



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-1-14-23>
УДК 619:616.98:578:636.22/.28.053.2(048)



Значение ротавируса, коронавируса и *Escherichia coli* в этиологии болезней молодняка крупного рогатого скота (обзор)

И. А. Круглов, А. В. Кононов, А. А. Нестеров, С. В. Коконова, О. В. Прунтова

ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Одной из самых распространенных групп патологий, встречающихся у молодняка крупного рогатого скота, являются болезни желудочно-кишечного тракта. Частой их причиной являются возбудители инфекций, среди которых преобладающее значение имеют ротавирус, коронавирус и патогенная форма кишечной палочки.

Цель исследования. Анализ и систематизация актуальной информации о роли рота-, коронавируса и патогенных штаммов *Escherichia coli* в этиологии болезней крупного рогатого скота, в том числе молодняка, сведений о заболеваемости этими инфекциями на территории Российской Федерации и других стран мира, а также актуальности вакцинопрофилактики против вышеуказанных патогенов.

Результаты. В статье представлена информация о строении ротавируса, коронавируса и *Escherichia coli*, биологических свойствах возбудителей, факторах, влияющих на форму и тяжесть течения болезней. На основании анализа научной литературы отечественных и зарубежных авторов представлены данные о распространенности колибактериоза, ротавирусной и коронавирусной инфекций, а также описаны основные методы их контроля. Подтверждена важность вакцин для профилактики указанных болезней, перечислены факторы, влияющие на эффективность вакцинопрофилактики, и приведены меры ее повышения.

Заключение. Средний уровень заболеваемости ротавирусной инфекцией в мире составляет 32,7%, коронавирусной инфекцией – 18,4%, колибактериозом – 39,1%. В России показатель преvalентности вышеупомянутых болезней равен 41,4; 33,1 и 30,2% соответственно. Таким образом, в Российской Федерации уровень заболеваемости рота- и коронавирусной инфекциями крупного рогатого скота превышает средний показатель в мире на 8,7 и 14,7% соответственно. Эпизоотическая ситуация по колибактериозу в России благополучнее, чем в большинстве стран: болезнь регистрируется реже среднего мирового значения на 8,9%. Большое генетическое разнообразие и распространенность вышеупомянутых возбудителей требуют комплексного подхода для борьбы с ними. Одним из наиболее эффективных способов является вакцинопрофилактика, что делает разработку эффективных и безопасных вакцинных препаратов против ротавирусной, коронавирусной инфекций и эшерихиоза актуальной задачей.

Ключевые слова: обзор, ротавирус, коронавирус, *Escherichia coli*, молодняк крупного рогатого скота, респираторные и кишечные патологии

Благодарности: Работа выполнена за счет средств ФГБУ «ВНИИЗЖ» в рамках тематики научно-исследовательских работ «Ветеринарное благополучие».

Для цитирования: Круглов И. А., Кононов А. В., Нестеров А. А., Коконова С. В., Прунтова О. В. Значение ротавируса, коронавируса и *Escherichia coli* в этиологии болезней молодняка крупного рогатого скота (обзор). *Ветеринария сегодня*. 2025; 14 (1): 14–23. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-1-14-23>

Конфликт интересов: Кононов А. В. и Прунтова О. В. являются членами редколлегии журнала «Ветеринария сегодня», но не имеют никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Рукопись прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Для корреспонденции: Круглов Илья Алексеевич, аспирант, ведущий специалист лаборатории биотехнологии и конструирования вирусных препаратов ФГБУ «ВНИИЗЖ», мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия, kruglov_ia@arriah.ru

Role of rotavirus, coronavirus and *Escherichia coli* in disease etiology in young cattle (review)

Ilya A. Kruglov, Aleksandr V. Kononov, Alexander A. Nesterov, Svetlana V. Kononova, Olga V. Pruntova

Federal Centre for Animal Health, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia

ABSTRACT

Introduction. One of the most prevalent groups of pathologies detected in young cattle involves gastrointestinal diseases. They are often caused by infectious agents, among which rotavirus, coronavirus and pathogenic *Escherichia coli* are predominant.

Objective. Analysis and systematization of up-to-date information on the role of rotavirus, coronavirus and pathogenic *Escherichia coli* strains in the etiology of diseases of cattle, including young animals, data on the incidence of these infections in the Russian Federation and other countries of the world as well as relevance of vaccination against the above-mentioned pathogens.

Results. The paper provides information on the structure of rotavirus, coronavirus and *Escherichia coli*, on the biological properties of the pathogens, and factors affecting the disease form and severity. Based on the analysis of domestic and foreign scientific publications, data on the prevalence of colibacillosis, rotavirus and coronavirus infections are presented, and the main methods of their control are described. The significance of the vaccines for the prevention of these diseases is confirmed, the factors influencing the vaccine prevention effectiveness are listed, and measures to increase it are given.

Conclusion. The average global incidence of rotavirus infection is 32.7%, coronavirus infection is 18.4%, and colibacillosis is 39.1%. In Russia, the prevalence rate of the above-mentioned diseases is 41.4, 33.1 and 30.2%, respectively. Thus, in the Russian Federation, the incidence of bovine rotavirus and coronavirus infections exceeds the global average by 8.7 and 14.7%, respectively. The colibacillosis situation in Russia is better than in most countries: the disease is reported by 8.9% less frequently than the global average. High genetic diversity and prevalence of the above-mentioned pathogens require an integrated approach to their control. One of the most effective methods is vaccination, which makes the development of effective and safe vaccines against rotavirus, coronavirus and *Escherichia coli* infections an urgent task.

Keywords: review, rotavirus, coronavirus, *Escherichia coli*, young cattle, respiratory and intestinal pathologies

Acknowledgements: The study was funded by the Federal Centre for Animal Health within the research topic "Veterinary Welfare".

For citation: Kruglov I. A., Kononov A. V., Nesterov A. A., Kononova S. V., Pruntova O. V. Role of rotavirus, coronavirus and *Escherichia coli* in disease etiology in young cattle (review). *Veterinary Science Today*. 2025; 14 (1): 14–23. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-1-14-23>

Conflict of interests: Kononov A. V. and Pruntova O. V. are members of the editorial board of the "Veterinary Science Today" journal, none of the authors were involved into decision making process related to the article publication. Before being published, the manuscript has been appropriately reviewed. The authors did not declare any other conflicts of interests.

For correspondence: Ilya A. Kruglov, Postgraduate Student, Leading Specialist, Laboratory for Biotechnologies and Viral Product Construction, Federal Centre for Animal Health, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia, kruglov_ia@arriah.ru

ВВЕДЕНИЕ

Болезни желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) являются одной из самых распространенных групп патологий молодняка крупного рогатого скота (КРС). Чаще всего поражения ЖКТ связаны с отсутствием комплекса необходимых мер профилактики инфекционных болезней молодняка: неэффективная или несвоевременная вакцинация, несвоевременная выпойка молозива, несоблюдение гигиенических норм содержания производственных зон, неграмотно составленный рацион и нарушения технологии кормления. Совокупность указанных факторов создает условия для развития энтеритов инфекционной этиологии у КРС [1, 2].

