



DOI: 10.29326/2304-196X-2023-12-4-278-283
УДК 619:616.98:578:616.3-053.2(048)



Небовирусная инфекция крупного рогатого скота (обзор литературы)

В. А. Мищенко¹, А. В. Мищенко², Т. Б. Никешина¹, Ю. В. Бровко³, А. И. Кушлубаева⁴

¹ ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), г. Владимир, Россия

² ФГБНУ «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук» (ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), г. Москва, Россия

³ Тульский филиал ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (Тульский филиал ФГБУ «ВНИИЗЖ»), г. Тула, Россия

⁴ Татарский филиал ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (Татарский филиал ФГБУ «ВНИИЗЖ»), г. Казань, Республика Татарстан, Россия

РЕЗЮМЕ

Животноводство является одной из основных отраслей сельского хозяйства в большинстве стран мира, в том числе и в Российской Федерации, рентабельность которой обуславливают три основных фактора: генетический потенциал животных, полноценное кормление и благополучие по инфекционным, инвазионным и массовым незаразным болезням. Получение и выращивание здорового молодняка крупного рогатого скота является одной из наиболее важных и трудных задач. В структуре заболеваний новорожденных телят в ранний постнатальный период преобладающее место занимают нарушения функции пищеварительной системы, клинически проявляющиеся диареей, обуславливающей развитие выраженной дегидратации, токсемии, энрофтальмии, мембранопатологии, иммунодефицитов и нарушений обмена веществ. Массовые диареи новорожденных телят отличаются значительным полиморфизмом, включающим широкий спектр различных факторов, в том числе генетических, физиологических, санитарно-гигиенических и инфекционных. Ведущей причиной массовых гастроэнтеритов новорожденных телят являются инфекционные агенты. В большинстве случаев вирусы служат пусковым механизмом в развитии патологии желудочно-кишечного тракта, а бактерии играют вторичную роль. Долгое время считалось, что перво-степенное значение в этиологии массовых диарей новорожденных телят имеют ротавирусы, коронавирусы и пестивирусы (возбудители вирусной диареи – болезни слизистых). В последние годы в пробах фекалий больных диареей телят был обнаружен ряд новых и малоизученных вирусов, в том числе кобувируса, небовируса, норовируса, торовируса и астровируса, роль которых в развитии диареи окончательно не определена. Остается невыясненной их роль в качестве первичных патогенов, агентов коинфекции или комменсалов. В последнее время произошло широкое распространение данных возбудителей болезней животных в различных странах мира. В конце XX – начале XXI века в Российскую Федерацию было импортировано большое количество крупного рогатого скота, в том числе из стран, неблагополучных по небовирусной инфекции. В статье приведены сведения о небовирусной инфекции крупного рогатого скота (распространение, характеристика возбудителя, клинические признаки заболевания, эпизоотологические особенности болезни).

Ключевые слова: обзор, крупный рогатый скот молочных и мясных пород, новорожденные телята, яки, диарея, небовирусы, генетическая гетерогенность, рекомбинации

Для цитирования: Мищенко В. А., Мищенко А. В., Никешина Т. Б., Бровко Ю. В., Кушлубаева А. И. Небовирусная инфекция крупного рогатого скота (обзор литературы). *Ветеринария сегодня*. 2023; 12 (4): 278–283. DOI: 10.29326/2304-196X-2023-12-4-278-283.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Мищенко Владимир Александрович, доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории биотехнологий и конструирования вирусных препаратов ФГБУ «ВНИИЗЖ», 600901, Россия, г. Владимир, мкр. Юрьевец, e-mail: mishenko@arriah.ru.

Bovine nebovirus infection (review)

V. A. Mishchenko¹, A. V. Mischenko², T. B. Nikeshina¹, Yu. V. Brovko³, A. I. Kushlubaeva⁴

¹ FGBI “Federal Centre for Animal Health” (FGBI “ARRIAH”), Vladimir, Russia

² FSBSI “Federal Scientific Centre VIEV” (FSC VIEV), Moscow, Russia

³ Tula Branch of FGBI “Federal Centre for Animal Health” (Tula Branch of FGBI “ARRIAH”), Tula, Russia

⁴ Tatarian Branch of FGBI “Federal Centre for Animal Health” (Tatarian Branch of FGBI “ARRIAH”), Kazan, Republic of Tatarstan, Russia

SUMMARY

Animal husbandry is one of the main agricultural industries in most countries over the world as well as in the Russian Federation, and its profitability is determined by three main factors: the animal genetic potential, complete diet and freedom from infectious, invasive and mass non-infectious diseases. One of the most significant and difficult tasks is to generate and rear healthy young cattle. Digestive disorders clinically manifested by diarrhea resulting in apparent dehydration, toxemia, enophthalmos, membrane pathology, immunodeficiency and metabolic disorders are prevalent among neonatal calf diseases in early postnatal period. Massive diarrhea in neonatal calves is characterized by significant polymorphism, involving a wide range of various factors including genetic, physiological, sanitary and hygienic as well as infectious factors. Infectious agents are the main causes of massive gastroenteritis in neonatal calves. In most cases viruses serve as triggers for gastrointestinal pathology development and bacteria play the secondary role. For a long time, rotaviruses, coronaviruses and pestiviruses have been believed to play the main role in etiology of massive neonatal calf diarrhea. In recent years, a number of new and understudied viruses, including kobuvirus, nebovirus,

© Мищенко В. А., Мищенко А. В., Никешина Т. Б., Бровко Ю. В., Кушлубаева А. И., 2023

norovirus, torovirus and astrovirus, have been detected in fecal samples from diarrheic calves and their role in diarrhea development has not been definitively determined. Their role as primary pathogens, coinfection agents or commensals remains unclear. Recently these animal pathogens have widely spread in different countries of the world. At the end of the XX century – beginning of the XXI century, large numbers of cattle were imported to the Russian Federation, including cattle from the nebovirus-infected countries. Data on nebovirus infection (occurrence, pathogen characteristics, disease clinical signs and epizootological features) are given in the paper.

