

А.В. Фролов^{1,2} ✉А.В. Рузина^{1,2}Н.В. Васюков^{1,2}Т.Н. Рождественская^{1,2}

¹Общество с ограниченной ответственностью «НПП «АВИВАК»», Санкт-Петербург, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Москва, Россия

✉ a.frolov@avivac.com

Поступила в редакцию: 10.02.2025

Одобрена после рецензирования: 10.03.2025

Принята к публикации: 24.03.2025

© Фролов А.В., Рузина А.В., Васюков Н.В., Рождественская Т.Н.

Aleksey V. Frolov^{1,2} ✉Anna V. Ruzina^{1,2}Nikolay V. Vasyukov^{1,2}Tatyana N. Rozhdestvenskaya^{1,2}

¹Limited Liability Company «SPE «AVIVAC», St. Petersburg, Russia

²Federal Scientific Centre VIEV, Moscow, Russia

✉ a.frolov@avivac.com

Received by the editorial office: 10.02.2025

Accepted in revised: 10.03.2025

Accepted for publication: 24.03.2025

© Frolov A.V., Ruzina A.V., Vasyukov N.V., Rozhdestvenskaya T.N.

Активность вакцин против гриппа птиц подтипа H9 и ньюкаслской болезни при иммунизации цыплят яичного направления

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Защитой от клинического проявления гриппа птиц подтипа H9 (далее — ГП (H9)) является уровень напряженности иммунитета против болезни, который обеспечивается переболеванием птиц или их иммунизацией. Последствия постинфекционного иммунитета не исключают снижения производственных показателей, поэтому целесообразно обеспечить формирование поствакцинального иммунитета у птиц. В развитии патологии при гриппе птиц важным является взаимосвязь эпизоотической ситуации по болезни Ньюкасла (далее — НБ) и данной инфекцией. Значительные различия в формировании поствакцинального иммунитета против ГП (H9) у цыплят ремонтного молодняка могут быть обусловлены использованием различных вакцин.

Цель работы — сравнительная оценка эффективности применения как моновакцин против ГП (H9), так и бивалентных вакцин против данной инфекции и НБ с учетом различия адъювантов в этих препаратах.

Методы. Для исследований были сформированы четыре опытные (по 20 гол.) и одна контрольная (в количестве 10 гол.) группа цыплят. В опыте использованы птицы не иммунизированные против ГП (H9). В опытных группах вакцинация цыплят проводилась инактивированными вакцинами в возрасте 30 сут. с последующей их ревакцинацией с месячным интервалом. Отбор сывороток крови проводили каждые две недели с момента первичной иммунизации цыплят. Оценка уровня напряженности иммунитета против ГП (H9) и НБ осуществлялась при постановке РТГА со специфическими антигенами.

Результаты. Установлена зависимость интенсивности и уровня формирования поствакцинального иммунитета в зависимости от различия в валентности применяемых вакцин и используемых адъювантов. Применение моновакцин против ГП (H9) не позволило получить принципиального преимущества перед использованием бивалентных вакцин против ГП (H9) и НБ с учетом используемых адъювантов.

Ключевые слова: вакцина, иммунитет, грипп птиц, болезнь Ньюкасла, антитела, вакцинация, цыплята

Для цитирования: Фролов А.В., Рузина А.В., Васюков Н.В., Рождественская Т.Н. Активность вакцин против гриппа птиц подтипа H9 и болезнь Ньюкасла среди цыплят яичного направления. *Аграрная наука*. 2025; 393(04): 34–39.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-393-04-34-39>

Vaccination activity against avian influenza subtype H9 and Newcastle disease during immunization of egg-laying chickens

ABSTRACT

Relevance. The basis of protection against clinical expression of avian influenza subtype H9 (hereafter referred to as H9) is the level of immunity to this infection. The consequences of post-infection immunity do not exclude a decrease in production performance. It is therefore a priority to ensure post-vaccination immunity in birds. In the pathology of birds, the relationship between the epizootic situation of Newcastle disease (hereinafter — ND) and AI (H9) is important. Significant differences in the development of post-vaccination immunity against AI (H9) in replacement chickens may be due to the vaccines used in farms.

The aim of the work is to compare the effectiveness of both monovaccines against HP (H9) and bivalent vaccines against this infection and NB, taking into account the differences in adjuvants in these drugs.

