

DOI: 10.29326/2304-196X-2021-1-36-38-43
УДК 619:616.98:578.831.31-02:636.22/.28

Роль респираторно-синцитиального вируса крупного рогатого скота в этиологии респираторных болезней на молочных комплексах

С. В. Котенева¹, А. В. Нефедченко², Т. И. Глотова³, А. Г. Глов⁴

ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН),
Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока, пос. Краснообск, Новосибирская обл., Россия

¹ ORCID 0000-0003-2649-7505, e-mail: koteneva-sv@mail.ru

² ORCID 0000-0002-4181-4268, e-mail: homeovet@yandex.ru

³ ORCID 0000-0003-3538-8749, e-mail: t-glotova@mail.ru

⁴ ORCID 0000-0002-2006-0196, e-mail: glotov_vet@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Одним из этиологических агентов респираторных болезней является респираторно-синцитиальный вирус крупного рогатого скота (РСВ КРС). Возбудитель широко распространен во всех странах мира с интенсивным типом ведения животноводства и может вызывать патологию респираторного тракта самостоятельно или взаимодействуя с другими вирусами и бактериями. Актуальным является изучение распространения возбудителя на крупных молочных комплексах, выявление его во внутренних органах инфицированных животных, в том числе с количественной оценкой накопления в них. Целью работы было изучение особенностей распространения респираторно-синцитиальной инфекции, частоты выявления вируса в пробах биологического материала как в моноварианте, так и в ассоциациях с вирусами инфекционного ринотрахеита (ИРТ КРС) и вирусной диареи – болезни слизистых оболочек (ВД-БС КРС) крупного рогатого скота, бактериями семейства *Pasteurellaceae* на крупных молочных комплексах, неблагополучных по респираторным болезням животных, с определением концентрации вируса в органах респираторного тракта. В моноварианте РСВ КРС присутствовал в 9,2% исследованных проб биоматериала, в ассоциациях с вирусами ИРТ и ВД-БС КРС – в 1,4 и 5,2% проб соответственно. Количество проб, содержащих одновременно РСВ КРС и бактерии семейства *Pasteurellaceae*, составило 10,8%. Максимально вирус присутствовал в 26,6% проб от числа исследованных. Методом полимеразной цепной реакции в реальном времени геном вируса выявляли в легких (13,1%), в экссудате трахеи, бронхов и носовых синусов (6,0%), носовых выделениях (4,0%), бронхах (1,7%). Реже вирус присутствовал в пробах слизистой оболочки трахеи и бронхов (1,1%) и легочных лимфатических узлах (0,8%). Количественная оценка РНК РСВ КРС показала, что максимальное накопление вируса происходило в легких и носовых выделениях, что подтверждает данные об его тропизме к интерстицию легочной ткани.

Ключевые слова: Крупный рогатый скот, респираторные болезни, респираторно-синцитиальный вирус, полимеразная цепная реакция, синергизм.

Благодарность: Работа выполнена за счет бюджетных средств СФНЦА РАН в рамках выполнения государственного задания по теме: «Изучение современных особенностей эпизоотического проявления вирусно-бактериальных болезней животных, разработка современных средств и методов диагностики на основе методов молекулярной биологии и оценка их эффективности».

Для цитирования: Котенева С. В., Нефедченко А. В., Глотова Т. И., Глов А. Г. Роль респираторно-синцитиального вируса крупного рогатого скота в этиологии респираторных болезней на молочных комплексах. *Ветеринария сегодня*. 2021; 1 (36): 38–43. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-1-36-38-43.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Глотова Татьяна Ивановна, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории биотехнологии – диагностический центр СФНЦА РАН, Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока, 630501, Россия, Новосибирская обл., Новосибирский район, пос. Краснообск, e-mail: t-glotova@mail.ru.

