

Оригинальная статья / Original article

УДК 351.765.31 (578.4)

DOI: 10.18470/1992-1098-2023-4-197-201

Вклад индивидуальных особенностей особей *Anas* и *Aythya* в их восприимчивость к низкопатогенным вирусам птичьего гриппа на юге Западной Сибири

Ольга Р. Друзяка^{1,2,3}, Алексей В. Друзяка^{2,3}, Иван А. Соболев¹, Кирилл А. Шаршов¹,
Дмитрий А. Штоль⁴, Александр М. Шестопалов^{1,5}

¹Научно-исследовательский институт вирусологии Федерального исследовательского центра фундаментальной и трансляционной медицины Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Новосибирск, Россия

²Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия

³Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия

⁴Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск, Россия

⁵Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

Контактное лицо

Ольга Р. Друзяка, младший научный сотрудник,
ФИЦ ФТМ СО РАН; 630060 Россия,
г. Новосибирск, ул. Тимакова, 2; Институт
систематики и экологии животных; 630091
Россия, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 11; кафедра
общей биологии и экологии Новосибирского
государственного университета; 630090 Россия,
г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2.
Тел. +79231441322
Email abdrashitova-olga@mail.ru
ORCID <https://orcid.org/0009-0005-8441-6939>

Формат цитирования

Друзяка О.Р., Друзяка А.В., Соболев И.А.,
Шаршов К.А., Штоль Д.А., Шестопалов А.М.
Вклад индивидуальных особенностей особей
Anas и *Aythya* в их восприимчивость к
низкопатогенным вирусам птичьего гриппа на
юге Западной Сибири // Юг России: экология,
развитие. 2023. Т.18, N 4. С. 197-201. DOI:
10.18470/1992-1098-2023-4-197-201

Получена 3 октября 2023 г.

Прошла рецензирование 10 ноября 2023 г.

Принята 25 ноября 2023 г.

Резюме

Цель. Проведение анализа влияния видовой принадлежности, пола, возраста особей *Anas* и *Aythya* в их восприимчивость к низкопатогенным вирусам птичьего гриппа (LPAIV) на юге Западной Сибири.

Материалы и методы. Зараженность уток вирусом гриппа определяли по клоакальным смывам, полученным от 5014 особей уток, принадлежащих к роду *Anas* и *Aythya* в период осенней миграции на территории юга Западной Сибири. Выделение изолятов вируса гриппа А проводилось согласно стандартной методике ВОЗ. Распределение зараженных особей оценивалось по критерию χ^2 . Для оценки риска зараженности каждого отдельного вида использовался относительный риск (RR).

Результаты. Среди обследованных уток распределение по видовой принадлежности отличалось между зараженными и не зараженными особями. У чирка-свистунка наблюдался больший риск заразиться вирусом птичьего гриппа. У чирка-свистунка пол особи с учетом влиял на вероятность заражения вирусом, как с учетом возраста у молодых особей, так и без учета возраста.

Заключение. Индивидуальные особенности особей (вид, пол, возраст) диких речных и нырковых уток влияют на их зараженность низкопатогенным вирусом птичьего гриппа в период осенней миграции на территории юга Западной Сибири.

Ключевые слова

Вirus гриппа птиц, водоплавающие птицы, пол, возраст, вид, *Anas*, *Aythya*.

The contribution of individual characteristics of *Anas* and *Aythya* individuals to their susceptibility to low-pathogenic avian influenza viruses in the south of Western Siberia

Olga R. Druzyaka^{1,2,3}, Alexey V. Druzyaka^{2,3}, Ivan A. Sobolev¹, Kirill A. Sharshov¹, Dmitry A. Shtol⁴ and Alexander M. Shestopalov^{1,5}

¹Research Institute of Virology, Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine (FRCFTM), Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

²Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

³Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia

⁴Institute of Nuclear Physics SB RAS, Novosibirsk, Russia

⁵Dagestan State University, Makhachkala, Russia

Principal contact

Olga R. Druzyaka, Junior Researcher, Research Institute of Virology, Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine (FRCFTM), Siberian Branch, Russian Academy of Sciences; 2 Timakova St, Novosibirsk, Russia 630060; Institute of Systematics and Ecology of Animals, 11 Frunze St, Novosibirsk, Russia 630091; Department of General Biology and Ecology, Novosibirsk State University; 2 Pirogova St, Novosibirsk, Russia 630090
Tel. +79231441322
Email abdrashitova-olga@mail.ru
ORCID <https://orcid.org/0009-0005-8441-6939>

How to cite this article

Druzyaka O.R., Druzyaka A.V., Sobolev I.A., Sharshov K.A., Shtol D.A., Shestopalov A.M. The contribution of individual characteristics of *Anas* and *Aythya* individuals to their susceptibility to low-pathogenic avian influenza viruses in the south of Western Siberia. *South of Russia: ecology, development*. 2023, vol. 18, no. 4, pp. 197-201. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2023-4-197-201

Received 3 October 2023

Revised 10 November 2023

Accepted 25 November 2023

Abstract

Aim. Analysis of the influence of species, sex, and age of genus *Anas* and *Aythya* individuals on their sensitivity to low pathogenic avian influenza viruses (LPAIV) in the south of Western Siberia.

Material and Methods. Infestation of ducks with the influenza virus was determined by cloacal swabs obtained from 5014 individuals of ducks belonging to the genus *Anas* and *Aythya* during the autumn migration period in the south of Western Siberia. Isolation of influenza A virus isolates was carried out according to standard WHO methods. The distribution of infected individuals was estimated with χ^2 . Relative risk (RR) was used to estimate the risk of infection for each individual species.

Results. Among the examined ducks, the distribution between species differed between infected and uninfected individuals. The common teal was under greater risk of being infected with the avian influenza virus. In this species, the sex of the individual influenced the probability of infestation both in young individuals and the whole age spectrum.

Conclusions. Individual characteristics of wild dabbling and diving ducks (species, sex, age) affect their infestation with low-pathogenic avian influenza virus during the autumn migration period in the south of Western Siberia.

Key Words

Avian influenza virus, waterfowl, sex, age, species, *Anas*, *Aythya*.

ВВЕДЕНИЕ

Водоплавающие птицы являются основным естественным резервуаром как для низкопатогенных штаммов вируса птичьего гриппа, так и для высокопатогенных штаммов. Большинство представителей этой группы птиц, ежедневно совершают перелеты на многие километры, в поисках пищи, иногда в поисках партнера для размножения, а также каждый год совершают сезонные миграции. Во время миграции дикие птицы могут переносить патогенные микроорганизмы, особенно те, которые не оказывают существенного влияния на здоровье птицы и, следовательно, не мешают их миграции [1].

На основных пролетных путях миграция связывает множество популяций птиц во времени и пространстве. В результате, зараженные птицы имеют возможность действовать как переносчики LPAI на короткие расстояния и передают возбудитель по пролетному пути между особями другим популяциям, которые могут принести вирусы в новые районы. Отдельные особи не переносят вирус на дальние расстояния. Совершая частые остановки во время миграции и тратя больше времени на кормление и подготовку к миграции, чем на совершение перелетов [2]. Важно понимать, что передача вирусов и их географическое распространение зависит от экологии мигрирующих хозяев.

Мониторинг птичьего гриппа в некоторых регионах проводился и продолжает проводиться достаточно регулярно, среди обследуемых регионов – Северная Америка, Европа и Юго-Восточная Азия, в том числе и на территории Российской Федерации [3]. Тем не менее, роль Сибири в циркуляции птичьего гриппа трудно переоценить, так как это регион, где летом обитают перелетные водоплавающие птицы из Юго-Восточной Азии и Африки – Сибирь располагает на пересечении пролетных путей [4]. Высокая концентрация птиц на путях миграции, в местах остановок во время миграций, в промежуточных районах вне сезона размножения может привести к межвидовому и межпопуляционному обмену вирусами гриппа, их реассортации, появлению новых штаммов и их дальнейшему распространению [5].