Methods. Four experimental (20 heads each) and one control (10 heads each) group of chickens were formed for research. The experiment used birds that are not immune to HP (H9). In the experimental groups, chickens were vaccinated with inactivated vaccines at the age of 30 days, followed by their revaccination with a monthly interval. Blood serum sampling was performed every two weeks from the moment of initial immunization of chickens. The assessment of the level of immunity tension against GP (H9) and NB was carried out when RTGA was administered with specific antigens.

Results. The dependence of the intensity and level of post-vaccination immunity on the difference in valence of the vaccines and adjuvants used was established. The use of monovaccines against AI (H9) did not provide a fundamental advantage over the use of bivalent vaccines against AI (H9) and ND, taking into account the adjuvants used.

Key words: vaccine, immunity, bird flu, Newcastle disease, antibodies, vaccination, chickens

For citation: Frolov A.V., Ruzina A.V., Vasyukov N.V., Rozhdestvenskaya T.N. Vaccination activity against avian influenza subtype H9 and Newcastle disease during immunization of egg-laying chickens. *Agrarian science*. 2025; 393(04): 34–39 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-393-04-34-39>

Введение/Introduction

Грипп птиц, классическая или европейская чума, экссудативный тиф, брауншвейгская болезнь кур — высококонтагиозная, особо опасная, зооантропонозная болезнь, характеризующаяся многообразными вариантами с патогенетическими проявлениями¹.

Первое упоминание о птичьем гриппе относится к 1878 году. На севере Италии ветеринарный врач Э. Перрончито описал заразное и крайне смертоносное заболевание, поражающее домашнюю птицу. Это заболевание, названное «птичьей чумой», сначала ошибочно принимали за острую септическую форму птичьей холеры. В 1880 году, вскоре после публикации этого первого описания, Ривольта и Дельпрато показали, что эта болезнь обладает патолого-клиническими свойствами, отличающими ее от птичьей холеры, и назвали ее «тиф экссудативный у кур» [1].

Вирусы гриппа А типа относятся к семейству *Orthomyxoviridae* (греч. *orthos* — правильный, прямой, *myxa* — слизь) и представляют собой РНК-содержащие сложные (оболочечные) вирусы, которые выделяются от различных видов птиц и млекопитающих, включая человека [2, 3].

В соответствии с Кодексом МЭБ² вирусы гриппа птиц типа А подразделяются на высокопатогенные и низкопатогенные, последние не подлежат обязательной нотификации [2, 4, 5].

Вирус гриппа птиц (далее — ГП) подтипа H9N2 впервые выделен и изучен в 1966 г. в США. В Штатах распространение этой инфекции имело место среди диких птиц и индеек [6]. В Азии до 1990-х гг. вирус подтипа H9N2 обнаруживали только среди диких водоплавающих птиц, но по мере распространения его начали выявлять и среди домашних птиц [7–9]. Широкое распространение данного вируса по всему миру началось в конце XX века [10].

У вирусов гриппа птиц, в том числе ГП (H9), установлена способность обмениваться генетическим материалом, которая повышает вероятность эволюции и появления вирусов с неизвестными свойствами, в том числе с высоким пандемическим потенциалом [11, 12]. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) в связи с возможностью инфицирования свиней, хорьков, норок, собак, лошадей и людей вирусом гриппа птиц подтипа H9N2 и его пандемическим потенциалом уделяет пристальное внимание этому возбудителю инфекции наряду с ВПГ птиц подтипов H5, H7 с проведением работ по антигенной и генетической характеристике вируса для разработки средств специфической профилактики в целях готовности к возможной пандемии [5].

Начиная с 1999 г. регистрировались случаи заражения человека вирусом H9N2 в Китае, Бангладеш, Египте без развития тяжелых состояний.

Вирус H9N2 имеет сродство к рецепторам человека, однако подтвержденных случаев передачи вируса от человека к человеку до сих пор не представлено [5].

В 2012 году на территории РФ произошло первое выявление ГП (H9) на птицефабрике в Амурской области [3].

Эпизоотическая ситуация по низкопатогенному гриппу птиц подтипа H9 на протяжении последних лет остается актуальной для птицеводческого сектора РФ.