UDC 619:616.98:578.831.31-02:636.22/.28

Role of bovine respiratory syncytial virus in etiology of respiratory diseases on milk farms

S. V. Koteneva¹, A. V. Nefedchenko², T. I. Glotova³, A. G. Glotov⁴

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS),
Institute of Experimental Veterinary Medicine of Siberia and the Far East, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russia

¹ ORCID 0000-0003-2649-7505, e-mail: koteneva-sv@mail.ru

² ORCID 0000-0002-4181-4268, e-mail: homeovet@yandex.ru

³ ORCID 0000-0003-3538-8749, e-mail: t-glotova@mail.ru

⁴ ORCID 0000-0002-2006-0196, e-mail: glotov_vet@mail.ru

SUMMARY

Bovine respiratory syncytial virus (BRSV) is one of the etiological agents of respiratory diseases. The agent spreads widely in all the countries with intensive livestock farming and can cause pathologic changes in respiratory system either alone or in combination with other viruses and bacteria. It is a matter of crucial importance to study spread of the agent on large milk farms, to detect it in the internal organs of infected animals, and to quantify virus accumulation in them. The purpose of the research was to study peculiarities of RS infection spread, frequency of the virus detection in biomaterial samples (both alone and in associations with infectious bovine rhinotracheitis (IBR) and bovine viral diarrhea/mucosal disease viruses (BVDV) and with *Pasteurellaceae* bacteria) on large milk farms affected by respiratory animal diseases; and to determine virus concentration in the respiratory organs. BRSV alone was reported in 9.2% of the tested biomaterial samples, as associated with IBR and BVDV it was reported in 1.4% and 5.2% of samples, correspondingly. The number of samples containing simultaneously BRSV and *Pasteurellaceae* bacteria was 10.8%. The virus was reported in a maximum of 26.6% of the tested samples. With the help of real-time PCR the virus genome was detected in lungs (13.1%), in exudate from trachea, bronchi and nasal sinuses (6.0%), in nasal discharge (4.0%) and in bronchi (1.7%). The virus was seldom detected in trachea and bronchial mucosa (1.1%) and in pulmonary lymph nodes (0.8%). Quantification of BRSV RNA demonstrated that maximum virus accumulation was observed in lungs and nasal charges and it confirms data on its tropism to pulmonary interstitium.

Keywords: Cattle, respiratory diseases, respiratory syncytial virus (RSV), polymerase chain reaction, synergism.

Acknowledgements: The research was financed by the SFSCA budget (the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences) within the framework of the official program "Studying present day peculiarities of epizootic manifestation of viral and bacterial animal diseases, developing modern diagnostic methods and tools based on molecular biology and assessing their effectiveness".

For citation: Koteneva S. V., Nefedchenko A. V., Glotova T. I., Glotov A. G. Role of bovine respiratory syncytial virus in the etiology of respiratory diseases on milk farms. *Veterinary Science Today*. 2021; 1 (36): 38–43. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-1-36-38-43.

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

For correspondence: Tatyana I. Glotova, Doctor of Science (Biology), Professor, Chief Researcher, Laboratory of Biotechnologies, Diagnostic Center, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS), Institute of Experimental Veterinary Medicine of Siberia and the Far East, 630501, Russia, Novosibirsk Region, Novosibirsk Raion, Krasnoobsk, e-mail: t-glotova@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Респираторные болезни телят занимают одно из ведущих мест среди патологий, распространенных у крупного рогатого скота в Российской Федерации. Они приводят к падежу или снижению скорости роста животных, затратам на лечение, проведение диагностических и профилактических мероприятий [1, 2]. Важную роль в структуре инфекционной патологии органов дыхания играет респираторно-синцитиальный вирус крупного рогатого скота (РСВ КРС, BRSV), широко распространенный во всех странах мира с интенсивным типом ведения животноводства [3, 4].

Возбудителем респираторно-синцитиальной инфекции (РСИ КРС) является оболочечный РНК-содержащий вирус, относящийся к семейству *Pneumoviridae*, роду *Orthopneumovirus*, репродуцирующий с главным образом в клетках респираторного эпителия.

К инфицированию наиболее восприимчивы телята до 6 месяцев, но могут болеть и взрослые животные. Инкубационный период при РСИ КРС составляет 2–5 суток. В начале заболевания у животных может отмечаться угнетение, повышение температуры тела, кашель, ринит, ринофарингит. При тяжелом течении возможно присоединение вторичной инфекции и развитие бронхита, бронхиолита, пневмонии. Основными осложнениями проявления инфекции могут быть эмфизема легких, дыхательная недостаточность и острая фибринозная пневмония. Патолого-анатомические изменения регистрируют только в легких.