Одной из наиболее распространенных причин возникновения энтеритов у молодняка КРС является действие ротавирусов и *Escherichia coli*. Следовательно, они оказывают наиболее существенное влияние на здоровье телят по сравнению с другими возбудителями инфекций, вызывающими поражение органов ЖКТ, что требует принятия надлежащих мер профилактики [3, 4].

Новизна аналитического исследования заключается в обобщении научной информации об эпизоотической ситуации по болезням КРС, вызванным ротавирусами, коронавирусами и патогенными штаммами *E. coli*, в Российской Федерации и других странах мира.

Целью данного обзора является анализ и систематизация актуальной информации о роли ротавируса и патогенных штаммов *E. coli* в этиологии болезней КРС, в том числе молодняка, сведений о заболеваемости этими инфекциями на территории РФ и других стран мира, а также актуальности вакцинопрофилактики против вышеназванных патогенов.

РОЛЬ РОТАВИРУСОВ В РАЗВИТИИ ПАТОЛОГИЙ КРС

Таксономическая группа *Reoviridae* объединяет безоболочечные вирусы, содержащие двунитевую сегментированную РНК, представленную 11 сегментами. Ротавирусы относятся к семейству *Sedoreoviridae*. Капсид ротавирусов состоит из 3 слоев. Наружный слой представлен белками VP4 и VP7, средний – VP6, внутренний – VP1, VP2 и VP3, размер вирионов составляет

70 нм. Сегментированность генома является причиной реассортации ротавируса [2].

Поскольку ротавирусы распространены повсеместно, молодняк КРС может быть инфицирован ими с первых дней жизни. Клинически ротавирусная инфекция у телят проявляется угнетением, диареей и обезвоживанием (рис. 1). В период молочного кормления фекалии больных телят имеют желтый или белый цвет и разнообразную консистенцию (от водянистой до густой), при этом наличие примесей крови в фекалиях не характерно для ротавирусной инфекции. В случае развития вторичной бактериальной инфекции летальность новорожденных телят может достигать 60%. При вскрытии у погибших животных наблюдают катаральный или катарально-геморрагический энтерит [2].

Наиболее остро ротавирусная инфекция проявляется в холодное время года, при этом тяжесть течения болезни напрямую зависит от снижения температуры в помещении. Риск тяжелого течения заболевания также повышает выпойка молозива от коров, не имеющих



Рис. 1. Клиническое проявление ротавирусной инфекции, характеризующееся диареей и угнетением (фото из личного архива А. В. Кононова)

Fig. 1. Clinical manifestation of rotavirus infection, characterized by diarrhea and depression (photo from the personal archive of A. V. Kononov)

Таблица 1
Превалентность ротавирусной инфекции КРС в странах мира

Table 1
Bovine rotavirus infection prevalence in the countries of the world

Страна	Регион	Оценочная превалентность, %	Источник
Австралия (2011 г.)	Австралия	79,90	[6]
Австралия (2004–2005 гг.)		26,00	[7]
Китай (1984–2021 гг.)	Азия	35,70	[8]
Иран (2000 г.)		34,00	[9]
Иран (1981 г.)		31,74	[10]
Иран (2001 г.)		28,80	[10]
Иран (2010 г.)		27,90	[10]
Норвегия (2004–2007 гг.)	Европа	67,70	[11]
Швейцария (2005–2006 гг.)		58,70	[12]
Испания (2000 г.)		43,50	[10]
Испания (1998 г.)		42,70	[10]
Турция (2007 г.)		41,17	[10]
Беларусь (2020–2021 гг.)		39,60	[13]
Украина (2012 г.)		28,60	[14]
Швеция (2003 г.)		13,00	[15]
Швеция (1987–1988 гг.)		5,40	[16]
Аргентина (1994–2003 гг.)	Южная и Северная Америка	42,00	[17]
Бразилия (2007 г.)		33,00	[10]
США (2010 г.)		12,20	[18]
Бразилия (2007 г.)		11,00	[19, 20]
Коста-Рика (1981 г.)		10,00	[10]
Коста-Рика (1998 г.)		7,00	[10]

Таблица 2
Превалентность ротавирусной инфекции КРС в РФ

Table 2
Bovine rotavirus prevalence infection in the Russian Federation

Регион РФ	Федеральный округ	Оценочная превалентность, %	Источник
Республика Дагестан (2001–2005 гг.)	Северо-Кавказский	77,90	[21]
Иркутская область (2020 г.)	Сибирский	44,40	[22]
Иркутская область (2004–2017 гг.)		17,60	[5]
Центральное Черноземье (2017–2018 гг.)	Центральный	22,30	[23]
12 областей (2007–2011 гг.)	Центральный, Приволжский и Дальневосточный	44,55	[24]

антител к ротавирусу, и присутствие других энтеропатогенных инфекционных агентов [2].

Помимо молодняка, ротавирусом могут быть заражены и взрослые животные, но у них инфекция протекает бессимптомно. Количество бессимптомных носителей в неблагополучных хозяйствах может достигать 44%. Инфицированные взрослые животные имеют большое значение в распространении вируса: уже в течение нескольких недель одна такая особь может выделить до 10^{10} вирусных частиц на 1 г фекалий. А так как данный вирус имеет высокую устойчивость к воздействию факторов окружающей среды, возбудитель может циркулировать в хозяйстве долгое время и инфицировать большое количество восприимчивых животных, в том числе и телят [2].

Энтериты ротавирусной этиологии регистрируются у телят чаще других инфекционных болезней ЖКТ. В неблагополучных хозяйствах они могут поражать до 100% телят, причем вакцинация поголовья КРС может оказаться неэффективной по причине реассортации ротавируса и в связи с появлением новых рекомбинантных вариантов [5]. Заболеваемость ротавирусной инфекцией КРС в мире и РФ может достигать значения 70% и выше (табл. 1 и 2).

Исходя из систематизированных данных, можно сделать вывод, что в среднем показатель превалентности ротавирусной инфекции КРС в странах мира за период 1981–2021 гг. составляет 32,7%.

Для РФ проблема распространенности ротавирусной инфекции КРС также остается актуальной. Данные таблицы 2 показывают, что за последние 20 лет заболеваемость в хозяйствах РФ в среднем составляет 41,4%, что превышает аналогичный показатель других стран на 8,7%. Столь высокая превалентность может быть связана с нарушением условий содержания телят и отсутствием соответствующих профилактических мероприятий, направленных на все возрастные группы КРС в хозяйствах РФ.

РОЛЬ КОРОНАВИРУСОВ В РАЗВИТИИ ПАТОЛОГИЙ КРС

Коронавирус КРС относится к семейству *Coronaviridae*, роду *Betacoronavirus*, виду *Betacoronavirus grave-dinis*. Геном представлен одноцепочечной (+)РНК и имеет самую большую длину среди РНК-вирусов. Вирион в диаметре составляет 65–210 нм и содержит суперкапсид.

Коронавирусная инфекция распространена повсеместно. В течение жизни до 90% животных становятся инфицированными коронавирусом. Исходя из клинической картины, различают три формы болезни: кишечная, респираторная и так называемая зимняя дизентерия. Развитие той или иной формы зависит не от серотипа возбудителя, а от возраста реципиента [2].