Диагностику гриппа в России проводят в соответствии с «Ветеринарными правилами лабораторной диагностики гриппа А птиц³», утвержденными приказом МСХ РФ от 3 апреля 2006 года № 105.

В начале распространения возбудителя ГП (H9) на территории РФ были ограничены возможности диагностики и вакцинопрофилактики данной болезни. Недостаток специфических наборов РТГА ГП (H9) приводил к тому, что при выявлении антигенов против ГП методом ИФА и исключения в РТГА гриппа птиц подтипов H5, H7 должного внимания данным результатам не оказывалось.

Необходимо отметить, что при проведении молекулярно-генетических исследований выявление генетического материала ГП (H9) было затруднено, в большинстве случаев регистрировали отрицательные результаты при серологическом подтверждении циркуляции возбудителя в хозяйстве.

Осложнению ситуации по ГП (H9) способствовали интенсивное распространение возбудителя по территории РФ и его пассажирование на неиммунном поголовье при недооценке значимости данной инфекции в патологии птиц.

Вирус гриппа подтипа H9, несмотря на его низкую вирулентность, способен на фоне скрытых инфекций и нарушений санитарно-зоотехнических параметров выращивания и содержания птицы вызывать клинически выраженное проявление болезни. При смешанных инфекциях, как вирусной, так и бактериальной этиологии, вирус гриппа H9 способствует развитию у птиц респираторного синдрома, особенно в ассоциации с вирусами ларинготрахеита птиц, болезни Ньюкасла, инфекционного бронхита кур, возбудителя респираторного микоплазмоза птиц. Всё это ведет к серьезным экономическим потерям, связанным с отходом птиц, выбраковкой, снижением продуктивных показателей птицы, ухудшением конверсии корма и затратами при проведении оздоровительно-профилактических мероприятий.

Использование радикальных мер в борьбе с гриппом птиц, вызванным низкопатогенным вирусом подтипа H9N2, экономически необоснованно, в данном случае вакцинация является наиболее эффективным и целесообразным инструментом в контроле заболевания [13].

¹ Бакулин В.А. Болезни птиц. СПб.: издатель В.А. Бакулин, издательский код по ОКВЭД 22.11.1. 2006; 76–92. ISBN 5-98456-021-6

² Кодекс здоровья наземных животных МЭБ Статья 10.4.1. Т. II. 2021; 688.

³ Приказ Минсельхоза РФ от 03.04. 2006 № 105 «Об утверждении ветеринарных правил лабораторной диагностики гриппа А птиц».

В большинстве случаев иммунопрофилактика гриппа птиц обусловлена применением инаktivированных вакцин, которые хорошо себя зарекомендовали во многих странах мира [14, 15].

На эффективность проведения иммунизации влияет большое количество факторов, в том числе применяемые вакцины.

Цель работы — сравнительная оценка эффективности применения как моновакцин против ГП (H9), так и бивалентных вакцин против данной инфекции и НБ с учетом различия адъювантов в этих препаратах.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Опыт проводили в условиях вивария Владимирского аграрного колледжа (г. Владимир, Россия).

В эксперименте были задействованы цыплята в возрасте 30 суток яичного направления кросса СП-789, содержащиеся в клеточных условиях, не иммунизированные против вируса гриппа птиц подтипа H9. Животные были разделены на четыре опытные (по 20 голов каждая) и одну контрольную (10 голов) группы.

В мае 2024 года цыплята, включенные в опытные группы, были иммунизированы инаktivированными вакцинами (табл. 1) посредством подкожной инъекции в область средней трети шеи в объеме 0,5 мл на голову. Через месяц, в июне 2024 года, проведена ревакцинация птиц внутримышечно в область грудной мышцы с использованием тех же вакцин.

За 5 суток до первого введения инаktivированных вакцин все цыплята в возрасте 25 сут., включая особей контрольной группы, были иммунизированы живой вакциной «АВИВАК-НБ» против болезни Ньюкасла, изготовленной на основе штамма «Ла-Сота». Вакцинацию проводили окулярным методом в соответствии с рекомендациями производителя (НПП «АВИВАК», Россия) — 1 доза на голову.

