

Глотов А.Г.¹, Глотова Т.И.¹, Шуляк А.Ф.²

ПЕСТИВИРУСЫ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

¹ФГБНУ «Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока», 630501, г. Краснообск, Новосибирская область;²ФГБНУ «Всероссийский НИИ экспериментальной ветеринарии им. Я.Р. Коваленко», 109428, г. Москва

Род *Pestivirus* объединяет 4 вида: вирус диареи – болезни слизистых оболочек 1-го типа (ВД – БС 1), ВД – БС 2-го типа крупного рогатого скота (КРС), чумы свиней и пограничной болезни овец. Пестивирусы инфицируют значительное количество видов как домашних, так и диких животных. Прототипным представителем пестивирусов жвачных животных является вирус ВД – БС КРС. В последнее время появились новые кандидаты для включения в этот род: от диких жвачных животных выделены 2 официально еще не классифицированных вируса, а также НоВи-подобный вирус, впервые обнаруженный в фетальной сыворотке КРС. Циркуляция пестивирусов среди домашних и диких животных, их присутствие в биологических продуктах актуализирует изучение резервуаров инфекции и их влияния на эффективность противозоо-зоотических мероприятий.

Ключевые слова: пестивирусы; вирусная диарея-болезнь слизистых оболочек; генетическое разнообразие; вирус жирафа; вирус вилорога; НоВи-подобные вирусы; программы контроля.

Для цитирования: Глотов А.Г., Глотова Т.И., Шуляк А.Ф. Пестивирусы жвачных животных. *Вопросы вирусологии*. 2016; 61 (2): 59-62.

DOI: 10.18821/0507-4088-2016-61-2- 59-62

Glotov A.G.¹, Glotova T.I.¹, Shulyak A.F.²

PESTIVIRUSES IN RUMINANTS

¹Institute of Experimental Veterinary Science of Siberia and the Far East, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russian Federation; ²Kovalenko All-Russian Scientific Research Institute of Experimental Veterinary, Moscow, 109428, Russian Federation

The genus *Pestivirus* includes four species: bovine viral diarrhea virus 1, bovine viral diarrhea virus 2, classical swine fever disease virus, and ovine border disease virus. Pestiviruses infect many species of domestic and wild animals. Bovine viral diarrhea virus is a prototypical representative of the pestiviruses of ruminant animals. Recently, new candidates appeared for including in this genus: two viruses of the wild ruminant animals that have not been officially classified and one HoBi-like virus discovered for the first time in the bovine fetal serum. The circulation of the ruminant animal pestiviruses within population of domestic and wild animals, the presence of these viruses in bioproducts stimulates studies of the infection reservoirs and their influence on the effect of the bovine viral diarrhea control programs.

Key words: pestiviruses; BVDV; genetic diversity; giraffe virus; pronghorn virus; HoBi-like viruses; control programs.

For citation: Glotov A.G., Glotova T.I., Shulyak A.F. Pestiviruses in ruminants. *Voprosy Virusologii (Problems of Virology, Russian journal)*. 2016; 61(2): 59-62. (In Russ.).

DOI: 10.18821/0507-4088-2016-61-2-59-62

For correspondence: Alexandr G. Glotov, Doctor of Veterinary, Professor, Head of Department, Institute of Experimental Veterinary Science of Siberia and the Far East, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russian Federation, E-mail: glotov_vet@mail.ru

Information about authors:

Glotov A.G., [http:// orcid.org/0000-0002-2006-0196](http://orcid.org/0000-0002-2006-0196)

Glotova T.I., [http:// orcid.org/0000-0003-3538-8749](http://orcid.org/0000-0003-3538-8749)

Funding. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received 25 September 2014

Accepted 22 January 2015

Пестивирусы относятся к семейству Flaviviridae. Ранее род пестивирусов объединял 3 вируса: вирусной диареи (ВД) – болезни слизистых оболочек (БС) крупного рогатого скота (КРС), чумы свиней и пограничной болезни овец [<http://ictvonline.org/virusTaxonomy.asp>].