Кишечная форма наиболее типична для молодняка в период с первых дней жизни и до пятимесячного возраста. Она характеризуется воспалительными поражениями толстого и тонкого кишечника, что приводит к тяжело протекающей диарее (зачастую с примесью крови), а также высокой летальностью, которая может достигать 20% [2, 5].

Для телят от 2 до 6 мес. характерна респираторная форма инфекции, которая сопровождается ринитом, кашлем, повышением температуры тела, потерей аппетита, нередко протекает с диареей (рис. 2).



Рис. 2. Клиническое проявление коронавирусной инфекции, характеризующееся угнетением (фото из личного архива А. В. Кононова)

Fig. 2. Clinical manifestation of coronavirus infection, characterized by depression (photo from the personal archive of A. V. Kononov)

При тяжелом течении болезни наблюдают одышку, бронхопневмонию, снижение массы тела, вплоть до истощения и гибели [2].

У взрослых животных болезнь протекает в виде зимней дизентерии, для которой характерны следующие клинические признаки: профузный понос (до 100% случаев), нередко с примесью крови, кашель, серозно-слизистые выделения из носа, жесткое учащенное дыхание. Болезнь приводит к снижению молочной продуктивности от 25 до 90%, при этом восстановление прежнего уровня удоя может занимать от 2,5 до 4 мес. [25].

Взрослые животные могут быть бессимптомными носителями коронавируса, являясь при этом источником передачи инфекции с фекалиями (96%) и носовой слизью (84%). Более 70% взрослых животных могут выделять вирус, несмотря на наличие антител. Это связано с тем, что для коронавируса характерен длительный период персистенции и выделения у клинически здоровых животных [2].

Низкая температура и меньшее воздействие ультрафиолетовых лучей в зимнее время не только способствуют сохранению возбудителя, но и снижают общий уровень резистентности животных, что приводит к увеличению количества выделяемого в окружающую среду вируса на 50–60%, что, в свою очередь, ведет к росту числа случаев заболевания коронавирусной инфекцией. Помимо времени года, на заражение КРС коронавирусом влияет и физиологическое состояние животного, – например, в период отела и первые две недели после него количество выделяемых инфицированным животным вирионов увеличивается [2].

Проникновение вируса в организм телят возможно не только алиментарным, но и воздушно-капельным путем, что приводит к высокому риску их инфицирования [2, 26].

Анализ публикаций с 1995 по 2022 г. показал, что prevalence коронавируса КРС в мире составила 18,4% (табл. 3), в России – 33,1% (табл. 4), что на 14,7% больше средних мировых значений.

Таблица 3
Преvalентность коронавирусной инфекции КРС в странах мира

Table 3
Prevalence of bovine coronavirus infection in the countries of the world

Страна	Регион	Оценочная преvalентность, %	Источник
Австралия (2011 г.)	Австралия	21,60	[6]
Япония (1995–1997 гг.)	Азия	57,00	[27]
Иран (2010 г.)		3,10	[10]
Норвегия (2004–2007 гг.)	Европа	39,30	[11]
Беларусь (2020–2021 гг.)		28,70	[13]
Украина (2012–2019 гг.)		22,40	[14]
Швейцария (2005–2006 гг.)		7,80	[12]
Испания (1998 г.)		7,30	[10]
Турция (2007 г.)		1,96	[10]
Швеция (2003 г.)		1,00	[15]
Бразилия (2007 г.)	Южная и Северная Америка	22,00	[10]
Бразилия (2007 г.)		16,00	[20]
Коста-Рика (1998 г.)		9,00	[10]
США (2010–2011 гг.)		20,90	[18]

Таблица 4
Преvalентность коронавирусной инфекции КРС в РФ

Table 4
Prevalence of bovine coronavirus infection in the Russian Federation

Регион РФ	Федеральный округ	Оценочная преvalентность, %	Источник
Республика Дагестан (2001–2005 гг.)	Северо-Кавказский	62,60	[21]
Сибирь (2010 г.)	Сибирский	71,30	[28]
Сибирь (2022 г.)		11,80	[29]
Иркутская область (2020 г.)		11,10	[22]
Иркутская область (2004–2017 гг.)		2,20	[5]
Центральное Черноземье (2017–2018 гг.)	Центральный	26,70	[23]
14 областей (2007–2011 гг.)	Центральный, Приволжский, Южный и Дальневосточный	45,90	[24]

ЗАВИСИМОСТЬ ФОРМЫ БОЛЕЗНИ МОЛОДНЯКА КРС ОТ ПАТОГЕННЫХ СВОЙСТВ *ESCHERICHIA COLI*

Среди болезней бактериальной этиологии молодняка КРС наиболее широкое распространение получил колибактериоз (эшерихиоз), возбудителем которого являются различные сероварианты *E. coli*.

Бактерии *E. coli* имеют сложную антигенную структуру, состоящую из трех видов антигенов: соматического О-антигена (содержит 164 варианта), оболочечного К-антигена (90 вариантов) и жгутикового Н-антигена (55 вариантов). Эти антигены в различных комбинациях образуют более 9000 серовариантов, 170 из которых проявляют патогенные свойства [2, 30].

Штаммы *E. coli*, вызывающие болезни животных, обладают различными факторами патогенности, которые включают в себя полисахариды, адгезины, энтеротоксины и др. Их функциями являются: противодействие иммунному ответу (капсульные полисахариды), разрушение клеток организма (энтеротоксины), прикрепление бактерий к поверхности восприимчивых клеток (адгезины) и др. [2].

Возбудители эшерихиоза разделяют на 2 группы: диареогенные (DEC – diarrheagenic *E. coli*) и внекишечные патогенные (ExPEC – extraintestinal pathogenic *E. coli*). Для КРС имеют значение 5 основных диареогенных групп: энтеротоксигенные (ETEC), энтеропатогенные (EPEC), энтерогеморрагические (EHEC), шига-токсин-продуцирующие (STEC) и некротоксигенные (NTEC) *E. coli* [31].

Энтеротоксигенные *E. coli* прикрепляются к поверхности энтероцитов с помощью фимбриальных адгезинов. Отличительной чертой представителей данной патогруппы является наличие термостабильных (stl и stII) и/или термолабильных (ltl и ltII) токсинов, которые индуцируют секрецию электролитов и воды. Это приводит к диарее инфицированных животных и, как следствие, к обезвоживанию и гибели [2, 32, 33].

Несмотря на то что EPEC вызывают поражение органов пищеварительной системы у телят реже, чем EHEC и ETEC, они требуют контроля со стороны ветеринарных специалистов в связи с постоянной циркуляцией в хозяйствах. Анализ частоты встречаемости разных патогрупп *E. coli* у телят показал, что EPEC почти в 2 раза чаще циркулирует в организме здоровых животных (14,6%), чем больных (7,5%) [4].

Для энтеропатогенной кишечной палочки свойственно наличие гена *eae*, кодирующего адгезивный фактор патогенности – интимин, и отсутствие способности к выработке шига-токсина (stx). Благодаря интимину бактерия прикрепляется к энтероцитам, после чего происходит их отторжение, что в дальнейшем приводит к диарее [4].