Данные мероприятия были направлены на формирование специфического иммунного ответа у птиц и оценку эффективности применяемых схем вакцинации. Все процедуры выполнялись с соблюдением инструкций по применению биопрепаратов и ветеринарно-санитарных норм.

Пробы крови у цыплят опытных и контрольной групп отбирали в день проведения иммунизации, а также с интервалом в две недели после введения инаktivированных вакцин. Забор крови осуществляли из подкрыльцевой вены с последующим центрифугированием для получения сыворотки. Все манипуляции с птицей проводили в строгом соответствии с принципами биоэтики в ветеринарии, обеспечивая минимизацию стресса и соблюдение гуманного обращения с животными.

Сыворотки крови исследовали на наличие специфических антител к вирусу гриппа птиц подтипа H9 и

Таблица 1. Схема эксперимента и характеристика используемых вакцин

Table 1. Experimental scheme and characteristics of vaccines

Группа цыплят	Вакцина
I	Инаktivированная сорбированная вакцина против гриппа птиц H9 на основе геля ГОА
II	Инаktivированная эмульсионная вакцина против гриппа птиц H9 на основе адъюванта Montanide ISA 70 VG
III	Инаktivированная эмульсионная вакцина против болезни Ньюкасла и гриппа птиц H9 на основе адъюванта «АВИВАК»
IV	Инаktivированная эмульсионная вакцина против болезни Ньюкасла и гриппа птиц H9 на основе адъюванта Montanide ISA 70 VG

возбудителю болезни Ньюкасла с использованием реакции торможения гемагглютинации (РТГА). Для проведения анализа применяли коммерческие диагностические наборы, разработанные и произведенные ФГБУ «ВНИИЗЖ» (Всероссийский научно-исследовательский институт защиты животных).

Методика выполнения РТГА строго соответствовала инструкции производителя, что обеспечило достоверность и воспроизводимость полученных результатов^{4, 5}.

В таблице 1 представлены основные характеристики инаktivированных вакцин, использованных в эксперименте. Вакцины были разработаны против низкопатогенного гриппа птиц подтипа H9 и содержали различные типы адъювантов. Некоторые из них были представлены в моновалентной форме, тогда как другие включали ассоциированный антиген болезни Ньюкасла. В частности, вакцина на основе адъюванта «АВИВАК» содержала инаktivированный вирус гриппа подтипа H9N2, относящийся к генетической линии G1-like, которая является наиболее актуальной для территории Российской Федерации.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Полученные данные эксперимента по определению динамики формирования специфического иммунитета к вирусу гриппа птиц H9 у птиц, привитых различными вариантами вакцин, приведены на рисунке 1.

У цыплят из контрольной группы антитела не были выявлены.

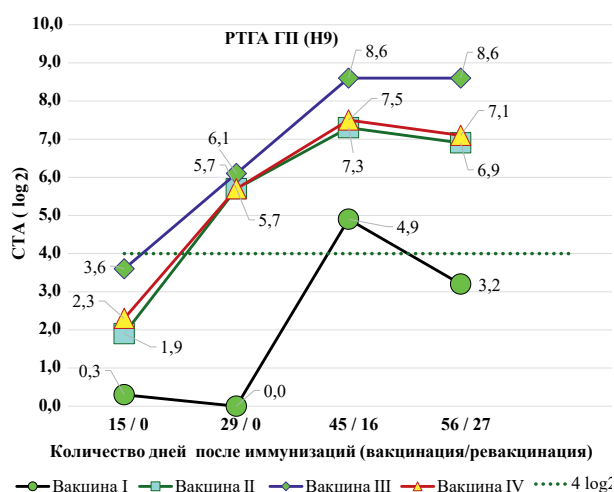
Из данных (рис. 1) видно, что при исследовании сывороток крови опытных цыплят через две недели после первой прививки наибольший групповой уровень специфических антител к вирусу гриппа H9 был зафиксирован в группе птиц, иммунизированных эмульсионной вакциной против болезни Ньюкасла и гриппа птиц H9 на основе адъюванта «АВИВАК» и составил 3,6 log₂, что было несколько ниже уровня защитного титра — 4,0 log₂. В группах цыплят, привитых вакцинами на основе геля «ГОА» и масляного адъюванта Montanide ISA 70 VG,

⁴ Смолин С.Г. Физиология системы крови. Методические указания. Красноярск. 2014; 8–9.