Лабораторная диагностика РСИ КРС включает обнаружение в патологическом материале от больных животных антигена вируса в реакции иммунофлюо-

ресценции (РИФ) или рибонуклеиновой кислоты (РНК) вируса в полимеразной цепной реакции (ПЦР), выделение вируса в культуре клеток и установление сероконверсии к вирусу у переболевших животных [5]. В связи с высокой лабильностью и слабой способностью возбудителя к репликации в культурах клеток вирусологические исследования малоэффективны, требуют больших затрат и времени [6].

В настоящее время является актуальным изучение эпизоотической ситуации по РСИ КРС в крупных молочных комплексах с наличием импортного скота, а также изучение тропизма вируса к органам респираторного тракта с количественной оценкой его накопления в них. Заболевание может протекать самостоятельно или в ассоциации с другими вирусными инфекциями. Первоначальное размножение РСВ КРС в эпителиальных клетках приводит к понижению уровня защиты респираторного тракта животных и облегчает колонизацию и вторичную инфекцию нижних дыхательных путей бактериями. Описано синергетическое взаимодействие вируса и бактерий семейства *Pasteurellaceae* [7, 8].

Целью работы было изучение распространения РСИ КРС, частоты выявления возбудителя в пробах биологического материала в моноварианте и в ассоциациях с вирусами инфекционного ринотрахеита (ИРТ КРС) и вирусной диареи – болезни слизистых оболочек (ВД-БС КРС) крупного рогатого скота, а также бактериями семейства *Pasteurellaceae* в крупных молочных комплексах, неблагополучных по респираторным болезням животных, а также определение концентрации РСВ КРС в органах респираторного тракта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования были выполнены в 2010–2020 гг. в 7 крупных молочных комплексах Сибири, где специфическую профилактику РСИ КРС не проводили или применяли только инаktivированные вакцины. Исследовали следующие пробы биологического материала: выделения из носа, трахеальный и бронхиальный экссудаты, кусочки бронхов и легких, отобранные от павших или вынужденно убитых животных с признаками поражения органов дыхания. После отбора образцы доставляли в лабораторию в замороженном состоянии в течение суток. Всего исследовали 1040 проб, которые предварительно растирали в отдельных фарфоровых ступках со стерильным песком, гомогенизировали и готовили 10%-е суспензии на физиологическом растворе, после чего центрифугировали при 3000 об/мин в течение 15 мин, затем 100 мкл осветленной надосадочной жидкости использовали для выделения РНК.

Выделение РНК вируса проводили с использованием набора «РИБО-сорб» (ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора) в соответствии с рекомендациями производителя. Обратную транскрипцию для получения кДНК осуществляли с помощью набора «РЕВЕРТА-L» того же производителя.

Для выявления геномов трех вирусов в пробах биоматериала использовали ПЦР с электрофоретической детекцией результатов, а для количественной оценки РНК РСВ КРС – ПЦР в режиме реального времени [6, 9]. Количественную оценку концентрации вирусной РНК в пробах биологического материала от больных животных проводили относительно уровня мРНК гена GAPDH крупного рогатого скота и выражали в $\log_{10}$ копий РНК вируса на 10^5 копий GAPDH ($\log_{10}$ BRSV/GAPDH) [10].

Серологическими методами исследовали 6000 проб сыворотки крови. Антитела к вирусам ИРТ КРС и ВД-БС КРС выявляли в реакции микронейтрализации в перевиваемой линии культуры клеток MDBK согласно стандарту Всемирной организации здравоохранения животных (МЭБ, 2019) с использованием штамма «ТК-А» и цитопатогенного штамма NADL в качестве антигена,

к РСВ КРС – в реакции непрямой гемагглютинации. Для скрининговых серологических исследований пробы сыворотки крови отбирали от животных однократно, а для определения сероконверсии – двукратно с интервалом 30 суток. Персистентную инфекцию вирусом ВД-БС КРС диагностировали при выявлении РНК вируса в парных пробах сыворотки крови, отобранной с интервалом 30 суток.