Классификация изменилась после открытия в США нецитопатогенных (НЦП) штаммов вируса ВД 2-го типа, вызывающих у КРС геморрагический синдром, тромбоцитопению с высокой заболеваемостью и летальностью. Этот вирус стал четвертым представителем рода *Pestivirus*.

В последнее время было обнаружено несколько новых видов: вирус жирафа Н138, выделенный от жирафа в Кении; вирус вилорога (Pronghorn virus), выделенный от слепой вилорогой антилопы в США; вирус Bungowanah, выделенный в Австралии от свиней при вспышке мертворождаемости, и НоВи-подобный вирус, первоначально выделенный из фетальной сыворотки КРС [1–7].

Вирус ВД КРС. ВД КРС распространена во всем мире. Инфицированность КРС составляет 60–85% и зави-

Для корреспонденции: Глотов Александр Гаврилович, д-р вет. наук, профессор, заведующий отделом ФГБНУ «Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока», 630501, г. Краснообск, Новосибирская область, E-mail: glotov_vet@mail.ru

сит от региональных особенностей [8–10]. Присутствие персистентно инфицированных (ПИ) животных в стаде повышает этот показатель до 90% и более [8, 11]. Вирус вызывает иммуносупрессию, диарею, БС и другую патологию, но наиболее значимыми последствиями этой инфекции являются репродуктивные проблемы и болезни респираторного тракта. К инфицированию в большей степени чувствительны серонегативные телки случного возраста и телята до 6 мес [9, 12]. Экономический ущерб оценивается в 88 дол. на 1 животное [10].

Геном вируса представлен однонитевой положительно заряженной РНК размером 12,3 тыс. нуклеотидов. Он имеет 1 открытую рамку считывания длиной около 4000 кодонов, кодирующую 12 структурных и неструктурных белков (Npro-C-Erns-E1-E2-p7-NS2/NS3-NS4A-NS4B-NS5A-NS5B), фланкированную с 5'- и 3'-концов нетранслируемыми областями (5' UTR и 3' UTR).

Вирус подвержен мутациям, вызванным ошибками РНК-зависимой РНК-полимеразы и рекомбинациями [13]. Из-за частых мутаций при репликации РНК вирус существует в виде различающихся, но близкородственных мутантов (квазитипов), подвергающихся непрерывному отбору. В связи с этим патогенность штаммов заметно варьирует [14–15].

Для видовой дифференциации вируса самым надежным критерием является нуклеотидный сиквенс геномной РНК. Чаще всего исследуют 5'-нетранслируемый регион (5'-UTR), являющийся высококонсервативной областью, подходящей для амплификации. В то же время межвидовые различия не ограничиваются только одним участком генома. Для филогенетического анализа дополнительно исследуют участок гена E2 (наиболее вариабельный участок) и участки генов *E^{ns}* и *N^{pro}*. Необходимость исследования нескольких фрагментов связана с рекомбинациями. В геноме штамма одного генотипа могут встречаться фрагменты генов вируса других субтипов, а также фрагменты клеток организма животного, в котором он реплицировался [13–16].

Заболевание у КРС вызывают 2 вируса – ВД КРС 1 и ВД КРС 2. В настоящее время выделяют как минимум 16 субтипов вируса ВД КРС 1 (от 1a до 1o) и по меньшей мере 5 субтипов ВД КРС 2 (от 2a до 2e) [13, 15, 16]. Штаммы вируса ВД КРС 2 встречаются реже, чем штаммы вируса ВД КРС 1, но обладают более высокой вирулентностью [14, 16, 17]. Оба вируса представлены цитопатогенным (ЦП) и НЦП биотипами, из которых преобладающим является НЦП [14].

Для понимания особенностей ВД важно различать две категории инфицированных животных: ПИ и транзитно инфицированных (ТИ).

