



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-1-36-43>  
УДК 619:616.98:578.826.1:616-097.3



# Аденовирусные инфекции птиц: многообразие возбудителей, опасность для птицеводства и проблемы иммунопрофилактики (обзор)

Ю. Р. Зеленский, М. С. Волков, И. А. Комаров, Н. В. Мороз, Н. С. Мудрак, Т. В. Жбанова

ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), мкр. Юрвец, г. Владимир, 600901, Россия

## РЕЗЮМЕ

Представлены данные о многообразии возбудителей аденовирусных инфекций в природе и роли основных патогенов семейства *Adenoviridae* в инфекционной патологии сельскохозяйственной птицы. Особое внимание уделено проблемным вопросам иммунопрофилактики ввиду отсутствия перекрестного иммунитета между разными серотипами вируса. В мире нет единого и эффективного подхода в стратегии иммунопрофилактики аденовириозов птиц, поэтому совершенствование средств борьбы с аденовирусными заболеваниями птиц является актуальной и важной задачей. Аденовирусные инфекции птиц представлены разными нозологическими единицами: синдромом снижения яйценоскости, синдромом гидроперикардита кур, эрозией желудка, болезнью мраморной селезенки фазанов, геморрагическим энтеритом индеек, гепатитом с тельцами-включениями и множеством неклассифицированных болезней. Приводится информация об основных нозологических формах аденовирусных инфекций, представляющих угрозу для рентабельного ведения птицеводства, освещены результаты исследований зарубежных авторов по изучению эффективности некоторых вакцин против аденовириозов. Большинство вакцин разработаны для профилактики синдрома гидроперикардита кур, однако существование множества серотипов возбудителя требует создания эффективных средств профилактики и диагностики в целях контроля и других инфекций, вызываемых аденовирусами. Нет ни одной зарегистрированной вакцины против аденовирусных инфекций, вызывающих гепатит с тельцами-включениями и эрозию желудка. При этом на долю только гепатита с тельцами-включениями приходится 2,9% от всех регистрируемых инфекционных заболеваний птиц. Вакцин, зарегистрированных на территории Российской Федерации, недостаточно для полного контроля данных инфекций, что требует своевременного решения проблемы. Многообразие возбудителей аденовирусных инфекций птиц обуславливает проблематику их дифференциальной диагностики и специфической профилактики.

**Ключевые слова:** обзор, аденовирусные инфекции птиц, *Aviadenovirus*, *Atadenovirus*, *Siadenovirus*

**Благодарности:** Работа выполнена за счет средств ФГБУ «ВНИИЗЖ» в рамках тематики научно-исследовательских работ «Ветеринарное благополучие».

**Для цитирования:** Зеленский Ю. Р., Волков М. С., Комаров И. А., Мороз Н. В., Мудрак Н. С., Жбанова Т. В. Аденовирусные инфекции птиц: многообразие возбудителей, опасность для птицеводства и проблемы иммунопрофилактики (обзор). *Ветеринария сегодня*. 2024; 13 (1): 36–43. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-1-36-43>

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для корреспонденции:** Зеленский Юрий Романович, ветеринарный фельдшер лаборатории профилактики болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», мкр. Юрвец, г. Владимир, 600901, Россия, e-mail: zelenskiy@arria.ru

## Avian adenovirus infections: diversity of pathogens, hazard to poultry industry and problems of immunoprophylaxis (review)

Yuriy R. Zelenskiy, Mikhail S. Volkov, Ilya A. Komarov, Natalya V. Moroz, Natalia S. Mudrak, Tatyana V. Zhanova

Federal Centre for Animal Health, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia

## ABSTRACT

The data on diversity of adenovirus pathogens in nature and the role of the main representatives of the *Adenoviridae* family in poultry infectious pathology are presented. Special attention is paid to problematic issues of immunoprophylaxis due to lack of cross-immunity between different virus serotypes. There is no single and effective approach in the global strategy of immunoprophylaxis of avian adenoviruses, therefore, improving the means of avian adenovirus disease control is an urgent and important task. Avian adenovirus infections are represented by different nosological units: egg drop syndrome, hydropericardium syndrome, adenoviral gizzard erosion, marbled spleen disease of pheasants, hemorrhagic enteritis of turkeys, inclusion body hepatitis and many unclassified diseases. The paper provides data on the main nosological forms of adenovirus infections that pose a threat to cost-effective poultry farming, and highlights test results obtained by foreign authors on the effectiveness of some vaccines against adenovirus infection. Most vaccines have been developed to prevent avian hydropericardium syndrome,

however, occurrence of many virus serotypes requires effective means of prevention and diagnosis in order to control other infections caused by adenoviruses. There is no registered vaccine against adenovirus infections that cause inclusion body hepatitis and adenoviral gizzard erosion. At the same time, inclusion body hepatitis alone accounts for 2.9% of all recorded avian infectious diseases. Vaccines registered in the Russian Federation are not enough to fully control these infections, and that requires a timely solution to the problem. The variety of avian adenoviruses determines the problems of their differential diagnosis and specific prevention.

**Keywords:** review, avian adenovirus infections, *Aviadenovirus*, *Atadenovirus*, *Siadenovirus*

**Acknowledgements:** The study was funded by the FGBl "ARRIAH" within the research topic "Veterinary Welfare".

**For citation:** Zelenskiy Yu. R., Volkov M. S., Komarov I. A., Moroz N. V., Mudrak N. S., Zhdanova T. V. Avian adenovirus infections: diversity of pathogens, hazard to poultry industry and problems of immunoprophylaxis (review). *Veterinary Science Today*. 2024; 13 (1): 36–43. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-1-36-43>

**Conflict of interests:** The authors declare no conflict of interests.

**For correspondence:** Yuriy R. Zelenskiy, Paraveterinarian, Laboratory for Avian Diseases Prevention, Federal Centre for Animal Health, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia, e-mail: [zelenskiy@arriah.ru](mailto:zelenskiy@arriah.ru)

## ВВЕДЕНИЕ

Продовольственная безопасность – проблема всей планеты, и в ее решении лидирующую роль играет птицеводство, на долю которого приходится около 39% от общего производства мяса в мире. В России доля производства мяса птицы составляет 46% от общей выработки мяса [1]. Следует отметить, что на продукцию птицеводства не распространяются конфессиональные ограничения – ни одна религия не запрещает употребления в пищу мяса и яиц кур [2].

Огромный ущерб отрасли птицеводства наносят инфекционные заболевания, при этом не только особо опасные, но и экономически значимые, например аденовирусные, имеющие тенденцию к широкому распространению. В прошлом исследователи не уделяли особого внимания аденовирусам птиц (fowl adenovirus, FAdV) из-за их ограниченной клинической значимости, но в последние десятилетия аденовирусы стали значимыми полевыми патогенами, вызывающими заболевания, оказывающие серьезное влияние на здоровье сельскохозяйственной птицы и рентабельность птицеводства. В связи с этим стало расти количество научных исследований, посвященных FAdV [3, 4]. В последние годы получены новые данные о перекрестном иммунитете между разными серотипами аденовирусов, разработаны инактивированные, живые и рекомбинантные вакцины против отдельных заболеваний аденовирусной этиологии, изучена их иммуногенная активность.

Цель настоящей работы состояла в том, чтобы обобщить разрозненные материалы по аденовиروزам птиц с особым акцентом на многообразие возбудителей и проблему эффективной иммунопрофилактики, а также показать роль отдельных аденовирусных заболеваний в инфекционной патологии птиц.