⁵ Ушаков Е.В., Попова О.С., Пономарев В.С. Учебное пособие по биоэтике в ветеринарии. СПб.: ЛЕНА. 2023.

Рис. 1. Динамика формирования у цыплят специфических антител к вирусу гриппа Н9 после иммунизации различными видами инактивированных вакцин против гриппа птиц Н9.

Fig. 1. The dynamics of the formation of specific antibodies to the H9 influenza virus in chickens after immunization with various types of inactivated H9 avian influenza vaccines



групповые уровни антител к возбудителю низкопатогенного гриппа птиц Н9 были от 0,3 до 2,3 $\log_2$.

При оценке уровней иммунного ответа у цыплят через 30 сут. после прививки, согласно сроку, регламентированному инструкциями по применению вакцин против низкопатогенного гриппа птиц, антитела к вирусу ГП (Н9) в титрах 4,0 $\log_2$ и выше были выявлены в пробах сывороток крови от птиц, иммунизированных эмульсионными вакцинами. При этом следует подчеркнуть, что инактивированная эмульсионная вакцина против болезни Ньюкасла и гриппа птиц Н9 на основе адъюванта «АВИВАК», как и на первом сроке тестирования, индуцировала у птиц формирование самого высокого группового уровня антител к возбудителю гриппа птиц Н9 — 6,1 $\log_2$. Образец инактивированной вакцины на базе геля гидроокиси алюминия не стимулировал у цыплят выработку иммунного ответа к вирусу ГП (Н9).

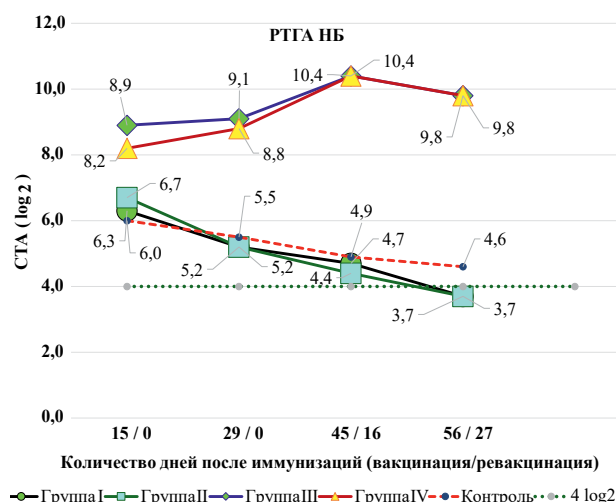
Через две недели после ревакцинации во всех опытных группах цыплят была зафиксирована сероконверсия в отношении возбудителя низкопатогенного ГП (Н9). Самый высокий уровень группового иммунитета к вирусу ГП (Н9) был зафиксирован опять у цыплят, привитых инактивированной эмульсионной вакциной против болезни Ньюкасла и гриппа птиц Н9 на основе адъюванта «АВИВАК» и составил 8,6 $\log_2$.

У цыплят, вакцинированных биопрепаратами, изготовленными с применением масляного адъюванта Montanide ISA 70 VG, групповые уровни специфических антител к возбудителю гриппа Н9 были на порядок ниже и составили от 7,3 до 7,5 $\log_2$.

Оценка групповых уровней иммунитета к возбудителю ГП (Н9) у цыплят через 30 сут. после ревакцинации не показала существенного прироста антител во всех группах. Так, в группе цыплят, привитых инактивированной эмульсионной вакциной

Рис. 2. Динамика формирования группового иммунитета к вирусу ньюкаслской болезни после применения инактивированных вакцин против гриппа птиц Н9 и НБ

Fig. 2. Dynamics of the formation of group immunity to the Newcastle disease virus after the use of inactivated vaccines against avian influenza H9 and ND



против болезни Ньюкасла и гриппа птиц Н9 на основе адъюванта «АВИВАК», уровень напряженности иммунитета остался на уровне, обнаруженном через две недели после ревакцинации, и составил 8,6 $\log_2$, а у птиц, иммунизированных вакцинами на основе масляного адъюванта Montanide ISA 70 VG, зафиксировано незначительное снижение групповых титров антител к вирусу ГП Н9 — от 6,9 до 7,1 $\log_2$.

