

# СЕРОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ гриппа птиц В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2017–2018 ГОДАХ

М. А. Волкова<sup>1</sup>, И. А. Чвала<sup>2</sup>, П. С. Ярославцева<sup>3</sup>, В. Ю. Сосипаторова<sup>4</sup>, О. С. Осипова<sup>5</sup>, И. А. Чвала<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия, e-mail: volkovama@arriah.ru; ORCID ID 0000-0002-7674-639X

<sup>2</sup> Ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия, e-mail: chvala\_ia@arriah.ru; ORCID ID 0000-0001-5846-1262

<sup>3</sup> Научный сотрудник, кандидат биологических наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия, e-mail: yarovslavtseva@arriah.ru; ORCID ID 0000-0003-0383-9912

<sup>4</sup> Младший научный сотрудник, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия, e-mail: sosipatorova@arriah.ru; ORCID ID 0000-0001-9376-4728

<sup>5</sup> Ветеринарный врач, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия, e-mail: osipova@arriah.ru; ORCID ID 0000-0002-3176-157X

<sup>6</sup> Заместитель директора, кандидат ветеринарных наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия, e-mail: chvala@arriah.ru; ORCID ID 0000-0002-1659-3256

## РЕЗЮМЕ

Грипп птиц – высококонтагиозное вирусное заболевание птиц, подлежащее нотификации Всемирной организации здравоохранения животных, наносящее огромный экономический ущерб и представляющее большую угрозу птицеводческим хозяйствам мира. В рамках мониторинговых мероприятий, проводимых Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору Российской Федерации, в референтную лабораторию вирусных болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ» (г. Владимир) в период с 2017 по 2018 год было доставлено 60 697 проб сыворотки крови от домашних и 581 проба от диких и синантропных птиц из 34 регионов РФ. В результате лабораторных исследований антитела к вирусу гриппа типа А были выявлены в личных подсобных хозяйствах граждан Смоленской области и Республики Крым, гриппа А/Н5 – в Алтайском крае, Ростовской и Калининградской областях, к вирусу гриппа А/Н9 – в Приморском крае. Антитела к вирусу гриппа А/Н9 также были выявлены у невакцинированных кур в двух птицеводческих предприятиях Приморского края в 2018 году. В личных подсобных хозяйствах граждан субъектов Российской Федерации, где проводится плановая вакцинопрофилактика гриппа птиц А/Н5, установлен недостаточный уровень иммунитета. Полученные результаты свидетельствуют о циркуляции вируса гриппа в популяциях птиц Российской Федерации и сохранении риска заноса и распространения гриппа птиц в промышленных птицеводческих хозяйствах и личных подсобных хозяйствах граждан.

Ключевые слова: грипп птиц, эпизоотология, мониторинг, домашняя птица, дикая птица.

## ВВЕДЕНИЕ

Грипп птиц – контагиозное вирусное заболевание домашних и диких птиц, характеризующееся в первую очередь поражением органов дыхания и пищеварения [2]. Возбудителем заболевания является вирус гриппа типа А, принадлежащий к роду *Influenzavirus* семейства *Orthomyxoviridae*. Высокопатогенные штаммы вируса гриппа птиц вызывают генерализованную форму болезни с высокой смертностью (до 100%), сопровождаемую кровоизлияниями и воспалительными процессами во внутренних органах, коже и ее производных. Высокопатогенный и низкопатогенный грипп птиц у домашней птицы, вызываемый подтипами Н5 и Н7, относятся к заболеваниям, подлежащим обязательному уведомлению Всемирной организации здравоохранения животных [2, 3]. Экономический ущерб от

гриппа птиц чрезвычайно велик, поскольку в местах возникновения вспышки все восприимчивое поголовье подлежит уничтожению. Первоначально высокопатогенный вирус гриппа А/Н5N1 был выделен от домашних гусей на одной из ферм в провинции Guangdong Южного Китая в 1996 г. Неблагополучная ситуация по высокопатогенному гриппу птиц наблюдается уже в течение многих лет в странах Дальнего Востока, в том числе Юго-Восточной Азии. В последние годы наблюдается тенденция широкого распространения вирусов подтипа Н5 с нейраминидазами различных подтипов в различных странах Азии, Европы и Африки [1, 4–7]. Россия связана миграционными путями диких птиц как с европейскими, так и с азиатскими странами, поэтому вероятность заноса высоко- и низковирулентного