## АДЕНОВИРУСЫ: СИСТЕМАТИКА, ОПИСАНИЕ, ВОСПРИИМЧИВЫЕ ЖИВОТНЫЕ

*Adenoviridae* – это семейство безоболочечных вирусов с икосаэдрической симметрией диаметром 90 нм. Нуклеиновая кислота представлена двухцепочечной линейной ДНК длиной 25–48 тыс. пар нуклеотидов с инвертированными концевыми повторами и терминирующим белком TP (55 кДа), ковалентно связанным с 5'-концами обеих цепей [5, 6, 7, 8]. Вирусный капсид

имеет псевдотриангуляционное число, равное 25, и состоит из 252 капсомеров: 240 гексонов и 12 пентонов с фиберными отростками длиной от 9 до 77,5 нм [5, 9].

Аденовирусы обнаружены у многих позвоночных – от рыб до человека – и представлены шестью родами:

- *Mastadenovirus* – 51 вид, способный инфицировать млекопитающих, в том числе и человека;
- *Aviadenovirus* – 16 видов, инфицирующих птиц;
- *Atadenovirus* – 10 видов, способных заражать рептилий, птиц, жвачных и сумчатых млекопитающих;
- *Siadenovirus* – 8 видов, инфицирующих лягушек и птиц;
- *Ichtadenovirus* – 1 вид, инфицирующий белугу;
- *Testadenovirus* – 1 вид, инфицирующий красноухих ползунов.

Демаркация рода основана на филогенетических, биологических характеристиках, а также на организации генома [5, 10, 11].

Птиц поражают представители трех родов семейства *Adenoviridae*:

- *Aviadenovirus* (FAdV) – виды A, B, C, D, E, разделенные на 12 серотипов с помощью реакции перекрестной нейтрализации, вызывают как у домашних, так и синантропных птиц гепатиты с тельцами-включениями, синдром гидроперикардита и эрозию желудка;
- *Siadenovirus* вызывает геморрагический энтерит индеек, мраморную болезнь селезенки фазанов, аденовирусную спленомегалию у кур;
- *Atadenovirus* – аденовирус уток, патогенный для кур и вызывающий синдром снижения яйценоскости (ССЯ-76) [5, 12].

Таким образом, многообразие возбудителей аденовирусных инфекций птиц и обуславливает проблематику их дифференциальной диагностики и специфической профилактики.

## ОСНОВНЫЕ АДЕНОВИРОЗЫ ПТИЦ

**Синдром снижения яйценоскости (ССЯ-76)** – аденовирусная инфекция птиц, поражающая кур-несушек, проявляющаяся снижением яйценоскости, размягчением скорлупы (вплоть до полного ее отсутствия) и ее депигментацией. Впервые была описана голландскими учеными в 1976 г. [13]. Возбудителем ССЯ-76 является аденовирус уток (DAAdV-1), контаминация которым

живой вакцины против болезни Марека привела к первичному заражению кур и адаптации к новому хозяину [14]. Ведущий признак ССЯ-76 – это снижение яйценоскости до 15% и более [15]. Для данного заболевания характерно вирусоносительство: в подавляющем большинстве случаев птица выглядит здоровой, болезнь не проявляется, а начинает развиваться, когда особь достигает половой зрелости и испытывает стресс в связи с началом яйцекладки. В настоящее время ССЯ-76 широко распространен во многих странах с развитым промышленным птицеводством [13].

**Геморрагический энтерит индеек (*haemorrhagic enteritis, HE*)** – вирусное заболевание домашней птицы, вызываемое аденовирусами из рода *Siadenovirus*, вида *Turkey siadenovirus A* (TadV-A), и проявляющееся иммуносупрессией у индюков старше 4-недельного возраста [16]. Для болезни характерно два варианта течения. При первом варианте геморрагический энтерит вызывается высоковирулентными штаммами возбудителя и протекает с выраженными клиническими признаками, такими как депрессия и желудочно-кишечные кровотечения. Вирус вызывает иммуносупрессию, на фоне которой происходит вторичное инфицирование условно-патогенными микроорганизмами. Данная болезнь часто заканчивается гибелью птицы (до 80%) из-за кровопотери и вторичной инфекции [17, 18]. При втором варианте геморрагический энтерит протекает без видимых симптомов и вызывается низковирулентными штаммами вируса, которые обуславливают иммуносупрессию, приводящую к развитию вторичных бактериальных осложнений. Это приводит к экономическим потерям, связанным с необходимостью применения антибактериальных препаратов и выбраковкой [19, 20]. Болезнь широко распространена в популяциях индеек во всем мире [21].

**Болезнь мраморной селезенки фазанов (*marble spleen disease, MSD*)** – инфекционное заболевание фазанов, поражающее птиц в возрасте от 3 до 8 мес., вызываемое аденовирусом II группы из рода *Siadenovirus*. Возбудитель тесно связан с двумя другими представителями рода: возбудителем аденовирусной спленомегалии цыплят и возбудителем геморрагического энтерита индеек [22]. Характерным признаком болезни, наблюдаемым при патолого-анатомическом вскрытии, является спленомегалия и мраморный рисунок селезенки. Выявляют застойные явления и отек легких. Наблюдаются некроз лимфоидных фолликулов и очаги некроза в печени. Клинически болезнь проявляется нарушением дыхания, асфиксией и внезапной смертью. Летальность может варьировать от 1–3 до 15% [23], заболевание является высококонтагиозным и встречается во всем мире [24].

**Аденовирусная спленомегалия кур (*avian adenovirus splenomegaly, AAS*)** – вирусная болезнь кур, клинически и патолого-анатомически схожая с болезнью мраморной селезенки фазанов. При вскрытии цыплят обнаруживают увеличенную «мраморную печень», дегенеративные изменения в лимфоидной ткани легких, реже – легочные кровоизлияния и отек легких [25].

**Эрозия желудка (*adenoviral gizzard erosion, AGE*)** – болезнь кур, вызываемая аденовирусом I группы FAdV-1. Долгое время способность аденовирусов птиц самостоятельно вызывать заболевания у птиц оспаривалась, но в последнее десятилетие была доказана ведущая роль FAdV-1 в этиологии аденовирусной эрозии желудка

кур [26]. FAdV-1 относится к роду *Aviadenovirus*, виду A (I группа птичьих аденовирусов) [5]. Болезнь имеет широкое распространение в Европе и Азии (Иран [27], Япония [28], Швеция [29], Корея [30]). Заболевание клинически проявляется угнетением, анорексией [28], снижением привесов и приводит к падежу. Часто инфекция протекает без видимой клинической картины и диагностируется только после убоя. При вскрытии выявляют некрозы и воспаление слизистой оболочки желудка, наблюдают наличие геморрагической жидкости в полости желудка [26]. Болезнь распространяется как вертикально, так и горизонтально (в основном фекально-оральным путем) и поражает как цыплят-бройлеров, так и кур-несушек, нанося серьезный экономический ущерб. Так, во время вспышки аденовирусной эрозии желудка в Иране в 2019 г. на ферме в провинции Мазендеран летальность цыплят-бройлеров составила 6%, а достижение требуемого убойного веса произошло с задержкой на одну неделю, к тому же на бойне было выбраковано множество пораженных желудков птиц [27].