У цыплят контрольной группы специфические антитела к вирусу низкопатогенного гриппа птиц Н9 не были выявлены на протяжении всего эксперимента.

В связи с тем что в эксперименте были тестированы бивалентные инактивированные вакцины с компонентом ньюкаслской болезни, дополнительно была определена у цыплят динамика формирования антител к вирусу НБ в различные сроки после прививки с применением коммерческого диагностического набора РТГА НБ (ФГБУ «ВНИИЗЖ»).

Результаты тестирования отражены на рисунке 2.

Установлено, что у цыплят контрольной группы и опытных групп, привитых инактивированными вакцинами, содержащими только инактивированный вирус гриппа Н9, получены результаты, соответствующие применению живой вакцины против болезни Ньюкасла из штамма «Ла-Сота».

Пик групповых титров антител был зарегистрирован у птиц через две недели после применения живых вакцин в диапазоне от 6,0 до 6,7 $\log_2$ с последующим его снижением к завершению опыта до 3,7–4,6 $\log_2$. В данных группах отличие в уровне напряженности иммунитета было в рамках статистической ошибки.

При использовании инактивированных вакцин против ГП (Н9) с компонентом НБ у цыплят

фиксируют выраженную сероконверсию, а групповые титры специфических антител к возбудителю болезни Ньюкасла были более 32 раз выше, чем в группах цыплят, привитых только живой вакциной против ньюкаслской болезни из штамма «Ла-Сота». При этом существенной разницы в показателях групповых уровней специфических антител к вирусу ньюкаслской болезни у цыплят, привитых инактивированной эмульсионной вакциной против болезни Ньюкасла и гриппа птиц H9 на основе адьюванта «АВИВАК» и вакциной на базе масляного адьюванта Montanide ISA 70 VG, не было установлено на протяжении всего эксперимента.

Выводы/Conclusions

1. Инактивированная сорбированная вакцина против гриппа птиц H9 на основе геля «Гоа» не обеспечивала у привитых цыплят необходимого уровня защиты против данной инфекции. К завершению опыта средний титр обнаруженных антител

при использовании данной вакцины составил $3,2 \log_2$.

2. Инактивированная эмульсионная вакцина против болезни Ньюкасла и гриппа птиц H9 на основе адьюванта «АВИВАК» индуцировала формирование у птиц более высокого уровня специфических антител к вирусу ГП H9 уже через 15 дней после ее применения. К завершению опыта применение данной вакцины позволило сформировать уровень группового иммунитета более чем на $1,5 \log_2$ выше, в отличие от использования остальных вакцин.

3. Все примененные в опыте инактивированные эмульсионные вакцины вызывали у птиц выработку специфических антител к вирусу гриппа птиц H9 через месяц после вакцинации в диапазоне $5,7-6,1 \log_2$.

4. Применение бивалентных инактивированных вакцин против ГП H9 и H5 более целесообразно, чем использование моновакцин против ГП H9.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Lupiani B., Reddy S.M. The history of avian influenza. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*. 2009; 32(4): 311–323.
<https://doi.org/10.1016/j.cimid.2008.01.004>
- Варкентин А.В., Волков М.С., Ирза В.Н. Низкопатогенный грипп птиц, вызванный вирусом подтипа H9. Обзор литературы. *Труды Федерального центра охраны здоровья животных*. 2014; 12: 41–53.
<https://elibrary.ru/sysydr>
- Марченко В.Ю., Шаршов К.А., Шестопалов А.М. Экология вируса гриппа в популяциях диких птиц Центральной Азии. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2012; (5–1): 271–275.
<https://elibrary.ru/piwebj>
- Волков М. Высоко- и низкопатогенный грипп птиц. *Животноводство России*. 2021; (S3): 50–54.
<https://elibrary.ru/jktony>
- Волков М.С., Варкентин А.В., Ирза В.Н. О распространении вируса низкопатогенного гриппа A/H9N2 в мире и на территории Российской Федерации. *Проблемы искоренения болезни. Ветеринария сегодня*. 2019; (3): 51–56.
<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2019-3-30-51-56>
- Homme P.J., Easterday B.C. Avian influenza virus infections. I. Characteristics of influenza A-turkey-Wisconsin-1966 virus. *Avian Diseases*. 1970; 14(1): 66–74.
<https://doi.org/10.2307/1588557>
- Alexander D.J., Allan W.H., Parsons G. Characterization of influenza viruses isolated from turkeys in Great Britain during 1963–1977. *Research in Veterinary Science*. 1979; 26(1): 17–20.
[https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(20\)30934-6](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(20)30934-6)
- Alexander D.J. Summary of Avian Influenza Activity in Europe, Asia, Africa, and Australasia, 2002–2006. *Avian Diseases*. 2007; 51(S1): 161–166.
<https://doi.org/10.1637/7602-041306R.1>
- Senne D.A. Avian Influenza in North and South America, 2002–2005. *Avian Diseases*. 2007; 51(S1): 167–173.
<https://doi.org/10.1637/7621-042606R1.1>
- Wright P.F., Neumann G., Kawaoka Y. Orthomyxoviruses. D.M. Knipe et al. (eds.). *Fields Virology*. Sixth ed. Philadelphia, PA, USA: Lippincott Williams & Wilkins. 2013; 1: 1186–1243.
- Zhou J.-P. et al. Epidemiological survey and genetic evolution of H9 subtype influenza viruses in Shanghai, China, from 2006 to 2010. *Archives of Virology*. 2012; 157(6): 1193–1198.
<https://doi.org/10.1007/s00705-012-1266-2>