Таблица 1

Результаты выявления антител к вирусу гриппа птиц в сыворотках крови птиц промышленных предприятий в РТГА и ИФА

| Федеральный округ РФ | Субъект РФ                        | Количество исследованных проб |             | Количество положительных проб |                                              |
|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|----------------------------------------------|
|                      |                                   | 2017                          | 2018        | 2017                          | 2018                                         |
| Центральный          | Владимирская область              | 1714 (5) <sup>1</sup>         | 1132 (5)    | 0                             | 0                                            |
|                      | Ивановская область                | 2417 (3)                      | 1004 (1)    | 0                             | 0                                            |
|                      | Костромская область               | 2014 (6)                      | 1073 (5)    | 0                             | 0                                            |
| Дальневосточный      | Приморский край                   | 925 (5)                       | 1370 (4)    | 174 (2) <sup>2</sup>          | 176 (2) <sup>2</sup><br>411 (2) <sup>3</sup> |
|                      | Амурская область                  | 920 (5)                       | 1660 (1)    | 0                             | 404 (1) <sup>3</sup>                         |
|                      | Хабаровский край                  | 380 (2)                       | 50 (2)      | 0                             | 0                                            |
|                      | Сахалинская область               | н/и                           | 750 (1)     | н/и                           | 0                                            |
| Приволжский          | Нижегородская область             | 2310 (7)                      | 2025 (7)    | 0                             | 0                                            |
|                      | Саратовская область               | 609 (5)                       | 500 (1)     | 0                             | 0                                            |
|                      | Самарская область                 | н/и                           | 180 (3)     | н/и                           | 0                                            |
|                      | Республика Марий Эл               | 250 (1)                       | 920 (6)     | 0                             | 0                                            |
|                      | Кировская область                 | н/и                           | 120 (2)     | н/и                           | 0                                            |
|                      | Республика Башкортостан           | н/и                           | 612 (5)     | н/и                           | 0                                            |
|                      | Республика Татарстан              | н/и                           | 810 (5)     | н/и                           | 0                                            |
|                      | Республика Удмуртия               | н/и                           | 600 (5)     | н/и                           | 0                                            |
| Северо-Кавказский    | Ставропольский край               | 1940 (6)                      | 2388 (6)    | 0                             | 0                                            |
| Сибирский            | Алтайский край и Республика Алтай | 955 (5)                       | 500 (4)     | 0                             | 0                                            |
|                      | Красноярский край                 | 1385 (7)                      | 1016 (7)    | 0                             | 0                                            |
|                      | Республика Тыва                   | н/и                           | 300 (1)     | н/и                           | 0                                            |
| Северо-Западный      | Калининградская область           | 580 (3)                       | 400 (2)     | 0                             | 0                                            |
| Южный                | Астраханская область              | 861 (2)                       | 772 (4)     | 0                             | 0                                            |
|                      | Краснодарский край                | 1836 (9)                      | 1855 (6)    | 0                             | 0                                            |
|                      | Ростовская область                | 107 (3)                       | 340 (4)     | 0                             | 0                                            |
|                      | Волгоградская область             | 1072 (3)                      | 3022 (2)    | 0                             | 0                                            |
| ИТОГО                |                                   | 20 275 (77)                   | 23 399 (89) | 174 <sup>2</sup>              | 176 <sup>2</sup><br>815 <sup>3</sup>         |

<sup>1</sup> В скобках указано количество хозяйств;<sup>2</sup> постинфекционные антитела;<sup>3</sup> поствакцинальные антитела;

н/и – не исследовали.

вирусов гриппа птиц на территорию Российской Федерации по-прежнему очень высока [1, 8]. По данным срочных сообщений ветслужб субъектов РФ в 2017 г., выявление высокопатогенного вируса гриппа птиц подтипа H5 (более 30 случаев) в стадах домашних птиц было зарегистрировано в 9 регионах: Ростовской, Московской, Нижегородской, Костромской и Самарской областях, республиках Татарстан, Марий Эл, Удмуртия, а также Чеченской Республике. В Краснодарском крае и Калининградской области установлены случаи гриппа у диких мигрирующих птиц, в Воронежской области – в зоопарке. В 2018 г. было зарегистрировано 15 неблагополучных по гриппу птиц регионов. Вирус гриппа птиц подтипа H5 был обнаружен у домашних птиц из

Курской, Орловской, Воронежской, Костромской, Смоленской, Саратовской, Самарской, Ульяновской, Пензенской, Нижегородской, Ростовской областей, республик Удмуртия, Марий Эл, Чувашия и Татарстан (более 80 случаев).