**Синдром гидроперикардита кур (СГПК)** – вирусное заболевание домашней птицы, вызываемое аденовирусом птиц I группы FAdV-4 и приводящее к большим экономическим потерям в птицеводстве. Болеют преимущественно цыплята-бройлеры в возрасте от 3 до 5 недель. Летальность у бройлеров колеблется от 30 до 80%, у кур-молодок – от 2,6 до 15,29% [31]. Длительное время не удавалось установить причину данного заболевания. Его возникновение связывали с нарушением технологии кормления и содержания птицы, с дисбалансом минеральных веществ и витаминов, а также с токсикоинфекцией [32]. Но в дальнейшем подтверждения этой связи найти не удалось [33]. Обнаружение телец-включений в гепатоцитах при гистологических исследованиях дало основание полагать, что причиной СГПК является вирус [34]. Впоследствии патоген был выделен из печени павших от СГПК цыплят и идентифицирован как аденовирус птиц I группы [35]. Возбудитель СГПК распространяется как вертикально от вирусоносителей и больной птицы, так и горизонтально через контаминированные фекалиями и экскрементами больных птиц подстилку, корм, воду и инвентарь [36, 37]. Есть предположение, что вирус гидроперикардита может распространяться через живые вакцины, изготовленные с использованием контаминированных аденовирусом куриных эмбрионов. Такие случаи описаны в Пакистане [38]. Заболевание часто протекает бессимптомно, с внезапной гибелью. У больной птицы может наблюдаться взъерошенность, опускание крыльев, угнетение, затрудненное дыхание, отказ от корма, диарея с зелено-желтыми фекалиями [39]. Проявление клинических признаков болезни зависит от большого количества факторов и их сочетания: условий кормления и содержания, естественной резистентности организма, генетики, наличия сопутствующих заболеваний. СГПК чаще проявляется у птицы, находящейся в состоянии иммуносупрессии, вызванной такими причинами, как инфекционная бурсальная болезнь, кормовые токсикозы. Отмечается, что в бройлерном птицеводстве чистопородная птица болеет реже, чем гибриды [40]. При вскрытии больных цыплят обнаруживают следующие патолого-анатомические изменения: увеличенная, дряблая, с утолщенными краями печень бледно-коричневого или желтушного цвета,

иногда с очагами некроза; переполненный желчный пузырь с напряженными стенками; набухшие почки; деформированное, дряблое сердце, часто с точечными кровоизлияниями. Полость перикарда заполнена прозрачной жидкостью соломенно-желтого цвета с вязкой консистенцией (до 20 мл) [41]. Могут наблюдаться анемия, отек подкожной жировой клетчатки, желтушность кожных покровов, геморрагии в органах и тканях [42]. При гистологических исследованиях в гепатоцитах обнаруживают базофильные и эозинофильные тельца-включения [43, 44].

**Гепатит с тельцами-включениями (inclusion body hepatitis, IBH)** – острое вирусное заболевание цыплят-бройлеров в возрасте от 2 до 7 недель, сопровождающееся задержкой роста и внезапной гибелью, при этом смертность варьирует от 10 до 30%. Изначально представлялось, что гепатит с тельцами-включениями является вторичным заболеванием, связанным с иммуносупрессией, но впоследствии было доказано, что заболевание имеет инфекционную природу, возбудителем является аденовирус птиц I группы – FAdV видов D (серотипы 2, 11) и E (серотипы 8a, 8b), поражающий как кур-несушек, так и бройлеров. Бройлеры наиболее подвержены заболеванию, болеет преимущественно молодняк старше 2 недель [45, 46, 47, 48]. Так, в Испании на цыплят-бройлеров в 2011–2021 гг. приходилось 92% всех случаев заболевания гепатитом с тельцами-включениями. Возбудитель преимущественно распространяется горизонтальным способом, но отмечен и вертикальный путь передачи [47]. Вирус имеет свойство реактивироваться с началом яйценоскости, вызывая субклиническое течение болезни, обеспечивающее вертикальную передачу [45]. Аденовирусы I группы способны инфицировать не только кур, но и другие виды птиц [48], в частности голубей, уток, перепелов, страусов [47]. Клинические признаки неспецифичны, как правило, наблюдаются в течение 4–5 дней и включают депрессию, взъерошенность оперения, малоподвижность, птица принимает сидячую позу. При вскрытии обнаруживают обширные или очаговые некрозы в печени, которая увеличивается в размере, становится рыхлой и бледной [45]. Встречаются случаи поражения поджелудочной железы – некрозы и атрофия, а также поражения почек [46] и селезенки [49]. При гистологическом исследовании обнаруживают лимфоидную инфильтрацию, очаги некроза, клеточную дегенерацию [46] и внутриядерные базофильные тельца-включения в гепатоцитах [45, 50].

Таким образом, аденовирусы птиц вызывают различные болезни, приводящие к серьезным экономическим потерям [49], которые выражаются в высокой летальности (при СГПК – до 80%), снижении продуктивности и необходимости вынужденной антибиотикотерапии против вторичных бактериальных инфекций, возникающих на фоне аденовирусной иммуносупрессии. Способность аденовирусов к длительной персистенции, реактивации, заражению не только сельскохозяйственных, но и синантропных и диких птиц, а также распространению с их помощью, кроме того, способность вызывать инфекцию без видимых клинических проявлений, преодолевать межвидовые барьеры (вирус ССЯ-76) обуславливают актуальность и насущность проблемы для промышленного птицеводства. Поэтому разработка методов борьбы с аденовирусными болез-

нями птиц является важной задачей и должна включать в себя не только совершенствование систем биобезопасности на промышленных предприятиях, но и разработку программ надзора, а также специфическую иммунопрофилактику.

## ИММУНОПРОФИЛАКТИКА

Иммунопрофилактика аденовирусных инфекций имеет большое значение и служит эффективным инструментом в контроле заболеваний. Снижение защитных сил организма, иммунодепрессивные состояния и стрессы, обусловленные как техногенными, так и биологическими факторами, являются причиной внезапной манифестации болезней, вызываемых вирусами FAdV [51]. А учитывая растущую интенсификацию производства продукции птицеводства [13], борьба с аденовирусными инфекциями становится все более актуальной проблемой [26]. С целью профилактики используют несколько видов вакцин: субъединичные, живые, аутогенные, инактивированные. Для профилактики FAdV разработаны и применяются преимущественно инактивированные вакцины, чаще всего используются органно-тканевые формолвакцины, изготовленные на основе гомогената печени. Данные препараты в полевых испытаниях продемонстрировали высокую иммуногенность. Так, по данным ряда исследований, они обеспечивали протективную активность при контрольном заражении вакцинированной птицы полевым изолятом гомологичного вируса в диапазоне 80–98,9% при 60–100%-й заболеваемости невакцинированных птиц в контрольной группе. Несмотря на высокую иммуногенность, данные препараты не лишены недостатков, таких как высокая стоимость, невозможность стандартизации по количеству антигена в одной дозе. Разработан ряд вакцинных инактивированных препаратов на основе культурального вируса. В мире известны и живые вакцины, изготовленные на основе аттенуированного аденовируса. Большое преимущество таких биопрепаратов перед инактивированными вакцинами – возможность их перорального применения. В полевых испытаниях данные вакцины обеспечили 94,7–100%-ю защиту от заражения гомологичным вирусом при 30–100%-й заболеваемости невакцинированных птиц. В последние годы проводятся испытания субъединичных вакцин на основе рекомбинантных белков F1, F2 и др., но недостатком таких препаратов является их низкая иммуногенность [26].

