

# КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РИСКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВИРУСА ГРИППА ПТИЦ ЧЕРЕЗ ИНКУБАЦИОННОЕ ЯЙЦО

А. С. Оганесян<sup>1</sup>, А. В. Варкентин<sup>2</sup>, Н. Е. Баскакова<sup>3</sup>, А. К. Караулов<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Заведующий сектором, кандидат ветеринарных наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: oganesyan@arriah.ru

<sup>2</sup> Научный сотрудник, кандидат ветеринарных наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: varkentin@arriah.ru

<sup>3</sup> Ведущий юрист-консульт, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: baskakova@arriah.ru

<sup>4</sup> Руководитель ИАЦ, кандидат ветеринарных наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: karaulov@arriah.ru

## РЕЗЮМЕ

Представлен анализ литературы, посвященной проблеме распространения вируса гриппа птиц с инкубационным яйцом, и качественная оценка риска ввоза в Российскую Федерацию инкубационного яйца в условиях действия ветеринарно-санитарных мер по гриппу при импорте. Отмечена вероятность передачи низкопатогенных вирусов гриппа птиц через инкубационное яйцо птиц сельскохозяйственного назначения, сопряженная с вероятностью контаминации этими агентами поверхности яйца и тары. Высокая вероятность распространения вируса гриппа птиц с товарным яйцом отмечена у перепелов, индеек, гусей, кур. Доказательства истинной вертикальной передачи высокопатогенного гриппа птиц ограничены, при этом признается, что инфекция проявляется в виде системного поражения органов (бурса, тимус, селезенка, сердце, поджелудочная железа, почки, головной мозг, трахея, легкие, надпочечники и скелетные мышцы). Отмечается, что сохранность вируса может быть более продолжительна на перьях, в мясе птицы, а также что благоприятными условиями для сохранения жизнеспособности вируса во внешней среде являются повышенная влажность, нейтральное значение pH и низкая температура. Меры по ограничению перемещения инкубационного яйца рассматриваются как наиболее адекватные для предотвращения распространения заболевания между хозяйствами. Подчеркивается, что отсутствие рисков возникновения на своей территории гриппа птиц в орнитофауне не может гарантировать ни одна из стран. Меры по гриппу птиц, рекомендованные Всемирной организацией здравоохранения животных, при импорте инкубационного яйца признаны адекватными для предотвращения международного распространения болезни вне зависимости от патогенности вируса.

**Ключевые слова:** эпизоотология, анализ риска при импорте, грипп птиц.

## ВВЕДЕНИЕ

Товарооборот инкубационного яйца в мире является одним из наиболее значимых для отрасли птицеводства факторов для поддержания стад и темпов производства. По оценке Института конъюнктуры аграрного рынка (ИКАР), объемы импорта инкубационного яйца с 2010 по 2015 г. увеличились более чем в два раза: с 300–330 млн до 700 млн в год. Внутреннее производство тоже динамично развивалось, ежегодно прибавляя по 200–300 млн, и к 2015 г. достигло количества около 2,9 млрд, хотя эксперты признают, что точной статистики по этому сектору не ведется [1]. Однако, помимо очевидных выгод, оборот инкубационного яйца сопряжен с рисками трансграничного распространения инфекционных болезней птиц, в том числе гриппа

птиц, ньюкаслской болезни, болезни Гамборо, болезни Марека, ринотрахеита индеек, инфекционного бронхита кур, инфекционного ларинготрахеита птиц, гепатита уток, тифа, пуллороза, пастереллеза, микоплазмозов и пситтакоза [10].

Помимо распространения вируса гриппа птиц в дикой авифауне [24], последние несколько лет значительное влияние на ограничение международной торговли продукцией птицеводства оказывает распространение вируса среди домашних птиц [22, 28].

С учетом высокой значимости оборота инкубационного яйца для Российской Федерации, в том числе ввоза из-за рубежа, и напряженности мировой эпизоотической ситуации по гриппу птиц целесообразно рассмотреть вопрос о риске распространения вируса гриппа через инкубационное яйцо.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использовали официальные данные Всемирной организации здравоохранения животных (МЭБ) об эпизоотической ситуации по гриппу птиц на территории стран мира [30].

Анализ документов, научных публикаций и опубликованных результатов оценки риска проводили традиционным методом анализа документов с элементами контент-анализа в виде совокупности логических построений, направленных на раскрытие основного содержания. Оценку сопряженного риска по гриппу птиц при торговле инкубационным яйцом осуществляли с использованием метода качественной оценки риска [14] с модификациями по N. Murray [20], принимая во внимание товарно обоснованный подход, рекомендуемый МЭБ [13].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Идентификация опасности. Патоген.** По данным МЭБ, грипп птиц определяется как инфекция домашних птиц, вызываемая вирусом гриппа типа А.

С учетом патогенности вируса заболевание разделяют на два типа: высокопатогенный и низкопатогенный грипп птиц (ВГП и НГП) [27].

Азиатская линия ВГП подтипа H5N1 может инфицировать многие виды домашних и диких птиц и даже млекопитающих. Реассортанты данного подтипа, кото-

рые содержат сегменты генов вирусов H5N1 (например, вирусы H5N2, H5N5 и H5N8), выявляли среди домашних птиц и у млекопитающих [7].

Вирус гриппа птиц подтипа H9N2 (НГП) получил широкое распространение среди домашних птиц в странах Ближнего Востока и Азии и был выявлен у людей [15]. Также данный подтип вируса обнаруживали у свиней и собак [31].

