

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

УДК 578.4-579.61

Г.А. Данчинова ¹, А.В. Ляпунов ¹, М.А. Хаснатинов ¹, Э.Л. Манзарова ¹, А.П. Савченко ²,
П.А. Савченко ², И.А. Савченко ², В.И. Емельянов ², Н.В. Карпова ², В.Л. Темерова ²,
И.И. Тупицын ³, С.В. Пыжьянов ³

РАЗНООБРАЗИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИРУСОВ ГРИППА А СРЕДИ ПТИЦ В ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

¹ ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека», Иркутск, Россия

² ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия

³ ФБГОУ ВПО «Иркутский государственный университет», Иркутск, Россия

Получены интересные результаты по распространению и разновидностям вирусов группа А в Восточной Сибири. Установлена циркуляция 17 серотипов (H1N1, H5N1, HswN1, H0N1, H1N4, H1N1sw, H2N2, H3N2, H3N5, H3N6, H3N8, H4N6, H7N1, H7N8, H10N7, H13N6, H13N8), в том числе высокопатогенных для человека и сельскохозяйственных животных: в Прибайкалье и Красноярском крае два – H3, H4, только в Прибайкалье – H6 и H9, в Туве – H5 (изоляты H5N1) и в Западной Монголии – H13 (H13N8). Рассматривается наиболее вероятная схема их заноса на территорию России и дальнейшее распространение.

Ключевые слова: вирус гриппа А (ВГА), виды птиц, диагностика вирусов гриппа, распространение, миграции птиц, Восточная Сибирь, Центральная Сибирь

DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF INFLUENZA A VIRUSES AMONG WILD BIRDS IN EASTERN SIBERIA

G.A. Danchinova ¹, A.V. Lyapunov ¹, M.A. Khasnatinov ¹, E.L. Manzarova ¹, A.P. Savchenko ²,
P.A. Savchenko ², I.A. Savchenko ², V.I. Emelyanov ², N.V. Karpova ², V.L. Temerova ²,
I.I. Tupitsin ³, S.V. Pyzhyanov ³

¹ Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems, Irkutsk, Russia

² Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

³ Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Influenza A virus (IAV) is a worldwide pathogen of humans and animals. In nature IAV is associated with aquatic birds. The regular survey of natural populations of aquatic birds is important to describe the diversity of IAV, evaluate pathogenic potential of circulating strains for human and domestic animals and reveal possible routes of virus spread during seasonal migrations of wild birds. In this paper the results of annual ecological and virological survey among wild birds of Eastern Siberia performed between 2005 and 2012 are presented.

The cloacal swabs and tissue samples from 901 wild birds were analyzed for presence of IAV using virus isolation in chicken embryos and/or PCR assay. The subtype of IAV was established using haemagglutination inhibition assay and genome sequencing. Seventeen subtypes of IAV were discovered including H1N1, H5N1, HswN1, H0N1, H1N4, H1N1sw, H2N2, H3N2, H3N5, H3N6, H3N8, H4N6, H7N1, H7N8, H10N7, H13N6, H13N8. Highest prevalence of infection was detected among wild ducks *Anas crecca* (18.3%), *A. platyrhynchos* (13.8%) and herring gull *Larus argentatus* (6.5%). The most diverse virus population was revealed in Irkutsk Region among *L. argentatus* that hosted subtypes H3, H6N1 and H9. In the Republic of Tuva and Krasnoyarsk territory H3N8, H5N1 and H7 subtypes were detected. The wild birds from Republic of Khakassia were shown to host H4 subtype, whereas in Republic of Buryatia subtypes H3 and H4 were detected in wild ducks and herring gulls. Possible routes of IAV spread and epidemiological implications are discussed.

Key words: Influenza A virus, bird species, diagnostics of influenza virus, distribution, bird migrations, Eastern Siberia, Central Siberia

Вирусы гриппа являются одними из самых распространенных патогенов человека и ежегодно приводят к эпидемиям по всему земному шару [1]. В настоящее время обнаружено 18 подтипов гемагглютинина (HA) и 11 подтипов нейраминидазы (NA) вирусов гриппа А (ВГА). Установлено, что вирусы, содержащие субтипы гемагглютинина с 1 по 16 и нейраминидазы с 1 по 9, изначально возникали в популяциях водоплавающих птиц, и лишь затем переходили в популяции млекопитающих, в том

числе человека [17]. Два новых субтипа ВГА (H17N10 и H18N11) выделены от летучих мышей (*Sturnira lilium*) в Центральной и Южной Америке в 2012 и 2013 гг. [23]. К ВГА восприимчивы большинство видов птиц, в том числе сельскохозяйственных, синантропных, экзотических и декоративных птиц, а также млекопитающих (свиньи, лошади, хорьки, мыши, кошки, собаки и другие) и человека [5]. Известно, что основной резервуар ВГА – птицы водно-околоводного экологического комплекса,

преимущественно представители семейств утиных и чайковых. Следовательно, основным источником вируса в природе являются водоплавающие птицы, которые переносят вирус в кишечнике и выделяют его в окружающую среду со слюной и пометом. У диких уток ВГА размножается главным образом в клетках, выстилающих желудочно-кишечный тракт, при этом никаких видимых признаков заболевания у самих птиц вирус не вызывает и в высоких концентрациях выделяется в окружающую среду. Бессимптомное течение гриппа у диких уток и болотных птиц может являться результатом адаптации вируса к данному хозяину на протяжении сотен лет. Таким образом, создается природный резервуар, обеспечивающий вирусам гриппа птиц биологическое «бессмертие» [2]. Однако среди домашних птиц ВГА может вызывать тяжелое заболевание и гибель. Данное заболевание характеризуется и потенциально высокой опасностью возбудителя для человека.

В Восточной Сибири пересекаются основные миграционные пути видов птиц, зимующих в различных регионах мира, и в особенности в Юго-Восточной Азии. В последнее десятилетие имеют место регулярные сообщения о заражении людей, прежде всего фермеров и продавцов домашней птицы в средней части Китайской Народной Республики. Известно о летальном исходе сотен людей от заражения ВГА, содержащими гемагглютинины 5, 7 и 9 типов. Эти факты свидетельствуют о том, что регулярные наблюдения за циркуляцией вирусов в природных популяциях птиц необходимы для предупреждения эпизоотий среди сельскохозяйственных и домашних птиц и эпидемий среди людей.