Все чаще публикуются сообщения о наличии перекрестной иммунной защиты между серотипами, принадлежащими не только к одному, но и к разным видам, хотя ранее считалось, что у аденовирусов птиц I группы отсутствует или слабо проявляется перекрестная иммунная защита между серотипами [52]. Некоторыми исследователями доказано существование перекрестной защиты как внутри, так и между видами [45]. В ряде исследований было установлено, что вакцинация птицы комбинированными (FAdV-8a и FAdV-11) инактивированными [53] или живыми [45] вакцинами формирует перекрестную защиту не только от вируса серотипов FAdV-8a и FAdV-11, но и от других серотипов видов D и E [52]. Результаты еще одного эксперимента показали, что вакцина, созданная на основе FAdV-4, обеспечивала защиту не только от гомологичного серотипа, но еще и от серотипа FAdV-10, который является, как и FAdV-4, представителем вида C [54]. Исследование,

проведенное в 2019 г. Р. А. Steer-Cope et al., продемонстрировало перекрестную межвидовую защиту между видами D и E [52]. Из вышесказанного следует, что полиштамменные вакцины являются наиболее перспективными и могут обеспечивать защиту птиц от широкого спектра штаммов возбудителя.

В России зарегистрированы три вакцины против аденовирусных инфекций птиц, возбудителем которых являются аденовирусы I группы: вакцина против синдрома гидроперикардита кур инактивированная сорбированная (ФГБУ «ВНИИЗЖ», Россия) [55], жидкая инактивированная против аденовирусного гепатита с включениями – гидроперикардита кур из штамма «Т-12» (ВНИВИП, Россия) и инактивированная эмульсионная вакцина против аденовирусного гепатита с включениями – гидроперикардита птиц (НПП «АВИВАК») [56]. К сожалению, нет ни одной зарегистрированной вакцины против гепатита с тельцами-включениями и эрозии желудка, вызываемых FAdV. При этом на долю только гепатита с тельцами-включениями приходится 2,9% от всех регистрируемых инфекционных заболеваний птиц [56]. Для защиты птиц от аденовируса III группы, обуславливающего синдром снижения яйценоскости, имеется несколько препаратов, выпускаемых в нашей стране: вакцина против ССЯ-76 из штамма «В8/78» производства ВНИВИП, инактивированные моно- и поливалентные вакцины против ССЯ-76 (штаммы «БИСС» и «В8/78») производства ФГБУ «ВНИИЗЖ» и некоторые другие [57].

К сожалению, в мире нет единого и эффективного подхода в стратегии иммунопрофилактики аденовирусов птиц, поэтому совершенствование средств борьбы с аденовирусными заболеваниями птиц является актуальной и важной задачей [13].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Аденовирусные инфекции птиц широко распространены в мире, в том числе России, и представляют опасность для рентабельного ведения птицеводства. Разнообразие серотипов вируса и выделение отдельных нозологических форм аденовирусов вызывают значительные трудности в диагностике и специфической профилактике данных инфекций. Учитывая отсутствие или недостаточность перекрестного иммунитета между разными серотипами аденовирусов, насущной проблемой является разработка средств специфической профилактики против каждого серотипа возбудителя аденовирусов, обуславливающих клинически значимую инфекцию. Вариабельность тропизма аденовирусов, способность к длительной персистенции, зарегистрированные случаи преодоления межвидового барьера, высокий уровень падежа при некоторых нозологических формах (СГПК, геморрагический энтерит индеек) требуют разработки программ контроля инфекций в промышленном птицеводстве, включая активный и пассивный мониторинг за циркуляцией патогена.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурмистров А. Фундамент мясного рациона: академик Владимир Фисинин о развитии птицеводства. *Научная Россия*. 15 октября 2022 г. <https://scientificrussia.ru/articles/fundament-masnogo-raciona-akademik-vladimir-fisinin-o-razviti-pticevodstva> (дата обращения: 25.03.2023).
2. Фисинин В. И. Нарращиваем производство мяса и яйца. *Животноводство России*. 2022; 53: 2–4. EDN: IUXECP

3. Schachner A., Graf B., Hess M. Spotlight on avian pathology: fowl adenovirus (FAdV) in chickens and beyond – an unresolved host-pathogen interplay. *Avian Pathology*. 2021; 50 (1): 2–5. <https://doi.org/10.1080/03079457.2020.1810629>
4. Schachner A., Hess M. Special issue: avian adenoviruses. *Viruses*. 2022; 14 (4):680. <https://doi.org/10.3390/v14040680>
5. Benkó M., Aoki K., Arnberg N., Davison A. J., Echavarría M., Hess M., et al. ICTV virus taxonomy profile: *Adenoviridae* 2022. *Journal of General Virology*. 2022; 103 (3):001721. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001721>
6. Harrach B. Reptile adenoviruses in cattle? *Acta Veterinaria Hungarica*. 2000; 48 (4): 485–490. <https://doi.org/10.1556/004.48.2000.4.11>
7. Lehmkuhl H. D., Hobbs L. A., Woods L. W. Characterization of a new adenovirus isolated from black-tailed deer in California. *Archives of Virology*. 2001; 146 (6): 1187–1196. <https://doi.org/10.1007/s007050170114>
8. Zhu Y.-M., Yu Z., Cai H., Gao Y.-R., Dong X.-M., Li Z.-L., et al. Isolation, identification, and complete genome sequence of a bovine adenovirus type 3 from cattle in China. *Virology Journal*. 2011; 8:557. <https://doi.org/10.1186/1743-422X-8-557>
9. Benkó M., Aoki K., Arnberg N., Davison A. J., Echavarría M., Hess M., et al. Family: *Adenoviridae*. *International Committee on Taxonomy of Viruses*. <https://ictv.global/report/chapter/adenoviridae/adenoviridae> (дата обращения: 06.04.2023).
10. Doszpoly A., Harrach B., LaPatra S., Benkó M. Unconventional gene arrangement and content revealed by full genome analysis of the white sturgeon adenovirus, the single member of the genus *Ichtadenovirus*. *Infection, Genetics and Evolution*. 2019; 75:103976. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2019.103976>
11. Harrach B., Tarján Z. L., Benkó M. Adenoviruses across the animal kingdom: a walk in the zoo. *FEBS Letters*. 2019; 593 (24): 3660–3673. <https://doi.org/10.1002/1873-3468.13687>
12. McFerran J. B., Smyth J. A. Avian adenoviruses. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*. 2000; 19 (2): 589–601. <https://doi.org/10.20506/rst.19.2.1238>
13. Фомина Н. В. Аденовирусная инфекция животных: в 2 т. Т. 2. М.: Колос; 1995. 193 с.
14. McFerran J. B. Egg drop syndrome, 1976 (EDS76). *Veterinary Quarterly*. 1979; 1 (4): 176–180. <https://doi.org/10.1080/01652176.1979.9693744>
15. Picault I. P. Chutes de ponte associes a la production sans coquille fragile propietes L agent infectieux isole an cours de la maladie. *Aviculteur*. 1978; 379: 57–60.
16. Palomino-Tapia V., Mitevski D., Inglis T., van der Meer F., Abdul-Careem M. F. Molecular characterization of hemorrhagic enteritis virus (HEV) obtained from clinical samples in Western Canada 2017–2018. *Viruses*. 2020; 12 (9):941. <https://doi.org/10.3390/v12090941>
17. Tykałowski B., Śmiałek M., Koncicki A., Ognik K., Zduńczyk Z., Janowski J. The immune response of young turkeys to haemorrhagic enteritis virus infection at different levels and sources of methionine in the diet. *BMC Veterinary Research*. 2019; 15 (1):387. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-2138-8>
18. Fitzgerald S. D., Rautenschlein S., Mahsoub H. M., Pierson F. W., Reed W. M., Jack S. W. Adenovirus Infections. In: *Diseases of Poultry*. Eds. D. E. Swayne, M. Boulianne, C. M. Logue, L. R. McDougald, V. Nair, D. L. Suarez, et al. 14<sup>th</sup> ed. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2020; 321–363. <https://doi.org/10.1002/9781119371199.ch9>
19. Koncicki A., Tykałowski B., Stenzel T., Śmiałek M., Pestka D. Effect of infection of turkeys with haemorrhagic enteritis adenovirus isolate on the selected parameters of cellular immunity and the course of colibacillosis. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. 2012; 15 (2): 215–220. <https://doi.org/10.2478/v10181-011-0136-2>
20. Chandra R., Kumar A. Haemorrhagic enteritis of turkeys and related infections of pheasants and domestic fowl: a review. *World's Poultry Science Journal*. 1998; 54 (3): 253–269. <https://doi.org/10.1079/WPS19980017>
21. Dhama K., Gowthaman V., Karthik K., Tiwari R., Sachan S., Kumar M. A., et al. Haemorrhagic enteritis of turkeys – current knowledge. *Veterinary Quarterly*. 2017; 37 (1): 31–42. <https://doi.org/10.1080/01652176.2016.1277281>
22. Lee J.-K., Choi J.-H., Lee D.-W., Kim S.-J., Fitzgerald S. D., Lee Y.-S., Kim D.-Y. Marble spleen disease in pheasants in Korea. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2001; 63 (6): 699–701. <https://doi.org/10.1292/jvms.63.699>
23. Некоторые болезни фазанов, их лечение и профилактика. Часть II. Инфекционные и инвазионные болезни. *Ветеринарная помощь*. <https://www.vetpomosh.ru/article45.php> (дата обращения: 07.06.2023).
24. Fitzgerald S. D., Reed W. M. A review of marble spleen disease of ring-necked pheasants. *Journal of Wildlife Diseases*. 1989; 25 (4): 455–461. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-25.4.455>
25. Veit H. P., Domermuth C. H., Gross W. B. Histopathology of avian adenovirus group II splenomegaly of chickens. *Avian Diseases*. 1981; 25 (4): 866–873. <https://doi.org/10.2307/1590061>