Персистентная инфекция развивается только в случае заражения плода НЦП биотипом вируса в период с 45-го по 125-й день внутриутробного развития, когда его иммунная система еще не сформирована. Родившиеся ПИ телята являются постоянным источником возбудителя для неиммунных животных. Концентрация вируса в крови таких особей высокая, и они выделяют его в течение всей жизни с секретами и экскретами, включая сперму. Образования специфических антител при этом практически не происходит [11, 12].

ВД КРС у диких жвачных животных. Традиционно isolates пестивирусов обозначали согласно названию вида животного, от которого они были выделены, и большинство штаммов вируса ВД, классической чумы свиней и пограничной болезни овец были изолированы от КРС, сви-

ней и овец соответственно. В настоящее время серологическое подтверждение инфекции, вызванной вирусом ВД, получено в отношении более 50 видов, 7 из 10 семейств млекопитающих отряда Artiodactyla [3, 6, 7, 18–25].

Восприимчивыми к заражению вирусом ВД являются КРС, свиньи, овцы, козы, бизоны, яки [26], домашние и дикие олени, ламы Старого и Нового Света, включая альпак. В России антитела к вирусу ВД выявлены у северных оленей Ямала, Таймыра и Якутии [18, 19, 22], маралов Горно-Алтайской Республики [19], коз, лосей, изюбрей, косуль и дзеренов [20], а также верблюдов [21], выпасавшихся совместно с КРС. Предполагается существование межвидовой передачи вируса от жвачных мозолоногим животным.

В связи с изложенным было предложено разделить штаммы на 3 группы в соответствии с основными хозяевами: домашними жвачными, верблюдовыми и оленями, однако о передаче вируса между этими кластерами в настоящее время неизвестно.

В эпизоотологическом плане важным вопросом является идентификация не относящиеся к семейству *Bovidae* ПИ хозяина, который может служить резервуаром вируса в дикой природе. К настоящему времени персистентная форма инфекции зарегистрирована у овец, оленей и коз [3, 6–7, 23, 25].

Симптомы ВД у белохвостых оленей включают расщипывание или мумификацию плода, аборт, рождение мертвых телят. Острая форма болезни сопровождается выделением вируса с назальными секретами и фекалиями. Однако до сих пор не обнаружено передачи вируса от оленей КРС, и наоборот [7, 25].

Серологическое и вирусологическое подтверждение инфекции у диких животных позволяет предположить, что вирус переживает в популяции свободно живущих животных, которые могут передавать его КРС и овцам. Если такой феномен существует в природе, он ставит под угрозу эффективность реализации программ ликвидации болезни в странах Европы и США. Однако до сих пор не получено доказательств подобной передачи.

Антропозоонозный потенциал вируса ВД. Характерная для вируса ВД «пластичность» дает основание предположить, что он способен преодолевать межвидовые барьеры. Вирус ВД не относится к патогенам человека. В то же время он реплицируется в культурах клеток человеческого происхождения, обладает сходными с вирусом гепатита С человека свойствами. Вирус выделен от двух клинически здоровых людей, от пациентов с болезнью Крона, из фекалий детей до 2 лет с признаками гастроэнтерита. Эти факты создают некоторые предпосылки для изучения его антропозоонозного потенциала [7].

Вирус жирафа. Цитопатогенный штамм Giraffe, или H138, является единственным представителем пестивирусов этого вида животных. Он был выделен от жирафа, павшего с признаками болезни слизистых оболочек в 1967 г. в Наньюки, Кения. Вирус репродуцировался в первично-трипсинизированных культурах клеток тестикулов бычков, почек телят и нейтрализовался антисывороткой к штамму Oregon вируса ВД 1. Филогенетический анализ, основанный на генах *E2* и *N^{pro}*, показал его отличие от других пестивирусов. При секвенировании по 5'-UTR в сравнительном аспекте с другими пестивирусами КРС, овец, коз и свиней установили его принадлежность к новому таксону. Значение этого вируса для программ контроля ВД пока неизвестно.

Вирус вилорога. В 2005 г. в США из тканей века слепой вилорогой антилопы выделен вирус, проявляющий антигенное родство с другими пестивирусами [1]. Он нейтрализовался моноклональными антителами к штаммам вирусов ВД 1, ВД 2 и пограничной болезни 1, но слабо размножался в культурах клеток овец и КРС.