В Прибайкалье обитает 363 вида птиц, из которых 236 гнездится на берегах Байкала. На скалистых островах озера обитают крупные колонии серебристых чаек. На островах и в устьях притоков Байкала в большом количестве селятся: озерная чайка, речная крачка, сизая чайка, чеграва. Обычны в Прибайкалье такие виды, как: серая утка, кряква, гоголь, широконоска, шилохвость, чирок-свистунок, чирок-трескун, хохлатая чернеть, свиязь, красноголовый нырок, чомга, огарь, лысуха, цапля серая и кулики. В последние годы отмечен значительный рост популяций баклана [10]. Также много птиц обитает в дельтах рек, на мелководных заливах и озерах. В дельте р. Селенга (550 км²) насчитывается 251 вид птиц, гнездятся 100–120 тыс. уток. В период осенней миграции через дельту пролетают 5–7 млн птиц, включая гусей и лебедей. А в истоке р. Ангара на незамерзающем участке протяженностью до 10–15 км остается на зимовку до 15 тыс. водоплавающих птиц (гоголь, крохаль, хохлатая чернеть и др.). Среди синантропных видов птиц массовыми являются ворона и сорока.

В Центральной Сибири встречается 382 вида птиц. Более 90 % из них пермеанты, мигрирующие составляют 75,9 %, регулярно кочующие – 9,8 %, совершающие вертикальные перемещения – 4,7 %. Установленный факт широкого фронта ночного пролета, позволил рассчитать численность мигрирующих птиц. Так, только в августе-сентябре через фронт в 1355 км (от 50 до 66° с.ш.) пролетают 406,9 млн птиц,

из них в 3-ЮЗ направлении – 212,8 (52,3 %) , в В-ЮВ – 142,0 (34,9 %) и Ю – 52,1 млн (12,8 %).

Доля оседлых птиц в регионе не превышает 1,8 %, нерегулярно кочующих – 7,8 %. Среди пермеантов абсолютно доминируют гнездящиеся птицы (84,9 %), пролетные составляют 8,4 %, залетные – 6,7 %. С зимовками, расположенными в Восточном секторе Азии, связано не менее 239 видов и подвидов птиц. Значительно участие зимующих видов птиц (21,4 %) в орнитофауне южных районов.

Как и в Байкальском регионе, для околотовных птиц с широким палеарктическим распространением характерны одновременно Ю-З и Ю-В зимовки. Озерные чайки, гнездящиеся на водоемах Хакасии и южной части Красноярского края, мигрируют в ЮЗ направлении, чайки из Тувинской котловины и водоемов Восточно-Тувинского нагорья отлетают на ЮВ. Из уток В-Ю-В направление и связь с зимовками в Японии, подтверждается сообщениями о находках ольцованных *Anas platyrhynchos*, *A. querquedula* и *Aythya ferina*. Если учесть, что птицы из Западной Сибири и гнездящиеся на водоемах юга Красноярского края зимуют в Малой Азии, Месопотамии и Индии, то становится очевидным, что в пределах региона проходит зона контакта географических популяций, области зимовок которых разобщены континентально [11].

Миграции куликов характеризуются полимодальными курсами, что определяется их связью как с африканскими (*Calidris minuta*, *Philomachus pugnax*), так южно-азиатскими (*Calidris subminuta*, *C. temminckii*) и австралийскими зимовками (*Calidris ruficollis*, *Calidris ferruginea*). Миграции некоторых видов, например *Scolopax rusticola* и *Vanellus vanellus*, проходят в широтном направлении.

Направления сезонных миграций воробьиных птиц в значительно большей степени коррелируют с центрами их происхождения. Так, из 19 фоновых видов, относящихся к европейскому типу фауны, в ЮЗ направлении осенью отлетают 18. Из 11 видов китайского авифаунистического комплекса на ЮВ мигрируют 7, а 3 вида, образуя разные формы, летят в ЮЗ и ЮВ секторах. У голарктических птиц (*Riparia riparia*, *R. diluta*, *Hirundo r. rustica*, *Oenanthe oenanthe*) в основном преобладает ЮЗ направление. Полимодальным распределением курсов характеризуется пролет сибирских птиц.

Целью работы явилось обобщение результатов эколого-вирусологического мониторинга циркуляции ВГА среди птиц Восточной Сибири, начатого в 2005 г.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С 2005 г. проводился сбор материалов (клоакальные смывы) от разных видов птиц и исследования на зараженность ВГА. Для сбора биологических проб применяли отлов и отстрел птиц [9]. Ключевыми участками для сбора материала послужили в Иркутской области: 1) территория затопления ложа Богучанской ГЭС (Усть-Илимский район); 2) острова Малого моря (Ольхонский район); в Республике Бурятия: 1) дельта р. Селенга (Кабанский район); 2) Койморские болота (Тункинский район). Кроме

этих территорий была исследована 1 особь серебряистой чайки, случайно обнаруженная в жилом микрорайоне города Иркутска. Всего исследованы образцы клоакальных смывов от 901 дикой птицы 60 видов из 7 отрядов и 20 семейств.

В Центральной Сибири было обследовано 165 видов птиц. Сделан лабораторный анализ 3384 проб биоматериала и клоакальных смывов в ПЦР, из которых врановые составили 358 проб, или 10,6 %. Отбор проб проводили в 5 группах районов Красноярского края (Южной, Ачинской, Центральной, Канской и Енисейской), на территории Республики Хакасия и в небольшом объеме – в Республике Тыва.

Исследование проведено с помощью методов культивирования вируса на куриных эмбрионах и клеточных культурах, РТГА и ПЦР.

В 2005–2009 гг. проводили заражение 10-дневных куриных эмбрионов образцами клоакальных смывов диких птиц. В последующие годы исследовали аллантоисные жидкости 14-дневных куриных эмбрионов после третьего пассажа. В 2010 и 2012 гг. пробы трижды пассировали на клеточной культуре.

Для выделения суммарной РНК из собранных образцов использованы наборы «РИБО-золь А», «РИБО-преп», «РИБО-сорб» (Амплисенс, Москва). Реакцию обратной транскрипции (ОТ) проводили с набором Реверта (Амплисенс, Москва). Для амплификации кДНК Influenza virus A использовали следующую схему: 5 мин. инициальной денатурации при 95 °С, затем 42 повторяющихся цикла: денатурация (95 °С) – 20 с, отжиг праймеров (50 °С) – 20 с, элонгация (72 °С) – 40 мин. По окончании последнего цикла пробы инкубировали при 72 °С в течение 5 мин. для завершения полимеризации целевых фрагментов. Для выявления РНК Influenza virus A (ген белка М) образцы кДНК амплифицировали в ПЦР с универсальными праймерами (CuMf и CuMr). Для идентификации субтипа гемагглютинина исследуемых вирусов использовали ПЦР с набором из 15 пар субтип-специфичных праймеров по протоколу Tsukamoto [24].