Экспериментально показаны различия в восприимчивости, смертности и других воздействиях высокопатогенного штамма H5N1 на представителей разных групп птиц (утки, гуси, лебеди, чайки) [6]. Нет оснований полагать, что воздействие низкопатогенных штаммов будет столь же видоспецифичным. Однако сравнительный анализ встречаемости вирусов LPAI среди уток, мигрирующих через территорию Швеции, показал, что *Anas platyrhynchos* и *Anas carolinensis* имели более высокую распространенность вируса, чем *Anas clypeata*, *Anas strepera*, *Anas acuta* [7]. Возможность заражения различается среди разных полов диких уток. Исследования показали, что утки, пойманные в Канаде и на Аляске, имели более высокую долю зараженных самцов, чем самок [8]. Эти различия можно объяснить физиологическими особенностями самцов и самок, а также пространственной структурой популяции в период размножения [9]. Молодые особи, как правило, имеют больший риск инфицирования, чем взрослые, вероятно, из-за того, что иммунологически наивны и, поэтому более восприимчивы к вирусу

птичьего гриппа А. Тогда как, взрослые особи обычно более устойчивы к LPAI, особенно к тем штаммам, с которыми они взаимодействовали ранее.

Не смотря на значительное количество публикаций, посвященных механизмам циркуляции вируса гриппа у птиц, современные знания о видовых, возрастных и половых различиях переносчиков LPAI, не позволяют однозначно судить о путях и сроках. Более детальное исследование вклада индивидуальных особенностей особей, таких как вид, пол и возраст диких уток, в восприимчивость к низкопатогенным штаммам вируса птичьего гриппа в условиях постоянно существующего очага циркуляции LPAI в Западной Сибири для понимания путей географического распространения и эволюции разнообразия штаммов в целом в Евразии и Африке. Подобные исследования могут помочь, более точно определять факторы риска с учетом биологии видов, и в дальнейшем осуществлять эффективный мониторинг, предотвращая распространения вируса и снижения уровня зараженности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

1. Сбор образцов

Биологический материал был собран в период с 2007 по 2022 год на территории юга Западной Сибири (Новосибирская область). Зараженность уток вирусом гриппа определяли по клоакальным смывам, полученным от 5014 особей уток, принадлежащих к роду *Anas* и *Aythya*.

2. Сбор клоакальных смывов от диких птиц

Для получения образцов клоакальных смывов, производился сбор материала от диких птиц, отловленных в период с августа по октябрь, а также добытых во время осенней охоты охотниками-любителями. Для этого использовались стерильные сухие тампоны, которые после отбора клоакальных смывов помещали в стерильные пронумерованные пластиковые пробирки со средой для транспортировки (фосфатный буфер и глицеролом, в соотношении 1:1). Для транспортировки собранного материала в лабораторию, пробирки помещали в жидкий азот.

3. Выделение изолятов вируса гриппа А.

Выделение изолятов вируса гриппа А из клоакальных смывов птиц проводилось на развивающихся куриных эмбрионах, путем проведения трех последовательных пассажей согласно методике ВОЗ. Собранную аллантоисную жидкость тестировали в реакции гемагглютинации (РГА).

Определение видовой принадлежности, пола и возраста птиц производили по определителю птиц СССР, guide to the sex and age of European ducks, определителю птиц Урала, Приуралья и Западной Сибири.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

Биологический материал был собран от птиц, принадлежащих к роду *Anas* и *Aythya*, в период с 2009 по 2022 год, во время осенней миграции, от птиц 9 видов. Всего было отобрано 4808 проб (табл. 1).

Среди всех обследованных птиц вирус птичьего гриппа был обнаружен у 422 особей. процент вирусных носителей варьировал в зависимости от вида (табл. 2).

