

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print

ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet10616

<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616.98

Comparative characteristics of the sensitivity of the bird to aspergillosis pathogens

A. Y. Karasenko✉, S. B. Peredera

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Article info

Received 11.04.2022

Received in revised form
12.05.2022

Accepted 13.05.2022

Poltava State Agrarian University
Skovorody St., 1/3, Poltava,
Poltava region, 36003, Ukraine.
Tel.: +38-095-228-98-32
E-mail: annamalynovskaya@ukr.net,
13peredera@ukr.net

Karasenko, A. Y., & Peredera, S. B. (2022). Comparative characteristics of the sensitivity of the bird to aspergillosis pathogens. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 24(106), 103–107. doi: 10.32718/nvlvet10616

It has been established that the most common mycoses among poultry are aspergillosis and mucormycosis, which are observed in sporadic cases under conditions of violation of egg incubation technologies, zoohygienic conditions for poultry keeping, and feed storage. Aspergillosis (pneumomycosis, brood pneumonia, mycosis) is an infectious disease that most often affects the respiratory system and, less often, the serous membranes of other organs, namely the liver, intestines, spleen, kidneys, central nervous system, and air cavities of the tubular bones. Aspergillosis affects all species of poultry and wild birds. The disease is more common in young animals in the first days of life. In the studied poultry farms, aspergillosis has a different intensity. The disease can kill 30 to 50 % of all young animals and, in some cases, only a few. This is due to the infection of the fungus in the environment, its pathogenicity, the bird's age, and its resistance. The material for the research was carcasses and aspergillosis-sick birds from Poltava HPE LLC, Poltava Poultry Factory JSC, Poltava Incubator Agricultural Complex, and Poltava district private farms. Statistical indicators from the surveyed farms and micro-sections. It has been established that the causative agent of aspergillosis in chickens and young guinea fowl is mainly the fungus *Aspergillus fumigatus*, less often *Aspergillus flavus*. Sources of infection in the surveyed farms are infected hatching eggs infected with fungal spores and moldy litter. Determining factors contributing to the infection are unsatisfactory conditions for keeping young birds: high humidity and faulty ventilation system. Chickens are more sensitive to aspergillosis than young guinea fowl because, for chickens, the number of detected pathologies in various organs and systems is much higher. The disease in chickens is superacute, acute, and chronic; in young guinea fowl, it is in a mild form (without chronic forms). Clinical signs of avian aspergillosis are not typical, which complicates the lifelong diagnosis of the disease. The results show that raising guinea fowl is a more profitable business because the rate of loss of young is much lower than that of chickens and the rate of sexual maturity for guinea fowl is also higher. Aspergillosis in one-three-day-old chickens is characterized by serous tracheitis, bronchitis, aerocolitis, and serous fungal pneumonia. Histological examination of the lungs showed swelling of endothelial and alveolar cells, the presence of fungal spores in blood vessels, necrosis, and desquamation of the respiratory epithelium.

Key words: mycoses of birds, aspergillosis, mitotic pneumonia, chickens, young guinea fowl, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, sensitivity of birds, serous tracheitis, bronchitis, resistance.

Порівняльна характеристика чутливості птиці до збудників аспергільозу

А. Ю. Карасенко✉, С. Б. Передера

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Встановлено, що найбільш поширеними мікозами серед сільськогосподарської птиці є аспергільоз та мукормікоз, які спостерігаються у вигляді спорадичних випадків за умов порушення технологій інкубації яєць, зоогігієнічних умов утримання птиці та зберігання кормів. Аспергільоз (пневмомікоз, брудерне запалення легень, пліснявий мікоз) – інфекційна хвороба, яка частіше вражає органи дихання та рідше серозні оболонки інших органів, а саме – печінки, кишечнику, селезінки, нирок, центральної нервової системи та повітряні порожнини трубчатих кісток. Аспергільоз вражає всі види домашньої та дикої птиці. Хвороба найчастіше реєструється у молодняку в перші дні життя. В досліджуваних птахівничих господарствах аспергільоз має різну інтенсивність перебігу. Від захворювання може гинути від 30 до 50 % всього поголів'я молодняку, а в деяких випадках – одиниці. Це пояснюється