26. Schachner A., Matos M., Graf B., Hess M. Fowl adenovirus-induced diseases and strategies for their control – a review on the current global situation. *Avian Pathology*. 2018; 47 (2): 111–126. <https://doi.org/10.1080/03079457.2017.1385724>
27. Mirzazadeh A., Graf B., Abbasnia M., Emadi-Jamali S., Abdi-Hachesoo B., Schachner A., Hess M. Reduced performance due to adenoviral gizzard erosion in 16-day-old commercial broiler chickens in Iran, confirmed experimentally. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021; 8:635186. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.635186>
28. Ono M., Okuda Y., Yazawa S., Shibata I., Tanimura N., Kimura K., et al. Epizootic outbreaks of gizzard erosion associated with adenovirus infection in chickens. *Avian Diseases*. 2001; 45 (1): 268–275. <https://doi.org/10.2307/1593040>
29. Lindgren Y., Banihashem F., Berg M., Eriksson H., Zohari S., Jansson D. S. Gizzard erosions in broiler chickens in Sweden caused by fowl adenovirus serotype 1 (FAdV-1): investigation of outbreaks, including whole-genome sequencing of an isolate. *Avian Pathology*. 2022; 51 (3): 257–266. <https://doi.org/10.1080/03079457.2022.2048631>
30. Lim T.-H., Kim B.-Y., Kim M.-S., Jang J.-H., Lee D.-H., Kwon Y.-K., et al. Outbreak of gizzard erosion associated with fowl adenovirus infection in Korea. *Poultry Science*. 2012; 91 (5): 1113–1117. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-02050>
31. Asthana M., Chandra R., Kumar R. Hydropericardium syndrome: current state and future developments. *Archives of Virology*. 2013; 158 (5): 921–931. <https://doi.org/10.1007/s00705-012-1570-x>
32. Proceedings of the 1<sup>st</sup> National Seminar on Hydropericardium-pulmonary-edemacup-hepatonephritis-syndrome. Karachi: Pakistan Veterinary Medical Association; 1988. 100 p.
33. Cowen B. S. Inclusion body hepatitis-anemia and hydropericardium syndromes: aetiology and control. *World's Poultry Science Journal*. 1992; 48 (3): 247–254. <https://doi.org/10.1079/WPS19920019>
34. Reece R. L., Barr D. A., Grix D. C., Forsyth W. M., Condron R. J., Hindmarsh M. Observations on naturally occurring inclusion body hepatitis in Victorian chickens. *Australian Veterinary Journal*. 1986; 63 (6): 201–202. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1986.tb02981.x>
35. Bergmann V. Einschlusskörperchenstruktur und elektronenmikroskopischer Virus-nachweis bei spontaner Einschlusskörperchen-hepatitis des Huhnes = Structure of inclusion bodies and electron microscopic virus detection in naturally occurring inclusion body hepatitis in chickens. *Archiv für experimentelle Veterinärmedizin*. 1978; 32 (6): 831–840. PMID: 219796.
36. Shane S. M., Jaffery M. S. Hydropericardium-hepatitis syndrome (Angara disease). In: *Diseases of Poultry*. Ed. by B. W. Calnek. 10<sup>th</sup> ed. Ames: Iowa State University; 1997; 1019–1022.
37. Hess M., Blocker H., Brandt P. The complete nucleotide sequence of the egg drop syndrome virus: an intermediate between Mastadenoviruses and Aviadenoviruses. *Virology*. 1997; 238 (1): 145–156. <https://doi.org/10.1006/viro.1997.8815>
38. Akhtar S., Zahid S., Khan M. I. Risk factors associated with hydropericardium syndrome in broiler flocks. *Veterinary Record*. 1992; 131 (21): 481–484. <https://doi.org/10.1136/vr.131.21.481>
39. Anjum A. D. Study of pathogenicity of the hydropericardium syndrome agent. *Proceedings of the National Seminar on Hydropericardium Syndrome in Chickens in Pakistan (4 July 1988, Rawalpindi)*. 1988; 111–115.
40. Виноходов О. В., Виноходов В. О., Виноходов Д. О. Вирусные гепатиты птиц. *Архив ветеринарных наук: приложение к Т. 1 (48)*. СПб.; Ломоносов; 1988. 224 с.
41. Ahmad I., Afzal M., Malik M. I., Hussain Z., Hanif W. Disease pattern and etiology of hydropericardium syndrome (Angara disease) in broiler chickens in Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Research*. 1989; 10 (2): 195–199.
42. Bickford A. A. Inclusion body hepatitis in chicken. *Poultry Digest*. 1972; 31: 345–347.
43. McFerran J. B. Adenovirus (group I) infection in chickens. In: *Diseases of Poultry*. Eds. B. W. Calnek, H. J. Barnes, C. W. Beard, W. M. Reid, H. W. Yoder. 9<sup>th</sup> ed. Ames: Iowa State University; 1991; 553–563.
44. Борисов В. В., Сурнев Д. С., Борисов А. В., Ирза В. Н., Лобанов В. А., Зуев Ю. В. и др. Вирусный синдром гидроперикардита кур. *Птица и птицепродукты*. 2003; 1: 29–32.
45. Popowich S., Gupta A., Chow-Lockerbie B., Ayalew L., Ambrose N., Ojic D., et al. Broad spectrum protection of broiler chickens against inclusion body hepatitis by immunizing their broiler breeder parents with a bivalent live fowl adenovirus vaccine. *Research in Veterinary Science*. 2018; 118: 262–269. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.03.003>
46. Abghour S., Zro K., Mouahid M., Tahiri F., Tarta M., Berrada J., Kichou F. Isolation and characterization of fowl aviadenovirus serotype 11 from chickens with inclusion body hepatitis in Morocco. *PLoS ONE*. 2019; 14 (12): e0227004. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227004>
47. Bertran K., Blanco A., Antilles N., Nofrarias M., Valle R. M., Cobos A., et al. A 10-year retrospective study of inclusion body hepatitis in meat-type chickens in Spain (2011–2021). *Viruses*. 2021; 13 (11):2170. <https://doi.org/10.3390/v13112170>
48. Schachner A., Graf B., Hess M. Spotlight on avian pathology: fowl adenovirus (FAdV) in chickens and beyond – an unresolved host-pathogen interplay. *Avian Pathology*. 2021; 50 (1): 2–5. <https://doi.org/10.1080/03079457.2020.1810629>
49. Cizmecigil U. Y., Umar S., Yilmaz A., Bayraktar E., Turan N., Tali B., et al. Characterisation of fowl adenovirus (FAdV-8b) strain concerning the geographic analysis and pathological lesions associated with inclusion body hepatitis in broiler flocks in Turkey. *Journal of Veterinary Research*. 2020; 64 (2): 231–237. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2020-0026>
50. Ельникова Е. В., Борисов В. В. Изучение патогенных свойств полевых изолятов аденовирусов кур, выделенных на территории Российской Федерации. *Ветеринарная патология*. 2006; 4 (19): 126–131. EDN: OEDRKB
51. Чурина Е. Г., Новицкий В. В., Уразова О. И. Факторы иммуносупрессии при различных патологиях. *Бюллетень сибирской медицины*. 2011; 10 (4): 103–111. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2011-4-103-111>
52. Steer-Cope P. A., Sandy J. R., O'Rourke D., Scott P. C., Browning G. F., Noormohammadi A. H. Vaccination with FAdV-8a induces protection against inclusion body hepatitis caused by homologous and heterologous strains. *Avian Pathology*. 2019; 48 (5): 396–405. <https://doi.org/10.1080/03079457.2019.1612032>
53. Alvarado I. R., Villegas P., El-Attrache J., Jensen E., Rosales G., Perozo F., Purvis L. B. Genetic characterization, pathogenicity, and protection studies with an avian adenovirus isolate associated with inclusion body hepatitis. *Avian Diseases*. 2007; 51 (1): 27–32. [https://doi.org/10.1637/0005-2086\(2007\)051\[0027:GCPAPS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1637/0005-2086(2007)051[0027:GCPAPS]2.0.CO;2)
54. Erny K., Pallister J., Sheppard M. Immunological and molecular comparison of fowl adenovirus serotypes 4 and 10. *Archives of Virology*. 1995; 140 (3): 491–501. <https://doi.org/10.1007/BF01718426>
55. Борисов В. В. Разработка средств и методов диагностики и специфической профилактики аденовирусных болезней кур: дис. ... д-ра вет. наук. Владимир; 2006. 350 с. EDN: NORKCN
56. Панкратов С. В., Придыбайло Н. Д., Крон Н. В. Вакцина против синдрома гидроперикардита птиц (АВИВАК-АДВГ). *Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные*. 2009; 2: 41–42. EDN: JEMZQH
57. Куленкова И. В. Усовершенствование схемы применения вирусных вакцин для родительских и промышленных стад яичного направления в птицеводствах, неблагополучных по экто- и эндопаразитам кур: дис. ... канд. биол. наук. Нижний Новгород; 2022. 127 с.