Организация генома соответствовала представителям рода, однако синквенс генов *N^{pro}*, *E^{ns}* и 5'-UTR значительно отличался от всех идентифицированных к настоящему времени пестивирусов. На основании этого предположили, что данный вирус представляет новый вид рода *Pestivirus*. Вирус представлен одним штаммом и является единственным пестивирусом, выделенным в дикой природе Америки.

Перечисленные «новые» пестивирусы были выделены от ограниченного числа диких животных в отдельных регионах и имеют скорее научный интерес [8].

HoVi-подобные вирусы (атипичные пестивирусы). Первый изолят вируса HoVi (D32/00_HoVi) был выделен в Швейцарии из фетальной сыворотки КРС, импортированной из Бразилии. После этого было получено еще несколько изолятов: 2 из фетальной сыворотки из Южной Америки, 1 (CH-Kaho/cont) из культуры клеток, 1 (Brz buf) от буйвола и 2 от абортированных плодов в Бразилии, 1 (Th/04_Khonkaen) из сыворотки крови телят в Таиланде. В Италии вирус выделили от телят во время вспышки респираторной болезни в 2010 г. На основе синквенса 5'-нетранслируемого региона изоляты были разделены на 2 подгруппы: бразильскую и тайландскую.

Предположительно HoVi-подобные вирусы классифицируются как вирус ВД 3 КРС или как пятый вид рода *Pestivirus* [5]. Они представлены двумя биотипами.

Спонтанная и экспериментальная инфекция КРС имеет большое сходство с ВД и проявляется в виде диареи, аборт и респираторного синдрома [2].

Более 30% партий фетальной сыворотки КРС, поставляемых в Европу из Южной Америки, контаминированы вирусом HoVi. Он был также обнаружен в фетальной сыворотке из Австралии, Канады, Мексики и США. Повышение спроса на фетальную сыворотку КРС способствует проникновению вируса в различные регионы.

В естественных условиях инфекция диагностирована в Южной Америке, Юго-Восточной Азии и Италии. Сообщения о выделении вируса этой группы в других странах Европы, Северной Америки, России, Индии и Австралии отсутствуют.

Происхождение HoVi-подобных вирусов неизвестно. Одна из гипотез предполагает, что вирусы появились в Южной Америке и были завезены в другие страны и континенты с биологическими продуктами, такими как фетальная сыворотка и вакцины. Другая гипотеза объясняет возникновение HoVi-подобных вирусов в результате многократных межвидовых передач от буйволов к КРС, что подтверждается циркуляцией вируса в регионах со значительным поголовьем буйволов, таких как Бразилия и Таиланд. Существует также гипотеза, что возникновение этих вирусов в Южной Америке и последующее их распространение в другие регионы представляют собой сравнительно недавние с точки зрения эволюции события.

Открытие этой группы вирусов требует критической оценки имеющихся диагностических средств и вакцин. Коммерческие наборы для иммуноферментного анализа (ИФА) для диагностики ВД – БС КРС не полностью

выявляют антитела к HoVi-подобным вирусам. Анализ 5'-нетранслируемого региона подтвердил отличие выделенных штаммов от вирусов ВД 1-го и 2-го типов. В связи с этим для контроля HoVi-вирусных инфекций необходима разработка новых специфических диагностических тестов и вакцин.

При сравнительном изучении штаммов вирусов ВД 1, ВД 2 и HoVi при помощи коммерческого набора для ИФА и перекрестной реакции нейтрализации с иммунными сыворотками установили более высокую степень перекрестных реакций между эпитопами протеинов *E_{ns}* и NS2/3 в сравнении с гликопротеином E2. Эти результаты дают основание полагать, что диагностические тесты для выявления всех трех вирусов следует разрабатывать на основе эпитопов *E_{ns}* и NS2/3, а вариабельность E2 использовать для их дифференциации.