Keywords: review, dairy and meat cattle, neonatal calves, yaks, diarrhea, neboviruses, genetic heterogeneity, recombinations

For citation: Mischenko V. A., Mischenko A. V., Nikeshina T. B., Brovko Yu. V., Kushlubaeva A. I. Bovine nebovirus infection (review). *Veterinary Science Today*. 2023; 12 (4): 278–283. DOI: 10.29326/2304-196X-2023-12-4-278-283.

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

For correspondence: Vladimir A. Mischenko, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Professor, Chief Researcher, Laboratory for Biotechnology and Design of Viral Drugs, FGBI "ARRIAH", 600901, Russia, Vladimir, Yur'evets, e-mail: mishenko@arriah.ru.

Долгое время считалось, что основную роль в этиологии массовых диарей новорожденных телят играют ротавирусы, коронавирусы, парвовирусы, энтеровирусы и пестивирусы, одним из представителей последних является возбудитель вирусной диареи – болезни слизистых крупного рогатого скота [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Для профилактики ротавирусной, коронавирусной инфекций и вирусной диареи, вызванной вирусом первого генотипа, в Российской Федерации были разработаны инактивированные вакцины [1, 2, 3, 4]. В настоящее время на территории страны зарегистрированы случаи циркуляции возбудителей вирусной диареи – болезни слизистых, относящихся более чем к 15 субгенотипам всех 3 генотипов [3]. В последние годы в пробах фекалий больных диареей телят были обнаружены новые, малоизученные вирусы, такие как кобувирусы, торовирусы, небовирусы, норовирусы и астровирусы [5, 6, 11, 12, 13, 14, 15], роль которых в развитии болезни до сих пор окончательно не определена. Такое многообразие возбудителей создает значительные трудности при определении этиологических факторов желудочно-кишечных патологий новорожденных телят и, как следствие, приводит к выбору недостаточно эффективных средств специфической профилактики и значительному экономическому ущербу. Данная проблема особенно актуальна для племенных животноводческих хозяйств, занимающихся разведением высокопродуктивных животных.

В 1976 г. в пробах фекалий, отобранных от больных диареей новорожденных телят из населенного пункта недалеко от Ньюбери в Южной Англии, был выявлен РНК-содержащий вирус, получивший название *Newbury agent 1*. При проведении электронной микроскопии установлено, что вирионы этого вируса – это мелкие (диаметр 36,6 нм) безоболочечные частицы с икосаэдрической симметрией ($E = 3$), которые состоят из 90 димеров главного структурного белка VP1 (58–62 кДа). На внешней поверхности капсида располагаются 32 чашеобразных углубления с характерной для калицивирусов структурой. Выделенный возбудитель был отнесен к семейству *Caliciviridae*. Молекулярная масса вириона составляет 15 МДа, константа седиментации – 170–187 S, плавающая плотность в хлориде цезия – 1,34 г/см³. Выделенный возбудитель, как и все калицивирусы, устойчив в окружающей среде, кислой

среде, а также к нагреванию и действию хлороформа. Было установлено, что заражение новорожденных телят небовирусом происходит фекально-оральным и контактным путем. Однако выделенный вирус отличался от известных в то время представителей семейства *Caliciviridae* [6, 16, 17, 18, 19].

В начале XXI века была предложена новая система классификации калицивирусов, основанная на результатах исследований возбудителей методами молекулярной биологии [20]. В состав семейства *Caliciviridae* входило четыре рода: везивирусы, норовирусы, саповирусы и лаговвирусы. Вирус *Newbury 1* был отнесен к роду *Norovirus*. В то же время результаты молекулярно-биологических исследований свидетельствовали, что вирус *Newbury 1/76UK*, как и ряд идентичных ему вирусов, выделенных из фекалий больных диареей новорожденных телят, отличались от всех известных норовирусов. В 1980 г. из проб фекалий от больных диареей телят из животноводческого хозяйства Небраски (США) был изолирован калицивирус, который был родственным вирусу *Newbury 1/76UK*. Однако, по данным филогенетического анализа нуклеотидных последовательностей, этот возбудитель, получивший название по месту отбора проб (*Nebraska 80/US*), отличался от всех известных вирусов, что послужило основанием для выделения изолированного вируса в новый род *Nebovirus* [18, 21].

Небовирус – безоболочечный вирус икосаэдрической формы с $T = 3$ и $T = 1$ симметрией, диаметр – 35 нм. Основной хозяин возбудителя – крупный рогатый скот. Этот патоген может вызывать некротический гепатит, способный стать причиной кровотечений со смертельным исходом. Репликация небовируса происходит в цитоплазме эпителия кишечника. Небовирусы, как и все другие калицивирусы, стабильны, обладают высокой устойчивостью по отношению к физическим и химическим факторам окружающей среды, сохраняют инфекционную активность при pH 2,7 в течение 3 ч при комнатной температуре. Вирусы устойчивы к эфиру, хлороформу, гуанидину, дезоксихолату натрия, желчным кислотам. Возбудитель сохраняет инфекционную активность при 60 °C в течение 30 мин [6, 19, 22, 23].

В 2010 г. вирусы *Newbury 1/76/UK* и *Nebraska 80/US* были отнесены к новому роду *Nebovirus* семейства *Caliciviridae*. В последующем классификация выделенных

штаммов небовирусов проводилась по результатам филогенетического анализа нуклеотидных последовательностей VP1 [14, 21, 23]. Геном небовируса, представленный однонитевой РНК с молекулярной массой 2,6–2,8 МДа, размером 7,4 тыс. нуклеотидных оснований и состоящий из двух основных ORF, кодирует неструктурный полипептид с геном основного структурного капсидного белка (VP1) в рамке с неструктурным полипептидом.