## REFERENCES

- Burmistrov A. Fundament myasnogo ratsiona: akademik Vladimir Fisinin o razvitii ptitsevodstva = Basis of meat diet: Academician Vladimir Fisinin on development of poultry industry. *Scientific Russia*. 15 October 2022. <https://scientificrussia.ru/articles/fundament-masnogo-raciona-akademik-vladimir-fisinin-o-razvitii-pticevodstva> (date of access: 25.03.2023). (in Russ.)
- Fisinin V. I. Increasing meat and egg production. *Animal Husbandry of Russia*. 2022; S3: 2–4. EDN: IUXECR (in Russ.)
- Schachner A., Graf B., Hess M. Spotlight on avian pathology: fowl adenovirus (FAdV) in chickens and beyond – an unresolved host-pathogen interplay. *Avian Pathology*. 2021; 50 (1): 2–5. <https://doi.org/10.1080/03079457.2020.1810629>
- Schachner A., Hess M. Special issue: avian adenoviruses. *Viruses*. 2022; 14 (4):680. <https://doi.org/10.3390/v14040680>
- Benkő M., Aoki K., Arnberg N., Davison A. J., Echavarría M., Hess M., et al. ICTV virus taxonomy profile: *Adenoviridae* 2022. *Journal of General Virology*. 2022; 103 (3):001721. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001721>
- Harrach B. Reptile adenoviruses in cattle? *Acta Veterinaria Hungarica*. 2000; 48 (4): 485–490. <https://doi.org/10.1556/0048.2000.4.11>
- Lehmkuhl H. D., Hobbs L. A., Woods L. W. Characterization of a new adenovirus isolated from black-tailed deer in California. *Archives of Virology*. 2001; 146 (6): 1187–1196. <https://doi.org/10.1007/s007050170114>
- Zhu Y.-M., Yu Z., Cai H., Gao Y.-R., Dong X.-M., Li Z.-L., et al. Isolation, identification, and complete genome sequence of a bovine adenovirus type 3 from cattle in China. *Virology Journal*. 2011; 8:557. <https://doi.org/10.1186/1743-422X-8-557>
- Benkő M., Aoki K., Arnberg N., Davison A. J., Echavarría M., Hess M., et al. Family: *Adenoviridae*. *International Committee on Taxonomy of Viruses*. <https://ictv.global/report/chapter/adenoviridae/adenoviridae> (date of access: 06.04.2023).
- Doszpoly A., Harrach B., LaPatra S., Benkő M. Unconventional gene arrangement and content revealed by full genome analysis of the white sturgeon adenovirus, the single member of the genus *Ichtadenovirus*. *Infection, Genetics and Evolution*. 2019; 75:103976. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2019.103976>