ступенем інфікованості грибком зовнішнього середовища, його патогенністю, віком птиці, її резистентністю. Матеріалом для досліджень були трупи та хвора на аспергілез птиця з СТОВ “Полтавське ІПП”, ЗАТ “Полтавська птахофабрика”, СВК “Полтава-інкубатор” та приватних господарств Полтавського району. Статистичні показники з досліджуваних господарств та мікрорізіві дослідження. Встановлено, що збудником аспергілезу у курчат та молодняку цесарок переважно є гриб *Aspergillus fumigatus*, рідше *Aspergillus flavus*. Джерелами зараження в обстежених господарствах є інфіковані інкубаційні яйця, що заражені спорами гриба, та запліснявіла підстилка. Визначальними факторами, що сприяють виникненню інфікування, є незадовільні умови утримання молодняку птахів: підвищена вологість повітря, несправна вентиляційна система. Курчата є більш чутливими до аспергілезу, ніж молодняк цесарок, адже для курчат кількість виявлених патологій в різних органах та системах є значно вищою. Хвороба у курчат протікає надгостро, гостро і хронічно, у молодняку цесарок – в легкій формі (без виникнення хронічних форм). Клінічні ознаки аспергілезу птахів не характерні, що ускладнює прижиттєву діагностику хвороби. Отримані результати засвідчують, що розведення цесарок є більш вигідною справою, адже показник втрати молодняку є значно меншим за курчат і показник досягнення статевої зрілості для цесарок є також вищим. Аспергілез у одно-триденних курчат характеризується серозним трахеїтом, бронхітом, аеросаккулітом, серозною мікотичною пневмонією. При гістологічному дослідженні легень виявляли набряк ендотеліальних та альвеолярних клітин, наявність спор гриба у кровоносних судинах, некроз та десквамацію респіраторного епітелію.

Ключові слова: мікози птахів, аспергілез, мікотична пневмонія, курчата, молодняк цесарок, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, чутливість птахів, серозний трахеїт, бронхіт, резистентність.

Вступ

Розведення, вирощування і утримання птиці – це один з найбільш популярних напрямків виробництва м'яса і яєць у великих господарствах і приватних подвір'ях завдяки простоті догляду за пернатими і швидкій окупності (Meneau et al., 2016). Одним з негативних моментів при утриманні птахів є дуже швидке поширення хвороб. Вчені неодноразово зазначали, що курячі ембріони досить чутливі до інфікування *Aspergillus fumigatus* під час інкубації. Підвищена смертність ембріонів відбувається приблизно на 16-у добу інкубації. До 50 % смертності серед курчат раннього віку може бути пов'язано із збудником аспергілезу (Korniłowicz-Kowalska & Kitowski, 2013; Glare et al., 2014; Kang et al., 2017; Fischer et al., 2018; Kiser et al., 2018; Arné et al., 2021).

Аспергілез – хвороба, що викликається грибами роду *Aspergillus* (*A. fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* і *Aspergillus terreus*, *A. nidulans*, *A. Album*) і вражає респіраторну систему птахів. Це захворювання досить поширене в багатьох країнах світу. В Німеччині, Японії, Індії, Австралії, а також в Україні спори грибів *Aspergillus* виявляють в окремих культурах сіна, силосі і комбікормах, якими годують велику рогату худобу, свиней і птицю (Melo et al., 2020a; 2020b).

В період 2011–2015 рр. державними лабораторіями ветеринарно-санітарної експертизи України досліджено на мікози 82 628 зразків, з них лише 1 671 (2,0 %) зразків були позитивними щодо патогенних грибів, включаючи дерматофіти (Latgé & Chamilos, 2019). З них гриби роду *Aspergillus* від птахів виділено з 77 зразків (4,1 % від усіх позитивних результатів і 6,1 % від усіх проведених досліджень на аспергілез), збудників мукормікозу птахів ізолювано з 4 зразках (0,2 % від усіх позитивних результатів мікологічних досліджень) (Savelieff et al., 2018; Talbot et al., 2018; Reed et al., 2020).