Вирусы ВГП H5N1 имеют короткий период сохранения в окружающей среде по сравнению с низкопатогенными вирусами подтипа H5 [25]. Вирусы НГП, выделяемые от диких водоплавающих птиц, остаются инфекционными при температуре 17 °С в течение 207 сут, а при 28 °С – 102 сут. На сохранение вируса в воде влияет ряд условий: температура, рН и соленость. Вирусы наиболее стабильны при рН 7,4–8,2, низкой температуре (8–17 °С) и низкой солёности воды (0–20 000 ppm) [6, 21].

Полевые наблюдения некоторых исследователей позволяют предполагать, что вирусы НГП могут выживать в фекалиях в течение 105 сут в неуказанных условиях, а в контролируемых лабораторных условиях вирусы гриппа птиц оставались жизнеспособными от 1 до 7 сут при температуре 15–35 °С. При более низких температурах (4 °С) выживаемость вируса в фекалиях варьировала от менее 4 до 30–40 сут в разных экспериментах. При защите от солнечного света стойкость вируса на разных поверхностях или в почве варьировала от 2 сут до более чем 2 нед (и, возможно, нескольких месяцев) при температурах от 4 до 15–30 °С. Сохранность вируса может быть более продолжительной на перьях. В мясе птицы (рН 7) вирус выживает в течение 6 мес при 4 °С. Отбор проб в окружающей среде в Камбодже показал, что вирусы гриппа не могут долго сохраняться в условиях тропического климата: хотя РНК вирусов ВГП азиатских линий H5N1 обнаруживали во многих образцах (например, в почве, соломе), выделение вируса было успешным только из одного стоячего водоема [7].

Российскими исследователями также отмечалось, что благоприятными условиями для сохранения жизнеспособности вируса во внешней среде являются повышенная влажность, нейтральная среда и низкая температура [3].

По состоянию на январь – май 2017 г. в мире зарегистрированы следующие подтипы высокопатогенного гриппа птиц типа А: H5, H5N1, H5N2, H5N5, H5N6, H5N9, H7N1, H7N3, H7N9, а вирус H5N8 превалировал по числу вспышек в мире. Вспышки ВГП среди домашних и диких птиц регистрировали в следующих странах: Австрия, Алжир, Бангладеш, Бельгия, Болгария, Босния и Герцеговина, Великобритания, Венгрия, Вьетнам, Германия, Гонконг, Греция, Дания, Египет (эндемичен с 2008 г.), Израиль, Индия, Иран, Ирландия, Испания, Италия, Казахстан, Камбоджа, Камерун, Китай, Кот-д'Ивуар, Кувейт, Ливия, Литва, Македония, Малайзия, Мексика, Мьянма, Непал, Нигер, Нигерия, Нидерланды, Польша, Португалия, Россия, Румыния, Сербия, Словакия, Словения, Соединенные Штаты Америки, Тайвань, Тунис, Уганда, Украина, Финляндия, Франция, Хорватия, Чехия, Швейцария, Швеция, Южная Корея, Япония [29].

Неблагополучие по НГП в 2017 г. (с января по май) официально регистрировалось в Германии (H5N1, H5N2, H5N3), Камбодже (H7N3), Ливии (H7), Нидерландах (H7N9), Соединенных Штатах Америки (H5N2 – дикие птицы, H7N9), Тайване (H5N2), Франции (H5N1,

H5N2, H5N3, H5N9), Чили (H7N6), Южно-Африканской Республике (H5N2, H7N9) [29].

*Вероятность риска передачи вируса с товаром.* Для распространения инфекционных болезней птиц с инкубационным яйцом этиологический агент должен быть способен заражать целевые виды домашней птицы и либо распространяться в репродуктивном тракте и сохраняться на поверхности яйца, либо проникать через яичную скорлупу и заражать содержимое до или после того, как яйцо было снесено.

Инфекция домашней птицы, вызываемая вирусами НГП, может приводить к снижению яйценоскости, хотя чаще регистрируют симптомы поражения респираторного тракта. Болезнь проявляется атаксией и иногда диареей, птица угнетена, оперение взъерошено. Панкреатический некроз описан у индюков [8].

Стоит признать, что сообщений об инфицировании птичьих яиц вирусами НГП не было, хотя в отдельных работах сообщалось о сальпингите, сопровождающемся легким или умеренным снижением яйценоскости при инфицировании вирусом H7N2 [9].

Несмотря на то что в отношении ВГП признается, что инфекция проявляется в виде системного поражения органов (бурса, тимус, селезенка, сердце, поджелудочная железа, почки, головной мозг, трахея, легкие, надпочечники и скелетные мышцы), доказательства истинной вертикальной передачи высокопатогенного гриппа птиц ограничены [16, 25]. Вирус ВГП H5N2 был выделен из желтка и белка яиц, полученных от естественно зараженных [17] и экспериментально инфицированных кур [19]. Согласно неопубликованным исследованиям, цитируемым D. E. Swayne и J. R. Beck [26], демонстрировалось наличие вируса ВГП в 85–100% яиц, заложенных через 3–4 дня после экспериментального заражения домашней птицы. Однако вирус ВГП является летальным для эмбрионов, и инкубация инфицированных яиц в эксперименте никогда не была продемонстрирована. Эпизоотологическое исследование распространения ВГП в Нидерландах в 2003 г. показало, что механическая передача через контаминированное яйцо и яичные лотки могла быть важным фактором распространения болезни [23].

В проанализированной российской научной литературе по данному вопросу имеется единичный случай упоминания о трансвариальной передаче вируса гриппа птиц, а именно о выделении из клоакального мазка птенца серебристой чайки, не имевшего контакта с внешней средой, вируса А/серебристая чайка/ Астрахань 458/85 H13N6 [5].