REFERENCES

- Lupiani B., Reddy S.M. The history of avian influenza. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*. 2009; 32(4): 311–323.
<https://doi.org/10.1016/j.cimid.2008.01.004>
- Varkentin A.V., Volkov M.S., Irza V.N. Low pathogenic avian influenza induced with subtype H9 virus. Review of published literature. *Proceedings of the Federal Centre for Animal Health Protection*. 2014; 12: 41–53 (in Russian).
<https://elibrary.ru/sysydr>
- Marchenko V.Yu., Sharshov K.A., Shestopalov A.M. Ecology of influenza virus in wild bird populations in Central Asia. *Bulletin of Eastern-Siberian scientific center*. 2012; (5–1): 271–275 (in Russian).
<https://elibrary.ru/piwebj>
- Volkov M. High and low pathogenic avian flu. *Animal Husbandry of Russia*. 2021; (S3): 50–54 (in Russian).
<https://elibrary.ru/jktony>
- Volkov M.S., Varkentin A.V., Irza V.N. Spread of low pathogenic avian influenza A/H9N2 in the world and Russian Federation. Challenges of disease eradication. *Veterinary Science Today*. 2019; (3): 51–56.
<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2019-3-30-51-56>
- Homme P.J., Easterday B.C. Avian influenza virus infections. I. Characteristics of influenza A-turkey-Wisconsin-1966 virus. *Avian Diseases*. 1970; 14(1): 66–74.
<https://doi.org/10.2307/1588557>
- Alexander D.J., Allan W.H., Parsons G. Characterization of influenza viruses isolated from turkeys in Great Britain during 1963–1977. *Research in Veterinary Science*. 1979; 26(1): 17–20.
[https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(20\)30934-6](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(20)30934-6)
- Alexander D.J. Summary of Avian Influenza Activity in Europe, Asia, Africa, and Australasia, 2002–2006. *Avian Diseases*. 2007; 51(S1): 161–166.
<https://doi.org/10.1637/7602-041306R.1>
- Senne D.A. Avian influenza in North and South America, 2002–2005. *Avian Diseases*. 2007; 51(S1): 167–173.
<https://doi.org/10.1637/7621-042606R1.1>
- Wright P.F., Neumann G., Kawaoka Y. Orthomyxoviruses. D.M. Knipe et al. (eds.). *Fields Virology*. Sixth ed. Philadelphia, PA, USA: Lippincott Williams & Wilkins. 2013; 1: 1186–1243.
- Zhou J.-P. et al. Epidemiological survey and genetic evolution of H9 subtype influenza viruses in Shanghai, China, from 2006 to 2010. *Archives of Virology*. 2012; 157(6): 1193–1198.
<https://doi.org/10.1007/s00705-012-1266-2>