Все выявленные небовирусы близкородственны по структуре генома, но часто генетически и антигенно различаются. Геном небовируса подвержен мутациям, что приводит к антигенному дрейфу и рекомбинациям, а также к возникновению новых антигенно измененных вариантов возбудителя [14, 24, 25, 26, 27, 28]. Мутационные процессы затрагивают участки генома, отвечающие за связывание калицивирусов с рецепторами эпителиальных клеток слизистой оболочки кишечника [1]. Считается, что эволюция небовирусов происходит путем рекомбинаций [23, 24, 27, 29, 30]. Репликация и сборка небовируса осуществляется в цитоплазме, а вирусные частицы высвобождаются при разрушении клетки. Циклы репликации у всех известных калицивирусов схожи: для адсорбции и проникновения они взаимодействуют со множеством факторов прикрепления к клеточной поверхности (гликанами) и с корцепторами (белками); для образования репликативных комплексов используют клеточные мембраны [1, 16, 17, 29]. Попытки культивировать небовирус в культурах клеток MDBK и PB к успеху не привели [6, 21].

Патоморфологические изменения и клинические признаки при небовирусной инфекции сходны с таковыми, регистрирующимися при ротавирусной, коронавирусной и кобувирусной инфекциях, а также при вирусной диарее – болезни слизистых крупного рогатого скота, что затрудняет клиническую и патолого-анатомическую диагностику [11, 31].

Небовирусы размножаются в эпителии ворсинок кишечника, а также в клетках иммунной системы. При этом происходит расширение и притупление ворсинок кишечника, отслаивание эпителиальных клеток, гиперплазия эпителия крипт, вакуолизация цитоплазмы, инфильтрация пораженных клеток. Наиболее выраженные изменения регистрируются в слизистой оболочке проксимального отдела кишечника (двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишке), где отмечаются воспалительные процессы, сопровождающиеся атрофией кишечных ворсинок и гипертрофией кишечных желез [9, 29, 31, 32]. Регистрируется некроз эпителия ворсинок тонкого отдела кишечника. Отмечается снижение ферментативной активности клеток и развитие вторичной дисахаридной недостаточности, что приводит к развитию диареи [9, 32].

Эпизоотологическими особенностями небовирусной инфекции являются: длительное выделение возбудителя из организма больных животных и животных-вирусоносителей, высокая контагиозность и устойчивость вируса во внешней среде. Резервуаром и источником небовируса являются инфицированные (больные и переболевшие) животные. Факторами передачи небовирусов могут служить контаминированные возбудителем корма и вода. При небовирусной инфекции реализуется фекально-оральный механизм передачи возбудителя, в основном через корма и воду.

Считается, что инкубационный период при заражении данным патогеном новорожденных телят составляет 12–48 ч, а продолжительность болезни – от 2 до 30 дней. Через 12 ч после экспериментального заражения *Newbury 1/76UK* у телят-гнотобиотов были выявлены повреждения слизистых оболочек двенадцатиперстной и тощей кишки. Небовирус был обнаружен в энтероцитах, расположенных по бокам ворсинок [18]. У больных новорожденных телят в животноводческих хозяйствах при небовирусной инфекции регистрировали анорексию, диарею, энтофальмию, дегидратацию и нарушение обмена веществ. При вскрытии трупов павших животных наблюдали воспаление слизистой оболочки двенадцатиперстной и тощей кишки. У экспериментально инфицированных штаммами небовируса *Newbury 1/76UK* и *Nebraska 80/US* новорожденных безмолозивных телят клинические признаки не отличались. При вскрытии трупов павших телят различий в патолого-анатомических изменениях установлено не было [9, 16, 18, 21, 26, 33, 34].

Китайскими учеными были проведены исследования по выяснению причин вспышек диареи среди новорожденных телят яков на территории Цинхай-Тибетского плато. С этой целью отобрали 354 пробы фекалий от новорожденных животных из 55 ферм. При исследовании методом полимеразной цепной реакции в 22% образцов была обнаружена РНК небовируса. В результате филогенетического анализа 78 изолятов возбудителя установили, что 69 из них имеют близкое родство с *Nebraska*-подобными штаммами, а 9 изолятов, циркулирующих на 6 фермах в 2 административных округах, являются представителями нового генотипа небовируса [13].

В 2012 г. в одном из хозяйств г. Кыркларели (Восточная Фракия, Турция), где содержалось 250 коров и 200 телят, было зарегистрировано массовое желудочно-кишечное заболевание новорожденных животных. При этом заболело около 60% телят, в результате чего 30% погибло. При патолого-анатомическом вскрытии трупов выявили изменения, характерные для ротавирусной и коронавирусной инфекций. В пробах фекалий больных телят были обнаружены: ротавирус, коронавирус и *Cryptosporidium*. В трех пробах при проведении молекулярных исследований выявлен калицивирус, который был на 65% гомологичен небовирусу *Nebraska*. Выделенный возбудитель получил название *Kirkklareli virus* по месту отбора проб. По результатам филогенетического анализа он был отнесен к роду *Nebovirus*. Детальный анализ полученных данных явился основанием для предположения о том, что *Kirkklareli virus* может быть предком рода *Nebovirus* [21].

Guo Z. et al. в пробах фекалий, отобранных от больных гастроэнтеритом новорожденных телят на одной из молочных ферм Китая, были обнаружены норовирус и небовирус, что указывает на совместную циркуляцию в стаде указанных возбудителей, вызывающих смешанные инфекции [14].