В процессе анализа зарубежной и российской научной литературы не нашли информации о конкретных случаях заноса на птицеводческие предприятия вирусов НГП при ввозе/перемещении инкубационного яйца, но исходя из имеющихся данных можно заключить, что вероятность передачи вирусов НГП через инкубационное яйцо птиц сельскохозяйственного назначения, по-видимому, первично ограничивается вероятностью контаминации этими агентами поверхности яйца, тары, в то время как при ограниченности доказательств вертикальной передачи ВГП вирус выделялся из желтка и с поверхности яйца. При этом признается системное поражение органов при ВГП и высокая вероятность распространения вирусов ВГП с товарным яйцом у перепелов, индеек, гусей, кур, что подтверждено в опубликованных исследованиях [12, 17, 18].

*Меры снижения риска.* С учетом ограниченности данных, связывающих естественное инфицирование гриппом с передачей вируса через инкубационное яйцо, рекомендации Кодекса здоровья наземных животных МЭБ (далее – Кодекс) по безопасной торговле инкубационным яйцом, вне зависимости от патогенности вируса (ст. 10.4.10), безусловно, адекватны для предотвращения международного распространения гриппа птиц при экспортно-импортных операциях.

Анализируя меры стран Европейского союза в отношении борьбы с гриппом птиц [11], можно отметить, что среди прочего они содержат запреты на перемещение яйца вне зависимости от патогенности гриппа птиц. При этом яйцо, а также птица, корма, мясо, люди и предметы, содержащие патоген, рассматриваются в качестве потенциальных источников заноса вирусов гриппа в хозяйство или распространения между хозяйствами.

Однако племенные предприятия, которые производят инкубационное яйцо и суточных цыплят для экспорта, проводят исследования в соответствии со ст. 10.4.32 Кодекса [27]. При этом отметим, что, согласно указанной статье, дополнительные требования к надзору для подтверждения статуса хозяйства, благополучного по гриппу птиц, включают доказательства отсутствия инфицирования вирусами ВГП и НГП. Птица, содержащаяся в таких хозяйствах, должна быть подвергнута исследованиям на предмет выявления или выделения вируса, основанным на принципе рандомизированных проб, с обращением к серологическим

методам и соблюдением общих требований Кодекса. Анализы должны проводиться с регулярностью, зависящей от риска распространения инфекции, но как минимум каждые 21 сут.

Хотя повсеместно признается диагностическая ценность массовых серологических обследований, не следует недооценивать значимость надзора, построенного на клинических осмотрах поголовья. В главе 10.4 Кодекса отмечается, что целью клинического надзора является выявление клинических признаков гриппа птиц, в первую очередь ВГП, на уровне стада.

Отслеживание же производственных показателей, таких как повышение падежа, снижение потребления кормов или воды, выявление респираторных признаков, снижение яйценоскости, – это основной фактор раннего обнаружения как ВГП, так и НГП.

Снижение потребления кормов и яйценоскости иногда является единственным индикатором выявления вируса НГП. Клинический надзор и лабораторные исследования должны дополнять друг друга и проводиться последовательно для прояснения ситуации.

Результаты серологического обследования (рандомизированного или вероятностного) позволяют уверенно доказывать отсутствие инфекции, вызванной вирусами гриппа птиц, в стране, зоне или компартменте. В связи с этим особое значение приобретает тщательное документирование проводимых исследований [27].

Исходя из данных, представленных на рисунке, говорить о несопряженности распространения вирусов гриппа птиц с оборотом инкубационного яйца не мо-

Рис. Результаты качественной оценки риска по гриппу птиц, сопряженного с ввозом инкубационного яйца в РФ



жем, а отсутствие на своей территории гриппа птиц ни одной страной пока не доказано, поэтому сопряженный риск не может быть незначительным (импорт сопряжен с риском), а доказательства благополучия источника товара применимы по отношению к отдельным производствам (компартаментам). Действующие меры стандартной карантинной политики РФ, эквивалентной рекомендациям МЭБ [2, 4], можно рассматривать как эффективные в отношении вирусов гриппа птиц.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вероятность передачи низкопатогенных вирусов гриппа птиц через инкубационное яйцо, по-видимому, первично ограничивается вероятностью контаминации поверхности яйца и тары, в то время как при недостаточности доказательств вертикальной передачи высокопатогенного гриппа вирус выделялся из желтка. С учетом ограниченности данных, связывающих естественную инфекцию с вертикальной передачей через инкубационное яйцо, рекомендации Кодекса здоровья наземных животных МЭБ на сегодня наиболее приемлемы для предотвращения международного распространения гриппа птиц при торговле вне зависимости от патогенности вируса.