На основании наличия гена *eae* шига-токсические кишечные палочки принято разделять на 2 группы: EHEC (STEC LEE+), имеющие в своем геноме указанный ген, и STEC (STEC LEE–), не обладающие им. Общими чертами обеих групп являются: длительная персистенция в организме хозяина, локализация в тонкой кишке, наличие генов, кодирующих способность производить шига-токсин (stx) [2, 32].

Исходя из проведенных в 18 странах исследований, посвященных выявлению различных патогрупп *E. coli* у телят, установлено, что STEC LEE+ встречается реже, чем STEC LEE–: у здоровых телят частота встречаемости равна 10,7 и 19,4% соответственно, а у больных – 6,0 и 18,2% [4].

Некротоксигенная кишечная палочка (NTEC) обладает специфическим набором генов, кодирующих цитотоксический некротический фактор (CNF) и цитолетальный дистенсивный токсин (CDT). Эта патогруппа обладает многими свойствами *E. coli*, вызывающими

болезни с внекишечной симптоматикой, такими как наличие разных фимбриальных и афимбриальных адгезинов и способность противостоять системе комплемента [4, 33].

На данный момент известно 2 вида цитотоксических некротических факторов: CNF1 и CNF2. Наличие генов, кодирующих фактор первого вида (CNF1), чаще встречается у штаммов, вызывающих диарею. Гены, кодирующие фактор второго вида (CNF2), встречаются у *E. coli*, вызывающих сепсис [33, 34].

Следует отметить, что комменсальные эшерихии при взаимодействии с патогенными видами могут приобретать новые генетические детерминанты, кодирующие не только защитные приспособления клетки, но и факторы патогенности. Таким образом, ошибочно только на основании сероварианта относить штамм к числу патогенных, так как существуют *E. coli*, которые входят в один серовар, но относятся к разным патогруппам и, как следствие, вызывают разные патологические процессы. Такая склонность к изменчивости может даже привести к приобретению одним микроорганизмом факторов патогенности разных патогрупп. Так, в одной из публикаций упоминается гибридный штамм, содержащий гены EHEC и NTEC [31, 35].

Заражение молодняка возбудителем колибактериоза происходит алиментарным путем. Инфицированные взрослые животные играют большую роль в распространении *E. coli*, контаминируя бактериями воду, различные поверхности помещений, подстилки, при контакте с которыми возбудитель инфекции может оказаться на вымени и в дальнейшем передаться теленку [2].

Колибактериоз у телят в начале постнатального периода чаще протекает в энтеритной форме, реже – в септической. Тяжелое течение энтеритной формы проявляется сильной диареей, быстрым обезвоживанием животного, впадением глаз в глазницы, угнетением и истощением, появлением сухости и серого оттенка кожи. Нередко такая форма болезни заканчивается гибелью животного. При содержании телят в благоприятных санитарных условиях и наличии у животного колостральных антител энтеритная форма может иметь легкое течение [2].

Септическую форму эшерихиоза вызывают недиагностические *E. coli* (ExPEC). Эта форма колибактериоза развивается при несвоевременной выпойке молозива (первичная) или при наличии вирусных болезней (вторичная). Клинические признаки, свойственные септической форме, выражаются в появлении атаксии, хромоты, анорексии, затруднения дыхания. Через 24–48 ч после их наступления животное погибает [2].

Согласно данным научной литературы за период с 1987 по 2021 г., самыми неблагополучными по эшерихиозу странами являются Мексика, Бразилия, Индия и Иран. Средняя распространенность болезни в мире составила 39,1% (табл. 5). В России показатель заболеваемости находится на уровне 30,2% (табл. 6).

Следует отметить, что *E. coli* является причиной болезней не только телят, но и взрослых животных, у которых в зависимости от свойств возбудителя могут развиваться такие инфекции, как мастит, метрит и эндометрит. Исследования молока от больных маститом животных показало содержание эшерихий в 4 раза больше, чем в молоке здоровых коров, что подтверждает роль *E. coli* как одного из возбудителей мастита КРС [42].

В настоящее время до конца не выяснено, любые ли патогенные штаммы *E. coli* вызывают мастит, или причиной инфекции являются эшерихии какой-то одной патогруппы. Есть сведения о том, что возбудителем мастита является отдельная группа патогенной кишечной палочки MPEC (mammary pathogenic *Escherichia coli*), в которую входит множество внекишечных патогенных штаммов *E. coli*: при исследовании генома эшерихий, выделенных от больных маститом коров, выявили факторы патогенности, свойственные ExPEC. Однако имеются данные о выделении у больных животных кишечной палочки группы STEC, что говорит о ее возможной причастности к возникновению болезни [42, 43].

Также распространенными в хозяйствах патологиями, вызываемыми *E. coli*, являются метриты и эндометриты, которые нельзя недооценивать, так как при определенных условиях они могут привести к бесплодию и дальнейшей выбраковке коров. Несмотря на то что в настоящее время нет однозначного мнения о наличии отдельной патогруппы эшерихии, вызывающей метриты и эндометриты, некоторые ученые выделяют 6 генов вирулентности, на основании которых, предположительно, можно определить штамм *E. coli*, являющийся причиной этих патологий. Из них выделяют ген kpsMTII, вероятно, отвечающий за тяжесть течения болезни. В некоторых публикациях отмечают, что наличие в микрофлоре матки животного эшерихии, несущей этот ген, снижает вероятность удачного осеменения в 9,2 раза [44].

МЕРЫ ПРОФИЛАКТИКИ ВИРУСНЫХ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ БОЛЕЗНЕЙ МОЛОДНЯКА КРС

Исходя из всех изложенных данных, проблема эшерихиоза, ротавирусной и коронавирусной инфекций для РФ и зарубежных стран стоит довольно остро и требует принятия эффективных мер для ее решения.

Вакцинопрофилактика остается одним из наиболее действенных способов борьбы с инфекционными болезнями, в том числе с энтеритами вирусной и бактериальной этиологии, что подтверждается публикациями отечественных и иностранных авторов.

Так, исследование 2022 г., проведенное в Канаде, показало снижение заболеваемости телят, иммунизированных живой вакциной против коронавирусной инфекции, в 2 раза [45].

Результаты иммунизации стельных коров инактивированным препаратом против ротавирусной и коронавирусной инфекций в неблагополучных хозяйствах РФ, Беларуси и Украины продемонстрировали, что выпаживание новорожденным телятам молозива и молока, полученных от вакцинированных животных, снизило заболеваемость молодняка в 7 раз и уменьшило летальность в 6,4 раза [46].

