



ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Научная статья/Research article

УДК 619:616.995.132

DOI: 10.36718/1819-4036-2026-2-102-110

Александр Яковлевич Бондарев^{1✉}, Евгений Александрович Водолазов²,
Александр Николаевич Кузнецов³

^{1,3}ФНЦ Всероссийский НИИ экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко
РАН, Москва, Россия

²Комитет ветеринарии при Правительстве Калужской области, Калуга, Россия

¹alexander200104@gmail.com

²kaminoaya24@gmail.com

³epizotologvet677@mail.ru

АНАЛИЗ ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ВСПЫШЕК ГРИППА ПТИЦ В КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Цель исследования – провести анализ эпизоотической обстановки по высокопатогенному гриппу птиц в Калужской области, включающий изучение источников и маршрутов распространения заболевания, рассмотреть эффективные методы диагностики и профилактики ВГП в условиях данного региона. Зарегистрированные вспышки среди диких и домашних птиц вируса гриппа подтипов H5N1, H7N9 и H9N2 говорят об активной мутации вируса и появлении «агрессивных» штаммов, которые могут заражать не только птицу, но и человека. В ходе проведенного исследования зафиксированы регистрации вспышек данного заболевания среди представителей птиц отряда ржанкообразных, ставших основным источником распространения в регионе за 2023 г. Очаги заболевания были обнаружены в 7 районах. За отчетный период было успешно ликвидировано 12 очагов птичьего гриппа, которые находились в административных районах области. Мероприятия по борьбе с заболеванием проводились в соответствии с приказом Министерства сельского хозяйства «Об утверждении Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов высокопатогенного гриппа птиц». В период 2022–2023 гг. в Калужской области зафиксировано активное распространение нескольких штаммов вируса гриппа птиц, вызывающее беспокойство у специалистов в области сельского хозяйства. Вспышки гриппа птиц зарегистрированы у собственников лично-подсобных и крестьянско-фермерских хозяйств, что подчеркивает актуальность этой проблемы. Благодаря высокому уровню биобезопасности на крупных птицеводческих предприятиях региона не было зарегистрировано вспышек гриппа птиц. Риск заражения домашней птицы был сведен к минимуму благодаря усилиям Государственной ветеринарной службы, владельцев птицеводческих предприятий и информационно-разъяснительной работе с населением в регионе.

Ключевые слова: грипп птиц, эпизоотическая обстановка, мониторинг гриппа птиц, антигенный дрейф, антигенный шифт, реассортация, чайки, профилактика гриппа птиц, вакцинация

Для цитирования: Бондарев А.Я., Водолазов Е.А., Кузнецов А.Н. Анализ эпизоотической ситуации и мероприятия по предотвращению вспышек гриппа птиц в Калужской области // Вестник КрасГАУ. 2026. № 2. С. 102–110. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-2-102-110.

Alexander Yakovlevich Bondarev¹✉, Evgeny Aleksandrovich Vodolazov², Alexander Nikolaevich Kuznetsov³

^{1,3}FSC All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Skryabin and Ya.R. Kovalenko of the RAS, Moscow, Russia