Риск, сопряженный с распространением гриппа птиц (вне зависимости от патогенности) при торговле инкубационным яйцом, в условиях применения мер, рекомендованных МЭБ, оценен как «более чем незначительный». Действие стандартной карантинной политики Российской Федерации учитывает рекомендации МЭБ и, следовательно, эффективно предотвращает занос вируса гриппа птиц с инкубационным яйцом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В России растет производство инкубационного яйца // Агроинвестор. – URL: <http://www.agroinvestor.ru/companies/article/22826-v-rossii-rastet-proizvodstvo-inkubatsionnogo-yaytsa/>.
2. Единые ветеринарные (ветеринарно-санитарные) требования, предъявляемые к товарам, подлежащим ветеринарному контролю (надзору): утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 18 июня 2010 г. № 317.
3. Лагуткин Н. А., Хафизов Е. Д. Сохраняемость вируса гриппа А при химических и физических факторах воздействия, по данным ВНИИВиМ и ВНИИВСГЭ // Вет. консультант. – 2006. – № 12. – С. 9.
4. Нормативные документы // Россельхознадзор. – URL: <http://www.fsvps.ru/fsvps/laws/class/3/23>.
5. Циркуляция вируса гриппа А серотипа H13 среди чайковых птиц Северного Каспия (1979–1985 гг.) / С. С. Ямникова, Т. О. Ковтун, Г. А. Дмитриев [и др.] // Вопр. вирусологии. – 1989. – Т. 34 (4). – С. 426–430.
6. Avian influenza virus in water: Infectivity is dependent on pH, salinity and temperature / J. D. Brown, G. Goekjian, R. Poulson [et al.] // Vet. Microbiol. – 2009. – Vol. 136, No. 1–2. – P. 20–26.
7. Avian Influenza. – URL: [www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Animal\\_Health\\_in\\_the\\_World/docs/pdf/Disease\\_cards/HPAI.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Animal_Health_in_the_World/docs/pdf/Disease_cards/HPAI.pdf).
8. Capua I, Terregino C. Clinical and pathology of avian influenza infections, guidelines for farm visit and differential diagnosis // Avian Influenza and Newcastle Disease, a Field and Laboratory Manual. – Milan, 2009. – P. 45–71.
9. Characteristics of H7N2 (nonpathogenic) avian influenza virus infections in commercial layers, in Pennsylvania, 1997–98 / A. F. Ziegler [et al.] // Avian Dis. – 1999. – Vol. 43, No. 1. – P. 142–149.
10. Cobb S. P. The spread of pathogens through trade in poultry hatching eggs: overview and recent developments // Rev. Sci. Tech. OIE. – 2011. – Vol. 30, No. 1. – P. 165–175.
11. Council directive 2005/94/EC of 20 December 2005 on Community measures for the control of avian influenza and repealing Directive 92/40/EEC // Off. J. European Union, 14.01.2006.
12. Detection of Hong Kong 97-like H5N1 influenza viruses from eggs of Vietnamese waterfowl / Y. Li [et al.] // Arch. Virol. – 2006. – Vol. 151, No. 8. – P. 1615–1624.
13. Facilitating safe trade // OIE. – URL: <http://www.oie.int/international-standard-setting/overview/facilitating-safe-trade/>.
14. Handbook on Import Risk Analysis for Animals and Animal Products. Introduction and Qualitative Risk Analysis. Vol. 1 / N. Murray, S. MacDiarmid, M. Wooldridge [et al.]. – Paris: OIE, 2004. – 59 p.
15. Human infection with an avian H9N2 influenza A virus in Hong Kong in 2003 / K. M. Butt [et al.] // J. Clin. Microbiol. – 2005. – Vol. 43, No. 11. – P. 5760–5767.
16. Influenza / B. C. Easterday, V. S. Hinshaw, D. A. Halvorson // Diseases of Poultry / ed. B. W. Calnek. – 10<sup>th</sup> ed. – Ames, Iowa, 1997. – P. 583–605.
17. Isolation of avian influenza virus (subtype H5N2) from chicken eggs during a natural outbreak / D. T. Cappucci, Jr. [et al.] // Avian Dis. – 1985. – Vol. 29, No. 4. – P. 1195–1200.
18. Isolation of avian influenza virus A subtype H5N1 from internal contents (albumen and allantoic fluid) of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs and oviduct during a natural outbreak / N. Promkuntod [et al.] // Ann. N. Y. Acad. Sci. – 2006. – Vol. 1081. – P. 171–173.
19. Laboratory studies with the Pennsylvania avian influenza viruses (H5N2) / C. W. Beard, M. Brugh, D. C. Johnson // In Proc. 88<sup>th</sup> Annual Conference of the United States Animal Health Association, 21–26 October 1984. – Fort Worth, Texas. United States Animal Health Association, Richmond, Virginia. – P. 462–473.
20. Murray N. Import Risk Analysis. Animals and Animal Products. – Wellington: New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry, 2002. – 183 p.
21. Persistence of avian influenza viruses in water / D. E. Stallknecht, S. M. Shane, M. T. Kearney, P. J. Zwank // Avian Dis. – 1990. – Vol. 34, No. 2. – P. 406–411.
22. Questions and answers on avian influenza. – URL: [www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Media\\_Center/docs/pdf/PortailAI/EN\\_QA%20Jan2017.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Media_Center/docs/pdf/PortailAI/EN_QA%20Jan2017.pdf).
23. Risk factors for the introduction of high pathogenicity avian influenza virus into poultry farms during the epidemic in the Netherlands in 2003 / M. E. Thomas [et al.] // Prev. Vet. Med. – 2005. – Vol. 69, No. 1–2. – P. 1–11.
24. Situation Report and Guidance for H5N8 and other Eurasian H5 clade 2.3.4.4 Avian Influenza Viruses. – URL: [www.oie.int/fileadmin/home/eng/Media\\_Center/docs/pdf/PortailAI/H5N8\\_OFFLU\\_Statement-1.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/home/eng/Media_Center/docs/pdf/PortailAI/H5N8_OFFLU_Statement-1.pdf).
25. Swayne D. E., Halvorson D. A. Influenza // Diseases of Poultry. – 11<sup>th</sup> ed. – Ames, Iowa, 2003. – P. 135–160.
26. Swayne D. E., Beck J. R. Heat inactivation of avian influenza and Newcastle disease viruses in egg products // Avian Pathol. – 2004. – Vol. 33, No. 5. – P. 512–518.
27. Terrestrial Animal Health Code. – 2016. – Chap. 10.4. – URL: [http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre\\_avian\\_influenza\\_viruses.htm](http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre_avian_influenza_viruses.htm) (дата обращения: 08.05.17).
28. Update on avian influenza in animals (types H5 and H7) // OIE. – URL: <http://www.oie.int/en/animal-health-in-the-world/update-on-avian-influenza/2016/>.
29. WAHIS // OIE. – URL: [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/Immsummary](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/Immsummary).
30. WAHIS // OIE. – URL: [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Wahidhome/Home](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Wahidhome/Home).
31. Weighing serological evidence of human exposure to animal influenza viruses – a literature review / R. S. Sikkema [et al.] // Euro Surveill. – 2016. – Vol. 21, No. 44. – URL: <http://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2016.21.44.30388>.