Также в 2006–2008 гг. проведен скрининг с тест-системой «Ампли-Сенс Influenza virus A H5/N7» (ФГУН ЦНИИЭ, г. Москва), позволяющей выявить РНК ВГА и идентифицировать субтипы H5 и H7 методом ПЦР с электрофоретической детекцией продуктов амплификации в агарозном геле. Часть проб, взятых от птиц на территории Центральной Сибири, были переданы для дальнейшего субтипирования по подтипам гемагглютинина и нейраминидазы в научно-методический Центр по референс-диагностике и изучению высокопатогенных штаммов вируса гриппа на базе ФГУН ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор» (г. Новосибирск) и ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (г. Владимир).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе исследований получены интересные результаты по распространению и разновидностям ВГА в Прибайкалье. Большинство исследованных особей относились к отрядам ржанкообразных (43 %), гусеобразных (41 %) и воробьинообразных (9 %), также в небольшом количестве были представлены

аистообразные, веслоногие, курообразные и поганкообразные. Доминировали семейства утиных (41 %) и чайковых (37 %), 6 % составили птицы из семейства бекасовых и по 3,5 % – врановых и баклановых. В небольшом количестве были представлены: цаплевые, пастушковые, фазановые, поганковые, крачковые, вьюрковые, дроздовые, мухоловковые, овсянковые, поползневые, свиристелевые, синицевые, славковые, сорокопутовые и трясогузковые (табл. 1).

Изучение распространения ВГА по территориям показало, что в дельте р. Селенга, несмотря на большое скопление птиц на осеннем пролете, по результатам ПЦР исследования выявляется только РНК ВГА третьего субтипа – Н3, который обнаружен на всех ключевых участках Прибайкалья и даже в г. Иркутск (табл. 2).

По два разных ВГА установлены на Малом море (оз. Байкал) – Н3 и Н6N1 и в Тункинской долине (Койморские болота) – Н3 и Н4. Наиболее богат разновидностями ВГА Усть-Илимский район (зона затопления Богучанской ГЭС), где выявлены Н3, Н6N1 и Н9.

Во все годы исследований чаще всего в образцах клоакальных смывов птиц разных видов Прибайкалья выявляли Н3 – почти 83 % – самый распространенный в человеческих популяциях и вызывающий ежегодные эпидемии по всему миру. Этот вирус встречается и у исследованных синантропных видов птиц: ворона, вороны, сороки. На втором месте – Н6N1 с 14,5 %, который обнаруживался в 2006–2007 гг. В 2006 г. субтип Н6N1 выявлен в трех пробах (6,4 %) с островов Малого моря – у двух серебристых чаек и хохлатой чернети. В 2007 г. он также встретился у двух чаек и чернети на Малом море (7,5 %) и у 5 птиц (2,6 %) из зоны затопления Богучанской ГЭС – двух серебристых чаек, двух сизых чаек и гоголя. Этот серотип также опасен для людей. Об инфицировании человека ВГА с аналогичной антигенной формулой появилось сообщение в 2013 г. Генетический анализ вируса, выявленного в организме 20-летней женщины, показал, что он развил способность ориентироваться на рецептор SAα-2,6 в верхних дыхательных путях, что потенциально позволяет вирусу адаптироваться к клеткам человека [22].

Кроме этого имеются единичные находки Н4 и Н9. У чирка-свистунка, добытого в 2005 г. на Койморских болотах, обнаружен субтип Н4. Более ранние сведения по изоляции штамма с формулой Н4N6 от утки-широкоски в Тункинской долине относятся к 1978 г. Он был подобен штамму, в 1974 г. вызвавшему заболевания лошадей в Монгольской Народной Республике, и аналогичен штамму, изолированному в 2000 г. от ондатры [3, 6]. Эти обстоятельства свидетельствуют о вовлечении млекопитающих в круг хозяев данного серотипа. Вирусы четвертого субтипа были выделены от крякв в 2004 г. в Новой Зеландии [18] и от сороки в 2005 г. в Западной Сибири [14]. Также учеными из США они выделены от свиней, а в лабораторных условиях доказана их способность поражать клетки человека [15].

У птенца сизой чайки, отловленного в устье р. Тушамы Усть-Илимского района Иркутской области в 2008 г., выявлен гемагглютинин Н9. Вирусы

Список птиц, исследованных в ПЦР на наличие ВГА (Прибайкалье, 2005–2012 гг.)