Выделение бактерий семейства *Pasteurellaceae* проводили на искусственных питательных средах согласно методическим указаниям по лабораторной диагностике пастереллезов животных и птиц, а их генотипирование – при помощи ПЦР [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для определения частоты выявления РСВ КРС в моноварианте и в ассоциациях с вирусами ИРТ КРС, ВД-БС КРС и бактериями семейства *Pasteurellaceae* методом ПЦР исследовали 1040 проб биоматериала, отобранных от павших и вынужденно убитых телят в возрасте до 6 месяцев с признаками поражения респираторных органов. У всех животных при патолого-анатомическом вскрытии выявляли наличие острой фибринозной или катаральной бронхопневмонии, а иногда интерстициальную и легочную эмфиземы и признаки разрушения паренхимы легкого. Результаты исследования представлены в таблице.

Из данных таблицы видно, что в моноварианте РСВ КРС присутствовал в 9,2% исследованных проб биоматериала, а в ассоциациях с вирусами ИРТ и ВД-БС КРС – в 1,4 и 5,2% проб соответственно. Максимальное количество проб (10,8%) содержало одновременно РСВ КРС и бактерии семейства *Pasteurellaceae*. Всего РСВ КРС был выявлен в 26,6% проб от числа исследованных [12, 13].

Респираторно-синцитиальный вирус в моноварианте чаще присутствовал в легких и бронхах, а в ассоциации с вирусом ИРТ – в трахее и слизистой носа, реже – в легких крупного рогатого скота. Вместе с возбудителем ВД-БС КРС и бактериями семейства *Pasteurellaceae* РСВ КРС выявляли в легких.

Таблица

Частота выявления РСВ КРС в моноварианте и в ассоциациях с вирусами ИРТ, ВД-БС КРС и бактериями семейства *Pasteurellaceae* при помощи ПЦР с электрофоретической детекцией [12, 13]

Table

Frequency of BRSV detection: alone and in association with IBR, BVDV and *Pasteurellaceae* bacteria using PCR with electrophoretic detection [12, 13]

n = 1040

Наименование возбудителя, ассоциации возбудителей	Количество положительных проб	Процент положительных проб от числа исследованных
РСВ КРС в моноварианте	96	9,2
РСВ + ИРТ КРС	15	1,4
РСВ + ВД-БС КРС	54	5,2
РСВ КРС + <i>Pasteurellaceae</i> в том числе бактерии:	112	10,8
<i>Pasteurella multocida</i>	42	4,0
<i>Mannheimia haemolytica</i>	70	6,7
Всего	277	26,6

Особую роль в синергизме инфекционных агентов многие авторы отводят вирусу ВД-БС КРС, который за счет иммуносупрессивного эффекта может повышать восприимчивость животных к инфицированию другими вирусными и бактериальными патогенами [7, 8, 14, 15].

По нашим данным, в крупных молочных комплексах с наличием в них около 3% персистентно инфицированных телят уровень инфицированности животных вирусом ВД-БС КРС достигает 90% и выше. Уровень серопозитивности животных всех половозрастных групп к РСВ КРС в таких стадах составляет в среднем 67,5%, а геном вируса выявляют чаще, чем в стадах без присутствия персистентно инфицированных животных [9].

Таким образом, на крупных молочных комплексах установлено смешанное течение ВД-БС и РСИ КРС. Выявлена взаимосвязь между уровнем инфицированности животных вирусом ВД-БС КРС, присутствием в исследованных хозяйствах животных, персистентно инфицированных этим возбудителем, и частотой проявления клинических признаков респираторных болезней у телят, протекающих с участием респираторно-синцитиального вируса [12].

Часто после предрасполагающей вирусной инфекции происходит развитие вторичной бактериальной бронхопневмонии, поскольку повреждение эпителия дыхательных путей приводит к нарушению мукоцилиарного клиренса и облегчению продвижения бактерий в нижние отделы респираторного тракта. Кроме того, респираторные вирусы вызывают подавление фагоцитарной активности альвеолярных макрофагов и нарушение внутриклеточных бактерицидных процессов. Также респираторные вирусы могут способствовать адгезии бактерий, усиливать экспрессию поверхностных белков клеток хозяина, к которым в дальнейшем могут присоединяться бактерии [7, 16].

В основном развитие вторичной бактериальной бронхопневмонии обуславливается присутствием бактерий семейства *Pasteurellaceae*, а именно *Mannheimia haemolytica* и *Pasteurella multocida* [8, 9, 15].