# QUALITATIVE RISK ASSESSMENT OF AVIAN INFLUENZA VIRUS TRANSMISSION THROUGH INCUBATION EGGS

**A. S. Oganessian<sup>1</sup>, A. V. Varkentin<sup>2</sup>, N. Ye. Baskakova<sup>3</sup>, A. K. Karaulov<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Head of Unit, Candidate of Science (Veterinary Medicine), FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: [oganesyan@arriah.ru](mailto:oganesyan@arriah.ru)

<sup>2</sup> Researcher, Candidate of Science (Veterinary Medicine), FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: [varkentin@arriah.ru](mailto:varkentin@arriah.ru)

<sup>3</sup> Leading Legal Advisor, FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: [baskakova@arriah.ru](mailto:baskakova@arriah.ru)

<sup>4</sup> Head of the Information Analysis Centre, Candidate of Science (Veterinary Medicine), FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: [karaulov@arriah.ru](mailto:karaulov@arriah.ru)

## SUMMARY

Analysis of literature on avian influenza (AI) virus transmission through incubation eggs and qualitative assessment of risk of incubation egg import to the Russian Federation in the context of veterinary and sanitary measures against avian influenza currently in place for imported products are presented. Probability of low-pathogenic AI virus transmission through poultry incubation eggs due to possible contamination of the egg and package surfaces with the said agents is indicated. Probability of AI virus transmission through commercial eggs derived from quails, turkeys, geese, chickens is shown to be high. Evidence of actual vertical transmission of highly pathogenic avian influenza virus is limited, however, it is recognized that the infection manifests by systemic lesions in the organs (bursa, thymus, spleen, heart, pancreas, kidneys, brain, trachea, lungs, adrenals and skeletal muscles). It is noted that the virus can persist on bird feathers and in bird meat for a long period. In addition, high humidity, neutral pH level and low temperature are shown to be favourable conditions for the virus survival in the ambient environment. Incubation egg movement restrictive measures are considered the most adequate for prevention of the disease spread between holdings. It is underlined that no country can guarantee the absence of the risk of avian influenza occurrence in avifauna. Anti-AI measures for incubation egg importation recommended by the World Organization for Animal Health are considered adequate for prevention of international disease spread regardless of the virus pathogenicity.

**Key words:** epidemiology, analysis of import-associated risk, avian influenza

## INTRODUCTION

Turnover of incubation eggs is one of the most significant factors for flock maintenance and production rates in the world poultry industry. According to the Institute for Agricultural Market Studies' assessment incubation egg imports had increased more than twice between 2010 and 2015, from 300–330 mln up to 700 mln per year. Domestic production also was on rise increasing by 200–300 mln annually and reached to 2.9 bln in 2015. While experts recognize that there are no precise statistical data for this sector [1]. However, besides evident benefits turnover of incubation eggs is associated with risks of transboundary spread of avian infectious diseases including avian influenza, Newcastle disease, infectious bursal disease, Marek's disease, turkey rhinotracheitis, duck hepatitis, fowl typhoid, pullorum disease, fowl cholera, mycoplasmosis and ornithosis [10].

Avian influenza virus (AI) spread in poultry [22, 28] in addition to its spread in wild birds [24] has had a significant impact on limitation of international trade in poultry products over the last few years.

Taking into account that turnover of incubation eggs is of high importance for the Russian Federation, as well as significance of their import and complicated epidemic situation on avian influenza in the world it would be worth considering the risk of AI virus transmission through incubation eggs.

## MATERIALS AND METHODS

Official data of the World Organization for Animal Health (OIE) on avian influenza epidemic situation in various countries in the world were used [30].

Documents, scientific publications and published data on risk assessment were analyzed by traditional analysis methods using content analysis elements as complex logical constructions aimed at showing the substantial content. Assessment of the risk associated with trade in incubation eggs was performed using qualitative risk assessment method [14] modified by N. Murray [20] taking into account commodity-based approach recommended by the OIE [13].

## RESULTS AND DISCUSSION

*Hazard identification. Pathogen.* According to the OIE, avian influenza is an infection of poultry caused by type A avian influenza virus.

The disease is classified into two types depending on the virus pathogenicity: highly pathogenic and low pathogenic avian influenza (HPAI and LPAI) [27].

Asian lineage of H5N1 HPAI is able to infect many poultry and wild bird species and even mammals. Reassortant viruses of such type containing H5N1 virus genome segments (for example, H5N2, H5N5 and H5N8 viruses) were detected in poultry and in mammals [7].

H9N2 AI virus (LPAI) widely spread in poultry in the Near East and Asian countries and was detected in humans [15]. The virus of such subtype was also detected in pigs and in dogs [31].

H5N1 HPAI viruses persist in the environment for a short period as compared to H5 low pathogenic avian influenza viruses [25]. LPAI viruses isolated from wild waterfowl remains infectious for 207 days at 17 °C and for 102 days at 28 °C. Some factors influence the virus persistence in water: temperature, pH level and salinity. The viruses demonstrate the highest stability at pH 7.4–8.2, low temperature (8–17 °C) and low water salinity (0–20,000 ppm) [6, 21].