Для высокопроизводительного скрининга инфекции гриппа А используют иммуноферментные (ИФА) наборы для обнаружения антител, специфичных к вирусу гриппа птиц типа А. В случае получения положительных результатов необходимо провести субтипирование в реакции торможения гемагглютинации (РТГА). Указанные методы также применяют с целью определения иммунного статуса поголовья после вакцинации. Вакцинация против вируса гриппа А/H9N2 применялась в Азии и на Среднем Востоке [9, 10]. В последние годы профилактическая вакцинация против гриппа А/H5N1 разрешена в некоторых странах Евросоюза для домашней птицы выгульного содержания и зоопарко-

вых птиц [3]. Вакцинация птиц против гриппа А в России определяется «Правилами по борьбе с гриппом птиц» в редакции Приказа МСХ РФ № 195 от 06.07.2006.

Для обеспечения устойчивого эпизоотического благополучия страны необходим постоянный контроль и надзор за инфекционными заболеваниями, в том числе гриппом птиц.

В работе представлены результаты серологического мониторинга по гриппу птиц на территории Российской Федерации, проведенного в 2017–2018 гг. в рамках реализации мероприятий Россельхознадзора по диагностике и профилактике особо опасных болезней животных, направленных на обеспечение охраны территории страны от заноса из иностранных государств и распространения болезней животных.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Биологический материал (сыворотки крови птиц) предоставлен для исследования территориальными управлениями Россельхознадзора. Исследования проводили с использованием коммерческих наборов производства ФГБУ «ВНИИЗЖ» согласно инструкции производителя и диагностических препаратов (антигены и сыворотки) производства GD (Нидерланды) и IZSve (Италия) по стандартной методике [3]. Результат исследования в РТГА считался положительным, если титр сыворотки составлял  $4,0 \log_2$  и выше. ИФА-наборы использовали для тестирования сывороток крови кур, РТГА-наборы – для исследования сывороток крови домашних птиц (кур, индеек, уток, гусей, перепелов, цесарок), диких и синантропных птиц. Поступившие для исследования сыворотки крови инактивировали при температуре 56 °C в течение 30 мин.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основная цель серологических мониторинговых исследований по гриппу А среди домашней птицы – контроль невакцинированных стад на отсутствие инфекции, выявление циркуляции полевых вирусов, отличных от вакцинных штаммов, а также контроль поствакцинального иммунитета у вакцинированного поголовья.

В течение 2017 г. методами ИФА и РТГА было исследовано 20 275 проб сыворотки крови птиц, доставленных из 77 птицефабрик 17 субъектов РФ (табл. 1).

Антитела к вирусу гриппа А/Н9 были обнаружены в 174 пробах от вакцинированных против гриппа кур (гомологичного подтипа) из 2 хозяйств Приморского края. Из всех видов домашней птицы, которые были представлены в мониторинговых исследованиях в 2017 г., большинство составляли куры (99,3%). Из других видов были представлены индейки, гуси, утки и перепела.

В 2018 г. область исследований была несколько расширена. Было исследовано 23 399 проб сыворотки крови птиц (куры, индейки, утки, гуси) из 89 птицеводческих хозяйств промышленного типа 24 субъектов РФ. Антитела к вирусу гриппа А/Н9 были обнаружены в 176 пробах сыворотки крови от невакцинированных против гриппа птиц кур двух хозяйств из Приморского края и в 815 пробах от вакцинированных кур из Амурской области (1 птицефабрика) и Приморского края (2 птицефабрики) (гомологичные вакцинному штамму).

В 2017–2018 гг. были проведены мониторинговые исследования среди домашних птиц личных подсоб-

ных (ЛПХ) и коллективных фермерских (КФХ) хозяйств (табл. 2). Более 92% исследованных проб было от кур, 4–5% – от уток, и оставшееся количество проб представлено другими видами (гуси, индейки, перепела и цесарки).

В 2017 г. было исследовано 9908 проб сыворотки крови от домашних птиц из 16 регионов РФ. Антитела к вирусу гриппа А/Н5 были выявлены в 304 пробах от вакцинированных против гриппа кур из Астраханской и Ростовской областей, Чеченской Республики, республик Дагестан, Ингушетия и Адыгея. Антитела к вирусу гриппа А/Н5 были выявлены также в пробах от невакцинированных против гриппа кур из частных подворий Ростовской и Калининградской областей (в 14 и 5 пробах соответственно). В ИФА было обнаружено 7 положительных на грипп А проб, доставленных из Республики Крым.