²Veterinary Committee under the Government of the Kaluga Region, Kaluga, Russia

¹alexander200104@gmail.com

²kaminoaya24@gmail.com

³epizotologvet677@mail.ru

ANALYSIS OF THE EPIZOOTIC SITUATION AND MEASURES TO PREVENT AVIAN INFLUENZA OUTBREAKS IN THE KALUGA REGION

The objective of this study is to analyze the epizootic situation for highly pathogenic avian influenza in the Kaluga Region, including examining the sources and routes of disease spread, and to examine effective methods for diagnosing and preventing avian influenza in this region. Recorded outbreaks of H5N1, H7N9, and H9N2 influenza viruses among wild and domestic birds indicate active mutation of the virus and the emergence of aggressive strains that can infect not only birds but also humans. The study documented outbreaks among Charadriiformes, which became the main source of infection in the region in 2023. Outbreaks were detected in seven districts. During the reporting period, 12 avian influenza outbreaks, located in the administrative districts of the region, were successfully eradicated. Disease control measures were carried out in accordance with the order of the Ministry of Agriculture "On approval of Veterinary rules for the implementation of preventive, diagnostic, restrictive and other measures, the establishment and cancellation of quarantine and other restrictions aimed at preventing the spread and eliminating foci of highly pathogenic avian influenza". In 2022–2023, the active spread of several avian influenza virus strains was recorded in the Kaluga Region, causing concern among agricultural specialists. Outbreaks of avian influenza were reported among owners of private farms and peasant farms, highlighting the urgency of this problem. Due to high levels of biosecurity, no outbreaks of avian influenza were reported at large poultry farms in the region. The risk of infection among poultry was minimized through the efforts of the State Veterinary Service, poultry farm owners, and public awareness campaigns in the region.

Keywords: avian influenza, epizootic situation, avian influenza monitoring, antigenic drift, antigenic shift, reassortment, gulls, avian influenza prevention, vaccination

For citation: Bondarev AYa, Vodolazov EA, Kuznetsov AN. Analysis of the epizootic situation and measures to prevent avian influenza outbreaks in the Kaluga Region. *Bulletin of KSAU*. 2026;(2):102-110. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-2-102-110.

Введение. Возбудитель птичьего гриппа (ВГП), в особенности штаммы, принадлежащие к H5 и H7, представляют серьезную угрозу для экономического сектора, особенно отраслей, занимающихся разведением сельскохозяйственной и сохранением редких видов птиц. Геном вируса возбудителя состоит из восьми фрагментов, на основе аминокислотной последовательности сайта расщепления белка гемагглютинина (НА) ВГП подразделяются на две категории: высокопатогенные (ВП) и низкопатогенные (НП). Высокопатогенные подтипов H5 или H7 обычно имеют многоосновной сайт рас-

щепления, что способствует системной инфекции, в то время как низкопатогенные ВГП имеют ограниченный одноосновной сайт, что препятствует репликации в определенных тканях. В ряде стран, в том числе в Японии, Южной Корее, Европе (Германия, Польша и Франция, 2023) и Северной Америке (США, 2024), за последние три года была применена стратегия убой зараженной птицы и стад в зонах риска вокруг зараженных ферм для борьбы с высокопатогенным птичьим гриппом [13]. Массовый забой домашней птицы был ответом на вспышки вирусов клад 2.3.4.4b H5N8 и H5N1. На дан-

ный момент Всемирная организация здравоохранения животных (ВОАИ) рекомендует ежегодную вакцинацию восприимчивого поголовья птицы, и все больше стран, включая США, принимают этот метод борьбы с инфекцией птиц. В Российской Федерации данная мера вступает в силу при возникновении риска заражения и/или наличии неблагополучных пунктов и вспышек в регионе. При этом большинство ученых полагают, что вакцинация против высокопатогенного штамма H5 считается неэффективной и применяют общепринятую систему «stamping-out». Разработка оптимальной схемы вакцинации является одной из актуальных проблем в российском птицеводстве. Необходимо учитывать множество факторов, таких как сезонность возбудителя, состояние эпизоотии в различных регионах, маршруты миграции перелетных птиц и другие аспекты.

Дикие птицы, мигрирующие на дальние расстояния, играют важную роль в распространении разнообразных штаммов вируса птичьего гриппа, содержащих различные гемагглютинины (HA) и нейраминидазы (N). Способность гемагглютинина пенетрировать в клетки-хозяев играет важную роль в процессе заражения вирусом, так как связь с рецепторами сиаловой кислоты на поверхности клеток объясняет специфичность различных подтипов вируса гриппа А к хозяину. Изменение всего одной аминокислоты в белке H5 достаточно для изменения специфичности связывания рецепторов вирусов A/H5N1, что оказывает существенное влияние на возможность межвидового заражения. Гемагглютинин также является ключевой целью защитного гуморального иммунитета, который нейтрализует антитела, направленные против вируса. Нейраминидаза способствует распространению вирионов в организме хозяина путем расщепления гликозидных связей с сиаловой кислотой на клетках хозяина и поверхности вирусных частиц. Белок M2, играющий ключевую роль в pH-зависимой диссоциации матриксных белков от нуклеокапсида во время раздевания вируса и изменения pH в транс-аппарате Гольджи во время созревания молекул гемагглютинина, также является мишенью для адамантанов (амантадина и римантадина).