Важным аспектом патогенеза РСИ КРС является подавление неспецифических механизмов иммунной защиты респираторного тракта, а также инициация и усиление бактериальной колонизации легких после первичного размножения возбудителя. Вирус может вызывать бронхиты, пневмонии и эмфиземы легких самостоятельно, но главным его свойством является иммуносупрессия и формирование предрасположенности к возникновению бактериальных пневмоний, в частности легочного пастереллеза [5, 8].

Результаты проведенных исследований показали, что РСИ КРС распространена в крупных молочных комплексах Сибири и может протекать как в моноварианте, так и в различных ассоциациях [17]. Синергическое взаимодействие микроорганизмов различных классов играет значительную роль в возникновении массовых бронхопневмоний у крупного рогатого скота в естественных условиях. При разработке эффективных мер специфической профилактики данной патологии крупного рогатого скота, особенно при завозе животных из разных источников, важным является понимание и расшифровка механизмов, способствующих развитию смешанных форм инфекций.

Ранее нами было изучено распространение РСВ в органах респираторного тракта телят, больных респираторно-синцитиальной инфекцией, при помощи ПЦР с электрофоретической детекцией продуктов амплификации, однако концентрацию РНК вируса определить не удалось по причине ограничений метода [3].

Для изучения распространения вируса в органах верхнего и нижнего отделов респираторного тракта положительные пробы биоматериала дополнительно исследовали методом ПЦР в режиме реального времени и установили, что геном РСВ КРС чаще присутствовал в легких (13,1% от числа исследованных проб). Кроме того, вирус обнаруживали в экссудате трахеи, бронхов и носовых синусов, что составило 6,0% проб. Процент выявления вируса в носовых выделениях был равен 4,04, а в бронхах – 1,7. Реже вирус обнаруживали на слизистой трахеи и бронхов (1,1%) и в легочных лимфатических узлах (0,8%). Полученные данные свидетельствуют о широком распространении вируса в органах верхнего и нижнего отделов респираторного тракта.

Большой интерес представляло количественное определение содержания вируса в разных отделах респираторного тракта инфицированных животных. Максимальные концентрации генома вируса выявляли в легких ($1,3 \pm 0,5 - 4,8 \pm 0,47 \log_{10}$ копий РНК BRSV/GAPDH), носовых выделениях ($1,5 \pm 0,75 - 2,1 \pm 0,25 \log_{10}$ копий РНК BRSV/GAPDH) и экссудатах трахеи, бронхов, а также носовых синусов ($0,3 \pm 0,21 - 2,8 \pm 0,15 \log_{10}$ копий РНК BRSV/GAPDH). Выявленные в ходе исследования различия концентрации вируса в пробах биоматериала могут свидетельствовать о разных стадиях развития инфекционного процесса у животных, во время которых они были отобраны.

Приведенные выше факты свидетельствуют о значимости респираторно-синцитиального вируса в структуре инфекционной патологии респираторных органов крупного рогатого скота и его роли в патогенезе смешанных респираторных болезней.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований расширяют представления об особенностях течения респираторно-синцитиальной инфекции у животных в крупных молочных комплексах и ее роли в патогенезе моно- и смешанных инфекций респираторного тракта крупного рогатого скота. Показано присутствие РСВ КРС в 26,6% проб биоматериала от больных и павших телят до 6-месячного возраста, отобранных в период массовых вспышек респираторных болезней, в частности острой фибринозной бронхопневмонии. В моноварианте его выявили в 9,2% случаев, а в ассоциациях с вирусами ИРТ и ВД-БС КРС – в 1,4 и 5,2% проб биоматериала соответственно. Количество проб, содержащих РСВ КРС и бактерии семейства *Pasteurellaceae*, составило 10,8%, что подтверждает синергетическое взаимодействие между инфекционными агентами различных нозологических групп.

В некоторых хозяйствах частота проявления РСИ КРС находилась в прямой зависимости от уровня инфицированности животных вирусом ВД-БС КРС, а также от наличия в стадах животных, персистентно инфицированных этим вирусом [12].