В 2018 г. было исследовано 7415 проб сывороток крови от кур, индеек, уток, гусей, перепелов и цесарок из 14 субъектов РФ (табл. 2). Специфические антитела у вакцинированных против гриппа домашних птиц (куры, перепела, цесарки) были выявлены в 550 пробах из 3 субъектов РФ: Астраханской и Ростовской областей и Чеченской Республики (подтип Н5). Постинфекционные антитела были обнаружены в РТГА у непривитых кур из Алтайского и Приморского (подтипы Н5 и Н9 соответственно) краев и в ИФА в одной пробе от курицы из Смоленской области. Наличие антител к вирусу гриппа птиц подтипов Н5 и Н7 в положительных на тип А пробах из Республики Крым и Смоленской области было исключено методом РТГА. Результаты обнаружения специфических антител к вирусу гриппа подтипов Н5 и Н9 у невакцинированных птиц были представлены в территориальные управления Россельхознадзора для принятия соответствующих мер. За время наблюдений специфические антитела к вирусу гриппа А/Н5 у уток и гусей промышленного и частного сектора не выявляли.

На рисунке представлено географическое расположение регионов РФ, в которых у домашних птиц были выявлены постинфекционные и поствакцинальные антитела к вирусу гриппа птиц.

Обнаружение антител к вирусу гриппа птиц у кур промышленного сектора и из личных хозяйств можно объяснить циркуляцией слабовирулентных штаммов, которые вызывают респираторно-кишечные расстройства различной тяжести и не связаны с массовой гибелью птицы. Однако циркуляция подобных штаммов является питательной средой для селекции/мутации и появления высоковирулентных штаммов вируса гриппа птиц.

Следует отметить низкий уровень поствакцинального иммунитета у привитых кур из ЛПХ. По данным сопроводительных документов, вакцинация проводилась инактивированными вакцинами, содержащими антиген вируса гриппа А/Н5, при этом поствакцинальные антитела были обнаружены менее чем у 50% привитого поголовья.

Природным резервуаром вируса гриппа птиц являются дикие птицы как водного, так и наземного экологических комплексов. Мигрирующие дикие птицы в большинстве случаев могут быть начальным источником инфекции, что представляет собой угрозу дальнейшего заноса инфекции в стада сельскохозяйственных птиц и распространения болезни в благополучных регионах.

**Таблица 2**  
**Результаты выявления антител к вирусу гриппа птиц в сыворотках крови птиц ЛПХ и КОХ в ИФА и РТГА**

| Федеральный округ РФ | Субъект РФ                      | Количество исследованных проб |      | Количество положительных проб       |                                     |
|----------------------|---------------------------------|-------------------------------|------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|                      |                                 | 2017                          | 2018 | 2017                                | 2018                                |
| Центральный          | Владимирская область            | 142                           | 342  | 0                                   | 0                                   |
|                      | Смоленская область              | н/и                           | 6    | н/и                                 | 1 <sup>1</sup>                      |
| Приволжский          | Республика Татарстан            | н/и                           | 200  | н/и                                 | 0                                   |
|                      | Нижегородская область           | 90                            | н/и  | 0                                   | н/и                                 |
|                      | Самарская область               | н/и                           | 384  | н/и                                 | 0                                   |
|                      | Чувашская Республика            | н/и                           | 22   | н/и                                 | 0                                   |
| Северо-Западный      | Калининградская область         | 805                           | 110  | 5 <sup>1</sup>                      | 0                                   |
| Сибирский            | Алтайский край                  | 45                            | 500  | 0                                   | 22 <sup>1</sup>                     |
| Дальневосточный      | Забайкальский край              | 1066                          | 388  | 0                                   | 0                                   |
|                      | Приморский край                 | 100                           | 3    | 0                                   | 2 <sup>1</sup>                      |
|                      | Хабаровский край                | 620                           | н/и  | 0                                   | н/и                                 |
| Северо-Кавказский    | Республика Дагестан             | 291                           | 500  | 19 <sup>2</sup>                     | 0                                   |
|                      | Карачаево-Черкесская Республика | 120                           | н/и  | 0                                   | н/и                                 |
|                      | Республика Ингушетия            | 225                           | 500  | 2 <sup>2</sup>                      | 0                                   |
|                      | Чеченская Республика            | 1139                          | 500  | 138 <sup>2</sup>                    | 248 <sup>2</sup>                    |
| Южный                | Астраханская область            | 1471                          | 1324 | 118 <sup>2</sup>                    | 124 <sup>2</sup>                    |
|                      | Адыгейская Республика           | 176                           | н/и  | 2 <sup>2</sup>                      | н/и                                 |
|                      | Ростовская область              | 2341                          | 2636 | 14 <sup>1</sup><br>25 <sup>2</sup>  | 177 <sup>2</sup>                    |
|                      | Волгоградская область           | 1000                          | н/и  | 0                                   | н/и                                 |
|                      | Республика Крым                 | 277                           | н/и  | 7 <sup>1</sup>                      | н/и                                 |
| ИТОГО                |                                 | 9908                          | 7415 | 26 <sup>1</sup><br>304 <sup>2</sup> | 25 <sup>1</sup><br>550 <sup>2</sup> |