Вивченню аспергілеза присвячена велика кількість досліджень, у яких досить докладно висвітлені питання етіології, епізоотології, профілактики і заходів боротьби з хворобою (Vedova et al., 2019). Особливу увагу приділено рекомендаціям ефективних і економічно ґрунтованих засобів профілактики та

ліквідації інфекційного захворювання, а також сучасних лікарських і дезінфекційних препаратів (Nawrot et al., 2019). Серед відомих досліджень в даній галузі можна назвати роботи таких науковців, як Kang H.-M. (Kang et al., 2017), Savelieff M. G. (Savelieff et al., 2018), Glare T. R. (Glare et al., 2014), Melo A. (Melo et al., 2020b), Korniłowicz-Kowalska T. (Korniłowicz-Kowalska & Kitowski, 2013), Kiser P. K. (Kiser et al., 2018), Reed K. (Reed et al., 2020), Wernery U. (Wernery et al., 2018).

Дане дослідження присвячене оцінюванню чутливості птиці до аспергілезу (на прикладі курчат та молодняку цесарок).

Метою дослідження є виявлення відмінностей в патогенезі та протіканні аспергілезу в різних видів сільськогосподарської птиці.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися з січня по червень 2021 року в умовах кафедри інфекційної патології, гігієни, санітарії та біобезпеки ПДАУ, регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби в Полтавській області.

Матеріалом для досліджень були трупи та хвора на аспергілез птиця з СТОВ “Полтавське ІПП”, ЗАТ “Полтавська птахофабрика”, СВК “Полтава-інкубатор” та господарств Полтавського району. Статистичні показники з досліджуваних господарств та мікрорізіві дослідження. Патолого-анатомічний розтин загиблої птиці проводили методом часткової евісцерції. Під час розтину вивчали макроскопічні зміни (Wernery et al., 2018). Для проведення гістологічних досліджень відбирали шматочки уражених органів та фіксували їх в 10 % нейтральному розчині формаліну. Гістозрізи готували за класичною методикою на санному мікротомі НМ – 440Е, фарбували гематоксилін-еозинном.

Об'єктом дослідження були 20 курчат та цесарок у віці до 20 днів з клінічними ознаками, що характерні для респіраторних хвороб. Для диференціальної діагностики проводили патологоанатомічний розтин, гістологічне дослідження легень за стандартною методикою (фарбуванням PAS-гематоксиліном та за Цілем-Нельсенном) та висів з легень у асептичних

умовах на селективні живильні середовища з подальшою ідентифікацією виділених ізолятів мікроорганізмів (Kang et al., 2017).

Для вирішення поставлених у роботі завдань здійснювалося з використанням системного підходу в добір матеріалу, методів індуктивного і логічного аналізу, спостереження та статистичні методи аналізу літературних даних. Проведена статистична обробка результатів.

Результати та їх обговорення

Дослідники неодноразово відзначали підвищений рівень стійкості організму цесарок до несприятливих умов навколишнього середовища. Разом з тим при вирощуванні цесарок, особливо молодняку, в умовах інтенсивних технологій, можливе зниження природної резистентності, адаптивного імунітету і прояв імунodefіциту. Тому при промисловому розведенні цесарок з метою збільшення продуктивності потрібен постійний контроль природної резистентності цього птаха.

У курчат досліджуване захворювання діагностують у віці 7–40 днів. Перебіг хвороби у молодняку гострий, а в дорослих птахів – хронічний. Основними клінічними ознаками аспергільозу у птахів є пригнічення та утворення в ротовій порожнині сірувато-білих або сірих дифтеретичних нашарувань, слизова оболонка гіперемійована. При обстеженні досліджуваних господарств нами встановлено, що збільшенню захворюваності і смертності птахів від аспергільозу сприяють певні фактори, а саме концентрація великого поголів'я на обмежених площах; порушення температурного режиму (перегрів або переохолодження); забрудненість кормів грибами роду *Aspergillus*, серед

яких виявлено *Aspergillus fumigatus* (у 90 % випадків), *A. flavus* (у 10%).