11. Harrach B., Tarján Z. L., Benkő M. Adenoviruses across the animal kingdom: a walk in the zoo. *FEBS Letters*. 2019; 593 (24): 3660–3673. <https://doi.org/10.1002/1873-3468.13687>
12. McFerran J. B., Smyth J. A. Avian adenoviruses. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*. 2000; 19 (2): 589–601. <https://doi.org/10.20506/rst.19.2.1238>
13. Fomina N. V. Adenovirus Infection of Animals: 2 volumes. Vol. 2. Moscow: Kolos; 1995; 193 p. (in Russ.)
14. McFerran J. B. Egg drop syndrome, 1976 (EDS'76). *Veterinary Quarterly*. 1979; 1 (4): 176–180. <https://doi.org/10.1080/01652176.1979.9693744>
15. Picault I. P. Chutes de ponte associées à la production sans coquille fragile propriétés L agent infectieux isolé au cours de la maladie. *Aviculteur*. 1978; 379: 57–60. (in French)
16. Palomino-Tapia V., Mitevski D., Inglis T., van der Meer F., Abdul-Careem M. F. Molecular characterization of hemorrhagic enteritis virus (HEV) obtained from clinical samples in Western Canada 2017–2018. *Viruses*. 2020; 12 (9):941. <https://doi.org/10.3390/v12090941>
17. Tykałowski B., Śmiałek M., Koncicki A., Ognik K., Zduńczyk Z., Janowski J. The immune response of young turkeys to haemorrhagic enteritis virus infection at different levels and sources of methionine in the diet. *BMC Veterinary Research*. 2019; 15 (1):387. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-2138-8>
18. Fitzgerald S. D., Rautenschlein S., Mahsoub H. M., Pierson F. W., Reed W. M., Jack S. W. Adenovirus Infections. In: *Diseases of Poultry*. Eds. D. E. Swayne, M. Boulianne, C. M. Logue, L. R. McDougald, V. Nair, D. L. Suarez, et al. 14<sup>th</sup> ed. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2020; 321–363. <https://doi.org/10.1002/9781119371199.ch9>
19. Koncicki A., Tykałowski B., Stenzel T., Śmiałek M., Pestka D. Effect of infection of turkeys with haemorrhagic enteritis adenovirus isolate on the selected parameters of cellular immunity and the course of colibacillosis. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. 2012; 15 (2): 215–220. <https://doi.org/10.2478/v10181-011-0136-2>
20. Chandra R., Kumar A. Haemorrhagic enteritis of turkeys and related infections of pheasants and domestic fowl: a review. *World's Poultry Science Journal*. 1998; 54 (3): 253–269. <https://doi.org/10.1079/WPS19980017>
21. Dhama K., Gowthaman V., Karthik K., Tiwari R., Sachan S., Kumar M. A., et al. Haemorrhagic enteritis of turkeys – current knowledge. *Veterinary Quarterly*. 2017; 37 (1): 31–42. <https://doi.org/10.1080/01652176.2016.1277281>
22. Lee J.-K., Choi J.-H., Lee D.-W., Kim S.-J., Fitzgerald S. D., Lee Y.-S., Kim D.-Y. Marble spleen disease in pheasants in Korea. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2001; 63 (6): 699–701. <https://doi.org/10.1292/jvms.63.699>
23. Nekotorye bolezni fazanov, ikh lechenie i profilaktika. Chast' II. Infektsionnye i invazionnye bolezni = Pheasant diseases, their treatment and prevention. Part II. Infectious and parasitic diseases. *Veterinarnaya pomoshch'*. <https://www.vetpomosh.ru/article45.php> (date of access: 07.06.2023). (in Russ.)
24. Fitzgerald S. D., Reed W. M. A review of marble spleen disease of ring-necked pheasants. *Journal of Wildlife Diseases*. 1989; 25 (4): 455–461. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-25.4.455>
25. Veit H. P., Domermuth C. H., Gross W. B. Histopathology of avian adenovirus group II splenomegaly of chickens. *Avian Diseases*. 1981; 25 (4): 866–873. <https://doi.org/10.2307/1590061>
26. Schachner A., Matos M., Graf B., Hess M. Fowl adenovirus-induced diseases and strategies for their control – a review on the current global situation. *Avian Pathology*. 2018; 47 (2): 111–126. <https://doi.org/10.1080/03079457.2017.1385724>
27. Mirzazadeh A., Graf B., Abbasnia M., Emadi-Jamali S., Abdi-Hachesoo B., Schachner A., Hess M. Reduced performance due to adenoviral gizzard erosion in 16-day-old commercial broiler chickens in Iran, confirmed experimentally. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021; 8:635186. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.635186>
28. Ono M., Okuda Y., Yazawa S., Shibata I., Tanimura N., Kimura K., et al. Epizootic outbreaks of gizzard erosion associated with adenovirus infection in chickens. *Avian Diseases*. 2001; 45 (1): 268–275. <https://doi.org/10.2307/1593040>
29. Lindgren Y., Banihashem F., Berg M., Eriksson H., Zohari S., Jansson D. S. Gizzard erosions in broiler chickens in Sweden caused by fowl adenovirus serotype 1 (FAdV-1): investigation of outbreaks, including whole-genome sequencing of an isolate. *Avian Pathology*. 2022; 51 (3): 257–266. <https://doi.org/10.1080/03079457.2022.2048631>
30. Lim T.-H., Kim B.-Y., Kim M.-S., Jang J.-H., Lee D.-H., Kwon Y.-K., et al. Outbreak of gizzard erosion associated with fowl adenovirus infection in Korea. *Poultry Science*. 2012; 91 (5): 1113–1117. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-02050>
31. Asthana M., Chandra R., Kumar R. Hydropericardium syndrome: current state and future developments. *Archives of Virology*. 2013; 158 (5): 921–931. <https://doi.org/10.1007/s00705-012-1570-x>
32. Proceedings of the 1<sup>st</sup> National Seminar on Hydropericardium-pulmonary-edemacum-hepatonephritis-syndrome. Karachi: Pakistan Veterinary Medical Association; 1988. 100 p.
33. Cowen B. S. Inclusion body hepatitis-anemia and hydropericardium syndromes: aetiology and control. *World's Poultry Science Journal*. 1992; 48 (3): 247–254. <https://doi.org/10.1079/WPS19920019>
34. Reece R. L., Barr D. A., Grix D. C., Forsyth W. M., Condron R. J., Hindmarsh M. Observations on naturally occurring inclusion body hepatitis in Victorian chickens. *Australian Veterinary Journal*. 1986; 63 (6): 201–202. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1986.tb02981.x>
35. Bergmann V. Einschlusskörperchenstruktur und elektronenmikroskopischer Virus-nachweis bei spontaner Einschlusskörperchen-hepatitis des Huhnes = Structure of inclusion bodies and electron microscopic virus detection in naturally occurring inclusion body hepatitis in chickens. *Archiv für experimentelle Veterinärmedizin*. 1978; 32 (6): 831–840. PMID: 219796 (in German).
36. Shane S. M., Jaffery M. S. Hydropericardium-hepatitis syndrome (Angara disease). In: *Diseases of Poultry*. Ed. by B. W. Calnek. 10<sup>th</sup> ed. Ames: Iowa State University; 1997; 1019–1022.
37. Hess M., Blocker H., Brandt P. The complete nucleotide sequence of the egg drop syndrome virus: an intermediate between Mastadenoviruses and Aviadenoviruses. *Virology*. 1997; 238 (1): 145–156. <https://doi.org/10.1006/viro.1997.8815>
38. Akhtar S., Zahid S., Khan M. I. Risk factors associated with hydropericardium syndrome in broiler flocks. *Veterinary Record*. 1992; 131 (21): 481–484. <https://doi.org/10.1136/vr.131.21.481>
39. Anjum A. D. Study of pathogenicity of the hydropericardium syndrome agent. *Proceedings of the National Seminar on Hydropericardium Syndrome in Chickens in Pakistan (4 July 1988, Rawalpindi)*. 1988; 111–115.
40. Vinokhodov O. V., Vinokhodov V. O., Vinokhodov D. O. Avian viral hepatitis. *Arkhiv veterinarnykh nauk: Appendix to Vol. 1 (48)*. Saint Petersburg; Lomonosov; 1988. 224 p. (in Russ.)
41. Ahmad I., Afzal M., Malik M. I., Hussain Z., Hanif W. Disease pattern and etiology of hydropericardium syndrome (Angara disease) in broiler chickens in Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Research*. 1989; 10 (2): 195–199.
42. Bickford A. A. Inclusion body hepatitis in chicken. *Poultry Digest*. 1972; 31: 345–347.
43. McFerran J. B. Adenovirus (group I) infection in chickens. In: *Diseases of Poultry*. Eds. B. W. Calnek, H. J. Barnes, C. W. Beard, W. M. Reid, H. W. Yoder. 9<sup>th</sup> ed. Ames: Iowa State University; 1991; 553–563.
44. Borisov V. V., Surnev D. S., Borisov A. V., Irza V. N., Lobanov V. A., Zuev Ju. V., et al. Virusnyj sindrom gidroperikardita kur = Avian hydropericardium viral syndrome. *Poultry & Chicken Products*. 2003; 1: 29–32. (in Russ.)
45. Popowich S., Gupta A., Chow-Lockerbie B., Ayalew L., Ambrose N., Ojick D., et al. Broad spectrum protection of broiler chickens against inclusion body hepatitis by immunizing their broiler breeder parents with a bivalent live fowl adenovirus vaccine. *Research in Veterinary Science*. 2018; 118: 262–269. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.03.003>
46. Abghour S., Zro K., Mouahid M., Tahiri F., Tarta M., Berrada J., Kichou F. Isolation and characterization of fowl aviadenovirus serotype 11 from chickens with inclusion body hepatitis in Morocco. *PLoS ONE*. 2019; 14 (12): e0227004. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227004>
47. Bertran K., Blanco A., Antilles N., Nofrarias M., Valle R. M., Cobos A., et al. A 10-year retrospective study of inclusion body hepatitis in meat-type chickens in Spain (2011–2021). *Viruses*. 2021; 13 (11):2170. <https://doi.org/10.3390/v13112170>
48. Schachner A., Graf B., Hess M. Spotlight on avian pathology: fowl adenovirus (FAdV) in chickens and beyond – an unresolved host-pathogen interplay. *Avian Pathology*. 2021; 50 (1): 2–5. <https://doi.org/10.1080/03079457.2020.1810629>
49. Cizmecigil U. Y., Umar S., Yilmaz A., Bayraktar E., Turan N., Tali B., et al. Characterisation of fowl adenovirus (FAdV-8b) strain concerning the geographic analysis and pathological lesions associated with inclusion body hepatitis in broiler flocks in Turkey. *Journal of Veterinary Research*. 2020; 64 (2): 231–237. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2020-0026>
50. Yelnikova Ye. V., Borisov V. V. Examination of pathogenicity of field chicken adenovirus isolates recovered in the Russian Federation. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2006; 4 (19): 126–131. EDN: OEDRKB (in Russ.)
51. Churina Ye. G., Novitsky V. V., Urazova O. I. Immunosuppression factors under various pathologies. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2011; 10 (4): 103–111. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2011-4-103-111> (in Russ.)
52. Steer-Cope P. A., Sandy J. R., O'Rourke D., Scott P. C., Browning G. F., Noormohammadi A. H. Vaccination with FAdV-8a induces protection against inclusion body hepatitis caused by homologous and heterologous strains. *Avian Pathology*. 2019; 48 (5): 396–405. <https://doi.org/10.1080/03079457.2019.1612032>