<sup>1</sup> постинфекционные антитела;

<sup>2</sup> поствакцинальные антитела;

н/и – не исследовали.

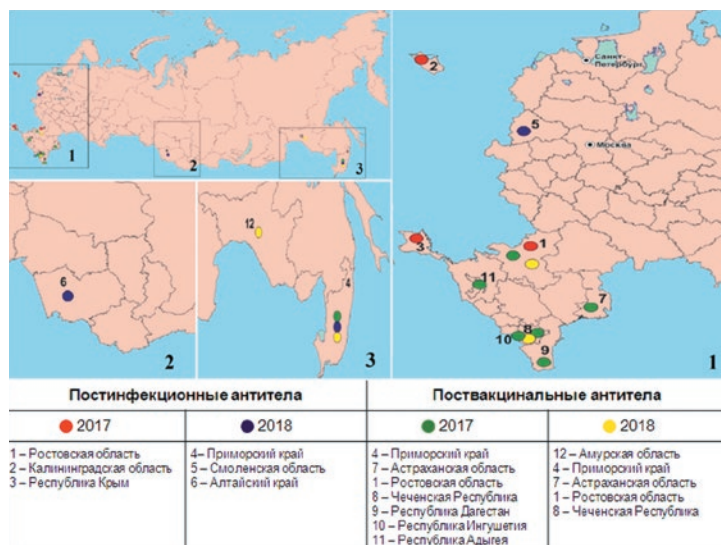


Рис. Регионы РФ, в которых у домашних птиц выявлены антитела к вирусу гриппа птиц в ходе мониторинговых исследований 2017–2018 гг.

В 2017–2018 гг. из 4 регионов РФ было доставлено для исследования 314 и 266 проб сыворотки крови от диких и синантропных птиц соответственно. Полученные результаты представлены в таблице 3. В группу синантропных птиц включены виды, чье место обитания и образ жизни связан с человеком и его жильем. Анти-тела к вирусу гриппа птиц подтипа H5 и H7 в 581 пробе сыворотки крови, исследованной с помощью РТГА, выявлены не были.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Непрерывное появление и широкое распространение высокопатогенного гриппа птиц в мире представляет серьезную угрозу для сельскохозяйственных птиц. Вероятность заражения гриппом птиц на птицеводческих предприятиях закрытого типа может быть минимизирована при строгом соблюдении ветеринарно-санитарных норм и высоком уровне биологической защиты. Наибольшую опасность в птицеводстве грипп птиц представляет для личных подсобных хозяйств и мелких товарных ферм с выгульным способом содержания птиц, которые напрямую могут контактировать с дикими и синантропными птицами (источниками инфекции). Поэтому сохраняется необходимость в продолжении

Таблица 3

Результаты исследования в РТГА проб сыворотки крови диких и синантропных птиц на наличие антител к вирусу гриппа птиц

