ЛІТЕРАТУРА

1. Global tuberculosis report 2022 [Online]. <https://iris.who.int/handle/10665/363752> (accessed Feb 13, 2025)
2. Lipman M.; Cleverley, J.; Fardon, T.; Musaddaq, B.; Peckham, D.; van der Laan, R.; et al. Current and future management of non-tuberculous mycobacterial pulmonary disease (NTM-PD) in the UK. *BMJ Open Respir Res.* 2020, 7, pp e000591. DOI: 10.1136/bmjresp-2020-000591.
3. Gross, J.E.; Caceres, S.; Poch, K.; Hasan, N.A.; Jia, F.; Epperson, L.E.; et al. Investigating nontuberculous mycobacteria transmission at the Colorado Adult Cystic Fibrosis Program. *Am J Respir Crit Care Med.* 2022, 205(9), pp 1064–74. DOI: 10.1164/rccm.202108-1911OC.
4. Alffenaar, J.W.; Mårtson, A.G.; Heysell, S.K.; Cho, J.G.; Patanwala, A.; Burch, G.; et al. Therapeutic drug monitoring in non-tuberculosis mycobacteria infections. *Clin Pharmacokinet.* 2021, 60(6), pp 711–725. DOI: 10.1007/s40262-021-01000-6.
5. Tan, E.M.; Marcelin, J.R.; Mason, E.; Virk, A. *Mycobacterium avium intracellulare* complex causing olecranon bursitis and prosthetic joint infection in an immunocompromised host. *J Clin*

світу, дає підставу стверджувати, що ця інфекція птиці реєструється в країнах усіх континентів, де є птиця.

Захворювання частіше проявляє себе на декоративних та диких видах птиці, яка утримується у зоопарках, домашніх вольєрах та в інших не природніх умовах існування, де тривалість утримання птиці є незрівнянно довшою, ніж домашньої птиці, яку вирощують, в першу чергу, для продовольчих цілей. Тому у домашньої птиці за умов дотримання технологічних вимог годівлі, догляду та утримання мікобактеріоз як інфекційна патологія немає можливості проявити себе.

Результати наших спостережень свідчать, що головними етіологічними чинниками мікобактеріозів птиці є *M. avium* та *M. genavense* як для домашньої, так і для дикої птиці, незалежно від породи та виду. Це в однаковій мірі властиво для птиці азійських, африканських, американських та європейських країн та Австралії. Виявлена епідеміологічна закономірність є свідченням того, що еволюція паразитизму мікобактерій стосовно популяції птахів йшла одночасно на всіх континентах.

З цього випливає, що мікобактерії – збудники мікобактеріозів в процесі еволюції будуть і надалі вдосконалювати фактори своєї патогенності. Тоді як умови довкілля (зміна клімату, погіршення екологічних умов існування, накопичення різноманітних токсикантів у кормових ланцюгах і у воді та низка інших стресових чинників), в яких приходится виживати птиці як диких, так і свійських видів, матимуть негативний вплив на стан природної опірності організму, що сприятиме посиленню функціонування епізоотичного процесу мікобактеріозу серед птахів.

Очевидність такого сценарію щодо розвитку епізоотичного процесу є об'єктивною підставою для розробки і впровадження в нашої країні програми моніторингу мікобактеріозів птиці як в природніх, так і домашніх умовах. Це матиме позитивний вплив на прояв епідемічного процесу за мікобактеріозів людини.

6. Tuberc Other Mycobact. Dis. 2016, 2, pp 1–4. DOI: 10.1016/j.jctube.2015.11.003.
7. Peters, M.; Proding, W.M.; Gümmer, H.; Hotzel, H.; Möbius, P.; Moser, I. *Mycobacterium tuberculosis* infection in a blue-fronted amazon parrot (*Amazona aestiva aestiva*). *Vet Microbiol.* 2007, 122, pp 381–383 DOI: 10.1016/j.vetmic.2007.03.030.
8. Ledwoń, A.; Szeleszczuk, P.; Zwolska, Z.; Augustynowicz-Kopeć, E.; Sapieryński, R.; Kozak, M. Experimental infection of budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) with five *Mycobacterium* species. *Avian Pathol.* 2008, 37(1), pp 59–64. DOI: 10.1080/03079450701802255.
9. Washko, R.M.; Hoefler, H.; Kiehn, T.E.; Armstrong, D.; Dorsinville, G.; Frieden, T.R. *Mycobacterium tuberculosis* infection in a green-winged macaw (*Ara chloroptera*): report with public health implications. *J Clin Microbiol.* 1998, 36, pp 1101–1102. DOI: 10.1128/JCM.36.4.1101-1102.1998.
10. Steinmetz, H.W.; Rutz, C.; Hoop, R.K.; Grest, P.; Bley, C.R.; Hatt, J.M. Possible human-avian transmission of *Mycobacterium tuberculosis* in a green-winged macaw (*Ara chloroptera*). *Avian Dis.* 2006, 50, pp 641–645. DOI: 10.1637/7609-041906R.1.