Основними симптомами аспергільозу у досліджуваних курчат та молодняку цесарок були нежить, легеневі хрипи, чхання, рідко пронос. Це супроводжується пригніченням птахів, зниженням апетиту, рухливості, темпів зростання. Основними клінічними ознаками аспергільозу у птиці є пригнічення та утворення в ротовій порожнині сірувато-білих або сірих дифтеретичних нашарувань, слизова оболонка гіперемійована. Хворий птах стає пригніченим, млявим, сонливим та малорухомих. При ураженні повітроносних мішків видих супроводжується характерними хрипами і свистом, спостерігаються симптоми ускладненого дихання.

Аспергільоз птиці, спричинений *Aspergillus fumigatus*, характеризується утворенням в легенях, на плеврі, повітроносних мішках і рідше – в інших органах поодиноких чи множинних сіруватих або сірувато-білих, інколи – сірувато-жовтих вузликів величиною від макового до просяного зерна, рідше – розміром з горошину.

При зовнішньому огляді молодняку птахів, який загинув від аспергільозу, виявляли скуйовджений, тьмянний пір'яний покрив, вгядованість нижче середньої, слизові оболонки блідо-рожевого кольору. При огляді птиці в ділянці клоаки виявляли забруднення пера каловими масами. У хворих птахів спостерігали пригнічення, відмову від корму та води, фотофобію.

При розтині основні зміни при аспергільозі птахів (курчата та молодняк цесарок) зосереджувалися в легенях, повітроносних мішках і на серозних оболонках грудочеревної порожнини. Оцінку чутливості до аспергільозу птахів (на прикладі курчат та молодняку цесарок) подано в табл. 1.

Таблиця 1

Оцінка чутливості до аспергільозу птахів

Тип виявленої патології	Курчата (n = 20)	Молодняк цесарок (n = 20)
Нежить та чхання	+ (n = 12)	+ (n = 7)
Вгядованість	Нижче середнього (n = 18)	Нижче середнього (n = 12)
Гіперемія	Наявна (n = 17)	Наявна (n = 10)
Рухливість	Нижче середнього (n = 19)	Нижче середнього (n = 15)
Темпи росту	Нижче середнього (n = 19)	Нижче середнього (n = 13)
Патолого-анатомічний розтин загиблої птиці		
У легенях	Вузлики 1 до 4 мм (n = 14)	Вузлики 1 до 4 мм (n = 9)
Зміни в серці	Підвищене кровонаповнення (n = 12)	Підвищене кровонаповнення (n = 7)
Патологія печінки	Зерниста дистрофія печінкових клітин (n = 15)	Зерниста дистрофія печінкових клітин (n = 8)
Зміни у селезінці	Проліферація лімфоїдних плазматичних клітин у мальпігієвих тільцях (n = 10)	Серозний випіт (n = 6)
Патологія нирок	Зерниста дистрофія (n = 12)	некробіоз епітелію каналців (n = 6)
Зміни у шлунково-кишковому тракті	Запалення травної системи (n = 15)	Запалення дванадцятипалої кишки (n = 7)

Джерело: результати власних досліджень автора

Згідно з отриманими результатами можемо зробити такі узагальнення за напрямком дослідження. В легенях у більшості цесарок спостерігали численні округлі сіруваті вузлики величиною від 1 до 4 мм. На розрізі вони склалися з центрально розташованої казеозної маси, оточеної сполучною тканиною. У

курчат аспергільозні вузлики були одиничними. Крім того, виявлено гіперемію, набряк та зміни, характерні для катарально-геморагічної пневмонії.