В Эстонии при изучении влияния продолжительности выпойки новорожденным телятам молозива и переходного молока от коров, иммунизированных различными инактивированными вакцинами против ротавирусной, коронавирусной инфекции и колибактериоза, было показано, что вакцинация стельных животных снижает гибель молодняка в сравнении с контрольными группами. Выпаживание телятам молозива и молока от вакцинированных животных в течение первых 14 дней после рождения привело

Таблица 5
Превалентность колибактериоза КРС в странах мира

Table 5
Prevalence of bovine colibacillosis in the countries of the world

Страна	Регион	Оценочная превалентность, %	Источник
Австралия (2011 г.)	Австралия	17,40	[6]
Иран (2013 г.)	Азия	86,70	[9]
Иран (2010 г.)		76,45	[34]
Индия (2009 г.)		75,00	[9]
Пакистан (1997 г.)		54,00	[9]
Индия (1993 г.)		23,00	[9]
Германия (1997 г.)	Европа	42,00	[9]
Испания (2008 г.)		35,90	[9]
Украина (2012–2019 гг.)		31,68	[14]
Франция (1999 г.)		20,30	[9]
Швеция (1987–1988 гг.)		11,50	[16]
Швеция (1993 г.)		11,50	[9]
Швейцария (2005–2006 гг.)		5,50	[12]
Бразилия (2007 г.)	Южная и Северная Америка	69,00	[20]
Мексика (2000 г.)		63,70	[9]
США (2010–2011 гг.)		1,80	[18]

Таблица 6
Превалентность колибактериоза КРС в РФ

Table 6
Prevalence of bovine colibacillosis in the Russian Federation

Регион РФ	Федеральный округ	Оценочная превалентность, %	Источник
Амурская область (2003–2005 гг.)	Дальневосточный	33,00	[36]
Амурская область (2016–2019 гг.)		28,50	[37]
Республика Башкортостан (2014–2016 гг.)	Приволжский	30,00	[38]
Пермский край (2010–2020 гг.)		14,40	[38]
Иркутская область (2004–2017 гг.)	Сибирский	18,50	[39]
Иркутская область (2001–2010 гг.)		10,35	[38]
Ростовская область (2021 г.)	Южный	74,20	[40]
Краснодарский край (1996–2015 гг.)		43,55	[38]
Ростовская область (2017 г.)		19,26	[41]

к 4-кратному снижению случаев их гибели от диареи. При этом сокращение срока выпаивания приводило к снижению уровня напряженности колострального иммунитета молодняка [47].

Помимо профилактики заболеваний пищеварительной системы, вакцинные препараты с оптимальным набором антигенов ротавируса, коронавируса и *E. coli* потенциально способны сократить число случаев пневмоний, маститов и метритов в хозяйствах у более взрослых животных.

При разработке новых препаратов следует учитывать, что на эффективность средств специфической профилактики влияют такие факторы, как состав вакцины и реализация программы вакцинации.

К первой группе можно отнести использование неэффективных адъювантов или некачественного вирусодержащего сырья, а также применение в качестве активного вещества вакцины штаммов, имеющих низкую степень антигенного соответствия с полевыми изолятами, циркулирующими в том или ином регионе. В связи с этим проведение мониторинга циркулирующих на территории РФ полевых изолятов ротавируса, коронавируса и патогенной *E. coli* и отслеживание изменений их генома позволит своевременно корректировать меры профилактики и определять наиболее актуальный состав вакцин при выборе из существующих или при разработке новых препаратов.

Влияние на качество вакцинопрофилактики антигенного сродства вакцинных штаммов и полевых изолятов возбудителей может говорить о большей эффективности применения отечественных препаратов, так как их разработка ведется на основании выделенных на территории РФ штаммов.

Снижение эффективности иммунизации зависит от некачественного применения средств специфической профилактики: несоблюдения дозы, кратности и сроков вакцинации; недостаточного охвата иммунизацией восприимчивого поголовья животных; нарушения условий хранения и подготовки вакцины к применению; иммунизации больных животных и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инфекции, вызванные ротавирусом, коронавирусом и *E. coli*, имеют колоссальное значение для животноводства, так как их влиянию подвержены не только новорожденные телята (нарушения функции ЖКТ, недополучение ремонтного стада, гибель телят, затраты на лечение и др.), но и взрослое поголовье КРС (маститы, метриты, источник инфекции и др.), что приводит к значительным экономическим потерям.

Возбудители получили широкое распространение во многих странах мира. При этом средний уровень заболеваемости ротавирусной инфекцией составляет 32,7%, коронавирусной инфекцией – 18,4%, колибактериозом – 39,1%.

Проблема вышеупомянутых инфекций не теряет своей актуальности и для нашей страны. Так, в России уровень заболеваемости рота- и коронавирусной инфекцией превышает средний показатель в мире на 8,7 (41,4%) и 14,7% (33,1%) соответственно. Из перечисленных болезней наименьшее распространение получил эшерихиоз (30,2%), что может быть связано со значительными сезонными перепадами температуры на территории нашей страны в течение года и активным использованием антибиотиков на российских фермах.

Большое разнообразие и распространенность вышеупомянутых возбудителей требуют комплексного подхода для предотвращения заражения КРС (как молодняка, так и взрослых животных), необходимы полноценный рацион, соблюдение правил гигиены, содержания и кормления, осуществление мероприятий по карантинированию животных и др. Говоря о мерах профилактики рота-, коронавирусной инфекций и колибактериоза, нельзя не упомянуть, что одним из наиболее эффективных способов борьбы с ними является вакцинация. Использование вакцины с оптимальным набором антигенов не только позволит защитить телят от развития нарушений функции ЖКТ и уменьшить их смертность, но и потенциально способно сократить число случаев пневмоний, маститов и метритов в хозяйствах у более взрослых животных, что делает разработку эффективных и безопасных вакцинных препаратов против ротавирусной, коронавирусной инфекций и эшерихиоза актуальной задачей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зейналова Ш. К., Аббасов В. Д. Инфекционный ротавирус и коронавирус телят. *Бюллетень науки и практики*. 2023; 9 (4): 167–172. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/89/22>
2. Актуальные инфекционные болезни крупного рогатого скота: руководство. Под ред. проф. Т. И. Алипера. М.: ЗооВетКнига; 2021; 325–363; 624–630.
3. Debelo M., Abdela H., Tesfaye A., Tiruneh A., Mekonnen G., Asefa Z., Moje N. Prevalence of bovine rotavirus and coronavirus in neonatal calves in dairy farms of Addis Ababa, Ethiopia: Preliminary study. *BioMed Research International*. 2021; 2021:5778455. <https://doi.org/10.1155/2021/5778455>
4. Kolenda R., Burdukiewicz M., Schierack P. A systematic review and meta-analysis of the epidemiology of pathogenic *Escherichia coli* of calves and the role of calves as reservoirs for human pathogenic *E. coli*. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2015; 5:23. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2015.00023>
5. Батомункуев А. С., Евдокимов П. И., Мельцов И. В. Рота- и коронавирусные инфекции крупного рогатого скота в Иркутской области. *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. 2020; (5): 9–13. <https://elibrary.ru/udcymq>
6. Izzo M. M., Kirkland P. D., Mohler V. L., Perkins N. R., Gunn A. A., House J. K. Prevalence of major enteric pathogens in Australian dairy calves with diarrhoea. *Australian Veterinary Journal*. 2011; 89 (5): 167–173. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2011.00692.x>
7. Swiatek D. L., Palombo E. A., Lee A., Coventry M. J., Britz M. L., Kirkwood C. D. Detection and analysis of bovine rotavirus strains circulating in Australian calves during 2004 and 2005. *Veterinary Microbiology*. 2010; 140 (1–2): 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.07.020>
8. Qin Y.-F., Gong Q.-L., Zhang M., Sun Z.-Y., Wang W., Wei X.-Y., et al. Prevalence of bovine rotavirus among Bovidae in China during 1984–2021: A systematic review and meta-analysis. *Microbial Pathogenesis*. 2022; 169:105661. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2022.105661>
9. Bashahun G. M., Amina A. *Colibacillosis in calves: A review of literature*. *Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*. 2017; 2 (3): 62–71. <https://doi.org/10.31248/JASVM2017.041>
10. Mayameei A., Mohammadi G., Yavari S., Afshari E., Omid A. Evaluation of relationship between Rotavirus and Coronavirus infections with calf diarrhea by capture ELISA. *Comparative Clinical Pathology*. 2010; 19 (6): 553–557. <https://doi.org/10.1007/s00580-009-0920-x>
11. Gulliksen S. M., Jor E., Lie K. I., Hammes I. S., Løken T., Åkerstedt J., Østerås O. Enteropathogens and risk factors for diarrhea in Norwegian dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 2009; 92 (10): 5057–5066. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2080>
12. Lanz Uhde F., Kaufmann T., Sager H., Albini S., Zanon R., Schelling E., Meylan M. Prevalence of four enteropathogens in the faeces of young diarrhoeic dairy calves in Switzerland. *Veterinary Record*. 2008; 163 (12): 362–366. <https://doi.org/10.1136/vr.163.12.362>
13. Дубаневич О. В., Тяпша Ю. И. Вирусные пневмоэнтериты крупного рогатого скота в хозяйствах Республики Беларусь. *Эпизоотология Иммунология Фармакология Санитария*. 2022; (2): 35–41. <https://doi.org/10.47612/2224-168X-2022-2-35-41>
14. Дубин Р. А., Германенко М. И. Вирусно-бактериальные ассоциации у телят при желудочно-кишечных заболеваниях. *Эпизоотология*