При выяснении этиологии массовых желудочно-кишечных заболеваний новорожденных телят из 13 молочных-товарных ферм 5 провинций Китая в 73,2% проб фекалий выявили ротавирус, в 36,6% – коронавирус, в 31,7% – возбудитель вирусной диареи и в 41,8% – небовирус. Во многих образцах было обнаружено по 2–3 патогена, а в некоторых – все 4 вируса. По данным филогенетического анализа, все исследованные изоляты небовируса принадлежат к группе *Nebraska*

(*Nebraska-like strains*), из них 14 относятся к линии 1, а 4 – к линии 3. Также были выявлены рекомбинации в VP1 небовируса [32]. Полученные китайскими учеными данные свидетельствуют о широком распространении небовируса в стадах мясного и молочного скота, а также в гуртах яков на территории страны [13, 14, 26, 27, 32].

Как показывают многочисленные публикации, небовирус был выделен из проб фекалий, отобранных от больных диареей новорожденных телят в Англии [16, 18, 19, 23], Бразилии [12], Венгрии [15], Германии [34], Франции [30], Италии [24], Швеции [35], Иране [36], Китае [13, 14, 26, 27, 32], США [33, 37], Тунисе [28], Турции [21, 38, 39], Южной Корее [40] и других странах. Рядом исследователей небовирус выявлен в образцах фекалий, полученных не только от больных, но и от клинически здоровых телят из тех же хозяйств. Можно предположить, что биологический материал был отобран в разные периоды патологического процесса (инкубационный период или стадия реконвалесценции). Вероятно, этим же можно объяснить и различный уровень (4,8–41,8%) превалентности выявленного небовируса.

В таблице приведена характеристика выявленных в пробах фекалий новорожденных телят небовирусов, циркулирующих в различных странах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Небовирусная инфекция новорожденных телят регистрируется во многих странах мира, имеющих тесные экономические связи с Российской Федерацией. Из Германии, США, Франции, Венгрии и ряда других государств, где была диагностирована небовирусная инфекция, на территорию России было импортировано большое количество крупного рогатого скота молочных и мясных пород. Все это свидетельствует о высокой вероятности завоза животных, инфицированных возбудителями различных инфекционных болезней, что подтверждается наличием пестивирусов (возбудителей вирусной диареи – болезни слизистых) в пробах биологического материала, отобранного от абортплодов и трупов новорожденных телят, полученных от поступивших из-за рубежа нетелей. Зарегистрированы случаи выявления циркулирования рекомбинантных штаммов небовируса. В ряде случаев в пробах патологического материала, отобранного от одних и тех же животных, наряду с небовирусом были выявлены и другие возбудители, в том числе норовирус и астровирус.

Патолого-анатомические изменения при небовирусной инфекции сходны с таковыми при ротавирусной, коронавирусной, норовирусной, торовирусной инфекциях и вирусной диарее. В основном диарея новорожденных телят протекает в виде смешанных инфекций. Все это значительно затрудняет клиническую и патолого-анатомическую диагностику выявленной патологии желудочно-кишечного тракта, а также специфическую профилактику вирусных диарей.

Приведенные данные о небовирусной инфекции крупного рогатого скота и ее широком распространении во многих странах мира свидетельствуют о необходимости изучения данной проблемы, особенно в племенных хозяйствах, проведения мониторинговых исследований проб патологического материала от новорожденных телят с клиническими признаками желудочно-кишечных заболеваний, разработки средств и методов борьбы и профилактики данной инфекции.

Таблица
Характеристика циркулирующих в странах мира небовирусов

Страны	Генотип небовируса	Номер источника
Англия	<i>Newbury 1/76/UK; Nebraska 80/US</i>	16, 18, 19, 23
США	<i>Nebraska 80/US</i>	33, 37
Германия	<i>Newbury 1/76/UK</i>	34
Франция	<i>Nebraska 80/US; Dijon A216/06/FR</i>	30
Китай	<i>Newbury 1-like strains; Nebraska-like strains; Dijon A216-like strains</i>	13, 14, 26, 27, 32
Бразилия	<i>Newbury 1/76/UK</i>	12
Турция	<i>Newbury 1-like strains; Nebraska-like strains; Kirklareli virus</i>	21, 38, 39
Италия	<i>Newbury 1/76/UK; Nebraska 80/US</i>	24
Венгрия	<i>Newbury 1/76/UK</i>	15
Иран	<i>Newbury 1/76/UK; Nebraska 80/US</i>	36
Тунис	<i>Nebraska 80/US; Dijon A216-like strains</i>	28
Южная Корея	<i>Newbury 1/76/UK; Nebraska-like strains</i>	40
Швеция	<i>Newbury 1-like strains; Nebraska-like strains</i>	35