Таким образом, поскольку диагностика HoVi-вирусной инфекции в большинстве стран не проводится, а доступные диагностические тесты недостаточно специфичны, эти вирусы могут оставаться незамеченными и предположительно существовать и в других странах. Ситуация усугубляется тем, что они, подобно возбудителю ВД, способны индуцировать персистентную инфекцию и формирование стационарно неблагополучных очагов.

В стадах Бразилии, Италии и Таиланда, где эти вирусы, возможно, уже распространены, они могут быть причиной экономических потерь, связанных с клиническим проявлением инфекции, снижением продуктивности и, возможно, иммунитета независимо от циркуляции вируса ВД. HoVi-положительный статус стран также может стать проблемой в международной торговле животными и продуктами их происхождения со странами, которые считают себя свободными от HoVi-подобных вирусов.

HoVi-вирусы были изолированы на нескольких континентах от многих видов животных и имеют тенденцию к глобальному распространению.

Меры профилактики и борьбы. Программы контроля или ликвидации ВД КРС, реализующиеся в ряде стран, основаны на трех принципах: выявлении и удалении ПИ животных из стада; предупреждении ввода инфицированных животных в стадо и мониторинг; вакцинации, применение которой зависит от степени распространения болезни в конкретном регионе [9, 12, 14, 27]. Для успешной реализации таких программ и поддержания свободного от ВД статуса стада необходимо использование надежных диагностических тестов, способных дифференцировать ПИ и ТИ животных и выявлять весь спектр квазитипов вируса. Открытым остается вопрос о роли диких животных в эпизоотическом процессе и целесообразности вакцинации диких животных. Возможно, в будущем такие программы начнут разрабатываться для стад одомашненных животных, как это практикуется для альпак в США [5].

Выделение вируса является наиболее точным диагностическим методом, но более чувствительны ИФА и ПЦР; сочетание этих методов дает наибольший эффект при ВД. Для выявления антител обычно используют реакцию нейтрализации и ИФА.

Факт существования HoVi-подобных вирусов требует особого внимания. Если учесть, что они были выделены из коммерческих пулов сыворотки крови, используемой для культур клеток и производства биопрепаратов, становится очевидным, что вирусы этой группы представляют опасность из-за возможного распространения в новых регионах, снижения эффективности вакцин и

диагностикумов и как следствие программ ликвидации ВД. Угрозу могут представлять и животные, предназначенные для продажи.

Таким образом, эти новые, до конца не охарактеризованные пестивирусы могут отрицательно влиять на эффективность программ контроля и эрадикации ВД КРС и представлять опасность как эмергентные возбудители для КРС во всем мире. Присутствие НоВи-подобных и других пестивирусов у жвачных животных в продуктах животного происхождения и биологических препаратах необходимо учитывать и контролировать.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА (п.п. 1–8, 10, 12–16, 23–27 см. REFERENCES)

9. Гулюкин М.И., Юров К.П., Глотов А.Г., Донченко Н.А. Стратегия борьбы с вирусной диареей – болезнью слизистых крупного рогатого скота в животноводческих хозяйствах российской федерации. *Вопросы вирусологии*. 2013; 6: 13–8.
11. Нefeldchenko A.B., Глотов А.Г., Глотова Т.И., Кунгурцева О.В. Выявление животных, персистентно инфицированных вирусом ВД-БС крупного рогатого скота, методом ПЦР. *Ветеринария*. 2011; 12: 21–5.
17. Глотов А.Г., Глотова Т.И., Южаков А.Г., Забережный А.Д., Алипер Т.И. Выделение на территории Российской Федерации нецитопатогенного изолята 2-го генотипа вируса диареи – болезни слизистых оболочек крупного рогатого скота. *Вопросы вирусологии*. 2009; 6: 43–7.
18. Глотов А.Г., Глотова Т.И., Нefeldchenko A.B., Лайшев К.А. К вопросу о вирусных инфекциях у одомашненных северных оленей на Таймыре. В кн.: *Актуальные проблемы природопользования на Крайнем Севере: Сборник научных трудов*. Новосибирск; 2004: 83–4.
19. Кунгурцева О.В., Глотова Т.И. Экологические аспекты распространения вируса вирусной диареи-болезни слизистых крупного рогатого скота. В кн.: *Инновационные подходы в ветеринарии, биологии и экологии: Сборник научных трудов*. Троицк; 2010: 151–4.
20. Мищенко В.А., Черных О.Ю., Мищенко А.В., Якубенко Е.В., Думова В.В. Превалентность антител к вирусу вирусной диареи крупного рогатого скота в сыворотке крови жвачных животных. *Ветеринария Кубани*. 2012; 5: 19–20.
21. Мищенко А.В., Мищенко В.А., Думова В.В., Жбанова Т.В. Проблема вирусных инфекций у верблюдов. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2013; 1 (43): 255–7.
22. Шуляк А.Ф., Юров К.П., Неустроев М.П., Касьянов И.А. Антитела к вирусам инфекционного ринотрахеита и вирусной диареи-болезни слизистых оболочек у северных оленей. В кн.: *Актуальные проблемы инфекционной патологии и иммунологии животных*. М.; 2006: 423.