Таблица 1. Виды и количество обследованных диких водоплавающих птиц (Новосибирская область, 2009–2022 гг.)
Table 1. Types and number of sampled wild waterfowl (Novosibirsk region, 2009–2022)

Виды птиц / Bird species			Количество
Латинское название Latin name	Русское название Russian name	Английское название English name	обследованных особей Number of sampled birds
<i>Anas crecca</i>	Чирок-свистунок	Common teal	1064
<i>Anas Platyrhynchos</i>	Кряква обыкновенная	Mallard	897
<i>Anas Strepera</i>	Серая утка	Gadwall	841
<i>Aythya ferina</i>	Нырок красноголовый	Common pochard	686
<i>Anas querquedula</i>	Чирок-трескунок	Garganey	575
<i>Anas clypeata</i>	Широконоска	Northern shoveler	457
<i>Aythya fuligula</i>	Чернеть хохлатая	Tufted Duck	121
<i>Netta rufina</i>	Нырок красноносый	Red-crested pochard	96
<i>Anas penelope</i>	Свиязь	Wigeon	71
Итого / Total			4808

Таблица 2. Виды и доля зараженных особей у обследованных диких водоплавающих птиц
(Новосибирская область, 2009–2022 гг.)

Table 2. Types and percentage of infected individuals in sampled wild waterfowl (Novosibirsk region, 2009–2022)

Виды птиц / Bird species			Доля зараженных
Латинское название Latin name	Русское название Russian name	Английское название English name	обследованных особей Proportion of infected sampled birds, %
<i>Anas crecca</i>	Чирок-свистунок	Common teal	12,8
<i>Anas Platyrhynchos</i>	Кряква обыкновенная	Mallard	11,3
<i>Anas Strepera</i>	Серая утка	Gadwall	5,3
<i>Aythya ferina</i>	Нырок красноголовый	Common pochard	3,8
<i>Anas querquedula</i>	Чирок-трескунок	Garganey	11,9
<i>Anas clypeata</i>	Широконоска	Northern shoveler	13,7
<i>Aythya fuligula</i>	Чернеть хохлатая	Tufted duck	2,5
<i>Netta rufina</i>	Нырок красноносый	Red-crested pochard	5,5
<i>Anas penelope</i>	Свиязь	Wigeon	6,0
Итого / Total			9,6

Среди обследованных уток распределение по видовой принадлежности отличалось между зараженными и не зараженными особями ($\chi^2 = 78,160$; $df = 8$; $p < 0,01$) т.е. возможность заразиться вирусом достоверно отличалась для разных видов. У чирка-свистунка наблюдался больший риск заразиться вирусом птичьего гриппа по сравнению с другими исследуемыми видами $RR=1,427$ ($CI:1,093-1,863$), $p < 0,05$. Так же относительный риск был выше у широконоски $RR=1,573$ ($CI:1,156-2,140$), при $p < 0,05$, по сравнению с другими исследуемыми видами. Обратная зависимость присутствовала у серой утки $RR=0,521$ ($CI:0,382-0,711$), красноголового нырка $RR=0,378$ ($CI:0,255-0,562$), при $p < 0,05$.

Среди *Anas* и *Aythya* разные авторы отмечают различные виды с максимальной встречаемостью LPAI [10], чирок-свистунок не отмечен ни в одной работе в качестве наиболее зараженного. Возможно, наши результаты обусловлены видовыми особенностями послебрачных кочевков, линьки и миграции вида в Западной Сибири. Конкретный механизм циркуляции LPAI у чирка-свистунка нуждается в дальнейшем исследовании.