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Актуальные инфекционные болезни крупного рогатого скота: руководство. Под ред. Т. И. Алипера. М.: Сельскохозяйственные технологии; 2021. 832 с.
- Гаффаров Х. З., Иванов А. В., Непоклонов Е. А., Равилов А. З. Моно- и смешанные инфекционные диареи новорожденных телят и поросат. Казань: Фэн; 2002. 590 с.
- Глотов А. Г., Глотова Т. И., Нефедченко А. В., Котенева С. В. Генетический полиморфизм и распространение пестивирусов (*Flaviviridae: Pestivirus*) крупного рогатого скота в мире и в Российской Федерации. *Вопросы вирусологии*. 2022; 67 (1): 18–26. DOI: 10.36233/0507-4088-96.
- Кочетков С. А., Шиббаев М. А., Чупин С. А., Прохвятилова Л. Б., Мищенко В. А. Распространение энтеровируса крупного рогатого скота на территории Центрального федерального округа Российской Федерации. *Ветеринарная патология*. 2009; (4): 17–20. EDN: OCZHKL.
- Мищенко В. А., Мищенко А. В., Никешина Т. Б., Бровка Ю. В., Кушлубаева А. И. Проблема торовирусной инфекции животных (обзор литературы). *Ветеринария сегодня*. 2023; 12 (2): 133–139. DOI: 10.29326/2304-196X-2023-12-2-133-139.
- Руководство по вирусологии. Вирусы и вирусные инфекции человека и животных. Под ред. Д. К. Львова. М.: Медицинское информационное агентство; 2013. 1200 с.
- Юров К. П., Гулюкин М. И., Мникова Л. А., Алексеенкова С. В., Ишкова Т. А. Вирусы – возбудители распространенных и эмерджентных желудочно-кишечных инфекций крупного рогатого скота (обзор). *Ветеринария и кормление*. 2021; 2: 55–58. DOI: 10.30917/ATP-VK-1814-9588-2021-2-15.
- Castells M., Colina R. Viral enteritis in cattle: to well known viruses and beyond. *Microbiol. Res*. 2021; 12 (3): 663–682. DOI: 10.3390/microbiolres12030048.
- Gomez D. E., Weese J. S. Viral enteritis in calves. *Can. Vet. J.* 2017; 58 (12): 1267–1274. PMID: 29203935.
- Knowles N. J., Barnett I. T. A serological classification of bovine enteroviruses. *Arch. Virol.* 1985; 83 (3–4): 141–155. DOI: 10.1007/BF01309912.
- Мищенко В. А., Мищенко А. В., Яшин Р. В., Черных О. Ю., Лысенко А. А., Кривонос Р. А. Особенности кобувирусной инфекции сельскохозяйственных животных. *Ветеринария Кубани*. 2021; (5): 3–6. DOI: 10.33861/2071-8020-2021-5-3-6.
- Candido M., Alencar A. L., Almeida-Queiroz S. R., Buzinaro M. G., Munin F. S., Godoy S. H., et al. First detection and molecular characterization of *Nebovirus* in Brazil. *Epidemol. Infect.* 2016; 144 (9): 1876–1878. DOI: 10.1017/S0950268816000029.
- Guo Z., He Q., Zhang B., Yue H., Tang C. First detection of neboviruses in yak (*Bos grunniens*) and identification of a novel neboviruses based on