Иммунология Фармакология Санитария. 2020; (2): 21–29. <https://elibrary.ru/jcdmgi>

15. Björkman C., Svensson C., Christensson B., de Verdier K. *Cryptosporidium parvum* and *Giardia intestinalis* in calf diarrhoea in Sweden. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2003; 44 (3–4): 145–152. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-44-145>

16. Viring S., Olsson S.-O., Alenius S., Emanuelsson U., Jacobsson S.-O., Larsson B., et al. Studies of enteric pathogens and γ-globulin levels of neonatal calves in Sweden. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 1993; 34 (3): 271–279. <https://doi.org/10.1186/BF03548191>

17. Garaicoechea L., Bok K., Jones L. R., Combessies G., Odeon A., Fernandez F., Parreno V. Molecular characterization of bovine rotavirus circulating in beef and dairy herds in Argentina during a 10-year period (1994–2003). *Veterinary Microbiology*. 2006; 118 (1–2): 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.06.004>

18. Cho Y.-I., Han J.-I., Wang C., Cooper V., Schwartz K., Engelken T., Yoon K.-J. Case-control study of microbiological etiology associated with calf diarrhoea. *Veterinary Microbiology*. 2013; 166 (3–4): 375–385. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2013.07.001>

19. Юров К. П., Гулюкин М. И., Мникова Л. А., Алексеевская С. В., Ишкова Т. А. Вирусы – возбудители распространенных и смертельных желудочно-кишечных инфекций крупного рогатого скота (обзор). *Ветеринария и кормление*. 2021; (2): 55–58. <https://doi.org/10.30917/ATP-VK-1814-9588-2021-2-15>

20. Oliveira Filho J. P., Silva D. P. G., Pacheco M. D., Mascari L. M., Ribeiro M. G., Alferi A. A., et al. Diarréia em bezerros da raça Nelore criados extensivamente: estudo clínico e etiológico. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2007; 27 (10): 419–424. <https://www.researchgate.net/publication/262738825>

21. Курбанмагомедов К. Б. Этиология и технологические методы профилактики энтеритов телят вирусно-бактериальной этиологии в Республике Дагестан. *Ветеринарная практика*. 2008; (4): 16–21. <https://elibrary.ru/kdmwux>

22. Батомункуев А. С., Греченко Ю. А. Вирусные инфекционные болезни крупного рогатого скота в Иркутской области. *Научно-практический журнал «Вестник ИРГСАХ»*. 2020; (101): 112–119. <https://elibrary.ru/jlbqrm>

23. Пархоменко Ю. С., Перепелкина И. С., Семенова Е. В. Эпизоотическая ситуация в скотоводческих хозяйствах Центрального Черноземья по ротавирусной и коронавирусной инфекциям. *Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии: сборник тезисов докладов 19-й Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной памяти академика РАСХН Г. С. Муромцева (Москва, 15–16 апреля 2019 г.)*. М.: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии»; 2019; 141–142. <https://elibrary.ru/sbdxlo>

24. Скитович Г. С., Бьядовская О. П., Прохвятилова Л. Б. Исследование сывороток крови на наличие специфических антител к рота- и коронавирусам среди разных возрастных групп поголовья крупного рогатого скота. *Ветеринария сегодня*. 2013; (3): 42–47. <https://elibrary.ru/ratowq>

25. Мищенко В. А., Думова В. В., Гетманский О. И., Кононов А. В., Пономарев А. П., Кухаркина О. В. и др. Коронавирусная инфекция взрослого крупного рогатого скота. *Ветеринарная патология*. 2005; (3): 31–34. <https://elibrary.ru/hsqdpf>

26. Ковалев Н., Ломако Ю. Коронавирусные болезни животных и вакцины против них. *Наука и инновации*. 2021; (8): 30–35. <https://elibrary.ru/dvovzcs>

27. Fukutomi T., Tsunemitsu H., Akashi H. Detection of bovine coronaviruses from adult cows with epizootic diarrhea and their antigenic and biological diversities. *Archives of Virology*. 1999; 144 (5): 997–1006. <https://doi.org/10.1007/s007050050562>

28. Мищенко В. А., Думова В. В., Черных О. Ю., Киселев М. Ю., Мищенко А. В., Бакунов И. Н., Кононов А. В. Распространение коронавируса крупного рогатого скота у жвачных животных. *Ветеринария*. 2010; (9): 18–21. <https://elibrary.ru/mugzqr>

29. Нефедченко А. В., Глотова Т. И., Глотов А. Г., Котенева С. В., Терентьева Т. Е. Коронавирусная инфекция телят на молочных комплексах. *Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка: материалы Международной научно-практической конференции (Витебск, 2–4 ноября 2022 г.)*. Витебск: УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»; 2022; 106–109. <https://elibrary.ru/cipany>

30. Нечипуренко О. О. Опасная кишечная палочка и колибактериоз. *Свиноводство*. 2019; (5): 35–37. <https://elibrary.ru/oioabr>

31. Fernández M., Casaux M. L., Fraga M., Vignoli R., Bado I., Zunino P., Umpiérrez A. Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) associated with calf mortality in Uruguay. *Microorganisms*. 2023; 11 (7): 1704. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11071704>

32. Поболелова Ю. И., Яцентюк С. П. Идентификация патотипов и генов антибиотикорезистентности музейных штаммов диареогенных *E. coli*. *Труды ВИЭВ*. 2018; 80 (1): 284–290. <https://elibrary.ru/yqpalj>