| Отряды, семейства, виды птиц | Годы | | | | | | | Всего |
|---|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2012 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| отр. Поганкообразные | | | | | | | | |
| сем. Поганковые | | | | | | | | |
| <i>Podiceps cristatus</i> (чомга) | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| отр. Веслоногие | | | | | | | | |
| сем. Баклановые | | | | | | | | |
| <i>Phalacrocorax carbo</i> (большой баклан) | 0 | 0 | 21 | 2 | 4 | 0 | 4 | 31 |
| отр. Аистообразные | | | | | | | | |
| сем. Цаплевые | | | | | | | | |
| <i>Ardea cinerea</i> (серая цапля) | 2 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 3 | 10 |
| отр. Гусеобразные | | | | | | | | |
| сем. Утиные | | | | | | | | |
| <i>Tadorna ferruginea</i> (огарь) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Anas platyrhynchos</i> (кряква) | 9 | 0 | 2 | 21 | 12 | 9 | 5 | 58 |
| <i>A. crecca</i> (чирок-свистунок) | 17 | 0 | 0 | 14 | 36 | 23 | 14 | 104 |
| <i>A. falcata</i> (касатка) | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 |
| <i>A. strepera</i> (серая утка) | 6 | 0 | 0 | 8 | 9 | 7 | 4 | 34 |
| <i>A. penelope</i> (свистуха) | 4 | 0 | 1 | 3 | 5 | 0 | 0 | 13 |
| <i>A. acuta</i> (шилохвость) | 2 | 0 | 9 | 2 | 2 | 3 | 0 | 18 |
| <i>A. querquedula</i> (чирок-трескунок) | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 5 | 13 |
| <i>A. clypeata</i> (широконоска) | 2 | 0 | 0 | 8 | 15 | 4 | 4 | 33 |
| <i>Aythya ferina</i> (красноголовый нырок) | 2 | 0 | 0 | 0 | 12 | 10 | 5 | 29 |
| <i>A. fuligula</i> (хохлатая чернеть) | 1 | 2 | 5 | 10 | 23 | 1 | 5 | 47 |
| <i>Vucephala clangula</i> (гоголь) | 3 | 0 | 4 | 9 | 3 | 0 | 0 | 19 |
| <i>Melanitta deglandi</i> (горбоносый турпан) | 0 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| <i>Mergus merganser</i> (большой крохаль) | 0 | 0 | 13 | 5 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| отр. Курообразные | | | | | | | | |
| сем. Тетеревиные | | | | | | | | |
| <i>Tetrastes bonasia</i> (рябчик) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 |
| сем. Фазановые | | | | | | | | |
| <i>Perdix dauurica</i> (бородатая куропатка) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| отр. Журавлеобразные | | | | | | | | |
| сем. Пастушковые | | | | | | | | |
| <i>Porzana parva</i> (малый погоныш) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Fulica atra</i> (лысуха) | 4 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 0 | 10 |
| отр. Ржанкообразные | | | | | | | | |
| сем. Бекасовые | | | | | | | | |
| <i>Tringa ochropus</i> (черныш) | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>T. glareola</i> (фифи) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| <i>T. erythropus</i> (щеголь) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| <i>T. nebularia</i> (большой улит) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Actitis hypoleucos</i> (перевозчик) | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Calidris temminckii</i> (белохвостый песочник) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Gallinago gallinago</i> (обыкновенный бекас) | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 | 6 | 15 |
| <i>G. megala</i> (лесной дупель) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|-----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|
| <i>G. stenura</i> (азиатский бекас) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Numenius madagascariensis</i> (дальневосточный крошитель) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| сем. Чайковые | | | | | | | | |
| <i>Larus ridibundus</i> (озерная чайка) | 2 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| <i>L. argentatus</i> (серебристая чайка) | 4 | 12 | 84 | 161 | 0 | 0 | 0 | 261 |
| <i>L. canus</i> (сизая чайка) | 1 | 9 | 25 | 17 | 0 | 0 | 0 | 52 |
| <i>Hydroprogne caspia</i> (чеграва) | 1 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| <i>Sterna hirundo</i> (речная крачка) | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| отр. Воробьинообразные | | | | | | | | |
| сем. Трясогузковые | | | | | | | | |
| <i>Anthus hodgsoni</i> (пятнистый конек) | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| <i>Motacilla cinerea</i> (горная трясогузка) | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>M. alba</i> (белая трясогузка) | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| сем. Сорокопутовые | | | | | | | | |
| <i>Lanius collurio</i> (обыкновенный жулан) | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| сем. Врановые | | | | | | | | |
| <i>Garrulus glandarius</i> (сойка) | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| <i>Pica pica</i> (сорока) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Nucifraga caryocatactes</i> (кедровка) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Corvus corone</i> (черная ворона) | 1 | 0 | 9 | 10 | 1 | 0 | 2 | 23 |
| <i>C. corax</i> (ворон) | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| сем. Свиристелевые | | | | | | | | |
| <i>Bombicilla garrulus</i> (свиристель) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| сем. Славковые | | | | | | | | |
| <i>Phylloscopus collybita</i> (пеночка-теньковка) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Ph. borealis</i> (пеночка-таловка) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| сем. Мухоловковые | | | | | | | | |
| <i>Ficedula parva</i> (малая мухоловка) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Saxicola torquata</i> (черноголовый чекан) | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| <i>Phoenicurus phoenicurus</i> (обыкновенная горихвостка) | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Tarsiger cyanurus</i> (синехвостка) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| сем. Дроздовые | | | | | | | | |
| <i>Turdus eunomus</i> (бурый дрозд) | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Turdus pilaris</i> (рябинник) | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>T. iliacus</i> (белобровик) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| сем. Синицевые | | | | | | | | |
| <i>Parus montanus</i> (синица пухляк) | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| сем. Поползневые | | | | | | | | |
| <i>Sitta europaea</i> (обыкновенный поползень) | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| сем. Вьюрковые | | | | | | | | |
| <i>Pyrrhula pyrrhula</i> (обыкновенный снегирь) | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| сем. Овсянковые | | | | | | | | |
| <i>Emberiza citrinella</i> (обыкновенная овсянка) | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>E. leucosephala</i> (белошапочная овсянка) | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Всего | 75 | 47 | 191 | 322 | 137 | 69 | 60 | 901 |

Таблица 2

Разнообразие и распространение ВГА в Прибайкалье

| Виды птиц | Ключевые участки | | | | |
|----------------------------|-------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------|
| | Дельта р. Селенги | Койморские болота | Богучанская ГЭС | Малое море | г. Иркутск |
| <i>Podiceps cristatus</i> | H3 – 2 | | | | |
| <i>Ardea cinerea</i> | H3 – 1 | | | | |
| <i>Anas platyrhynchos</i> | H3 – 1 | H3 – 6 | H3 – 1 | | |
| <i>Anas crecca</i> | H3 – 6 | H3–12 H4 –1 | | | |
| <i>Anas strepera</i> | H3 – 2 | H3 – 3 | | | |
| <i>Anas penelope</i> | H3 – 1 | H3 – 1 | | | |
| <i>Anas querquedula</i> | H3 – 1 | | | | |
| <i>Anas clypeata</i> | H3 – 1 | H3 – 2 | | | |
| <i>Netta rufina</i> | H3 – 1 | | | | |
| <i>Aythya fuligula</i> | | H3 – 2 | | H6N1 – 2 | |
| <i>Bucephala clangula</i> | | H3 – 1 | H6N1 – 1 | | |
| <i>Mergus merganser</i> | | | H3 – 1 | | |
| <i>Fulica atra</i> | H3 – 3 | | | | |
| <i>Gallinago gallinago</i> | | H3 – 2 | | | |
| <i>Larus argentatus</i> | H3 – 1 | | H3 – 6 H6N1– 2 H9 – 1 | H3– 2 H6N1– 4 | H3 – 1 |
| <i>Larus canus</i> | | | H6N1 – 2 | | |
| <i>Pica pica</i> | | H3 – 1 | | | |
| <i>Corvus corone</i> | H3 – 1 | | | | |
| <i>Corvus corax</i> | | H3 – 1 | | | |
| Всего | H3 – 21 | H3– 31 H4 – 1 | H3 – 8, H9 – 1 H6N1 – 5 | H3 – 2 H6N1– 6 | H3 – 1 |

Таблица 3

Изоляты вирусов гриппа птиц с секвенированием фрагмента гемагглютинаина (2007–2010 гг.)

| № | Изолят | Вид | Район и дата сбора |
|---|--------------------------------|---|---------------------------|
| 1 | A/Larus/Ust-Ilim/47/2007 (H3) | Серебристая чайка (<i>Larus argentatus</i>) | Усть-Илимский, 2.07.07 |
| 2 | A/Mergus/Ust-Ilim/55/2007 (H3) | Большой крохаль (<i>Mergus merganser</i>) | Усть-Илимский, 2.07.07 |
| 3 | A/Larus/Ust-Ilim/96/2007 (H3) | Серебристая чайка (<i>Larus argentatus</i>) | Усть-Илимский, 4.07.07 |
| 4 | A/Larus/Baikal-MM/58/2008 (H3) | Серебристая чайка (<i>Larus argentatus</i>) | Ольхонский, 27.05.2008 |
| 5 | A/Anas/Ust-Ilim/181/2008 (H3) | Кряква (<i>Anas platyrhynchos</i>) | Усть-Илимский, 27.07.2008 |
| 6 | A/Larus/Ust-Ilim/211/2008 (H3) | Серебристая чайка (<i>Larus argentatus</i>) | Усть-Илимский, 29.07.2008 |
| 7 | A/Larus/Ust-Ilim/218/2008 (H3) | Серебристая чайка (<i>Larus argentatus</i>) | Усть-Илимский, 29.07.2008 |
| 8 | A/Corvus/Tunka/402/2008 (H3) | Ворон (<i>Corvus corax</i>) | Тункинский, 03.09.2008 |
| 9 | A/H3/Teal/Tunka/7/2010 (H3N8) | Чирок-свистун (<i>Anas crecca</i>) | Тункинский, 05.09.2010 |

субтипа H9, наряду с вирусами субтипов H5 и H7, рассматриваются как возможные предшественники пандемического вируса гриппа [17, 19]. Об этом свидетельствуют результаты исследований около полутора тысяч сывороток крови на наличие антител к субтипу H9 у фермеров в Синьцзян-Уйгурском автономном районе и провинции Ляонин, а также работников птицеферм в провинции Шаньдун, показавшие что от 1 до 1,7 % имели контакт с вирусами этого субтипа [16].