Field observations carried out by some researchers suppose that LPAI viruses can survive in feces for 105 days under unspecified conditions; AI viruses remained viable for 1–7 days at 15–35 °C under controlled conditions. At lower temperatures (4 °C) the virus survivability in feces varied from less than 4 up to 30–40 days in different experiments. The virus persistence on different surfaces and in soil protected from sunlight varied from 2 days up to more than 2 weeks (and possibly for several months) at 4 °C up to 15–30 °C. The virus can persist on feathers for longer time. In bird meat (pH 7.0) the virus persists for 6 months at 4 °C. Environmental sampling in Cambodia showed that AI viruses could not persist for a long time under tropical climate conditions. Despite of frequent H5N1 Asian lineage HPAIV RNA detection in many samples (for example, in soil and straw) the virus was successfully isolated only once, in one stagnant water body [7].

Russian researchers also noted that high humidity, neutral environment and low temperatures could promote the virus survival in environment [3].

As of January – May 2017, the following type A HPAI virus subtypes were registered in the world: H5, H5N1, H5N2, H5N5, H5N6, H5N9, H7N1, H7N3, H7N9 but H5N8 virus prevailed based on the number of outbreaks. HPAI outbreaks in wild birds and poultry were reported in the following countries: Austria, Algeria, Bangladesh, Belgium, Bulgaria, Bosnia and Herzegovina, Great Britain, Hungary, Vietnam, Germany, Hong Kong, Greece, Denmark, Egypt (endemic since 2008), Israel, India, Iran, Ireland, Spain, Italy, Kazakhstan, Cambodia, Cameroon, China, Cote d'Ivoire, Kuwait, Libya, Lithuania, Macedonia, Malaysia, Mexico, Myanmar, Nepal, Niger, Nigeria, Netherlands, Poland, Portugal, Russia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, United States of America, Taiwan, Tunisia, Uganda, Ukraine, Finland, France, Croatia, Czech Republic, Sweden, Switzerland, South Korea, Japan [29].

The following countries were officially registered as LPAI-infected in 2017 (January – May): Germany (H5N1, H5N2, H5N3), Cambodia (H7N3), Libya (H7), Netherlands (H7N9), United States of America (H5N2 – wild birds, H7N9),

Taiwan (H5N2), France (H5N1, H5N2, H5N3, H5N9), Chile (H7N6), Republic of South Africa (H5N2, H7N9) [29].

*Probability of risk for the virus transmission through commodity.* For transmission of avian infectious diseases through incubation eggs their etiological agents should be able to infect targeted poultry species or spread in reproductive tract and persist on egg surface or penetrate through egg shell and infect the egg content prior or after egg laying.

LPAI-caused infection in poultry can result in egg production drop but more often symptoms of respiratory tract infection are registered. The disease manifestations are as follows: ataxia and rarely diarrhea, depression, ruffled feathers. Pancreatic necrosis was reported in turkeys [8].

It should be recognized that there were no reports on infection of bird eggs with LPAI viruses while H7N2 virus infection-associated salpingitis and slight to moderate egg production drop were reported in some studies [9].

Although it is recognized that HPAI infection manifests by systemic lesions in organs (bursa, thymus, spleen, heart, pancreas, kidneys, brain, trachea, lungs, adrenals, skeletal muscles) the evidence of actual vertical transmission of HPAI is limited [16, 25]. H5N2 HPAI virus was isolated from yolk and white of eggs derived from naturally infected [17] and experimentally infected [19] chickens. According to non-published studies cited by D. E. Swayne and J. R. Beck [26], it was demonstrated that HPAI virus was present in 85–100% of eggs placed for incubation 3–4 days after experimental infection of poultry. However, HPAI virus is lethal for embryos and no incubation of infected eggs has been demonstrated in experiments. Epidemic investigation of HPAI spread in Netherlands in 2003 showed that mechanical transmission through contaminated eggs and egg trays could be significant factor for the disease spread [23].

Only one case of transovarian AIV transmission namely A/silver gull/Astrakhan 458/85 H13N6 virus isolation in cloacal swab from silver gull youngling that had no contact with outside environment was described in reviewed relevant Russian scientific literature [5].

No information on specific cases of LPAI introduction to poultry establishments through introduced/moved incubation eggs was found during the review of foreign and Russian scientific literature. However, based on available data it can be concluded that probability of LPAI virus transmission through poultry incubation eggs appears to be primarily limited to possible contamination of egg surface, package with the said agents while despite of limited evidence of HPAI vertical transmission the HPAI virus was isolated from the egg yolk and surface. Therewith, it is recognized that HPAI causes systemic lesions in organs and probability of HPAI virus transmission through marketable eggs of quails, turkeys, geese and fowl is high and these are confirmed by published studies [12, 17, 18].

*Risk mitigation measures.* Taking into account limited data on association of natural AI infection with the virus transmission through incubation eggs the OIE Terrestrial Animal Health Code (hereinafter, the Code) recommendations on safe trade in incubation eggs regardless of the virus pathogenicity (Art. 10.4.10) are undoubtedly adequate for international avian influenza spread prevention during export/import.

It may be noted based on analyzed EU measures for avian influenza control [11] that they, inter alia, include bans on egg movements regardless of avian influenza patho-