Количественный анализ содержания РНК РСВ КРС в исследованных пробах биоматериала показал, что

максимальное его накопление происходило в легких и носовых выделениях, что подтверждает данные о тропизме вируса к интерстицию легочной ткани, и это способствует возникновению острой фибринозной бронхопневмонии. Метод количественной оценки вирусов и бактерий методом ПЦР в режиме реального времени может быть полезным инструментом для изучения патогенеза смешанных вирусно-бактериальных инфекций в естественных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (п. п. 7, 8, 14–16 см. REFERENCES)

1. Крюков Н. Н., Зудилина З. Ф., Евдокимов С. И. Вирусные респираторные болезни крупного рогатого скота. *Ветеринария*. 1976; 6: 111–113.
2. Глотов А. Г., Петрова О. Г., Глотова Т. И., Нефедченко А. В., Татарчук А. Т., Котенева С. В. и др. Распространение вирусных респираторных болезней крупного рогатого скота. *Ветеринария*. 2002; 3: 17–21. eLIBRARY ID: 22435011.
3. Котенева С. В., Войтова К. В., Глотова Т. И., Строганова И. Я., Глотов А. Г. Частота выявления генома респираторно-синцитиального вируса у крупного рогатого скота при вспышках бронхопневмоний на молочных комплексах. *Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные*. 2016; 3: 18–21. eLIBRARY ID: 26538902.
4. Кирпиченко В. В., Кононова С. В., Кононов А. В., Бьядовская О. П., Манин Б. Л., Спрыгин А. В. Культуральные свойства вируса респираторно-синцитиальной инфекции крупного рогатого скота штамма «АБ 1908». *Ветеринария сегодня*. 2019; 4 (31): 31–36. DOI: 10.29326/2304-196X-2019-4-31-31-36.
5. Глотов А. Г., Глотова Т. И. Респираторно-синцитиальная инфекция крупного рогатого скота. *Ветеринария*. 2009; 11: 18–23. eLIBRARY ID: 12968708.
6. Глотов А. Г., Глотова Т. И., Строганова И. Я. Выявление респираторно-синцитиального вируса крупного рогатого скота при помощи ОТ-ПЦР. *Вопросы вирусологии*. 2011; 56 (5): 34–37. eLIBRARY ID: 17254354.
7. Глотова Т. И., Семенова О. В., Котенева С. В., Глотов А. Г. Выявление ассоциаций вирусов и бактерий респираторного комплекса у импортного скота при острых вспышках бронхопневмоний на молочных комплексах. *Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства*. 2014; 2 (7): 355–358. eLIBRARY ID: 22635644.
8. Нефедченко А. В., Глотов А. Г., Котенева С. В., Глотова Т. И. Разработка и испытание полимеразной цепной реакции в режиме реального времени для идентификации и количественного определения респираторно-синцитиального вируса крупного рогатого скота. *Молекулярная генетика, микробиология и вирусология*. 2020; 38 (3): 145–150. DOI: 10.17116/molgen20203803145.
9. Нефедченко А. В., Шиков А. Н., Глотов А. Г., Глотова Т. И., Терновой В. А., Агафонов А. П. и др. Разработка метода идентификации и генотипирования бактерий *Pasteurella multocida* и *Mannheimia haemolytica* на основе полимеразной цепной реакции и филогенетический анализ культур бактерий, выделенных от крупного рогатого скота. *Молекулярная генетика, микробиология и вирусология*. 2016; 34 (2): 62–66. DOI: 10.18821/0208-0613-2016-34-2-62-66.
10. Строганова И. Я. Диагностика респираторно-синцитиальной инфекции крупного рогатого скота и особенности проявления болезни в современных условиях ведения животноводства: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск; 2011. 39 с. Режим доступа: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01004858719#?page=1>.
11. Войтова К. В. Диагностика респираторно-синцитиальной инфекции крупного рогатого скота методом полимеразной цепной реакции: автореф. дис. ... канд. вет. наук. Новосибирск; 2011. 20 с. Режим доступа: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01004846487#?page=1>.
12. Глотов А. Г., Глотова Т. И., Семенова О. В., Котенева С. В., Терентьева Т. Е. Вирусные и бактериальные агенты респираторного комплекса, вызывающие патологию у крупного рогатого скота в хозяйствах Сибири. *Сейфуллиннің 120 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары-10: Мемлекеттің индустриалды-инновациялық саясатын құрудағы бәсекеге қабілетті кадрларды дайындау келешегі мен ғылымның ролі» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы международной научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-10: «Новые перспективы подготовки конкурентоспособных кадров и роль науки в формировании индустриально-инновационной политики страны», посвященной 120-летию со дня рождения С. Сейфуллина*. 2014; 1 (1): 98–100. Режим доступа: https://kazatu.edu.kz/assets//science/sf10_vet_109.pdf.