10. Lanteri, G.; Marino, F.; Reale, S.; Vitale, F.; Macri, F.; Mazzullo, G. *Mycobacterium tuberculosis* in a red-crowned parakeet (*Cyanoramphus novaehollandiae*). *J Avian Med Surg.* 2011, 25(1), pp 40–43. DOI: 10.1647/2009-060.1.
11. Shitaye, J.E.; Matlova, L.; Horvathova, A.; Moravkov, M.; Dvorska-Bartosova, L.; Tremml, F.; Lamka, J.; Pavlik, I. *Mycobacterium avium subsp. avium* distribution studied in a naturally infected hen flock and in the environment by culture, serotyping and IS901 RFLP methods. *Vet Microbiol.* 2008, 127, pp 155–164. DOI: 10.1016/j.vetmic.2007.07.026.
12. Dhama, K.; Mahendran, M.; Tiwari, R.; Dayal Singh, S.; Kumar, D.; Singh, S.; Sawant, P.M. Tuberculosis in birds: Insights into the *Mycobacterium avium* infections. *Vet Med Int.* 2011, 712369. DOI: 10.4061/2011/712369.
13. Ledwoń, A.; Napiórkowska, A.; Augustynowicz-Kopeć, E.; Szeleszczuk, P. Drug Susceptibility of Non-tuberculous Strains of *Mycobacterium* Isolated from Birds from Poland. *Pol J Microbiol.* 2018, 67(4), pp 487–492. DOI: 10.21307/pjm-2018-057.
14. Ristola, M.A.; von Reyn, C.F.; Arbeit, R.D.; Soini, H.; Lumio, J.; Ranki, A.; Bühler, S.; Waddell, R.; Tosteson, A.N.A.; Falkinham, J.O. 3rd; et al. High rates of disseminated infection due to non-tuberculous mycobacteria among AIDS patients in Finland. *J Infect.* 1999, 39(1), pp 61–67. DOI: 10.1016/s0163-4453(99)90104-4.
15. de Lastours, V.; Guillemain, R.; Mainardi, J.L.; Aubert, A.; Chevalier, P.; Lefort, A.; Podglajen, I. Early diagnosis of disseminated *Mycobacterium genavense* infection. *Emerg Infect Dis.* 2008, 14(2), pp 346–347. DOI: 10.3201/eid1402.070901.
16. Tan, E.M.; Marcelin, J.R.; Mason, E.; Virk, A. *Mycobacterium avium intracellulare* complex causing olecranon bursitis and prosthetic joint infection in an immunocompromised host. *J Clin Tuberc Other Mycobact. Dis.* 2016, 2, pp 1–4. DOI: 10.1016/j.jctube.2015.11.003.
17. Garcia-Marcos, P.W.; Plaza-Fornieles, M.; Menasalvas-Ruiz, A.; Ruiz-Pruneda, R.; Paredes-Reyes, P.; Miguelez, S.A. Risk factors of non-tuberculous mycobacterial lymphadenitis in children: a case-control study. *Eur J Pediatr.* 2017, 176(5), pp 607–613. DOI: 10.1007/s00431-017-2882-3.
18. Mariappan, A.K.; Mathesh, K.; Muthu, S.; Bhatt, M.; Sharma, M.; Saikumar, G.; Dhama, K. Pathological and molecular identification of *Mycobacterium avium* infection in a loft of domestic pigeons (*Columba livia* var. *domestica*) from India. *Braz J Microbiol.* 2023, 54(3), pp 2521–2526. DOI: 10.1007/s42770-023-01012-3.
19. Song, X.-H.; Chen, H.-X.; Zhou, W.-S.; Wang, J.-B.; Liu, M.-F.; Wang, M.-S.; Zhu, D.-K. Complete genome sequence of *Mycobacterium avium*, isolated from commercial domestic Pekin ducks (*Anas platyrhynchos domestica*), determined using PacBio single-molecule real-time technology. *Genome Announc.* 2016, 4, pp e00769-16. DOI: 10.1128/genomeA.00769-16.
20. Zhu, D.; Chen, H.; Ou, X.; Liu, M.; Wang, M.; Zhao, X.; Jia, R.; Chen, S.; Sun, K.; Yang, Q.; Wu, Y.; Chen, X.; Cheng, A. Comparison of immunohistochemistry and Ziehl-Neelsen staining for detecting the distribution of *Mycobacterium avium subsp. avium* in naturally infected domestic Pekin ducks (*Anas platyrhynchos domestica*). *Vet Med Sci.* 2020, 6(2), pp 242–247. DOI: 10.1002/vms3.223.
21. Parvandar, K.; Mayahi, M.; Mosavari, N.; Pajoohi, R.A. Drug susceptibility testing of *Mycobacterium Avium subsp. avium* isolates from naturally infected domestic pigeons to avian tuberculosis. *Int J Mycobacteriol.* 2016, 5(1), pp 217–218. DOI: 10.1016/j.ijmyco.2016.09.018.