Нуклеотидные последовательности (320 пар нуклеотидов) фрагментов гена гемагглютинаина 3 изолятов 2007 г. (табл. 3, №№ 1–3), 5 изолятов 2008 г. (табл. 3, №№ 4–8) и один изолят 2010 г. (табл. 3, № 9) были использованы для анализа филогенетических взаимоотношений, происхождения и появления ВГА в Прибайкалье. Эти фрагменты генов HA были наиболее близки к ВГА, которые циркулировали среди птиц в Китае и Корее в 1999–2006 гг. Ближайшими к ним оказались изоляты A/aquatic bird/

Hong Kong/399/99(H3N8) и A/aquatic bird/Korea/KN-5/2006(H3N6). Интересно, что вирусы, выделенные в 2008 г., имели одну уникальную нуклеотидную замену в сравнении с вирусами, выделенными в 2007 г., что однозначно указывает на наличие генетического дрейфа ВГА среди птиц в Восточной Сибири. Была установлена антигенная формула ВГА одного чирка-свистунка A/H3/Teal/Tunka/7/2010 (H3N8) и изучены его свойства [21].

В результате наших, а также предыдущих исследований [2, 13] на территории юга Центральной Сибири и в прилегающих к ней районах в настоящее время установлена циркуляция 17 субтипов ВГА (H1N1, H5N1, HswN1, H0N1, H1N4, H1N1sw, H2N2, H3N2, H3N5, H3N6, H3N8, H4N6, H7N1, H7N8, H10N7, H13N6, H13N8), в том числе высокопатогенных как для человека, так и сельскохозяйственных животных. В миграционном коридоре, соединяющем Кежемское многоостровье с районами Красноярского края и Хакасии, места и динамика выделения положительных проб имеют явно выраженную сегрегированность, в большинстве случаев соответствующую основному направлению пролета водоплавающих птиц.

В период 2008–2015 гг. субтипирование в Красноярском крае, Республиках Тыва и Хакасия проводили для сравнительно ограниченного числа проб, которые дополнительно отправлялись в референс лаборатории г.г. Владимира и Новосибирска. В результате ВГА субтипа H5N1 был выделен только в пробах с оз. Убсу-Нур от краснонозого нырка и чомги. РНК ВГА субтипа H5 была выделена от чирка-свистунка с этого же озера и у самки огаря, добытой на оз. Шаранур. В.Ю. Марченко [8] дополнительно указывает на наличие данного вируса у колпицы и озерной чайки.

В рассматриваемый период на территории Красноярского края и Республики Хакасия из взятого нами биоматериала были выделены и идентифицированы изоляты ВГА H3N8 и H4N6, что подтверждено и исследованием части проб в ФГУ «ВНИИЗЖ» и ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор». Некоторые материалы были представлены в совместных публикациях [4, 7, 20]. Как и в пробах, содержащих РНК ВГА субтипа H5, видовой состав птиц представлен: чирками – свистунком и трескунком, кряквой, шилохвостью, серой уткой, а из журавлеобразных – лысухой. Штамм ВГА/herring gull/Mongolia/454/08 (H13N8) был выделен только на территории западной части Монголии в 2008 г. [8] от серебристой чайки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе настоящего исследования на наличие ВГА, их разнообразия и распространения по местам массовых скоплений, гнездований и пролетов проанализированы образцы материалов от 901 экз. птиц (60 видов из 7 отрядов и 20 семейств) водного, болотного, лесного и синантропного комплексов в Прибайкалье и 3384 проб биоматериала и клоакальных смывов (165 видов) птиц в Центральной Сибири.

В Прибайкалье и на территории Красноярского края из известных в настоящее время 18 типов геммаглютина ВГА в новом тысячелетии обнаружено два – H3, H4, только в Прибайкалье – H6 и H9, в Туве – H5

(изоляты H5N1) и Западной Монголии – H13 (H13N8). Однако следует заметить, что в Красноярском крае и Республике Хакасия антитела и РНК ВГА субтипа H5 (реже H7) в 2006–2011 гг. выделяли регулярно. Пробы, взятые в небольшом объеме от диких и синантропных птиц в 2015 г., оказались отрицательными.

Для сельскохозяйственных и домашних птиц наибольшую опасность представляют штаммы с геммаглютинином H5, H7 и H9. В одном из изолятов (птенец сизой чайки, Усть-Илимский район Иркутской области) в 2008 г. был обнаружен субтип H9, который признан как возможный предшественник пандемического вируса гриппа.

Субтип H3 (более 80 % положительных на ВГА) в настоящее время является самым распространенным и в человеческих популяциях, вызывая ежегодные эпидемии по всему миру. В ходе вирусологических исследований ВГА H3 отмечены у синантропных видов птиц: ворона, черной вороны и сороки, которые ведут кочующий или оседлый образ жизни в регионе. Полученные нами данные о доминировании штаммов этого субтипа у птиц согласуются с рядом работ, опубликованных ранее (1980-1989 гг., 2001-2005).

Присутствие в Восточной Сибири субтипа H4 характеризуется способностью поражать диких и домашних млекопитающих, а также человека, вызывая у него заболевания. В 11 образцах (2006–2007 гг.) были выявлены вирусы с антигенной формулой H6N1. В последние годы появились данные о возможности поражения такими вирусами млекопитающих. Также известно, что в 2013 г. имел место случай заражения человека.

Наибольшее разнообразие ВГА отмечено у серебристых чаек (H3, H6N1, H9) в зоне затопления Богучанской ГЭС. По две разновидности ВГА встречено у чирков-свистунков, хохлатых чернетей и гоголей. Три серотипа ВГА: H3, H6N1 и H9 отмечено в Усть-Илимском районе Иркутской области, по два – на Малом море (Ольхонский район Иркутской области): H3 и H6N1 и на Койморских болотах (Тункинский район Республики Бурятия): H3 и H4. И даже в случайно обнаруженной погибшей серебристой чайке в оживленном микрорайоне г. Иркутск выявлен ВГА (H3). Доказательством тесной связи птиц Байкальского и Центральносибирского регионов, кроме ранее уже опубликованных сведений, является обнаружение взрослой особи *Larus argentatus mongolicus* в зоне предполагаемого затопления Богучанской ГЭС (р. Тушамы), окольцованной в 1999 г. на Малом море Байкала (Ольхонский район).