Патологоанатомічні зміни в повітроносних мішках спостерігалися у всіх видів досліджуваних нами птахів. Більшість особин (15 курчат) зміни знаходили у

грудних і черевних повітряноносних мішках, рідше в шийних. У просвіті трахеї виявляли тонку смугу слизу, що містить десквамований покривний епітелій, лімфоїдні та псевдоеозинофільні клітини.

У підслизовій і серозній оболонках присутні скупчення набряклої рідини і інфільтрація псевдоеозинофілами. В інфікованих на аспергілез цесарок відбувається набряк периваскулярної сполучної тканини. Через 2 доби після зараження цесарок аспергілезом відзначають дифузні й осередкові ділянки некрозу слизової оболонки. Осередки некрозу оточені гігантськими клітинами. На 3 добу в стінці повітряноносних мішків знаходять аспергілезні вузлики, які схожі за

будовою на такі, що були у легенях інфікованих аспергілезом курчат.

У 14 курчат стінка повітряноносних мішків була потовщена, напівпрозора, на її слизовій оболонці були численні сіруваті, величиною від просяного зерна до шпилькової головки, щільні на дотик аспергілезні вузлики з запальним пояском. В одного курчати в паренхімі легені спостерігали прозорі желатиноподібні ділянки.

У міокарді виявляли підвищене кровонаповнення судин, зернисту дистрофію кардіоміоцитів, іноді осередкову проліферацію лімфоїдно-гістіоцитарних клітин.

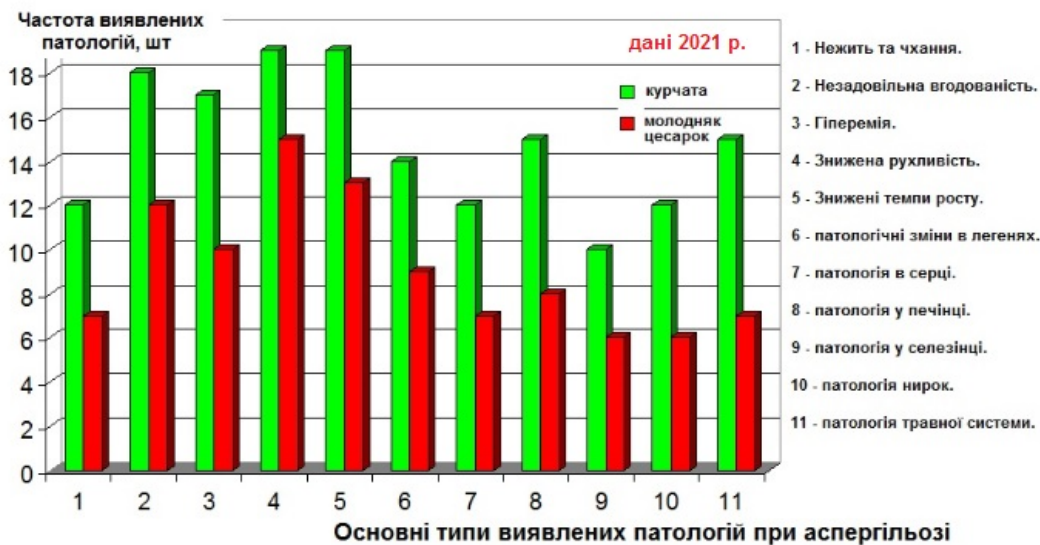


Рис. 1. Схематичне зображення ступеня чутливості курчат та молодняку цесарок до аспергілезу

Джерело: результати власних досліджень автора

У печінці знаходили підвищене кровонаповнення судин та зернисту дистрофію печінкових клітин, скупчення трансудату у просторах Диссе та навколо кровоносних судин. У селезінці виявляли гіперпластичні процеси, що характеризуються проліферацією лімфоїдних плазматичних клітин у мальпігієвих тільцях. Виявляли серозний випіт в пензликівих артеріях.

У нирках спостерігали підвищене кровонаповнення судин, зернисту дистрофію та некробіоз епітелію каналців. При гістологічному дослідженні нирок епітеліальні клітини каналців набрякли, ядра чітко контуровані. Просвіти каналців звужені, частково заповнені дрібнозернистою масою, що фарбується еозином у рожевий колір. У капсулі Шумлянського-Боумана накопичується набрякла рідина.