Достоверные различия между самками и самцами, без учета возраста, наблюдались у одного вида – чирка-свистунка. Распространенность LPAI составила 12,1 % для самок $n=351$, и 21,1 % для самцов $n=276$. Следовательно, у самцов в 1,526 раз больше шансов быть положительными на LPAI, чем у самок. Наблюдаемые различия были достоверны ($RR: 1,526$ 95% $CI: 1,034$ до $2,251$). У этого же вида, достоверные различия между

молодыми самцами и молодыми самками ($RR: 2,091$ 95% $CI: 1,116$ до $3,917$).

Среди самцов наиболее зараженного вида, по нашим данным, чирка-свистунка, положительных проб оказалось больше, чем среди самок этого вида. Для речных уток возможны все три случая (больше для самцов, для самок или же равновероятно для обоих полов). Полуденные результаты можно объяснить различной физиологией самцов и самок, а также различиями пространственной структурой популяции [11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенное нами исследование подтверждает ключевую роль речных и нырковых уток в поддержании циркулирования LPAI на территории Западной Сибири и подчеркивают необходимость учитывать индивидуальные особенности особей, при оценке зараженности LPAI птиц в мониторинговых исследованиях.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Работа поддержана проектом РНФ 23-64-00005 «Геномика и эволюция вирусных патогенов, вызывающих наиболее распространённые респираторные заболевания».

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by the Russian Scientific Foundation project 23-64-00005 "Genomics and evolution of viral pathogens that cause the most common respiratory diseases".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kalonda A. et al. Avian influenza viruses detected in birds in sub-Saharan Africa: a systematic review // *Viruses*. 2020. V. 12. N 9. P. 993. <https://doi.org/10.3390/v12090993>
2. Schmaljohann H., Eikenaar C., Sapir N. Understanding the ecological and evolutionary function of stopover in migrating birds // *Biological Reviews*. 2022. V. 97. N 4. P. 1231–1252. <https://doi.org/10.1111/brv.12839>
3. Lycett S.J. et al. Genesis and spread of multiple reassortants during the 2016/2017 H5 avian influenza epidemic in Eurasia // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2020. V. 117. N 34. P. 20814–20825. <https://doi.org/10.1073/pnas.2001813117>
4. Blagodatski A. et al. Avian influenza in wild birds and poultry: dissemination pathways, monitoring methods, and virus ecology // *Pathogens*. 2021. V. 10. N 5. P. 630. <https://doi.org/10.3390/pathogens10050630>
5. Wille M., Holmes E.C. The ecology and evolution of influenza viruses // *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*. 2020. V. 10. N 7. Article ID: a038489. DOI:10.1101/cshperspect.a038489
6. Keawcharoen J. et al. Wild ducks as long-distance vectors of highly pathogenic avian influenza virus (H5N1) // *Emerging infectious diseases*. 2008. V. 14. N 4. P. 600. DOI: 10.3201/eid1404.071016
7. Papp Z. et al. The ecology of avian influenza viruses in wild dabbling ducks (*Anas spp.*) in Canada // *PloS one*. 2017. V. 12. N 5. Article ID: e0176297. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176297>
8. Haase E., Sharp P.J., Paulke E. Seasonal changes in the concentrations of plasma gonadotropins and prolactin in wild Mallard drakes // *Journal of Experimental Zoology*. 1985. V. 234. N 2. P. 301–305. <https://doi.org/10.1002/jez.1402340216>
9. Deviche P., Parris J. Testosterone treatment to free-ranging male dark-eyed juncos (*Junco hyemalis*) exacerbates hemoparasitic infection // *The Auk*. 2006. V. 123. N 2. P. 548–562.
10. European Food Safety Authority et al. Avian influenza overview May–September 2021 // *EFSA Journal*. 2022. V. 20. N 1. Article ID: e07122. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7122>
11. Jax E. et al. Evaluating Effects of AIV Infection Status on Ducks Using a Flow Cytometry-Based Differential Blood Count // *Microbiology Spectrum*. 2023. Article ID: e04351 <https://doi.org/10.1128/spectrum.04351-22>