| Субъект РФ                         | Вид птицы                                                                                                                              | Количество исследованных проб* |              |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------|
|                                    |                                                                                                                                        | Подтип H5                      | Подтип H7    |
| Нижегородская область<br>(2017 г.) | синантропные птицы<br>(сизый голубь, грач, ворона, галка)                                                                              | 0/40                           | 0/40         |
|                                    | птицы водного комплекса<br>(дикие утки и гуси)                                                                                         | 0/53                           | 0/53         |
|                                    | птицы полей и лесов<br>(тетерев, вальдшнеп)                                                                                            | 0/6                            | 0/6          |
| Красноярский край<br>(2017 г.)     | синантропные птицы<br>(сизый голубь)                                                                                                   | 0/130                          | 0/130        |
|                                    | птицы водного комплекса<br>(кряква, свиязь, чирок-свиистунок)                                                                          | 0/20                           | 0/20         |
|                                    | дикие птицы лугов, полей, болот<br>(бекас, северная бормотушка, лесной дупель, черноголовый чекан, желтая трясогузка, полевой воробей) | 0/90                           | 0/90         |
|                                    | дикие птицы лесов<br>(лесной конек, гаичка, вальдшнеп, вертишейка, поползень, дрозд-дереяба, буроголовая гаичка)                       | 0/60                           | 0/60         |
| Республика Тыва<br>(2017 г.)       | птицы водного и околотоводного комплекса<br>(чомга, серая утка, красноклювый нырок, баклан, крачка, серебристая чайка, озерная чайка)  | 0/31                           | 0/31         |
| Самарская область<br>(2018 г.)     | дикие птицы (дикая утка и др.)                                                                                                         | 0/55                           | 0/55         |
|                                    | синантропные птицы (голуби и др.)                                                                                                      | 0/96                           | 0/96         |
| <b>ВСЕГО</b>                       |                                                                                                                                        | <b>0/581</b>                   | <b>0/581</b> |

\*Количество положительных из общего количества проб.

и увеличении количества серологических исследований по гриппу птиц в рамках государственного эпизоотологического мониторинга как одного из необходимых составляющих системы контроля, предупреждения и прогнозирования возникновения заболевания гриппом птиц на территории Российской Федерации.

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

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Обзор ситуации по высокопатогенному вирусу гриппа птиц субтипа H5 в России в 2016–2017 гг. / В. Ю. Марченко, И. М. Сулопаров, В. Э. Игнатьев [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2018. – № 1. – С. 30–35; DOI: 10.21055/0370-1069-2018-1-30-35.
- Alexander D. J. An overview of the epidemiology of avian influenza // Vaccine. – 2007. – Vol. 25 (30). – P. 5637–5644; DOI: 10.1016/j.vaccine.2006.10.051.
- Avian influenza // Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals / OIE. – 7<sup>nd</sup> ed. – Paris, 2012. – Vol. 1, Chap. 2.3.4. – P. 436–452.
- Global and local persistence of influenza A (H5N1) virus / X. Li, Z. Zhang, A. Yu [et al.] // Emerg. Infect. Dis. – 2014. – Vol. 20 (8). – P. 1287–1295; DOI: 10.3201/eid2008.130910.
- Highly pathogenic avian influenza virus (H5N8) in domestic poultry and its relationship with migratory birds in South Korea during 2014 / J. Jeong, H. M. Kang, E. K. Lee [et al.] // Vet. Microbiol. – 2014. – Vol. 173 (3–4). – P. 249–257; DOI: 10.1016/j.vetmic.2014.08.002.
- Highly pathogenic H7N7 avian influenza in Italy / L. Bonfanti, I. Monne, M. Tamba [et al.] // Vet. Rec. – 2014. – Vol. 174 (15). – P. 382–385; DOI: 10.1136/vr.102202.
- Influenza A (H5N8) virus similar to strain in Korea causing highly pathogenic avian influenza in Germany / T. Harder, S. Maurer-Stroh, A. Pohlmann [et al.] // Emerg. Infect. Dis. – 2015. – Vol. 21 (5). – P. 860–863; DOI: 10.3201/eid2105.141897.
- Isolation and characterization of H5Nx highly pathogenic avian influenza viruses of clade 2.3.4.4 in Russia / V. Marchenko, N. Goncharova, I. Susloparov [et al.] // Virology. – 2018. – Vol. 525. – P. 216–223; DOI: 10.1016/j.virol.2018.09.024.
- Swayne D. E. Impact of vaccines and vaccination on global control of avian influenza // Avian Dis. – 2012. – Vol. 56 (Suppl 4). – P. 818–828; DOI: 10.1637/10183-041012-Review.1.
- Swayne D., Kapczynski D. Vaccines, vaccination, and immunology for avian influenza viruses in poultry // Avian Influenza / ed. D. E. Swayne. – Ames, Iowa, 2008. – P. 407–451; DOI: 10.1002/9780813818634.ch19.

Поступила 21.03.19

Принята в печать 14.05.19