## Hazard Identification

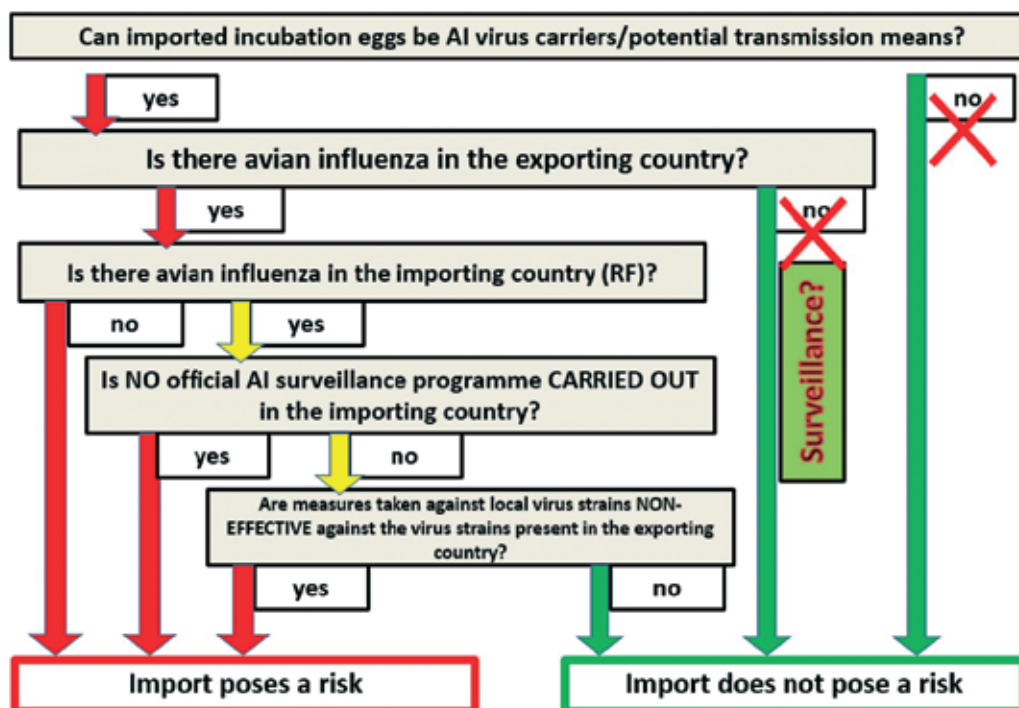


Fig. Results of qualitative assessment of AI risk associated with incubation egg importation to the Russian Federation

genicity. Therewith, eggs as well as poultry, feeds, meat, humans and fomites are considered potential sources of AI introduction to an establishment and AI spread between establishments.

However, breeding establishments that produce incubation eggs and day-old chicks for export carry out tests in accordance with Art. 10.4.32 of the Code [27]. Therewith, it should be noted that according to the said Article additional requirements for surveillance for recognition of AI freedom of the establishment include evidence of HPAI and LPAI infection absence. Poultry kept at such establishments should be tested for the virus detection or isolation based on randomized sampling and using serological methods in accordance with the Code general requirements. The tests should be carried out at intervals that depend on risk of the infection spread but at least every 21 days.

Although diagnostic significance of serological surveys is commonly recognized, the importance of animal clinical examination-based surveillance should not be underestimated. Article 10.4 of the Code states that the main goal of clinical surveillance is detection of AI clinical signs, first of all HPAI signs at flock level.

Monitoring of production indicators such as mortality increase, decrease in feed or water intake, detection of respiratory signs, drop in egg production is a major factor for early detection of both HPAI and LPAI.

Decrease in feed intake and in egg production sometimes is the only indicator of LPAI virus presence. Clinical surveillance and laboratory tests should complement each other and be carried out consecutively to clarify the situation.

Results of serological survey (randomized or stochastic) allow the absence of the infection caused by AI viruses in a country, zone or compartment to be strongly proved. This underlines the importance of thorough documenting of performed tests [27].

Based on data presented in the Figure incubation egg turnover-associated AI virus spread cannot be excluded. Besides, no country has proved yet AI absence in its territory that is why, the associated risk cannot be insignificant (import poses a risk) and evidence of the disease freedom of the commodity source is applicable to individual production establishments (compartments). Standard quarantine measures currently in place in the Russian Federation that are equivalent to the OIE recommendations [2, 4] can be considered effective against avian influenza viruses.

### CONCLUSION

Probability of LPAI virus transmission through poultry incubation eggs appears to be primarily limited to possible contamination of egg surface and package while despite of limited evidence of HPAI vertical transmission the HPAI virus was isolated from egg yolk. Taking into account limited data on association of natural AI infection with the virus transmission through incubation eggs the OIE Terrestrial Animal Health Code recommendations are currently the most appropriate for international avian influenza spread prevention during trade regardless the virus pathogenicity.

Risk associated with avian influenza spread (regardless the virus pathogenicity) during trade in incubation eggs providing that the OIE recommended measures were implemented was assessed as "more than insignificant".

Standard quarantine policy of the Russian Federation currently in place in the Russian Federation complies with the OIE recommendations and, consequently, effectively prevents AI introduction with incubation eggs.