Эти птицы могут быть носителями вирусов различных типов, что представляет потенциальную угрозу для возникновения новых, более агрессивных форм вируса. Активный обмен гене-

тическим материалом между различными штаммами вируса поддерживает широкое разнообразие генетических линий и происходит в основном среди диких птиц, принадлежащих к отрядам гусеобразных и ржанкообразных [8, 9]. Морские птицы, с их жизненным циклом, поиском пищи и активной миграцией, являются значительными переносчиками ВГП на больших расстояниях. Изобилие различий в видовых характеристиках среди морских птиц также представляет собой проблему в прогнозировании развития HPAI среди этой ранее малоизученной группы видов. Видовые различия во взаимодействии других подтипов AIV, включая LPAIV, могут влиять на восприимчивость к HPAIV и его исход между популяциями хозяев и определять видоспецифичные пути вирусной реассортации и появления новых штаммов с измененными биологическими характеристиками.

Воздействие различных подтипов AIV, включая LPAIV, на чувствительность к HPAIV и результат в различных хозяйственных популяциях, а также формирование уникальных маршрутов вирусной реассортации и образование новых штаммов с измененными биологическими свойствами, может быть обусловлено видовыми особенностями.

За последние 20 лет было зарегистрировано около 2800 случаев заражения человека различными подтипами вирусов гриппа птиц, включая H3 (H3N8), H5 (HPAI H5N1, H5N6 и H5N8), H6, H7, H9 (LPAI H9N2) и H10. Эта межвидовая передача представляет собой серьезную проблему общественного здравоохранения из-за высоких показателей заболеваемости и смертности, связанных с заражением людей птичьим гриппом. С 1977 г. произошло более 1000 летальных случаев в разных странах мира. Последние случаи птичьего гриппа вызвали серьезные убытки в различных популяциях животных, таких как домашняя и дикая птицы, а также некоторые виды млекопитающих, согласно информации из Всемирной организации здравоохранения животных (ВОАИ). Наблюдения за этими вспышками, произошедшими в десяти странах на трех континентах с 2022 г., акцентируют внимание на нарастающей скорости заражения среди млекопитающих. Однако потенциал вирусов H5N1 и H7N9 вызвать пандемию гриппа гораздо выше, чем у других подтипов AIV. Согласно некоторым отчетам, передача гриппа от человека к человеку все еще остается

неустойчивой и ограниченной. Необходимо тщательное наблюдение за птичьим гриппом, так как возникший рост опасности связан с возможностью мутирования вируса, что увеличивает вероятность заражения людей. Раннее выявление и оперативная реакция на эпидемии этого заболевания среди человеческого населения становятся приоритетными мерами предосторожности.

Распространение «новых» штаммов вируса в различных регионах гнездования возникает при контакте здорового поголовья с птицей-реконвалесцентом в периоды миграций, что способствует концентрации различных клон ВГП. В свою очередь, это создает более устойчивые штаммы для заражения различных видов животных как внутри вида, так и за его пределами. Таким образом, надзор за птичьим гриппом у диких птиц в основном проводится вдоль восьми основных миграционных путей: Атлантический, Черноморско-Средиземноморский, Восточная Африка – Западная Азия, Центральная Азия – Индия, Восточная Азия – Австралия, Америка – Тихий океан, Америка – Миссисипи и Америка – Атлантика.

В течение последних двух лет в Российской Федерации произошли несколько вспышек птичьего гриппа среди домашней птицы, что связано с высокой генетической изменчивостью вируса. Наблюдаются случаи появления низкопатогенных штаммов вируса, которые не проявляют явных симптомов у птиц. Возникновение потенциальных новых штаммов вируса объясняется двумя основными факторами: антигенный дрейф и антигенный шифт. Антигенный шифт и дрейф вируса птичьего гриппа происходит за счет действия фермента РНК-полимеразы вириона ГП, что приводит к появлению новых антигенных характеристик. Эти изменения в геноме вируса стимулируют обмен сегментами и реассортацию, что усиливает его вирулентность. В результате образуются штаммы, сочетающие черты разных линий и способные заражать новых носителей. Мутации в геноме не только придают вирусу новые свойства, но также способствуют появлению новых генетических групп и подгрупп.