REFERENCES

1. Vilcek S., Ridpath J.F., Van Campen H., Cavender J.L., Warg J. Characterization of a novel pestivirus originating from a pronghorn antelope. *Virus Res.* 2005; 108 (1–2): 187–93.
2. Bauermann F.V., Ridpath J.F., Weiblen R., Flores E.F. HoBi-like viruses: an emerging group of pestiviruses. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2013; 25 (1): 6–15.
3. Passler T., Riddell K.P., Edmondson M.A., Chamorro M.F., Neill J.D., Brodersen B.W. et al. Experimental infection of pregnant goats with bovine viral diarrhea virus (BVDV) 1 or 2. *Vet. Res.* 2014; 45: 38.
4. Kirkland P.D., Frost M.J., Finlaison D.S., King K.R., Ridpath J.F., Gu X. Identification of a novel virus in pigs—Bungowannah virus: a possible new species of pestivirus. *Virus Res.* 2007; 129: 26–34.
5. Plouffe C.L., Smith D.R., Clowser S.L., Steffen D.J., Henningson J.N., Brodersen B.W. et al. Prevalence of bovine viral diarrhea virus infections in alpacas in the United States. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2009; 234 (4): 519–29.
6. Vilcek S., Nettleton P.F. Pestiviruses in wild animals. *Vet. Microbiol.* 2006; 116 (1–3): 1–12.
7. Walz P.H., Grooms D.L., Passler T., Ridpath J.F., Tremblay R., Step