53. Alvarado I. R., Villegas P., El-Attrache J., Jensen E., Rosales G., Perozo F., Purvis L. B. Genetic characterization, pathogenicity, and protection studies with an avian adenovirus isolate associated with inclusion body hepatitis. *Avian Diseases*. 2007; 51 (1): 27–32. [https://doi.org/10.1637/0005-2086\(2007\)051\[0027:GCPAPS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1637/0005-2086(2007)051[0027:GCPAPS]2.0.CO;2)

54. Erny K., Pallister J., Sheppard M. Immunological and molecular comparison of fowl adenovirus serotypes 4 and 10. *Archives of Virology*. 1995; 140 (3): 491–501. <https://doi.org/10.1007/BF01718426>

55. Borisov V. V. Development of tools and methods for diagnosis and specific prevention of adenovirus diseases in chickens: Author's Thesis for degree of Dr. Sci. (Veterinary Medicine). Vladimir, 2006. 350 p. EDN: NORCKN (in Russ.)

56. Pankratov S. V., Pridibaylo N. D., Kron N. N. Vaccine against hydropericarditis syndrome of poultry (AVIVAK-ADV). *Russian Veterinary Journal. Productive animals*. 2009; 2: 41–42. EDN: JEMZQH (in Russ.)

57. Kuklenkova I. V. Improvement of vaccination schemes used in parent and commercial egg production flocks in poultry farms infected with avian ecto- and endoparasitosis: Author's Thesis for degree of Cand. Sci. (Veterinary Medicine). Nizhny Novgorod; 2022. 127 p. (in Russ.)

Поступила в редакцию / Received 23.10.2023

Поступила после рецензирования / Revised 13.11.2023

Принята к публикации / Accepted 28.12.2023

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Зеленский Юрий Романович**, ветеринарный фельдшер лаборатории профилактики болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0009-0007-0467-0182>, e-mail: zelenskiy@arriah.ru

**Волков Михаил Сергеевич**, д-р вет. наук, заведующий лабораторией эпизоотологии и мониторинга ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-8819-0720>, e-mail: volkov\_ms@arriah.ru

**Комаров Илья Александрович**, младший научный сотрудник лаборатории профилактики болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-2084-4484>, e-mail: komarov@arriah.ru

**Мороз Наталья Владимировна**, канд. вет. наук, заведующий лабораторией профилактики болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-9672-8594>, e-mail: moroz@arriah.ru

**Мудрак Наталья Станиславовна**, д-р биол. наук, главный научный сотрудник референтной лаборатории вирусных болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-9788-9197>, e-mail: mudrak@arriah.ru

**Жбанова Татьяна Валентиновна**, канд. биол. наук, младший научный сотрудник отдела образования и научной информации ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-9857-5915>, e-mail: zhbanova@arriah.ru

**Yuriy R. Zelenskiy**, Paraveterinarian, Laboratory for Avian Diseases Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0009-0007-0467-0182>, e-mail: zelenskiy@arriah.ru

**Mikhail S. Volkov**, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Laboratory for Epizootology and Monitoring, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-8819-0720>, e-mail: volkov\_ms@arriah.ru

**Ilya A. Komarov**, Junior Researcher, Laboratory for Avian Diseases Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-2084-4484>, e-mail: komarov@arriah.ru

**Natalya V. Moroz**, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Laboratory for Avian Diseases Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9672-8594>, e-mail: moroz@arriah.ru

**Natalia S. Mudrak**, Dr. Sci. (Biology), Chief Researcher, Reference Laboratory for Avian Viral Diseases, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9788-9197>, e-mail: mudrak@arriah.ru

**Tatyana V. Zhbanova**, Cand. Sci. (Biology), Junior Researcher, Education and Scientific Support Department, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9857-5915>, e-mail: zhbanova@arriah.ru

**Вклад авторов:** Зеленский Ю. Р. – подбор и анализ научной литературы по заявленной проблеме, интерпретация данных, подготовка текста; Волков М. С. – анализ данных, концепция представления материалов, подготовка текста; Комаров И. А. – научное консультирование по аденовириозам птиц; Мороз Н. В. – научное консультирование по аденовириозам птиц; Мудрак Н. С. – концепция исследования, подготовка текста; Жбанова Т. В. – концепция исследования, подготовка текста.

**Contribution:** Zelenskiy Yu. R. – selection and analysis of literature evidence on the stated problem, data interpretation, text preparation; Volkov M. S. – data analysis, concept of visualization, text preparation; Komarov I. A. – scientific advice on avian adenoviruses; Moroz N. V. – scientific advice on avian adenoviruses; Mudrak N. S. – research conceptualization, text preparation; Zhbanova T. V. – research conceptualization, text preparation.