Наиболее вероятная схема заноса ВГА, в том числе и высокопатогенных субтипов на территорию России и их дальнейшего распространения, нам представляется следующим образом.

Первый путь распространения. Из Юго-Восточной Азии ВГА субтипов H5 и H7 весной с перелетными птицами попадают в Байкальский регион. Далее чайками он заносится на Кежемское многоостровье. Летом с перемещениями уток на линьку и осенью на зимовки в ЮЗ направлении вирусы разносятся по Евросибирско-средиземноморскому и Восточноазиатско-африканскому миграционным путям.

Второй путь распространения. Из провинции Цынхай по Убсунуро-гобийско-цинхайскому пролетному пути водоплавающими и околоводными птицами вирус заносится в котловину Больших Озер Монголии, в том числе и на оз. Убсу-Нур. Во время осенней миграции по Убсунуро-таримскому и Казахстано-центральносибирскому пролетным путям вирус проникает в западный сектор Евразии.

На юг Центральной Сибири ВГА могут заноситься перелетными птицами из Западной Сибири, Байкальского региона и с территории Тувы. В последнем случае, интерес представляют данные о распространении в регионе большого баклана *Phalacrocorax carbo* и чегравы *Hydroprogne caspia*, места гнездования которых до недавнего времени располагались только на оз. Убсу-Нур.

В последнее десятилетие большой баклан интенсивно осваивает южно-минусинский участок Среднего Енисея. Наблюдаемый рост численности большого баклана указывает на регулярный приток птиц из Монголии.

Таким образом, следует предположить, что первичный обмен вирусами происходит между Восточными провинциями Китая и Байкальским регионом, между Центральным Китаем, Тувой, Хакасией и югом Красноярского края и лишь затем с юго-западным миграционным потоком, проходящим через Ангаро-Енисейский бассейн, они заносятся на юг Западной Сибири и распространяются на другие регионы и континенты. Инфицирование синантропных птиц, которые круглый год живут в непосредственной близости с сельскохозяйственными и человеческими объектами и регулярно совершают суточные и сезонные перемещения, может стать причиной быстрого распространения ВГА.

Способность вирусов гриппа длительное время выживать во внешней среде, зачастую не проявляя себя, усложняет проблему. Несомненно, что в борьбе с гриппом одни ограничительные мероприятия недостаточны, необходим постоянный мониторинг вирусов гриппа. При решении практических задач важен системный экологический подход, направленный на изучение классической триады: возбудитель – носитель – переносчик, что позволит лучше понять природу циркуляции вирусов гриппа. Регулярные наблюдения за миграциями птиц должны стать важной и неотъемлемой частью Государственного экологического мониторинга.

Часть исследований выполнена при поддержке грантов РФФИ № 15-34-50464/15 и №15-34-50428/15.

ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Белов А.П., Огарков П.И. Зоонозный (птичий) грипп: опасности (взгляд эпидемиолога) // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2007. – № 5 (22). – С. 3–8.

Belov AP, Ogarkov PI (2007). Zoonotic (avian) influenza: the dangers (at a glance of epidemiologist) [Zoonoznyi (ptitschii) gripp: opasnosti (vzglyad epidemiologa)]. *Epidemiologiya i vaccino profilaktika*, 5 (22), 3–8.

2. Горин О.З., Ямникова С.С., Моисеенко Н.Н., Гусарова Н.А., Ковшаров А.Ф., Чипанин В.И., Солнцев И.Г.,

Щепин А.Ю. Итоги исследований по экологии вируса гриппа А на юге Восточной Сибири // В кн.: Природно-очаговые болезни человека. – Омск, 1991. – С. 110–117.

Gorin OZ, Yamnikova SS, Moiseyenko NN, Gusarova NA, Kovsharov AF, Chipanin VI, Solntsev IG, Shepin AY (1991). The results of the study of ecology of influenza A virus in southern part of Eastern Siberia [Itogi issledovaniy po ekologii virusa grippa A na yuge Vostochnoi Sibiri]. *Prirodnoochagoviyе bolezni cheloveka*, 110–117.

3. Данчинова Г.А., Хаснатинов М.А., Чапоргина Е.А., Ляпунов А.В., Пыжьянов С.В., Арбатская Е.В., Глушенкова Т.В., Тупицын И.И., Шестопалов А.М., Кулак М.А. Распространенность вирусов гриппа А среди птиц Восточной Сибири // Журнал инфекционной патологии. – 2009. – Т. 16, № 3. – С. 97–98.

Danchinova GA, Khasnatinov MA, Chaporgina EA, Liapunov AV, Pyzhyanov SV, Arbatskaya EV, Glushenkova TV, Tupitsyn II, Shestopalov AM, Kulak MA (2009). Distribution of Influenza A viruses among the birds of Eastern Siberia [Rasprostranennost virusov grippa A sredi ptits Vostochnoi Sibiri]. *Zhurnal infektsionnoy patologii*, 16 (3), 97–98.

4. Донченко А.С., Юшков Ю.Г., Марченко В.Ю., Шаршов К.А., Алексеев А.Ю., Ильиных Ф.А., Савченко И.А., Карпова Н.В., Савченко А.П., Шестопалов А.М. Результаты мониторинга вируса гриппа среди диких птиц на территории Красноярского края (2008 г.) // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 7. – С. 61–67.

Donchenko AS, Yushkov AS, Marchenko VY, Sharshov KA, Alekseev AY, Ilyinykh FA, Savchenko IA, Karpova NV, Savchenko AP, Shestopalov AM (2010). Results of avian influenza virus monitoring among wild birds in Krasnoyarsk region (2008) [Rezultaty monitoringa virusa grippa sredi dikih ptic na territorii Krasnojarskogo kraja (2008 g.)]. *Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki*, 7, 61–67.

5. Литвинова О.М., Смородинцева Е.А., Деева Э.Г., Лобова Т.Г., Коновалова Н.И. Этиология современного гриппа // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2001. – № 1. – С. 5–9.

Litvinova OM, Smorodintseva EA, Deyeva EG, Lobova TG, Konovalova NI (2001). Etiology of modern influenza [Etiologiya sovremennogo grippa]. *Epidemiologiya i vaksinoprofilaktika*, 1, 5–9.