- complete genome. *Vet. Microbiol.* 2019; 236:108388. DOI: 10.1016/j.vetmic.2019.108388.
14. Guo Z., He Q., Yue H., Zhang B., Tang C. First detection of *Nebovirus* and *Norovirus* from cattle in China. *Arch. Virol.* 2018; 163 (2): 475–478. DOI: 10.1007/s00705-017-3616-6.
 15. Pankovics P., Boros A., Nemes C., Delwart E., Reuter G. First detection of nebovirus (*Caliciviridae*) in faecal sample of diarrheic calf in Hungary. *Magyar Állatorvosok Lapja.* 2013; 135 (1): 12–17.
 16. Bridger J. C., Hall G. A., Brown J. F. Characterization of a calici-like virus (Newbury agent) found in association with astrovirus in bovine diarrhea. *Infect. Immun.* 1984; 43 (1): 133–138. DOI: 10.1128/iai.43.1.133-138.1984.
 17. Desselberger U. *Caliciviridae* other than noroviruses. *Viruses.* 2019; 11 (3):286. DOI: 10.3390/v11030286.
 18. Hall G. A., Bridger J. C., Brooker B. E., Parsons K. R., Ormerod E. Lesions of gnotobiotic calves experimentally infected with a calicivirus-like (Newbury) agent. *Vet. Pathol.* 1984; 21 (2): 208–215. DOI: 10.1177/030098588402100213.
 19. Oliver S. L., Asobayire E., Dastjerdi A. M., Bridger J. C. Genomic characterization of the unclassified bovine enteric virus Newbury agent-1 (Newbury1) endorses a new genus in the family *Caliciviridae*. *Virology.* 2006; 350 (1): 240–250. DOI: 10.1016/j.virol.2006.02.027.
 20. Vinje J., Estes M. K., Esteves P., Green K. Y., Katayama K., Knowles N. J., et al. ICTV virus taxonomy profile: *Caliciviridae*. *J. Gen. Virol.* 2019; 100 (11): 1469–1470. DOI: 10.1099/jgv.0.001332.
 21. Alkan F., Karayel I., Catella C., Bodnar L., Lanave G., Banyai K., et al. Identification of a bovine enteric calicivirus, Kirklareli virus, distantly related to neboviruses, in calves with enteritis in Turkey. *J. Clin. Microbiol.* 2015; 53 (11): 3614–3617. DOI: 10.1128/JCM.01736-15.
 22. Carstens E. B. Ratification vote on taxonomic proposals to the International Committee on Taxonomy of Viruses (2009). *Arch. Virol.* 2010; 155 (1): 133–146. DOI: 10.1007/s00705-009-0547-x.
 23. Dastjerdi A. M., Snodgrass D. R., Bridger J. C. Characterisation of the bovine enteric calici-like virus, Newbury agent 1. *FEMS Microbiology Letters.* 2000; 192 (1): 125–131. DOI: 10.1111/j.1574-6968.2000.tb09370.x.
 24. Di Martino B., Di Profio F., Martella V., Ceci C., Marsillo F. Evidence for recombination in neboviruses. *Vet. Microbiol.* 2011; 153 (3–4): 367–372. DOI: 10.1016/j.vetmic.2011.05.034.
 25. Green K. Y., Ando T., Balayan M. S., Berke T., Clarke I. N., Estes M. K., et al. Taxonomy of the Caliciviruses. *J. Infect. Dis.* 2000; 181 (2): S322–S330. DOI: 10.1086/315591.
 26. Guo Z., He Q., Yue H., Tang C. Nebovirus: a diarrhea-causing virus in calves. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica.* 2020; 51 (3): 433–442. DOI: 10.11843/j.issn.0366-6964.2020.03.004.
 27. Guo Z., He Q., Yue H., Zhang B., Tang C. Genomic characterization of a RdRp-recombinant nebovirus strain with a novel VP1 genotype. *Virus Res.* 2018; 251: 6–13. DOI: 10.1016/j.virusres.2018.04.016.
 28. Hassine-Zaafrane M., Kaplon J., Sdiri-Loulizi K., Aouni Z., Pothier P., Aouni M., Ambert-Balay K. Molecular prevalence of bovine noroviruses and neboviruses detected in central-eastern Tunisia. *Arch. Virol.* 2012; 157 (8): 1599–1604. DOI: 10.1007/s00705-012-1344-5.
 29. Cho E.-H., Soliman M., Alfajaro M. M., Kim J.-Y., Seo J.-Y., Park J.-G., et al. Bovine nebovirus interacts with a wide spectrum of histo-blood group antigens. *J. Virol.* 2018; 92 (9):e02160-17. DOI: 10.1128/JVI.02160-17.
 30. Kaplon J., Guenau E., Asdrubal P., Pothier P., Ambert-Balay K. Possible novel nebovirus genotype in cattle, France. *Emerg. Infect. Dis.* 2011; 17 (6): 1120–1123. DOI: 10.3201/eid1706.100038.
 31. Blanchard P. C. Diagnostics of dairy and beef cattle diarrhea. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 2012; 28 (3): 443–464. DOI: 10.1016/j.cvfa.2012.07.002.
 32. Guo Z., He Q., Zhang B., Yue H., Tang C. Detection and molecular characteristics of neboviruses in dairy cows in China. *J. Gen. Virol.* 2019; 100 (1): 35–45. DOI: 10.1099/jgv.0.001172.
 33. Smiley J. R., Chang K. O., Hayes J., Vinje J., Saif L. J. Characterization of an enteropathogenic bovine calicivirus representing a potentially new calicivirus genus. *J. Virol.* 2002; 76 (20): 10089–10098. DOI: 10.1128/jvi.76.20.10089-10098.2002.
 34. Günther H., Otto P., Heilmann P. Untersuchungen zum Durchfall junger Kälber. 6. Mitteilung: Nachweis der Pathogenität eines bovinen Coronavirus und eines unbestimmten ikosaedrischen Virus = Diarrhea in young calves. 6. Determination of the pathogenicity of a bovine coronavirus and an unidentified icosahedral virus. *Arch. Exp. Veterinarmed.* 1984; 38 (5): 781–792. PMID: 6099109.
 35. Traven M., Axen C., Svensson A., Björkman C., Emanuelson U. Prevalence of bovine norovirus and nebovirus and risk factors of infection in Swedish dairy. *Dairy.* 2022; 3 (1): 137–147. DOI: 10.3390/dairy3010011.
 36. Pourasgari F., Kaplon J., Sanchooli A., Frey C., Karimi-Naghiani S., Otarod V., et al. Molecular prevalence of bovine noroviruses and neboviruses in newborn calves in Iran. *Arch. Virol.* 2018; 163 (5): 1271–1277. DOI: 10.1007/s00705-018-3716-y.
 37. Thomas C., Jung K., Han M. G., Hoet A., Scheuer K., Wang Q., Saif L. J. Retrospective serosurveillance of bovine norovirus (GIII.2) and nebovirus in cattle from selected feedlots and a veal calf farm in 1999 to 2001 in the United States. *Arch. Virol.* 2014; 159 (1): 83–90. DOI: 10.1007/s00705-013-1795-3.
 38. Karayel-Hacioglu I., Alkan F. Molecular characterization of bovine noroviruses and neboviruses in Turkey: detection of recombinant strains. *Arch. Virol.* 2019; 164 (5): 1411–1417. DOI: 10.1007/s00705-019-04186-0.
 39. Turan T., Işidan H., Atasoy M. O., Irehan B. Detection and molecular analysis of bovine enteric norovirus and nebovirus in Turkey. *J. Vet. Res.* 2018; 62 (2): 129–135. DOI: 10.2478/jvetres-2018-0021.
 40. Park S. I., Jeong C., Park S. J., Kim H. H., Jeong Y. J., Hyun B. H., et al. Molecular detection and characterization of unclassified bovine enteric caliciviruses in South Korea. *Vet. Microbiol.* 2008; 130 (3–4): 371–379. DOI: 10.1016/j.vetmic.2008.01.017.