Важно разработать программы для контроля эпидемий у млекопитающих и улучшить диагностику ВГП через оптимизированный мониторинг. Повышенные социально-экономические преграды и недостаточные стратегии отбора

проб затрудняют эпиднадзор ВГП у млекопитающих. У некоторых инфицированных млекопитающих с ВГП проявляются незначительные или атипичные признаки, что затрудняет диагностику болезни.

Цель исследования – провести эпизоотологический мониторинг в Калужской области по высокопатогенному гриппу птиц, включающий изучение «новых» источников и маршрутов распространения заболевания, рассмотреть эффективные методы диагностики и профилактики ВГП в условиях данного региона.

Объекты и методы. Исследования проведены с применением материалов, предоставленных Комитетом ветеринарии при правительстве Калужской области, включающих Приказ Министерства сельского хозяйства от 24.03.2021 № 158 «Об утверждении Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов высокопатогенного гриппа птиц»; план мероприятий по ликвидации эпизоотического очага высокопатогенного гриппа птиц; план по предотвращению распространения возбудителя ВГП на территории Калужской области.

Калужская область входит в состав Центрального федерального округа, граничит с Московской, Брянской, Орловской, Тульской, Смоленской областями. В составе области имеются 24 муниципальных района и 2 городских округа. На территории области располагаются и осуществляют производственную деятельность по производству мяса птицы ряд крупных птицеводческих предприятий, а также более сотни лично-подсобных и крестьянско-фермерских хозяйств (ЛПХ и КФХ). Мониторинговые исследования для выявления циркуляции вируса птичьего гриппа в благоприятных регионах проводятся не реже одного раза в квартал на промышленных предприятиях закрытого типа. В рамках этих исследований дважды в год проводятся проверки для подтверждения благополучия территорий субъектов Российской Федерации. Целевыми популяциями в организации мониторинговых исследований на птицефабрике являются все виды сельскохозяйственных птиц, а также синантропные и (или) дикие птицы, обитающие в регионе.

Результаты и их обсуждение. В настоящее время проблемы возникновения вспышек в стране связаны с усилением вирулентности штаммов в связи с высокой репрезентативностью выборки восприимчивых организмов, распространением более «агрессивных» штаммов птичьего гриппа с вытеснением «полевых» изолятов и выделением «новых» потенциальных источников-резервуаров инфекции. Циркуляция

нескольких клад различных штаммов вирусов, обнаруженных в регионе, могут серьезно повлиять на состояние здоровья не только животных, но и людей. В 2022 г. на территории Калужской области было зафиксировано 12 случаев заражения домашней птицы штаммами H5N1 и H7N9, дикой – H5N8. Очаги заболевания находились в 7 районах области (рис. 1).

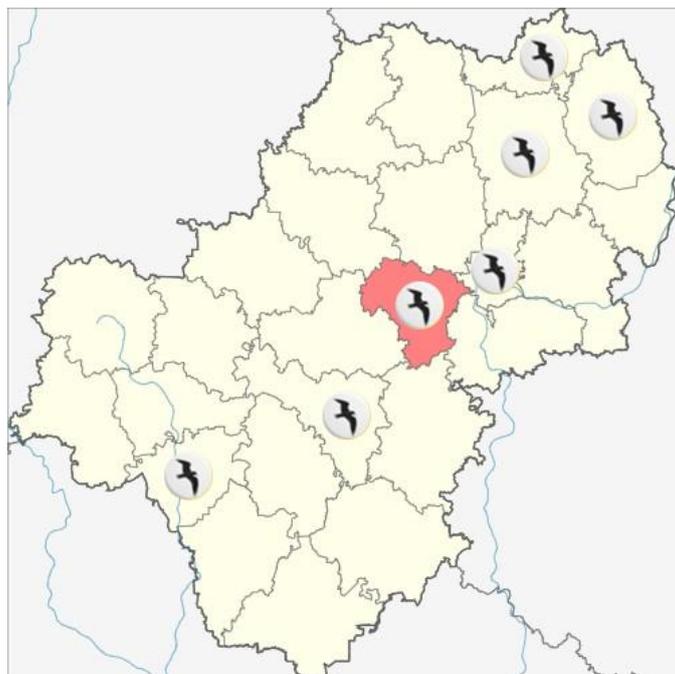


Рис. 1. Очаги инфекции, выявленные на территории Калужской области в 2022 г. (красным обозначен областной центр)