6. Львов Д.К., Горин О.З., Ямникова С.С., Злобин В.И., Львов Н.Д., Хаснатинов М.А., Федякина И.Т., Чумаков В.М., Непоклонов Е.А., Алипер Т.И. Изоляция вирусов гриппа А от диких птиц и ондатры в западной части Восточно-Азиатского миграционного русла // Вопр. вирусол. – 2001. – № 4. – С. 35–39.

Lvov DK, Gorin OZ, Yamnikova SS, Zlobin VI, Lvov ND, Khasnatinov MA, Fedyakina IT, Chumakov VM, Nepoklonov YA, Aliper TI (2001). Isolation of influenza A viruses from wild birds and muskrat in the western area of East Asian migration route [Izoliatsia virusov grippa A ot dikich ptits i ondatry v Zapadnoi chasti Vostochno-Aziatskogo migratsionnogo rusla]. *Voprosy virusologii* (4), 35–39.

7. Марченко В.Ю., Алексеев А.Ю., Ильиных Ф.А., Шаршов К.А., Савченко А.П., Карпова Н.В., Савченко И.А., Шестопалов А.М. Экология вируса гриппа в

популяции диких птиц центральной Сибири (2008 г.) // Проблемы и перспективы современной медицины, биологии и экологии: международная телеконф. – Томск, 2010. – С. 79–80.

Marchenko VY, Alekseyev AY, Ilyinykh FA, Sharshov KA, Savchenko AP, Karpova NV, Savchenko IA, Shestopalov AM (2010). Ecology of influenza virus in the population of wild birds in Central Siberia (2008) [Jekologija virusa grippe v populaciji dikih ptic central'noj Sibiri (2008 g.)]. *Problemy i perspektivy sovremennoj mediciny, biologii i jekologii*, 79-80.

8. Марченко В.Ю., Алексеев А.Ю., Суслопаров И.М., Шаршов К.А., Ильиных Ф.А., Золотых С.И., Шестопалов А.М., Церенноров Д., Абмед Д., Дроздов И.Г., Отгонбаатар Д. Выделение вируса гриппа А от диких птиц на территории западной части Монголии // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2010. – № 6. – С. 18–21.

Marchenko VY, Alekseyev AY, Susloparov IM, Sharshov KA, Ilyinykh FA, Zolotykh SI, Shestopalov AM, Tserennorov D, Abmed D, Drozdov IG, Otgonbaatar D (2010). Isolation of Influenza A virus from wild birds in western part of Mongolia [Vydelenie virusa grippe A ot dikih ptits na territorii zapadnoi chasti Mongolii]. *Zhurnal mikrobiologii, jepidemiologii i immunobiologii*, 6, 18-21.

9. Об утверждении правил по борьбе с гриппом птиц // Приказ Минсельхоза РФ № 90 от 27.03.2006 г. – Режим доступа: <http://www.mcx.ru/documents/document/show/17439.156.htm>.

Approval of the rules for combating avian influenza [Ob utverzhdenii pravil po bor'be s grippom ptits]. *Prikaz Minsekhoza RFN 90 as of 27.03.2006*, <http://www.mcx.ru/documents/document/show/17439.156.htm>

10. Пыжьянов С.В., Пыжьянова С.С. Современное состояние большого баклана на Байкале и Хубсугуле (Монголия) // Известия ИГУ. Серия «Биология. Экология». – 2010. – Т. 3, № 1. – С. 60–63.

Pyzhjanov SV, Pyzhjanova MS (2010). Modern status of common cormorant at Baikal and Khubsugul (Mongolia) [Sovremennoe sostoianie bolshogo baklana na Baikale i Khubsugule (Mongolia)]. *Izvestia Irkutskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya «Biologia. Ekologia»*, 3 (1), 60-63.

11. Савченко А.П., Савченко П.А. Миграции птиц Центральной Сибири и распространение вирусов гриппа А: монография. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 256 с.

Savchenko AP, Savchenko PA (2014). Bird migration in Central Siberia and spreading of influenza viruses subtype A: monograph [Migratsii ptic Tsentral'noi Sibiri i rasprostranenie virusov grippe A], 256.

12. Савченко А.П., Савченко П.А., Савченко И.А., Емельянов В.И., Карпова Н.В., Ляпунов А.В., Хаснатинов М.А., Данчинова Г.А. Виды птиц – основные носители и переносчики вирусов гриппа А в Восточной Сибири // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. – 2015. – № 4 (104). – С. 102–111.

Savchenko AP, Savchenko PA, Savchenko IA, Emeljanov VI, Karpova NV, Lyapunov AV, Khasnatinov MA, Danchinova GA (2015). About the circulation of influenza virus among wild and synanthropic bird species in south Central Siberia [Vidy ptits – osnovnye nositeli i

perenoschiki virusov grippe A v Vostochnoi Sibiri]. *Bjull. VSNC SO RAMN*, 4 (104), 102-111.

13. Чапоргина Е.А., Данчинова Г.А., Хаснатинов М.А., Ляпунов А.В., Пыжьянов С.В., Арбатская Е.В. Распространение арбовирусов и вирусов гриппа в Прибайкалье // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. – 2012. – № 5 (87), Ч. 1. – С. 340–342.

Tchaporgina EA, Danchinova GA, Khasnatinov MA, Liapunov AV, Pyzhjanov SV, Arbatskaya EV (2012). Circulation of arboviruses and influenza virus in Pribaikalye [Rasprostranenie arbovirusov i virusov grippe v Pribaikalie]. *Bjull. VSNC SO RAMN*, 5 (87), 340-342.

14. Шаршов К.А., Золотых С.И., Федоров Е.Г., Иванов И.В., Друзяка А.В., Шестопалов А.М., Нетесов С.В. Результаты мониторинга вируса гриппа птиц среди синантропных птиц в эпизоотический и постэпизоотический периоды на юге Западной Сибири // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2007. – № 4. – С. 53–56.

Sharshov KA, Zolotykh SI, Fedorov EG, Ivanov IV, Druziaka AV, Shestopalov AM, Netesov SV (2007). Surveillance for avian influenza virus in synanthropic birds during epizootic and postepizootic periods on the south of west Siberia [Rezultaty monitoringa virusov grippe ptits sredi sinantropnykh ptits v epizoticheskie i postepizoticheskie peripdy na iuge Zapadnoi Sibiri]. *Zhurnal mikrobiologii, jepidemiologii i immunobiologii*, (4), 53-56.

15. Bateman AC, Busch MG, Karasin AI, Bovin N, Olsen CW (2008). Amino acid 226 in the hemagglutinin of H4N6 influenza virus determines binding affinity for alpha2,6-linked sialic acid and infectivity levels in primary swine and human respiratory epithelial cells. *J. Virol.*, 82 (16), 8204-8209.

16. Jia N, de Vlas SJ, Liu YX, Zhang JS, Zhan L, Dang RL, Ma YH, Wang XJ, Liu T, Yang GP, Wen QL, Richardus JH, Lu S, Cao WC (2009). Serological reports of human infections of H7 and H9 avian influenza viruses in northern China. *J. Clin. Virol.*, 44 (3), 225-229.