REFERENCES

1. Current Infectious Diseases of Cattle: a Manual. Ed. by T. I. Aliper. Moscow: Sel'skokhozyaistvennyye tekhnologii; 2021. 832 p. (in Russ.)
2. Gaffarov Kh. Z., Ivanov A. V., Nepoklonov E. A., Ravilov A. Z. Mono- and mixed infectious diarrhea of neonatal calves and piglets. Kazan: Fen; 2002. 590 p. (in Russ.)
3. Glotov A. G., Glotova T. I., Nefedchenko A. V., Koteneva S. V. Genetic diversity and distribution of bovine pestiviruses (*Flaviviridae: Pestivirus*) in the world and in the Russian Federation. *Problems of Virology.* 2022; 67 (1): 18–26. DOI: 10.36233/0507-4088-96. (in Russ.)
4. Kochetkov S. A., Shibayev M. A., Chupin S. A., Prokhvatilova L. B., Mischenko V. A. Bovine enterovirus distribution in the Central Federal Okrug of the Russian Federation. *Veterinary Pathology.* 2009; (4): 17–20. EDN: OCZHLK. (in Russ.)
5. Mischenko V. A., Mischenko A. V., Nikeshina T. B., Brovko Yu. V., Kuschlubaeva A. I. Torovirus infection in animals: a review. *Veterinary Science Today.* 2023; 12 (2): 133–139. DOI: 10.29326/2304-196X-2023-12-2-133-139.
6. Guidance on Virology. Human and Animal Viruses and Viral Infections. Ed. by D. K. Lvov. Moscow: Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo; 2013. 1200 p. (in Russ.)
7. Yurov K. P., Gulyukin M. I., Mnikova L. A., Alexeyenkova S. V., Ishkova T. A. Viruses causing frequent and emergent gastrointestinal infections of cattle (review). *Veterinaria i kormlenie.* 2021; 2: 55–58. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-2-15. (in Russ.)
8. Castells M., Colina R. Viral enteritis in cattle: to well known viruses and beyond. *Microbiol. Res.* 2021; 12 (3): 663–682. DOI: 10.3390/microbiolres12030048.
9. Gomez D. E., Weese J. S. Viral enteritis in calves. *Can. Vet. J.* 2017; 58 (12): 1267–1274. PMID: 29203935.
10. Knowles N. J., Barnett I. T. A serological classification of bovine enteroviruses. *Arch. Virol.* 1985; 83 (3–4): 141–155. DOI: 10.1007/BF01309912.
11. Mishchenko V. A., Mishchenko A. V., Yashin R. V., Chernykh O. Yu., Ly-senko A. A., Krivonos R. A. Features of cobuvirus infection of farm animals. *Veterinaria Kubani.* 2021; (5): 3–6. DOI: 10.33861/2071-8020-2021-5-3-6. (in Russ.)
12. Candido M., Alencar A. L., Almeida-Queiroz S. R., Buzinaro M. G., Munin F. S., Godoy S. H., et al. First detection and molecular characterization of *Nebovirus* in Brazil. *Epidemiol. Infect.* 2016; 144 (9): 1876–1878. DOI: 10.1017/S0950268816000029.
13. Guo Z., He Q., Zhang B., Yue H., Tang C. First detection of neboviruses in yak (*Bos grunniens*) and identification of a novel neboviruses based on complete genome. *Vet. Microbiol.* 2019; 236:108388. DOI: 10.1016/j.vetmic.2019.108388.
14. Guo Z., He Q., Yue H., Zhang B., Tang C. First detection of *Nebovirus* and *Norovirus* from cattle in China. *Arch. Virol.* 2018; 163 (2): 475–478. DOI: 10.1007/s00705-017-3616-6.
15. Pankovics P., Boros A., Nemes C., Delwart E., Reuter G. First detection of nebovirus (*Caliciviridae*) in faecal sample of diarrheic calf in Hungary. *Magyar Állatorvosok Lapja.* 2013; 135 (1): 12–17. (in Hungarian)
16. Bridger J. C., Hall G. A., Brown J. F. Characterization of a calici-like virus (Newbury agent) found in association with astrovirus in bovine diarrhea. *Infect. Immun.* 1984; 43 (1): 133–138. DOI: 10.1128/iai.43.1.133-138.1984.
17. Desselberger U. *Caliciviridae* other than noroviruses. *Viruses.* 2019; 11 (3):286. DOI: 10.3390/v11030286.
18. Hall G. A., Bridger J. C., Brooker B. E., Parsons K. R., Ormerod E. Lesions of gnotobiotic calves experimentally infected with a calicivirus-like (Newbury) agent. *Vet. Pathol.* 1984; 21 (2): 208–215. DOI: 10.1177/030098588402100213.
19. Oliver S. L., Asobayire E., Dastjerdi A. M., Bridger J. C. Genomic characterization of the unclassified bovine enteric virus Newbury agent-1 (Newbury1) endorses a new genus in the family *Caliciviridae*. *Virology.* 2006; 350 (1): 240–250. DOI: 10.1016/j.virol.2006.02.027.