REFERENCES

1. Kryukov N. N., Zudilina Z. F., Yevdokimov S. I. Viral respiratory tract infections in cattle [Virusnye respiratornye bolezni krupnogo rogatogo skota]. *Veterinariya*. 1976; 6: 111–113. (in Russian)
2. Glotov A. G., Petrova O. G., Glotova T. I., Nefedchenko A. V., Tatarchuk A. T., Koteneva S. V., et al. Spread of viral diseases of the bovine respiratory tract [Rasprostraneniye virusnykh respiratornykh boleznej krupnogo rogatogo skota]. *Veterinariya*. 2002; 3: 17–21. eLIBRARY ID: 22435011. (in Russian)
3. Koteneva S. V., Voytova K. V., Glotova T. I., Stroganova I. Ya., Glotov A. G. Frequency of the genome detection of bovine respiratory syncytial virus from cattle with outbreaks of bronchopneumonia in the big dairy farms. *Russian Veterinary Journal*. 2016; 3: 18–21. eLIBRARY ID: 26538902. (in Russian)
4. Kirpichenko V. V., Kononova S. V., Kononov A. V., Byadovskaya O. P., Manin B. L., Sprygin A. V. Cultural properties of bovine respiratory syncytial virus strain AB 1908. *Veterinary Science Today*. 2019; 4 (31): 31–36. DOI: 10.29326/2304-196X-2019-4-31-31-36.
5. Glotov A. G., Glotova T. I. Respiratory syncytial virus (BRV). *Veterinariya*. 2009; 11: 18–23. eLIBRARY ID: 12968708. (in Russian)
6. Glotov A. G., Glotova T. I., Stroganova I. Ya. Detection of bovine respiratory syncytial virus by rt-PCR. *Voprosy Virusologii*. 2011; 56 (5): 34–37. eLIBRARY ID: 17254354. (in Russian)
7. Fulton R. W., Purdy C. W., Confer A. W., Saliki J. T., Loan R. W., Briggs R. E., Burge L. J. Bovine viral diarrhea viral infections in feeder calves with respiratory disease: interactions with *Pasteurella* spp., parainfluenza-3 virus, and bovine respiratory syncytial virus. *Can. J. Vet. Res.* 2000; 64 (3): 151–159. PMID: 10935880; PMCID: PMC1189606.
8. Ellis J. A. The immunology of the bovine respiratory disease complex. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 2001; 17 (3): 535–550. DOI: 10.1016/S0749-0720(15)30005-0.
9. Glotova T. I., Semenova O. V., Koteneva S. V., Glotov A. G. Detection of viruses and bacteria associations of respiratory complex in imported cattle in big dairy farms. *Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*. 2014; 2 (7): 355–358. eLIBRARY ID: 22635644. (in Russian)
10. Nefedchenko A. V., Glotov A. G., Koteneva S. V., Glotova T. I. Developing and testing a real-time polymerase chain reaction to identify and quantify bovine respiratory syncytial viruses. *Mol. Genet. Microbiol. Virol.* 2020; 35: 168–173. DOI: 10.3103/S0891416820030052.
11. Nefedchenko A. V., Shikov A. N., Glotov A. G., Glotova T. I., Ternovoy V. A., Agafonov A. P., et al. Development of a method for identification and genotyping of *Pasteurella multocida* and *Mannheimia haemolytica* bacteria using polymerase chain reaction and phylogenetic analysis of bacterial cultures isolated from cattle. *Mol. Genet. Microbiol. Virol.* 2016; 31: 75–81. DOI: 10.3103/S0891416816020063.
12. Stroganova I. Ya. Diagnosis of bovine respiratory syncytial infection and specific manifestation of the disease on modern livestock farms [Diagnostika respiratorno-sincit'ial'noj infekcii krupnogo rogatogo skota i osobennosti proyavleniya bolezni v sovremennykh usloviyakh vedeniya zhivotnovodstva]: Author's summary of Doctor's Thesis (Biology). Novosibirsk; 2011. 39 p. Available at: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01004858719#?page=1>. (in Russian)
13. Voytova K. V. Diagnosis of bovine respiratory syncytial infection using polymerase chain reaction [Diagnostika respiratorno-sincit'ial'noj infekcii krupnogo rogatogo skota metodom polimeraznoj cepnoy reakcii]: Author's summary of Candidate's Thesis (Veterinary Medicine). Novosibirsk; 2011. 20 p. Available at: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01004846487#?page=1>. (in Russian)
14. Chase C. C. The impact of BVDV infection on adaptive immunity. *Biologicals*. 2013; 41 (1): 52–60. DOI: 10.1016/j.biologicals.2012.09.009.
15. Grooms D. L. Role of bovine viral diarrhea virus in the bovine respiratory disease complex. *The Bovine Practitioner*. 1998; 32 (2): 7–12. DOI: 10.21423/bovine-vol1998no32.2p7-12.
16. Aranda S. S., Polack F. P. Prevention of pediatric respiratory syncytial virus lower respiratory tract illness: Perspectives for the next decade. *Front. Immunol.* 2019; 10: 1006. DOI: 10.3389/fimmu.2019.01006.
17. Glotov A. G., Glotova T. I., Semenova O. V., Koteneva S. V., Terentyeva T. Ye. Viral and bacterial agents of bovine respiratory diseases causing pathological changes in cattle on Siberian farms [Virusnye i bakterial'nye agenty respiratornogo kompleksa, vyzyvayushchie patologiyu u krupnogo rogatogo skota v hozyajstvakh Sibiri]. *Сейфуллиннің 120 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары-10: Мемлекеттің индустриалды-инновациялық саясатын құрудағы бәсекеге қабілетті кадрларды дайындау келешегі мен ғылымның ролі» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Proceedings of the International Scientific and Theoretical Conference “Seifullin's Readings-10: “New prospects for training*