У більшості птахів спостерігали катаральне запалення слизової оболонки шлунково-кишкового тракту, особливо дванадцятипалої кишки. Зміни в головному мозку в основному обмежувалися підвищеним кровонаповненням судин. При тяжкому ураженні не лише органів дихання, а й серозних покривів дистрофічні зміни у головному мозку часто поширювалися на більшість нервових клітин. Судинні розлади виявлялися гіперемією, периваскулярними та перичелюлярними набряками.

Таким чином, аспергілез у одно-триденних курчат характеризується серозним трахеїтом, бронхітом, аеросаккулітом, серозною мікотичною пневмонією. При гістологічному дослідженні легень виявляли набряк ендотеліальних та альвеолярних клітин, спори гриба в кровоносних судинах, некроз та десквамацію респіраторного епітелію. Встановлено також, що по досягненні віку 20 тижнів коефіцієнт збереження поголів'я цесарок був високим і становив 97,3–97,6 % залежно від породи. Аналіз збереження молодняку цесарок свідчить про те, що смертність птиці в період вирощування більшою мірою залежала від умов утримання, ніж від генотипу цесарок. З добового до 12-тижневого віку відхід молодняку коливався в межах 1,82–2,44 %, з 12 по 20 тижень – 0,97–1,39 %. Більше число полеглої птиці припадало на 15–20 тижні життя. Цесарки різних порід і популяцій відрізняються за рівнем окремих показників неспецифічної резистентності до аспергілезу.

Висновки

Встановлено, що збудником аспергілезу у курчат та молодняку цесарок переважно є гриб *Aspergillus fumigatus*, рідше *Aspergillus flavus*. Джерелами зараження в обстежених птахогосподарствах є інфіковані

інкубаційні яйця, що заражені спорами гриба та запліснявіла підстилка. Визначальними факторами, що сприяють виникненню інфікування є незадовільні умови утримання молодняку птахів: підвищена вологість повітря, несправна вентиляційна система.