33. Umpiérrez A., Ernst D., Fernández M., Oliver M., Casaux M. L., Cafarena R. D., et al. Virulence genes of *Escherichia coli* in diarrheic and healthy calves. *Revista Argentina de Microbiología*. 2021; 53 (1): 34–38. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2020.04.004>

34. Shahrani M., Dehkordi F. S., Momtaz H. Characterization of *Escherichia coli* virulence genes, pathotypes and antibiotic resistance properties in diarrheic calves in Iran. *Biological Research*. 2014; 47:28. <https://doi.org/10.1186/0717-6287-47-28>

35. Забровская А. В. Патогенные *Escherichia coli*: факторы вирулентности, распространение, проблемы диагностики. *Международный вестник ветеринарии*. 2023; (4): 87–95. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2023.4.87>

36. Петрухин М. А., Шульга Н. Н., Желябовская Д. А. Колибактериоз телят в Верхнем Приамурье. *Вестник КрасГАУ*. 2012; (12): 113–116. <https://elibrary.ru/pnfquz>

37. Гоцкало О. С. Анализ распространения возбудителя колибактериоза у сельскохозяйственных животных в Амурской области. *Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Благовещенск, 21 апреля 2021 г.)*. Часть 2. Благовещенск: Дальневосточный ГАУ; 2021; 46–51. <https://elibrary.ru/nooxut>

38. Жданова И. Н., Мокрушин В. В., Кузнецова М. В. Колибактериоз крупного рогатого скота в Пермском крае: распространенность, источники возбудителя и его биологические особенности. *Сельскохозяйственная биология*. 2022; 57 (4): 776–790. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.4.776rus>

39. Батомункуев А. С., Аблов А. М., Трофимов И. Г., Дашко Д. В., Лапа Я. В. Эшерихиоз сельскохозяйственных животных на территории Иркутской области. *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В. Р. Филиппова*. 2018; (3): 47–53. <https://elibrary.ru/yarftn>

40. Торопыно А. В., Шевченко А. А., Шевченко Л. В. Роль коров в распространении патогенных эшерихий потомству. *Ветеринарная патология*. 2021; (1): 14–18. <https://doi.org/10.25690/VETPAT.2021.16.54.007>

41. Шевченко А. А., Торопыно А. В. Эпизоотическая ситуация по эшерихиозу в Ростовской области. *Ветеринарная патология*. 2017; (3): 3–8. <https://elibrary.ru/yngcws>

42. Murinda S. E., Ibekwe A. M., Rodriguez N. G., Quiroz K. L., Mujica A. P., Osmon K. Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in mastitis: an international perspective. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2019; 16 (4): 229–243. <https://doi.org/10.1089/fpd.2018.2491>

43. Jung D., Park S., Ruffini J., Dussault F., Dufour S., Ronholm J. Comparative genomic analysis of *Escherichia coli* isolates from cases of bovine clinical mastitis identifies nine specific pathotype marker genes. *Microbial Genomics*. 2021; 7 (7): 000597. <https://doi.org/10.1099/mgen.0.000597>

44. Yamamura F., Sugiura T., Munby M., Shiokura Y., Murata R., Nakamura T., et al. Relationship between *Escherichia coli* virulence factors, notably *kpsMTII*, and symptoms of clinical metritis and endometritis in dairy cows. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2022; 84 (3): 420–428. <https://doi.org/10.1292/jvms.21-0586>

45. Erickson N. E. N., April S., Campbell J. R., Homerosky E., Ware T., Dorin C., et al. Comparison of postweaning bovine respiratory disease treatment rates between non-vaccinated control beef calves and calves variably primed and boosted using commercially available bovine coronavirus vaccines. *The Canadian Veterinary Journal*. 2024; 65 (6): 581–586. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38827595>

46. Мищенко В. А., Гетманский О. И., Никешина Т. Б., Думова В. В., Павлов Д. К., Жбанова Т. В. и др. Эффективность вакцинопрофилактики вирусных диарей новорожденных телят рота- и коронавирусной этиологии. *Труды Федерального центра охраны здоровья животных*. 2005; 3: 184–193. <https://elibrary.ru/unwzbn>

47. Viidu D.-A., Mõtus K. Implementation of a pre-calving vaccination programme against rotavirus, coronavirus and enterotoxigenic *Escherichia coli* (F5) and association with dairy calf survival. *BMC Veterinary Research*. 2022; 18:59. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03154-2>

REFERENCES

1. Zeynalova Sh., Abbasov V. Infectious rotavirus and coronavirus of calves. *Bulletin of Science and Practice*. 2023; 9 (4): 167–172. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/89/22> (in Russ.)
2. Current infectious diseases of cattle: a manual. Ed. by prof. T. I. Aliper. Moscow: ZooVetKniga; 2021; 325–363; 624–630. (in Russ.)
3. Debelo M., Abdela H., Tesfaye A., Tiruneh A., Mekonnen G., Asefa Z., Moje N. Prevalence of bovine rotavirus and coronavirus in neonatal calves in dairy farms of Addis Ababa, Ethiopia: Preliminary study. *BioMed Research International*. 2021; 2021:5778455. <https://doi.org/10.1155/2021/5778455>