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Ольга Р. Друзяка и Алексей В. Друзяка осуществили сводный анализ данных и написание рукописи. Иван А. Соболев и Кирилл А. Шаршов проводили сбор и анализ вирусологических проб. Дмитрий А. Штоль осуществлял статистическую обработку материала. Александр М. Шестопалов корректуровал рукопись до подачи в редакцию. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Kalonda A. et al. Avian influenza viruses detected in birds in sub-Saharan Africa: a systematic review. *Viruses*, 2020, vol. 12, no. 9, p. 993. <https://doi.org/10.3390/v12090993>
2. Schmaljohann H., Eikenaar C., Sapir N. Understanding the ecological and evolutionary function of stopover in migrating birds. *Biological Reviews*, 2022, vol. 97, no. 4, pp. 1231–1252. <https://doi.org/10.1111/brv.12839>
3. Lycett S.J. et al. Genesis and spread of multiple reassortants during the 2016/2017 H5 avian influenza epidemic in Eurasia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2020, vol. 117, no. 34, pp. 20814–20825. <https://doi.org/10.1073/pnas.2001813117>
4. Blagodatski A. et al. Avian influenza in wild birds and poultry: dissemination pathways, monitoring methods, and virus ecology. *Pathogens*, 2021, vol. 10, no. 5, p. 630. <https://doi.org/10.3390/pathogens10050630>
5. Wille M., Holmes E.C. The ecology and evolution of influenza viruses. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, 2020, vol. 10, no. 7, article id: a038489. DOI:10.1101/cshperspect.a038489
6. Keawcharoen J. et al. Wild ducks as long-distance vectors of highly pathogenic avian influenza virus (H5N1). *Emerging infectious diseases*, 2008, vol. 14, no. 4, p. 600. DOI: 10.3201/eid1404.071016
7. Papp Z. et al. The ecology of avian influenza viruses in wild dabbling ducks (*Anas spp.*) in Canada. *PloS one*, 2017, vol. 12, no. 5, article id: e0176297. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176297>
8. Haase E., Sharp P.J., Paulke E. Seasonal changes in the concentrations of plasma gonadotropins and prolactin in wild Mallard drakes. *Journal of Experimental Zoology*, 1985, vol. 234, no. 2, pp. 301–305. <https://doi.org/10.1002/jez.1402340216>
9. Deviche P., Parris J. Testosterone treatment to free-ranging male dark-eyed juncos (*Junco hyemalis*) exacerbates hemoparasitic infection. *The Auk*. 2006, vol. 123, no. 2, pp. 548–562.
10. European Food Safety Authority et al. Avian influenza overview May–September 2021. *EFSA Journal*, 2022, vol. 20, no. 1, article id: e07122. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7122>
11. Jax E. et al. Evaluating Effects of AIV Infection Status on Ducks Using a Flow Cytometry-Based Differential Blood Count. *Microbiology Spectrum*, 2023, article id: e04351- <https://doi.org/10.1128/spectrum.04351-22>

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Olga R. Druzyaka and Alexey V. Druzyaka conducted final data analysis and wrote the text. Ivan A. Sobolev and Kirill A. Sharshov maintained the collection and analysis of virological samples. Dmitry A. Shtol undertook the statistical work. Alexander M. Shestopalov edited the manuscript for submission to the Editor. All authors are equally responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Ольга Р. Друзяка / Olga R. Druzyaka <https://orcid.org/0009-0005-8441-6939>
 Алексей В. Друзяка / Alexey V. Druzyaka <https://orcid.org/0000-0002-3597-1283>
 Иван А. Соболев / Ivan A. Sobolev <https://orcid.org/0000-0002-4561-6517>
 Кирилл А. Шаршов / Kirill A. Sharshov <https://orcid.org/0000-0002-3946-9872>
 Дмитрий А. Штоль / Dmitry A. Shtol <https://orcid.org/0000-0002-0622-6065>
 Александр М. Шестопалов / Alexander M. Shestopalov <https://orcid.org/0000-0002-9734-0620>