20. Vinje J., Estes M. K., Esteves P., Green K. Y., Katayama K., Knowles N. J., et al. ICTV virus taxonomy profile: *Caliciviridae*. *J. Gen. Virol.* 2019; 100 (11): 1469–1470. DOI: 10.1099/jgv.0.001332.
21. Alkan F., Karayel I., Catella C., Bodnar L., Lanave G., Banyai K., et al. Identification of a bovine enteric calicivirus, Kirklareli virus, distantly related to neboviruses, in calves with enteritis in Turkey. *J. Clin. Microbiol.* 2015; 53 (11): 3614–3617. DOI: 10.1128/JCM.01736-15.
22. Carstens E. B. Ratification vote on taxonomic proposals to the International Committee on Taxonomy of Viruses (2009). *Arch. Virol.* 2010; 155 (1): 133–146. DOI: 10.1007/s00705-009-0547-x.
23. Dastjerdi A. M., Snodgrass D. R., Bridger J. C. Characterisation of the bovine enteric calici-like virus, Newbury agent 1. *FEMS Microbiology Letters.* 2000; 192 (1): 125–131. DOI: 10.1111/j.1574-6968.2000.tb09370.x.
24. Di Martino B., Di Profio F., Martella V., Ceci C., Marsillo F. Evidence for recombination in neboviruses. *Vet. Microbiol.* 2011; 153 (3–4): 367–372. DOI: 10.1016/j.vetmic.2011.05.034.
25. Green K. Y., Ando T., Balayan M. S., Berke T., Clarke I. N., Estes M. K., et al. Taxonomy of the Caliciviruses. *J. Infect. Dis.* 2000; 181 (2): S322–S330. DOI: 10.1086/315591.
26. Guo Z., He Q., Yue H., Tang C. Nebovirus: a diarrhea-causing virus in calves. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica.* 2020; 51 (3): 433–442. DOI: 10.11843/j.issn.0366-6964.2020.03.004. (in Chinese)
27. Guo Z., He Q., Yue H., Zhang B., Tang C. Genomic characterization of a RdRp-recombinant nebovirus strain with a novel VP1 genotype. *Virus Res.* 2018; 251: 6–13. DOI: 10.1016/j.virusres.2018.04.016.
28. Hassine-Zafrane M., Kaplon J., Sdiri-Loulizi K., Aouni Z., Pothier P., Aouni M., Ambert-Balay K. Molecular prevalence of bovine noroviruses and neboviruses detected in central-eastern Tunisia. *Arch. Virol.* 2012; 157 (8): 1599–1604. DOI: 10.1007/s00705-012-1344-5.
29. Cho E.-H., Soliman M., Alfajaro M. M., Kim J.-Y., Seo J.-Y., Park J.-G., et al. Bovine nebovirus interacts with a wide spectrum of histo-blood group antigens. *J. Virol.* 2018; 92 (9): e02160-17. DOI: 10.1128/JVI.02160-17.
30. Kaplon J., Guenau E., Asdrubal P., Pothier P., Ambert-Balay K. Possible novel nebovirus genotype in cattle, France. *Emerg. Infect. Dis.* 2011; 17 (6): 1120–1123. DOI: 10.3201/eid1706.100038.
31. Blanchard P. C. Diagnostics of dairy and beef cattle diarrhea. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 2012; 28 (3): 443–464. DOI: 10.1016/j.cvfa.2012.07.002.
32. Guo Z., He Q., Zhang B., Yue H., Tang C. Detection and molecular characteristics of neboviruses in dairy cows in China. *J. Gen. Virol.* 2019; 100 (1): 35–45. DOI: 10.1099/jgv.0.001172.
33. Smiley J. R., Chang K. O., Hayes J., Vinje J., Saif L. J. Characterization of an enteropathogenic bovine calicivirus representing a potentially new calicivirus genus. *J. Virol.* 2002; 76 (20): 10089–10098. DOI: 10.1128/jvi.76.20.10089-10098.2002.
34. Günther H., Otto P., Heilmann P. Untersuchungen zum Durchfall junger Kälber. 6. Mitteilung: Nachweis der Pathogenität eines bovinen Coronavirus und eines unbestimmten ikosaedrischen Virus = Diarrhea in young calves. 6. Determination of the pathogenicity of a bovine coronavirus and an unidentified icosahedral virus. *Arch. Exp. Veterinarmed.* 1984; 38 (5): 781–792. PMID: 6099109. (in German)
35. Traven M., Axen C., Svensson A., Björkman C., Emanuelson U. Prevalence of bovine norovirus and nebovirus and risk factors of infection in Swedish dairy. *Dairy.* 2022; 3 (1): 137–147. DOI: 10.3390/dairy3010011.
36. Pourasgari F., Kaplon J., Sanchooli A., Fremy C., Karimi-Naghani S., Otarod V., et al. Molecular prevalence of bovine noroviruses and neboviruses in newborn calves in Iran. *Arch. Virol.* 2018; 163 (5): 1271–1277. DOI: 10.1007/s00705-018-3716-y.
37. Thomas C., Jung K., Han M. G., Hoet A., Scheuer K., Wang Q., Saif L. J. Retrospective serosurveillance of bovine norovirus (GIII.2) and nebovirus in cattle from selected feedlots and a veal calf farm in 1999 to 2001 in the United States. *Arch. Virol.* 2014; 159 (1): 83–90. DOI: 10.1007/s00705-013-1795-3.
38. Karayel-Hacioglu I., Alkan F. Molecular characterization of bovine noroviruses and neboviruses in Turkey: detection of recombinant strains. *Arch. Virol.* 2019; 164 (5): 1411–1417. DOI: 10.1007/s00705-019-04186-0.
39. Turan T., İşidan H., Atasoy M. O., İrehan B. Detection and molecular analysis of bovine enteric norovirus and nebovirus in Turkey. *J. Vet. Res.* 2018; 62 (2): 129–135. DOI: 10.2478/jvetres-2018-0021.
40. Park S. I., Jeong C., Park S. J., Kim H. H., Jeong Y. J., Hyun B. H., et al. Molecular detection and characterization of unclassified bovine enteric caliciviruses in South Korea. *Vet. Microbiol.* 2008; 130 (3–4): 371–379. DOI: 10.1016/j.vetmic.2008.01.017.

Поступила в редакцию / Received 07.07.2023

Поступила после рецензирования / Revised 31.07.2023

Принята к публикации / Accepted 14.08.2023

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Мищенко Владимир Александрович, доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории биотехнологий и конструирования вирусных препаратов ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-3751-2168>, e-mail: mishenko@arriah.ru.

Мищенко Алексей Владимирович, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-9752-6337>, e-mail: view@admin.ru.

Никешина Татьяна Борисовна, кандидат биологических наук, заведующий сектором отдела образования и научной информации ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-0959-5915>, e-mail: nikeshina@arriah.ru.

Бровко Юлия Владимировна, аспирант, ветеринарный врач Тульской испытательной лаборатории ФГБУ «ВНИИЗЖ» г. Тула, Россия; <https://orcid.org/0009-0004-5314-3918>, e-mail: brovko@arriah.ru.

Кушлубаева Альфия Исафиловна, аспирант, руководитель Татарской испытательной лаборатории ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Казань, Республика Татарстан, Россия; <https://orcid.org/0009-0002-2021-7656>, e-mail: kulushbaeva@arriah.ru.

Vladimir A. Mischenko, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Professor, Chief Researcher, Laboratory for Biotechnologies and Viral Product Construction, FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-3751-2168>, e-mail: mishenko@arriah.ru.

Alexey V. Mischenko, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Chief Researcher, FSC VIEV, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9752-6337>, e-mail: view@admin.ru.

Tatiana B. Nikeshina, Candidate of Science (Biology), Head of Sector, Education and Scientific Support Department, FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-0959-5915>, e-mail: nikeshina@arriah.ru.

Yuliya V. Brovko, Postgraduate Student, Veterinarian, Tula Testing Laboratory, FGBI "ARRIAH", Tula, Russia; <https://orcid.org/0009-0004-5314-3918>, e-mail: brovko@arriah.ru.

Alfiya I. Kushlubaeva, Postgraduate Student, Head of Tatarian Testing Laboratory, FGBI "ARRIAH", Kazan, Republic of Tatarstan, Russia; <https://orcid.org/0009-0002-2021-7656>, e-mail: kulushbaeva@arriah.ru.