22. Sattar, A.; Zakaria, Z.; Abu, J.; Aziz, S.A.; Rojas-Ponce, G. Isolation of *Mycobacterium avium* and other nontuberculous mycobacteria in chickens and captive birds in peninsular Malaysia. *BMC Vet Res.* 2021, 17(1), pp 13. DOI: 10.1186/s12917-020-02695-8.
23. Tsiouris, V.; Kiskinis, K.; Mantzios, T.; Dovas, C.I.; Mavromati, N.; Filiouis, G.; Brellou, G.; Vlemmas, I.; Georgopoulou, I. Avian Mycobacteriosis and Molecular Identification of *Mycobacterium avium subsp. avium* in Racing Pigeons (*Columba livia domestica*) in Greece. *Animals (Basel).* 2021, 11(2), pp 291. DOI: 10.3390/ani11020291.
24. Manarolla, G.; Liandris, E.; Pisoni, G.; Sasser, D.; Grilli, G.; Gallazzi, D.; Sironi, G.; Moroni, P.; Piccinini, R.; Rampin, T. Avian mycobacteriosis in companion birds: 20-year survey. *Vet Microbiol.* 2009, 133(4), pp 323–327. DOI: 10.1016/j.vetmic.2008.07.017.
25. Ledwoń, A.; Szeleszczuk, P.; Malicka, E.; Dolka, I.; Zwolska, Z.; Augustynowicz-Kopeć, E.; Zabost, A. Mycobacteriosis caused by *Mycobacterium genavense* in lineolated parakeets (*Bolborhynchus lineola*). A case report. *Bull Vet Inst Pulawy.* 2009, 53, pp 209–212.
26. Schmidt, V.; Köhler, H.; Heenemann, K.; Möbius, P. Mycobacteriosis in Various Pet and Wild Birds from Germany: Pathological Findings, Coinfections, and Characterization of Causative Mycobacteria. *Microbiol Spectr.* 2022, 10(4), pp e0045222. DOI: 10.1128/spectrum.00452-22.
27. Schmitz, A.; Korbel, R.; Thiel, S.; Wörle, B.; Gohl, C.; Rinder, M. High prevalence of *Mycobacterium genavense* within flocks of pet birds. *Vet Microbiol.* 2018, 218, pp 40–44. DOI: 10.1016/j.vetmic.2018.03.026.
28. Nestic, V.; Marinkovic, D.; Matovic, K.; Radakovic, M.; Davitkov, D.; Vaskovic, N.; Davitkov, D. Avian tuberculosis in a free-living Eurasian griffon vulture. *J Vet Diagn Invest.* 2022, 34(4), pp 723–726. DOI: 10.1177/10406387221102432.
29. St-Jean, G.; Gagnon, C.A.; Soualhine, H.; Tremblay, M.; Beaulieu, A.A.; Sylvestre, D. *Mycobacterium xenopi* systemic infection in a domestic fiery-shouldered conure bird (*Pyrrhura egregia*). *JMM Case Rep.* 2018, 5(7), pp e005158. DOI: 10.1099/jmmcr.0.005158.
30. Kriz, P.; Slana, I.; Kralik, P.; Babak, V.; Skoric, M.; Fictum, P.; Docekal, J.; Pavlik, I. Outbreak of *Mycobacterium avium subsp. avium* infection in one flock of domestic pigeons. *Avian Dis.* 2011, 55(3), pp 503–508. DOI: 10.1637/9638-123010-Case.1
31. Algammal, A.M.; Hashem, H.R.; Al-Otaibi, A.S.; Alfifi, K.J.; El-Dawody, E.M.; Mahrous, E.; Hetta, H.F.; El-Kholy, A.W.; Ramadan, H.; El-Tarabili, R.M. Emerging MDR-*Mycobacterium avium subsp. avium* in house-reared domestic birds as the first report in Egypt. *BMC Microbiol.* 2021, 21(1), pp 237. DOI: 10.1186/s12866-021-02287-y.
32. Palmieri, C.; Roy, P.; Dhillon, A.S.; Shivaprasad, H.L. Avian mycobacteriosis in psittacines: a retrospective study of 123 cases. *J Comp Pathol.* 2013, 148, pp 126–138. DOI: 10.1016/j.jcpa.2012.06.005
33. Pfeiffer, W.; Braun, J.; Burchell, J.; Witte, C.L.; Rideout, B.A. Whole-genome analysis of mycobacteria from birds at the San Diego Zoo. *PLoS One.* 2017, 12(3), pp e0173464. DOI: 10.1371/journal.pone.0173464.
34. Djouaka, R.; Zeukeng, F.; Bigoga, J.D.; Kakou-Ngazon, S.E.; Akoton, R.; Tchigossou, G.; Coulibaly, D.N.; Tchebe, S.J.; Aoubacar, S.; Nguemdjo, C.N.; Tossou, E.; Adeoti, R.; Ngo Nsonga, T.M.; Akpo, Y.; Djegbe, I.; Tamo, M.; Mbacham, W.F.; Ablordey, A. Domestic animals infected with *Mycobacterium ulcerans*-Implications for transmission to humans. *PLoS Negl Trop Dis.* 2018, 12(7), pp e0006572. DOI: 10.1371/journal.pntd.0006572.

Для нотаток