12. Guan Y., Shortridge K.F., Krauss S., Webster R.G. Molecular characterization of H9N2 influenza viruses: Were they the donors of the "internal" genes of H5N1 viruses in Hong Kong?. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1999; 96(16): 9363–9367. <https://doi.org/10.1073/pnas.96.16.9363>
13. Фролов А.В., Панкратов С.В., Рождественская Т.Н., Норкина С.Н., Шестопалов А.М. Грипп птиц. Специфическая профилактика. *Ветеринария и кормление*. 2020; (7): 64–66. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-7-17>
14. Костина Л.В., Забережный А.Д., Гребенникова Т.В., Антипова Н.В., Алипер Т.И., Непоклонов Е.А. Вакцины против гриппа птиц в птицеводстве *Вопросы вирусологии*. 2017; 62(2): 53–60. <https://doi.org/10.18821/0507-4088-2017-62-2-53-60>
15. Шулгин В.В., Хошафян Л.С., Аносов Д.Е. Эволюция подбора вакцин против низкопатогенного гриппа птиц (H9) в промышленном птицеводстве. *Аграрная наука*. 2024; (12): 22–24. <https://elibrary.ru/igyhjj>

ОБ АВТОРАХ

Алексей Викторович Фролов^{1,2}

ведущий специалист

a.frolov@avivac.com

<https://orcid.org/0009-0002-6975-1446>

Анна Владимировна Рузина^{1,2}

заместитель директора центрального филиала

a.ruzina@avivac.com

<https://orcid.org/0000-0001-8161-1716>

Николай Вадимович Васюков^{1,2}

ведущий специалист

n.vasyukov@avivac.com

<https://orcid.org/0000-0001-7190-0717>

Татьяна Николаевна Рождественская^{1,2}

доктор ветеринарных наук

• директор по науке¹;

• заведующая лабораторией болезней птиц²

80957434274@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1272-8202>

¹Научно-производственное предприятие «АВИВАК», промзона Орлинская, 21А, дер. Горбунки, Ломоносовский р-н, Ленинградская обл., 188502, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук, Рязанский пр-т, 24, к. 1, Москва, 109428, Россия

12. Guan Y., Shortridge K.F., Krauss S., Webster R.G. Molecular characterization of H9N2 influenza viruses: Were they the donors of the "internal" genes of H5N1 viruses in Hong Kong?. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1999; 96(16): 9363–9367. <https://doi.org/10.1073/pnas.96.16.9363>

13. Frolov A.V., Pankratov S.V., Rozhdestvenskaya T.N., Norkina S.N., Shestopalov A.M. Avian influenza. Specific prevention. *Veterinaria i kormlenie*. 2020; (7): 64–66 (in Russian). <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-7-17>

14. Kostina L.V., Zaberezhny A.D., Grebennikova T.V., Antipova N.V., Aliper T.I., Nepoklonov E.A. Vaccines against avian influenza in poultry. *Problems of Virology*. 2017; 62(2): 53–60 (in Russian). <https://doi.org/10.18821/0507-4088-2017-62-2-53-60>

15. Shulgin V.V., Khoshafyan L.S., Anosov D.E. Evolution of Low Pathogenic Avian Influenza (H9) Vaccine Selection in Industrial Poultry Farming. *Agrarian science*. 2024; (12): 22–24 (in Russian). <https://elibrary.ru/igyhjj>

ABOUT THE AUTHORS

Alexey Viktorovich Frolov^{1,2}

Leading Specialist

a.frolov@avivac.com

<https://orcid.org/0009-0002-6975-1446>

Anna Vladimirovna Ruzina^{1,2}

Deputy Director of the Central Branch

ruzina@avivac.com

<https://orcid.org/0000-0001-8161-1716>

Nikolay Vadimovich Vasyukov^{1,2}

Leading Specialist

n.vasyukov@avivac.com

<https://orcid.org/0000-0001-7190-0717>

Tatiana Nikolaevna Rozhdestvenskaya^{1,2}

Doctor of Veterinary Sciences

• Director of Science¹;

• Head of the Laboratory of Avian Diseases²

80957434274@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1272-8202>

¹Scientific-production enterprise предприятие «АВИВАК», 21A Orlinskaya zone, Gorbunki, Lomonosov district, Leningrad region, 188502, Russia

²Federal Scientific Centre VIEV, 24/1 Ryazansky prospect, Moscow, 109428, Russia