competitive staff and role of science in national industrial and innovation policy", devoted to the 120th anniversary of the birth of S. Seifullin. 2014; 1 (1): 98–100. Available at: https://kazatu.edu.kz/assets/i/science/sf10_vet_109.pdf. (in Russian)

Поступила 22.01.2021

Принята в печать 01.03.2021

Received on 22.01.2021

Approved for publication on 01.03.2021

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Котенева Светлана Владимировна, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории биотехнологии – диагностический центр ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН (СФНЦА РАН), Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока, пос. Краснообск, Новосибирская обл., Россия.

Нефедченко Алексей Васильевич, доктор ветеринарных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологии – диагностический центр ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН (СФНЦА РАН), Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока, пос. Краснообск, Новосибирская обл., Россия.

Глотова Татьяна Ивановна, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории биотехнологии – диагностический центр ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН (СФНЦА РАН), Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока, пос. Краснообск, Новосибирская обл., Россия.

Готов Александр Гаврилович, доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник – заведующий лабораторией биотехнологии – диагностический центр ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН (СФНЦА РАН), Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока, пос. Краснообск, Новосибирская обл., Россия.

Svetlana V. Koteneva, Candidate of Science (Veterinary Medicine), Senior Researcher, Laboratory of Biotechnologies, Diagnostic Center, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS), Institute of Experimental Veterinary Medicine of Siberia and the Far East, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russia.

Alexey V. Nefedchenko, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Associate Professor, Leading Researcher, Laboratory of Biotechnologies, Diagnostic Center, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS), Institute of Experimental Veterinary Medicine of Siberia and the Far East, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russia.

Tatyana I. Glotova, Doctor of Science (Biology), Professor, Chief Researcher, Laboratory of Biotechnologies, Diagnostic Center, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS), Institute of Experimental Veterinary Medicine of Siberia and the Far East, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russia.

Alexander G. Glotov, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Professor, Chief Researcher – Head of Laboratory of Biotechnologies, Diagnostic Center, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS), Institute of Experimental Veterinary Medicine of Siberia and the Far East, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russia.