## REFERENCES

1. Incubation egg production is on rise in Russia // *Agroinvestor*. – URL: <http://www.agroinvestor.ru/companies/article/22826-v-rossii-rastet-proizvodstvo-inkubatsionnogo-yaytsa/>.
2. Common veterinary (veterinary and sanitary) requirements for commodities subject to veterinary control (surveillance) approved by the TU Commission Decision No. 317 of 18 June 2010.
3. Lagutkin N. A., Khafizov Ye. D., Influence of physical and chemical factors on type A avian influenza virus survivability based on VNIIViM and VNIIVSGE data // *Vet. consultant*. – 2006. – No. 12. – P. 9.
4. Regulations // *Rosselkhoz nadzor*. – URL: <http://www.fsvps.ru/fsvps/laws/class/3/23>.
5. Circulation of type A H13 serotype avian influenza in larid birds in the Northern part of Caspian Sea (1979–1985) / S. S. Yamnikova, T. O. Kovtun, G. A. Dmitriyev [et al.], // *Voprosy virusologii*. – 1989. – Vol. 34 (4). – P. 426–430.
6. Avian influenza virus in water: Infectivity is dependent on pH, salinity and temperature / J. D. Brown, G. Goekjian, R. Poulson [et al.] // *Vet. Microbiol.* – 2009. – Vol. 136, No. 1–2. – P. 20–26.
7. Avian Influenza. – URL: [www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Animal\\_Health\\_in\\_the\\_World/docs/pdf/Disease\\_cards/HPAI.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Animal_Health_in_the_World/docs/pdf/Disease_cards/HPAI.pdf).
8. Capua I., Terregino C. Clinical and pathology of avian influenza infections, guidelines for farm visit and differential diagnosis // *Avian Influenza and Newcastle Disease, a Field and Laboratory Manual*. – Milan, 2009. – P. 45–71.
9. Characteristics of H7N2 (nonpathogenic) avian influenza virus infections in commercial layers, in Pennsylvania, 1997–98 / A. F. Ziegler [et al.] // *Avian Dis.* – 1999. – Vol. 43, No. 1. – P. 142–149.
10. Cobb S. P. The spread of pathogens through trade in poultry hatching eggs: overview and recent developments // *Rev. Sci. Tech. OIE*. – 2011. – Vol. 30, No. 1. – P. 165–175.
11. Council directive 2005/94/EC of 20 December 2005 on Community measures for the control of avian influenza and repealing Directive 92/40/EEC // *Off. J. European Union*, 14.01.2006.
12. Detection of Hong Kong 97-like H5N1 influenza viruses from eggs of Vietnamese waterfowl / Y. Li [et al.] // *Arch. Virol.* – 2006. – Vol. 151, No. 8. – P. 1615–1624.
13. Facilitating safe trade // OIE. – URL: <http://www.oie.int/international-standard-setting/overview/facilitating-safe-trade/>.
14. Handbook on Import Risk Analysis for Animals and Animal Products. Introduction and Qualitative Risk Analysis. Vol. 1 / N. Murray, S. MacDiarmid, M. Wooldridge [et al.]. – Paris: OIE, 2004. – 59 p.
15. Human infection with an avian H9N2 influenza A virus in Hong Kong in 2003 / K. M. Butt [et al.] // *J. Clin. Microbiol.* – 2005. – Vol. 43, No. 11 – P. 5760–5767.
16. Influenza / B. C. Easterday, V. S. Hinshaw, D. A. Halvorson // *Diseases of Poultry* / ed. B. W. Calnek. – 10<sup>th</sup> ed. – Ames, Iowa, 1997. – P. 583–605.
17. Isolation of avian influenza virus (subtype H5N2) from chicken eggs during a natural outbreak / D. T. Cappucci, Jr. [et al.] // *Avian Dis.* – 1985. – Vol. 29, No. 4. – P. 1195–1200.
18. Isolation of avian influenza virus A subtype H5N1 from internal contents (albumen and allantoic fluid) of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs and oviduct during a natural outbreak / N. Promkuntod [et al.] // *Ann. N. Y. Acad. Sci.* – 2006. – Vol. 1081. – P. 171–173.
19. Laboratory studies with the Pennsylvania avian influenza viruses (H5N2) / C. W. Beard, M. Brugh, D. C. Johnson // *In Proc. 88<sup>th</sup> Annual Conference of the United States Animal Health Association*, 21–26 October 1984. – Fort Worth, Texas. United States Animal Health Association, Richmond, Virginia. – P. 462–473.
20. Murray N. Import Risk Analysis. Animals and Animal Products. – Wellington: New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry, 2002. – 183 p.
21. Persistence of avian influenza viruses in water / D. E. Stallknecht, S. M. Shane, M. T. Kearney, P. J. Zwank // *Avian Dis.* – 1990. – Vol. 34, No. 2. – P. 406–411.
22. Questions and answers on avian influenza. – URL: [www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Media\\_Center/docs/pdf/PortailAI/EN\\_QA%20Jan2017.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Media_Center/docs/pdf/PortailAI/EN_QA%20Jan2017.pdf).
23. Risk factors for the introduction of high pathogenicity avian influenza virus into poultry farms during the epidemic in the Netherlands in 2003 / M. E. Thomas [et al.] // *Prev. Vet. Med.* – 2005. – Vol. 69, No. 1–2. – P. 1–11.
24. Situation Report and Guidance for H5N8 and other Eurasian H5 clade 2.3.4.4 Avian Influenza Viruses. – URL: [www.oie.int/fileadmin/home/eng/Media\\_Center/docs/pdf/PortailAI/H5N8\\_OFFLU\\_Statement-1.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/home/eng/Media_Center/docs/pdf/PortailAI/H5N8_OFFLU_Statement-1.pdf).
25. Swayne D. E., Halvorson D. A. Influenza // *Diseases of Poultry*. – 11<sup>th</sup> ed. – Ames, Iowa, 2003. – P. 135–160.
26. Swayne D. E., Beck J. R. Heat inactivation of avian influenza and Newcastle disease viruses in egg products // *Avian Pathol.* – 2004. – Vol. 33, No. 5. – P. 512–518.
27. Terrestrial Animal Health Code. – 2016. – Chap. 10.4. – URL: [http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre\\_avian\\_influenza\\_viruses.htm](http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre_avian_influenza_viruses.htm) (дата обращения: 08.05.17).
28. Update on avian influenza in animals (types H5 and H7) // OIE. – URL: <http://www.oie.int/en/animal-health-in-the-world/update-on-avian-influenza/2016/>.
29. WAHIS // OIE. – URL: [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/Immsummary](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/Immsummary).
30. WAHIS // OIE. – URL: [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Wahidhome/Home](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Wahidhome/Home).
31. Weighing serological evidence of human exposure to animal influenza viruses – a literature review / R. S. Sikkema [et al.] // *Euro Surveill.* – 2016. – Vol. 21, No. 44. – URL: <http://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2016.21.44.30388>.