Курчата є більш чутливими до аспергильозу, ніж молодняк цесарок, адже для курчат кількість виявлених патологій в різних органах та системах є значно вищою. Хвороба у курчат протікає надгостро, гостро і хронічно, у молодняку цесарок – в легкій формі (без виникнення хронічних форм). Клінічні ознаки аспергильозу птахів не характерні, що ускладнює прижиттєву діагностику хвороби. Отримані результати засвідчують, що розведення цесарок є більш вигідною справою, адже показник втрати молодняку є значно меншим ніж курчат і показник досягнення статевої зрілості для цесарок є також вищим.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Arné, P., Risco-Castillo, V., Jouvion, G., Le Barzic, C., & Guillot, J. (2021). Aspergillosis in Wild Birds. *Journal of Fungi*, 7, 241. DOI: 10.3390/jof7030241.
- Fischer, D., Van Waeyenberghe, L., Failing, K., Martel, A., & Lierz, M. (2018). Single Tracheal Inoculation of *Aspergillus fumigatus* Conidia Induced Aspergillosis in Juvenile Falcons (*Falco* Spp.). *Avian Pathology*, 47(1), 33–46. DOI: 10.1080/03079457.2017.1360470.
- Glare, T. R., Gartrell, B. D., Brookes, J. J., & Perrott, J. K. (2014). Isolation and Identification of *Aspergillus* Spp. from Brown Kiwi (*Apteryx mantelli*) Nocturnal Houses in New Zealand. *Avian Diseases*, 58(1), 16–24. DOI: 10.1637/10589-061013-Reg.1.
- Kang, H.-M., Jang, H.-J., Seo, M.-K., Lee, J.-W., & Na, K.-J. (2017). Psittacine Beak and Feather Disease, Budgerigar Fledgling Disease and Aspergillosis in an African Grey Parrot (*Psittacus erithacus*). *Journal of Veterinary Clinics*, 34(4), 310–312. DOI: 10.17555/jvc.2017.08.34.4.310.
- Kiser, P. K., Meritet, D. M., & Bildfell, R. J. (2018). *Aspergillus* Section Nigri-Associated Calcium Oxalate Crystals in an Eurasian Eagle Owl (*Bubo bubo*). *Case Reports in Veterinary Medicine*, 2018, 3807059. DOI: 10.1155/2018/3807059.
- Korniłowicz-Kowalska, T., & Kitowski, I. (2013). *Aspergillus fumigatus* and Other Thermophilic Fungi in Nests of Wetland Birds. *Mycopathologia*, 175(1-2), 43–56. DOI: 10.1007/s11046-012-9582-3.
- Latgé, J.-P., & Chamilos, G. (2019). *Aspergillus fumigatus* and Aspergillosis in 2019. *Clinical Microbiology Reviews*, 33(1), e00140-18. DOI: 10.1128/CMR.00140-18.
- Melo, A. M., Stevens, D. A., Tell, L. A., Verissimo, C., Sabino, R., & Xavier, M. O. (2020a). Aspergillosis, Avian Species and the One Health Perspective: The Possible Importance of Birds in Azole Resistance. *Microorganisms*, 8(12), 2037. DOI: 10.3390/microorganisms8122037.
- Melo, A., Silva-Filho, R., Poester, V., von Groll, A., Fernandes, C., Stevens, D., Sabino, R., & Xavier, M. (2020b). Aspergillosis in Free-Ranging Aquatic Birds. *Medical Mycology Case Reports*, 28, 36–38. DOI: 10.1016/j.mmcr.2020.04.005.
- Meneau, I., Coste, A. T., & Sanglard, D. (2016). Identification of *Aspergillus fumigatus* multidrug transporter genes and their potential involvement in antifungal resistance. *Medical Mycology*, 54(6), 616–627. DOI: 10.1093/mmy/myw005.
- Nawrot, U., Wieliczko, A., Włodarczyk, K., Kurzyk, E., & Brillowska-Dąbrowska, A. (2019). Low frequency of itraconazole resistance found among *Aspergillus fumigatus* originating from poultry farms in Southwest Poland. *Journal De Mycologie Medicale*, 29(1), 24–27. DOI: 10.1016/j.mycmed.2018.12.005.
- Reed, K., Macgregor, S. K., Stidworthy, M. F., Denk, D., & Guthrie, A. (2020). The Isolation and Antimicrobial Sensitivity of *Aspergillus fumigatus* from Frozen Respiratory Tissues of Penguins from Zoological Collections in the United Kingdom, 2007–2018. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 51(3), 591–597. DOI: 10.1638/2019-0160.
- Savelieff, M. G., Pappalardo, L., & Azmanis, P. (2018). The Current Status of Avian Aspergillosis Diagnoses: Veterinary Practice to Novel Research Avenues. *Veterinary Clinical Pathology*, 47(3), 342–362. DOI: 10.1111/vcp.12644.
- Talbot, J. J., Thompson, P., Vogelneust, L., & Barrs, V. R. (2018). Identification of Pathogenic *Aspergillus* Isolates from Captive Birds in Australia. *Medical Mycology*, 56(8), 1038–1041. DOI: 10.1093/mmy/myx137.
- Vedova, R. D., Hevia, A., Vivot, W., Fernández, J., Córdoba, S. B., & Reynaldi, F. J. (2019). Aspergillosis in Domestic and Wild Birds from Argentina. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 56, e152460. DOI: 10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2019.152460.
- Wernery, U., Tsang, C.-C., Hebel, C., Damerou, A., Kinne, J., Cai, J.-P., Küspert, H., Chan, K.-F., Joseph, M., Xue, S., et al. (2018). Serodiagnosis of Aspergillosis in Falcons (*Falco* Spp.) by an Afmp1p-Based Enzyme-Linked Immunosorbent Assay. *Mycoses*, 61, 600–609. DOI: 10.1111/myc.12776.