17. Khanna M, Kumar P, Choudhary K, Kumar B, Vijayan VK (2008). Emerging influenza virus: a global threat. *J. Biosci.*, 33 (4), 475-482.

18. Langstaff IG, McKenzie JS, Stanislawek WL, Reed CE, Poland R, Cork SC (2009). Surveillance for highly pathogenic avian influenza in migratory shorebirds at the terminus of the East Asian-Australasian Flyway. *N.-Z. Vet. J.*, 57 (3), 160-165.

19. Li KS, Xu KM, Peiris JSM, Poon LLM, Yu KZ, Yuen KY, Shortridge KF, Webster RG, Guan Y (2003). Characterization of H9 Subtype Influenza Viruses from the Ducks of Southern China: a Candidate for the Next Influenza Pandemic in Humans? *J. Virology*, 77 (12), 6988-6994.

20. Marchenko VY, Alekseev AY, Sharshov KA, Petrov VN, Silko NY, Susloparov IM, Shestopalov AM, Tserennorov D, Otgonbaatar D, Savchenko IA (2012). Avian diseases, 56 (1), 234-237.

21. Oyuntsetseg N, Khasnatinov MA, Molor-Erdene P, Oyunbileg J, Liapunov AV, Danchinova GA, Oldokh S, Baigalmaa J, Chimedragchaa C (2014). Evaluation of direct antiviral activity of the Deva-5 herb formulation and extracts of five Asian plants against influenza A virus H3N8. *BMC Complement Altern. Med.*, 14 (235), doi: 10.1186/1472-6882-14-235.

22. Shi W, Shi Y, Wu Y, Liu D, Gao GF (2013). Origin and molecular characterization of the human-infecting H6N1 influenza virus in Taiwan. *Protein Cell*, 4 (11), 846-853.

23. Tong S, Zhu X, Li Y, Shi M, Zhang J, Bourgeois M, Yang H, Chen X, Recuenco S, Gomez J, Chen LM, Johnson A, Tao Y, Dreyfus C, Yu W, McBride R, Carney PJ, Gilbert AT, Chang J, Guo Z, Davis CT, Paulson JC, Stevens J, Rupprecht CE, Holmes EC, Wilson IA, Donis RO (2013). New

world bats harbor diverse influenza A viruses. *CDC PLoS Pathog.*, 9 (10), e1003657.

24. Tsukamoto K, Ashizawa H, Nakanishi K, Kaji N, Suzuki K, Okamoto M, Yamaguchi S, Mase M (2008). Subtyping of avian influenza viruses H1 to H15 on the basis of hemagglutinin genes by PCR assay and molecular determination of pathogenic potential. *J. Clin. Microbiol.*, 46 (9), 3048-3055.

Сведения об авторах
Information about the authors

Данчинова Галина Анатольевна – доктор биологических наук, руководитель лаборатории трансмиссивных инфекций ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (664003, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 16; тел.: 8 (3952) 333-971; e-mail: dan-chin@yandex.ru)

Danchinova Galina Anatolyevna – Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Arthropod-Borne Infections of Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems (664003, Irkutsk, ul. Timiryazeva 16; tel.: +7 (3952) 333-971; e-mail: dan-chin@yandex.ru)

Ляпунов Александр Валерьевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории трансмиссивных инфекций ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»

Liapunov Aleksandr Valeryevich – Candidate of Biological Sciences, Senior Research Officer of the Laboratory of Arthropod-Borne Infections of Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems

Хаснатинов Максим Анатольевич – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории трансмиссивных инфекций ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»

Khasnatinov Maxim Anatolyevich – Candidate of Biological Sciences, Leading Research Officer of the Laboratory of Arthropod-Borne Infections of Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems

Манзарова Эллина Лопсоновна – лаборант-исследователь лаборатории трансмиссивных инфекций ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»

Manzarova Ellina Lopsonovna – assistant researcher Federal Budgetary Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems

Савченко Александр Петрович – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой охотничьего ресурсосведения и заповедного дела Института экономики, управления и природопользования ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» (660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79; тел.: 8 (391) 246-99-46; e-mail: zom2006@list.ru)

Savchenko Aleksandr Petrovich – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Wildlife Resource Studies and Reserve Management of Siberian Federal University (660041, Krasnoyarsk, pr. Svobodnyi, 79; tel.: +7 (391) 246-99-46; e-mail: zom2006@list.ru)

Савченко Петр Александрович – аспирант кафедры медицинской биологии Института фундаментальной биологии и биотехнологии, ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Savchenko Piotr Aleksandrovich – Postgraduate at the Department of Medical Biology, Institute of Fundamental Biology and Biotechnology of Siberian Federal University

Савченко Игорь Александрович – кандидат биологических наук, доцент Института экономики, управления и природопользования ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», руководитель центра мониторинга биоразнообразия

Savchenko Igor Aleksandrovich – Candidate of Biological Science, Docent, Institute of Economics, Governance and Nature Management of Siberian Federal University

Емельянов Владимир Иванович – кандидат биологических наук, доцент кафедры охотничьего ресурсосведения и заповедного дела Института экономики, управления и природопользования ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Emelyanov Vladimir Ivanovich – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor at the Department of Wildlife Resource Studies and Reserve Management, Institute of Economics, Governance and Nature Management of Siberian Federal University

Карпова Наталья Валерьевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры охотничьего ресурсосведения и заповедного дела Института экономики, управления и природопользования ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Karpova Natalya Valeryevna – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor at the Department of Wildlife Resource Studies and Reserve Management, Institute of Economics, Governance and Nature Management of Siberian Federal University

Темерова Виктория Леонидовна – аспирант кафедры охотничьего ресурсосведения и заповедного дела Института экономики, управления и природопользования ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Temerova Victoria Leonidovna – Postgraduate at the Department of Wildlife Resource Studies and Reserve Management of Siberian Federal University

Тупицын Игорь Иннокентьевич – кандидат биологических наук, доцент Педагогического института ФБГОУ ВПО «Иркутский государственный университет», Иркутск, Россия

Tupitsin Igor Innokentyevich – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Natural Sciences of Pedagogical Institute of Irkutsk State University

Пыжьянов Сергей Владимирович – доктор биологических наук, профессор Педагогического института ФБГОУ ВПО «Иркутский государственный университет», Иркутск, Россия (664011, г. Иркутск, ул. Нижняя Набережная, 6; тел.: 8 (3952) 24-10-97)

Pyzhyanov Sergei Vladimirovich – Doctor of Biological Sciences, Professor at the Department of Natural Sciences of Pedagogical Institute of Irkutsk State University (664011, Irkutsk, Nizhnyaya Naberezhnaya, 6; tel.: +7 (3952) 24-10-97)