- D.L. et al. Control of bovine viral diarrhea virus in ruminants. *J. Vet. Intern. Med.* 2010; 24 (3): 476–86.
8. König M., Cedillo Rosales S., Becher P., Thiel H.J. Heterogeneity of ruminant pestiviruses: academic interest or important basis for the development of vaccines and diagnostics? *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.* 2003; 116 (5–6): 216–21.
9. Gulyukin M.I., Yurov K.P., Glotov A.G., Donchenko N.A. Bovine viral diarrhea control in Russian Federation. *Voprosy virusologii*. 2013; 6: 13–8. (in Russian)
10. Ridpath J.F., Bendfeldt S., Neill J.D., Liebler-Tenorio E. Lymphocytopenic activity in vitro correlates with high virulence in vivo for BVDV type 2 strains: Criteria for a third biotype of BVDV. *Virus Res.* 2006; 118 (1–2): 62–9.
11. Nefeldchenko A.V., Glotov A.G., Glotova T.I., Kungurtseva O.V. Detection of animals persistently infected with BVDV by PCR. *Veterinariya*. 2011; 12: 21–5. (in Russian)
12. Lindberg A.L. Bovine viral diarrhea virus infections and its control. A review. *Vet. Q.* 2003; 25 (1): 1–16.
13. Giangaspero M., Harasawa R. Characterization of genotypes among bovine viral diarrhea virus type 1 strains according to palindromic nucleotide substitutions in the genomic 51–untranslated region. *J. Virol. Methods*. 2014; 195: 34–53.
14. Ridpath J.F. Bovine viral diarrhea virus: global status. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 2010; 26 (1): 105–21.
15. Vilček Š., Đurković B., Kolesárová M., Greiser-Wilke I., Paton D. Genetic diversity of international bovine viral diarrhea virus (BVDV) isolates: Identification of a new BVDV-1 genetic group. *Vet. Res.* 2004; 35 (5): 609–15.
16. Giangaspero M., Apicellab C., Harasawa R. Numerical taxonomy of the genus Pestivirus: New software for genotyping based on the palindromic nucleotide substitutions method. *J. Virol. Methods*. 2013; 192 (1–2): 59–67.
17. Glotov A.G., Glotova T.I., Yuzhakov A.G., Zaberezhnyy A.D., Ali-per T.I. Isolation of noncytopathogenic genotype 2 bovine viral diarrhea virus from the cattle mucosa in the Russian Federation. *Voprosy virusologii*. 2009; 6: 43–7. (in Russian)
18. Glotov A.G., Glotova T.I., Nefeldchenko A.V., Layshev K.A. To the question of viral infections in domesticated reindeer on Taimyr. In: *Actual Problems of Nature in the Far North: Collection of Scientific Works [Aktual'nye problemy prirodopol'zovaniya na Kraynem Severe: Sbornik nauchnykh trudov]*. Novosibirsk; 2004: 83–4. (in Russian)
19. Kungurtseva O.V., Glotova T.I. Environmental aspects of the distribution of the bovine diarrhea virus. In: *Innovative Approaches in Veterinary Biology and Ecology: Collection of Scientific Works [Innovatsionnye podkhody v veterinarii, biologii i ekologii: Sbornik nauchnykh trudov]*. Troitsk; 2010: 151–4. (in Russian)
20. Mishchenko V.A., Chernykh O.Yu., Mishchenko A.V., Yakubenko E.V., Dumova V.V. The prevalence of antibodies to bovine diarrhea virus in ruminants. *Veterinariya Kubani*. 2012; 5: 19–20. (in Russian)
21. Mishchenko A.V., Mishchenko V.A., Dumova V.V., Zhanova T.V. The problem of viral infections in camels. *Tруды Кубанского государственного аграрного университета*. 2013; 1 (43): 255–7. (in Russian)
22. Shulyak A.F., Yurov K.P., Neustroev M.P., Kas'yanov I.A. Antibodies to infectious bovine rhinotracheitis virus and bovine viral diarrhea-mucosal disease in Northern deers. In: *Actual Problems of Infectious Pathology and Immunology of Animals [Aktual'nye problemy infektsionnoy patologii i immunologii zhivotnykh]*. Moscow; 2006: 423. (in Russian)
23. De Mia G.M., Greiser-Wilke I., Feliziani F., Giammarioli M., De Giuseppe A. Genetic characterization of a caprine pestivirus as the first member of a putative novel pestivirus subgroup. *J. Vet. Med. B Infect. Dis. Vet. Public Health.* 2005; 52 (5): 206–10.
24. Evermann J.F. Pestiviral infection of llamas and alpacas. *Small Rumin. Res.* 2006; 61 (2–3): 201–6.
25. Pogranichniy R.M., Raizman E., Thacker H.L., Stevenson G.W. Prevalence and characterization of bovine viral diarrhea virus in the white-tailed deer population in Indiana. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2008; 20 (1): 71–4.
26. Gong X., Liu L., Zheng F., Chen Q., Li Z., Cao X., Yin H. et al. Molecular investigation of bovine viral diarrhea virus infection in yaks (*Bos grunniens*) from Qinghai, China. *Virol. J.* 2014; 11: 29. Available at: <http://www.virologyj.com/content/11/1/29>.
27. Ridpath J.F. Preventive strategy for BVDV infection in North America. *Jpn. J. Vet. Res.* 2012; 60 Suppl: S41–9.

Поступила 25.09.14

Принята в печать 22.01.15