Foci of infection detected in the Kaluga region in 2022 (the regional cent is marked in red)

Заражению подвергались домашние птицы, содержащиеся в ЛПХ и приусадебных участках граждан. Крупные птицеводческие предприятия не пострадали. Возникновение вспышек инфекции началось с покупки владельцами ЛПХ инфицированного молодняка птицы на ярмарках, что позволило распространить вирус в другие районы области.

Отличительной особенностью заболевания стало его молниеносное развитие. Обычные клинические признаки гриппа отсутствовали, но наблюдались отказ от корма, снижение активности. При обследовании павших особей выявлены скрытые патологии: незначительные кровоизлияния, воспаление поджелудочной железы, ее консистенция дряблая, разрушающаяся при наименьшем контакте, селезенка увеличена, с точечными кровоизлияниями на поверхности, наличие экссудата в двенадцатиперстной

кишке, слизистая отечная с кровоизлияниями. Участки геморрагий выявлены на органах репродуктивной системы и легких. У отдельных павших особей имелись серозные выделения из носовых отверстий.

В ходе проведения оздоровительных мероприятий за период 2022 г. в Калужской области были ликвидированы 12 очагов птичьего гриппа, которые находились в семи административных районах области и Калуге. Мероприятия по ликвидации очагов заболевания проводились в соответствии с Приказом МСХ РФ «Об утверждении Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов высокопатогенного гриппа птиц». По каждому случаю заболевания губерна-

тором области накладывался карантин и утвержден план ликвидационных мероприятий.

Для предотвращения дальнейшего заражения пришлось пойти на радикальные меры: уничтожить всех птиц не только в 12 очагах заражения, но и в радиусе 5–10 км вокруг них. Всего в ходе проведения мероприятий было изъято и уничтожено 21 тыс. особей домашней птицы из личных подсобных хозяйств. В соответствии с приказами Комитета ветеринарии при Правительстве Калужской области ветеринарными специалистами был организован обход личных подсобных хозяйств, поселков, деревень, СНТ и других населенных пунктов. В период обхода была проведена разъяснительная беседа с гражданами, подсчет домашней птицы, ознакомление владельцев, содержащих домашнюю птицу, с мерами профилактики гриппа птиц. При обнаружении павшей дикой, синантропной и домашней птицы патологические материалы герметично упаковывались и отправлялись в ГБУ Калужской области «Областные СББЖ и ветлаборатория» для исследования на ВГП. На территории эпизоотических очагов проводились профилактические и ликвидационные мероприятия.

Решением специальной противоэпизоотической комиссии в Калужском регионе в 2022 г. вок-

руг птицеводческих предприятий созданы буферные зоны. На расстоянии не менее 5 км от крупных хозяйств рекомендовано не заниматься птицеводством без обеспечения высокого уровня биологической защиты. При этом предусмотрены меры компенсации для полного отказа от содержания домашней птицы. Это позволило повысить уровень биобезопасности предприятий. Применение вакцинации в качестве профилактики для крупных птицефабрик не рекомендовано.

В 2023 г. на территории Калужской области зарегистрирован 1 случай вируса гриппа птиц у чаек. Это говорит о том, что в результате мутаций вируса чайки стали более восприимчивы к нему, тем самым стали основными источниками распространения инфекции (рис. 2).

Во время летнего периода, когда птицы первого года жизни начинают покидать свои гнездовья, повышается риск заражения домашней птицы вирусом гриппа птиц. Это связано с тем, что колонии диких птиц, гнездящихся вдоль береговой линии водной инфраструктуры, начинают перемещаться вглубь суши, где могут пересекать районы птицеводства. Миграция зараженной птицы приводит к перемещению вируса к новому, более потенциальному хозяину.



Рис. 2. Очаг инфекции, выявленный на территории Калужской области в 2023 г. (красным обозначен областной центр)
A focus of infection detected in the Kaluga region in 2023 (the regional cent is marked in red)

Всего за период карантина было обнаружено и уничтожено 192 павших чайки, проведено 175 лабораторных диагностических исследований. После ликвидации очага заболевания у чаек случаев регистрации гриппа птиц у других видов (уток, гусей и других) установлено не было. На сегодняшний день штамм H5N1 претерпел изменения, что позволило чайкам проще заражать оседлые виды птиц. Беспокоит тот факт, что чайки могут распространять этот вирус как на фермах, где содержится домашняя птица, так и среди удаленных колоний морских птиц, создавая всеобщую угрозу. Для большинства регионов Российской Федерации этот вид птиц стал синантропом. Основными местами гнездования чаек являются пруды, озера, поймы и дельты рек, болота. В связи с возникновением вспышек среди поголовья дикой околородной птицы стоит осуществлять мониторинг численности птицы, особенно представителей, относящихся к объектам охоты. Учет дикой птицы должен проводиться 3 раза в год – весной, летом и осенью. Это поможет отслеживать весеннюю миграцию, процессы гнездования после выведения птенцов и осеннюю миграцию. В учетном листе должны отражаться вид птицы, количество встреченных особей на данной территории, описание маршрута или наблюдательной площадки. С 2023 г. в некоторых регионах РФ данная мера начала применяться.

Основными задачами при возникновении вспышек ВГП стало проведение работ по повышению уровня биозащиты предприятий, работающих в режиме закрытого типа, и усилению контроля за исполнением ветеринарного законодательства; применение принципа регионализации; обеспечение прослеживаемости продукции с помощью информационных систем.

Основными мерами профилактики остаются повышение уровня биобезопасности птицеводческих предприятий, активный мониторинг инфекции среди дикой перелетной птицы. Решение применения вакцин должно основываться на оценке всевозможных рисков. Крупные предприятия должны работать в режиме «закрытого» типа, применять системы дезинфицирующих барьеров, проводить обязательную дезинфекцию помещений после освобождения каждой партии птицы и тары для приемки продукции.

Заключение. Борьба с вирусными заболеваниями птиц в сельском хозяйстве должна быть ориентирована на предупреждение. В экономическом плане птицеводство занимает лидирующее положение среди отраслей сельского хозяйства в России. Наблюдаемая на территории Калужской области активная циркуляция нескольких высокопатогенных штаммов вируса гриппа птиц в 2022–2023 гг. стала причиной серьезной тревоги среди специалистов в области ветеринарии. Значительный интерес к данной теме объясняется тем, что варианты вируса, идентифицированные в данном регионе, могут оказать заметное влияние на здоровье как животных, так и человека. Важно отметить, что зарегистрированные вспышки гриппа птиц возникали у владельцев частных подсобных хозяйств. Вспышки гриппа птиц на крупных птицеводческих предприятиях региона не зафиксированы, что говорит о высоком уровне биобезопасности. Благодаря работе Государственной ветеринарной службы, владельцев крупных птицеводческих предприятий и проведенной информационно-разъяснительной работе с гражданами в регионе удалось минимизировать риск заражения поголовья домашней птицы.

Возможный пик инфекции стоит ожидать в период массовой миграции дикой перелетной птицы (апрель – май, сентябрь – октябрь). В перечень тревожных факторов добавляется обнаружение инфицирования людей новыми штаммами вирусов гриппа. Стоит усилить контроль за соблюдением ветеринарных правил по содержанию птицы как на крупных птицеводческих предприятиях, так и в лично-подсобных и крестьянско-фермерских хозяйствах. Текущая ситуация с ВГП требует дополнительного изучения и разработки мер по предотвращению будущих эпидемий. Для обеспечения эффективной борьбы с эпидемиями необходимо обеспечить доступ к референтным штаммам и последовательностям вакцинных вирусов, а также гибкость в быстрой адаптации разрешенных вакцин к изменяющимся штаммам вирусов. Наблюдение за распространением инфекции, проведение эффективных санитарных и противозооотических мероприятий станут ключевыми в обеспечении здоровья населения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ирза В.Н., Волков М.С., Варкентин А.В. О текущей панзоотии высокопатогенного гриппа птиц // Эффективное животноводство. 2022. № 5. С. 85–86. EDN: RCSITL.
2. Захарова О.И., Бурова О.А., Торопова Н.Н., и др. Высокопатогенный грипп птиц в мире: стратегии вакцинации (обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. Т. 23, № 3. С. 295–306. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.3.295-306. EDN: HMLRJQ.
3. Ирза В.Н. Грипп птиц. Эпизоотическая ситуация по гриппу птиц в мире и Российской Федерации. Мероприятия при гриппе птиц // Труды Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии им. Я.П. Коваленко. 2021. Т. 82. С. 250–254. EDN: XPSPOC.
4. Zhang X., Zhang F., Chen N., et al. A Rationally Designed H5 Hemagglutinin Subunit Vaccine Provides Broad-Spectrum Protection against Various H5Nx Highly Pathogenic Avian Influenza Viruses in Chickens // Vaccines (Basel). 2024. Vol. 12, N 8. P. 932. DOI: 10.3390/vaccines12080932.
5. Wu P., Lu J., Zhang X. et al. Single Dose of Consensus Hemagglutinin-Based Virus-Like Particles Vaccine Protects Chickens against Divergent H5 Subtype Influenza Viruses // Frontiers in Immunology. 2017. Vol. 8. Art. 1649. DOI: 10.3389/fimmu.2017.01649.
6. Бондарев А.Я., Евстафьев Д.М. Высокопатогенный грипп птиц: современное состояние, распространение вируса и меры борьбы. В сб.: VIII Всероссийская (национальная) научная конференция с международным участием «Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий», Новосибирск, 20 декабря 2023 г. Новосибирск: Золотой колос, 2023. С. 331–335. EDN: PCYLCX.
7. Gonzalez R.S. Unravelling the pathobiological diversity of highly pathogenic avian influenza in birds [dissertation]. Belaterra, 2019. 212 p. EDN: AXIYVG.
8. Astill J., Dara R.A., Fraser E.D.G, et al. Detecting and predicting emerging disease in poultry with the implementation of new technologies and big data: A focus on Avian Influenza Virus // Front. Vet. Sci. 2018. Vol. 5, N 1. P. 263. DOI: 10.3389/fvets.2018.00263.
9. Ssematimba A., Charles K.M.St., Bonney P.J., et al. Analysis of geographic location and pathways for influenza A virus infection of commercial upland game bird and conventional poultry farms in the United States of America // BMC Vet. Res. 2019. Vol. 15, N 1. P. 147. DOI: 10.1186/s12917-019-1876-y.
10. Backer J.A., Van Roermund H.J., Fischer E.A., et al. Controlling highly pathogenic avian influenza outbreaks: An epidemiological and economic model analysis // Prev. Vet. Med. 2015. Vol. 121, N 1-2. P. 142–150. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2015.06.006.
11. Taubenberger J.K., Morens D.M. The pathology of influenza virus infections // Annu. Rev. Pathol. 2008. Vol. 3, N 1. P. 499–522. DOI: 10.1146/annurev.pathmechdis.3.121806.154316.
12. Romanutti C., Keller L., Zanetti F.A. Current status of virus-vectored vaccines against pathogens that affect poultry // Vaccine. 2020. Vol. 38, N 45. P. 6990–7001. DOI: 10.1016/j.vaccine.2020.09.013.
13. Bergervoet S.A., Pritz-Verschuren S.B.E., Gonzales J.L., et al. Circulation of low pathogenic avian influenza (LPAI) viruses in wild birds and poultry in the Netherlands, 2006–2016. DOI: 10.1038/s41598-019-50170-8.

References

1. Irza VN, Volkov MS, Varkentin AV. On the current panzootics of highly pathogenic avian influenza. *Efficient animal husbandry*. 2022;5:85-86. EDN: RCSITL.
2. Zakharova OI, Burova OA, Toropova NN, et al. Highly pathogenic avian influenza in the world: vaccination strategies (review). *Agrarian Science of the Euro-North-East*. 2022;23(3):295-306. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.3.295-306. EDN: HMLRJQ.
3. Irza VN. Avian influenza. The epizootic situation of avian influenza in the world and the Russian Federation. Measures for avian influenza. *Proceedings of the All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary named after Ya.R. Kovalenko*. 2021;82:250-254. EDN: XPSPOC. DOI: 10.31016.

4. Zhang X, Zhang F, Chen N, et al. A Rationally Designed H5 Hemagglutinin Subunit Vaccine Provides Broad-Spectrum Protection against Various H5Nx Highly Pathogenic Avian Influenza Viruses in Chickens. *Vaccines (Basel)*. 2024;12(8):932. DOI: 10.3390/vaccines12080932.
5. Wu P, Lu J, Zhang X, et al. Single Dose of Consensus Hemagglutinin-Based Virus-Like Particles Vaccine Protects Chickens against Divergent H5 Subtype Influenza Viruses. *Frontiers in Immunology*. 2017;8:1649. DOI: 10.3389/fimmu.2017.01649.
6. Bondarev AYa, Evstafiev DM. Highly pathogenic avian influenza: current state, virus spread and control measures. In: *VIII All-Russian (national) Scientific Conference with international participation "The role of agricultural science in the sustainable development of rural areas"*, 20 Dec 2023, Novosibirsk. Novosibirsk: Zolotoy kolos; 2023. P. 331–335. EDN: PCYLCX.
7. Gonzalez RS. *Unraveling the pathobiological diversity of highly pathogenic avian influenza in birds* [dissertation]. Belaterra; 2019. 212 p. EDN: AXIYVG.
8. Astill J, Dara RA, Fraser EDG, et al. Detecting and predicting emerging disease in poultry with the implementation of new technologies and big data: A focus on Avian Influenza Virus. *Front. Vet. Sci*. 2018;5(1):263. DOI: 10.3389/fvets.2018.00263.
9. Ssematimba A, Charles KMSt, Bonney PJ, et al. Analysis of geographic location and pathways for influenza A virus infection of commercial upland game bird and conventional poultry farms in the United States of America. *BMC Vet. Res*. 2019;15(1):147. DOI: 10.1186/s12917-019-1876-y.
10. Backer JA, Van Roermund HJ, Fischer EA, et al. Controlling highly pathogenic avian influenza outbreaks: An epidemiological and economic model analysis. *Prev. Vet. Med*. 2015;121(1-2):142-150. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2015.06.006.
11. Taubenberger JK, Morens DM. The pathology of influenza virus infections. *Annu. Rev. Pathol*. 2008;3(1):499-522. DOI: 10.1146/annurev.pathmechdis.3.121806.154316.
12. Romanutti C, Keller L, Zanetti FA. Current status of virus-vectored vaccines against pathogens that affect poultry. *Vaccine*. 2020;38(45):6990-7001. DOI: 10.1016/j.vaccine.2020.09.013.
13. Bergervoet SA, Pritz-Verschuren SBE, Gonzales JL, et al. *Circulation of low pathogenic avian influenza (LPAI) viruses in wild birds and poultry in the Netherlands, 2006–2016*. DOI: 10.1038/s41598-019-50170-8.

Статья принята к публикации 01.11.2025 / The article accepted for publication 01.11.2025.

Информация об авторах:

Александр Яковлевич Бондарев, младший научный сотрудник Центра биологической обработки продуктов питания

Евгений Александрович Водолазов, председатель комитета ветеринарии при Правительстве Калужской области

Александр Николаевич Кузнецов, ассистент лаборатории диагностики и контроля антибиотикорезистентности возбудителей наиболее клинически значимых инфекционных заболеваний животных

Information about the authors:

Alexander Yakovlevich Bondarev, Junior Researcher, Center for Biological Processing of Food Products
Evgeny Aleksandrovich Vodolazov, Chairman of the Veterinary Committee under the Government of the Kaluga Region

Alexander Nikolaevich Kuznetsov, Assistant, Laboratory for the Diagnosis and Monitoring of Antibiotic Resistance in Pathogens Causing the Most Clinically Significant Infectious Animal Diseases