4. Kolenda R., Burdukiewicz M., Schierack P. A systematic review and meta-analysis of the epidemiology of pathogenic *Escherichia coli* of calves and the role of calves as reservoirs for human pathogenic *E. coli*. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2015; 5:23. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2015.00023>
5. Batomunkuev A. S., Evdokimov P. I., Meltsov I. V. Rotaviral and coronaviral infections of cattle in the Irkutsk region. *Veterinariya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh*. 2020; (5): 9–13. <https://elibrary.ru/udcymq> (in Russ.)
6. Izzo M. M., Kirkland P. D., Mohler V. L., Perkins N. R., Gunn A. A., House J. K. Prevalence of major enteric pathogens in Australian dairy calves with diarrhoea. *Australian Veterinary Journal*. 2011; 89 (5): 167–173. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2011.00692.x>
7. Swiatek D. L., Palombo E. A., Lee A., Coventry M. J., Britz M. L., Kirkwood C. D. Detection and analysis of bovine rotavirus strains circulating in Australian calves during 2004 and 2005. *Veterinary Microbiology*. 2010; 140 (1–2): 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.07.020>
8. Qin Y.-F., Gong Q.-L., Zhang M., Sun Z.-Y., Wang W., Wei X.-Y., et al. Prevalence of bovine rotavirus among *Bovidae* in China during 1984–2021: A systematic review and meta-analysis. *Microbial Pathogenesis*. 2022; 169:105661. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2022.105661>
9. Bashahun G. M., Amina A. *Colibacillosis* in calves: A review of literature. *Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*. 2017; 2 (3): 62–71. <https://doi.org/10.31248/JASVM2017.041>
10. Mayameei A., Mohammadi G., Yavari S., Afshari E., Omid A. Evaluation of relationship between *Rotavirus* and *Coronavirus* infections with calf diarrhea by capture ELISA. *Comparative Clinical Pathology*. 2010; 19 (6): 553–557. <https://doi.org/10.1007/s00580-009-0920-x>
11. Gulliksen S. M., Jor E., Lie K. I., Hamnes I. S., Løken T., Åkerstedt J., Østerås O. Enteropathogens and risk factors for diarrhea in Norwegian dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 2009; 92 (10): 5057–5066. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2080>
12. Lanz Ude F., Kaufmann T., Sager H., Albini S., Zanon R., Schelling E., Meylan M. Prevalence of four enteropathogens in the faeces of young diarrhoeic dairy calves in Switzerland. *Veterinary Record*. 2008; 163 (12): 362–366. <https://doi.org/10.1136/vr.163.12.362>
13. Dubanevich O. V., Tsiapsha Y. I. Viral pneumoenteritis of cattle in farms of the Republic of Belarus. *Epizootology Immunobiology Pharmacology Sanitation*. 2022; (2): 35–41. <https://doi.org/10.47612/2224-168X-2022-2-35-41> (in Russ.)
14. Dubin R. A., Germanenko M. N. Viral-bacterial associations in calves with gastrointestinal diseases. *Epizootology Immunobiology Pharmacology Sanitation*. 2020; (2): 21–29. <https://elibrary.ru/jcdmgi> (in Russ.)
15. Björkman C., Svensson C., Christensson B., de Verdier K. *Cryptosporidium parvum* and *Giardia intestinalis* in calf diarrhoea in Sweden. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2003; 44 (3–4): 145–152. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-44-145>
16. Viring S., Olsson S.-O., Alenius S., Emanuelsson U., Jacobsson S.-O., Larsson B., et al. Studies of enteric pathogens and γ-globulin levels of neonatal calves in Sweden. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 1993; 34 (3): 271–279. <https://doi.org/10.1186/BF03548191>
17. Garaicoechea L., Bok K., Jones L. R., Combessies G., Odeon A., Fernandez F., Parreno V. Molecular characterization of bovine rotavirus circulating in beef and dairy herds in Argentina during a 10-year period (1994–2003). *Veterinary Microbiology*. 2006; 118 (1–2): 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.06.004>
18. Cho Y.-I., Han J.-I., Wang C., Cooper V., Schwartz K., Engelken T., Yoon K.-J. Case-control study of microbiological etiology associated with calf diarrhea. *Veterinary Microbiology*. 2013; 166 (3–4): 375–385. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2013.07.001>
19. 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. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-2-15> (in Russ.)
20. Oliveira-Filho J. P., Silva D. P. G., Pacheco M. D., Mascarini L. M., Ribeiro M. G., Alfieri A. A., et al. Diarréia em bezerras da raça Nelore criados extensivamente: estudo clínico e etiológico = Diarrhea in Nelore calves: Clinical and etiologic study. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2007; 27 (10): 419–424. <https://www.researchgate.net/publication/262738825> (in Portuguese)
21. Kurbanmagomedov K. B. Etiology and the technological methods of the preventive maintenance enteritis of the calves of virus-bacterial etiology in the Republic of Dagestan. *Veterinarnaya praktika*. 2008; (4): 16–21. <https://elibrary.ru/kdmwyx> (in Russ.)
22. Batomunkuev A. S., Gretchenko Yu. A. Viral infectious diseases of cattle in the Irkutsk Region. *East Siberian Journal of Biosciences*. 2020; (101): 112–119. <https://elibrary.ru/jlbqrm> (in Russ.)
23. Parkhomenko Yu. S., Perepelkina I. S., Semenova E. V. Epizooticheskaya situatsiya v skotovodcheskikh khozyaistvakh Tsentral'nogo Chernozem'ya po rotavirusnoi i koronavirusnoi infektsiyam = Rotavirus and coronavirus infection situation on animal farms of the Central Black Earth Region. *Biotehnologiya v rastenievodstve, zhivotnovodstve i sel'skokhozyaistvennoy mikrobiologii: sbornik tezisev dokladov 19-i Vserossiiskoi konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoi pamyati akademika RASKhN G. S. Muromtseva (Moskva, 15–16 aprelya 2019 g.) = Biotechnology in plant growing, animal breeding and agricultural microbiology: Proceedings of the 19th All-Russia conference of young researchers dedicated to the memory of G. S. Muromtsev, RAAS Academician (Moscow, 15–16 April 2019)*. Moscow: All-Russia Research Institute of Agricultural Biotechnology; 2019; 141–142. <https://elibrary.ru/sbdxlo> (in Russ.)
24. Skitovich G. S., Byadovskaya O. P., Prokhvatilova L. B. Tests of sera from cattle of different age groups for specific antibodies against rotaviruses and coronaviruses. *Veterinary Science Today*. 2013; (3): 45–47. <https://elibrary.ru/ratowq>
25. Mischenko V. A., Dumova V. V., Getmanskii O. I., Kononov A. V., Ponomarev A. P., Kukharkina O. V., et al. Koronavirusnaya infektsiya vzroslogo krupnogo rogatogo skota = Coronavirus infection in adult cattle. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2005; (3): 31–34. <https://elibrary.ru/hsqdpf> (in Russ.)
26. Kavalev M., Lamaka Yu. Coronavirus diseases of animals and vaccines against them. *Science and Innovations*. 2021; (8): 30–35. <https://elibrary.ru/dvozc3> (in Russ.)
27. Fukutomi T., Tsunemitsu H., Akashi H. Detection of bovine coronaviruses from adult cows with epizootic diarrhea and their antigenic and biological diversities. *Archives of Virology*. 1999; 144 (5): 997–1006. <https://doi.org/10.1007/s007050050562>
28. Mischenko V. A., Dumova V. V., Chernykh O. Yu., Kiselyov M. Yu., Mischenko A. V., Bakunov I. N., Kononov A. V. Bovine coronavirus distribution in ruminants. *Veterinariya*. 2010; (9): 18–21. <https://elibrary.ru/mugzqp> (in Russ.)
29. Nefedchenko A. V., Glotova T. I., Glotov A. G., Koteneva S. V., Terentieva T. E. Coronavirus infection of calves on dairy complexes. *Aktual'nye problemy techeniya i profilaktiki boleznei molodnyaka: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Vitebsk, 2–4 noyabrya 2022 g.) = Current problems of young animal disease treatment and prevention: proceedings of the International research-to-practice conference (Vitebsk, 2–4 November 2022)*. Vitebsk: Vitebsk the Order of “the Badge of Honor” State Academy of Veterinary Medicine; 2022; 106–109. <https://www.elibrary.ru/cipany> (in Russ.)
30. Nechipurenko O. O. The dangerous *E. coli* and colibacillosis. *Pig-breeding*. 2019; (5): 35–37. <https://elibrary.ru/oiobkr> (in Russ.)
31. Fernández M., Casaux M. L., Fraga M., Vignoli R., Bado I., Zunino P., Umpiérrez A. Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) associated with calf mortality in Uruguay. *Microorganisms*. 2023; 11 (7):1704. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11071704>
32. Pobolelova Yu. I., Yatsentyuk S. P. Identification of patotypes and antibiotic resistance genes of museum strains of diarrheagenic *E. coli*. *Trudi VIEV*. 2018; 80 (1): 284–290. <https://elibrary.ru/yqpalj> (in Russ.)
33. Umpiérrez A., Ernst D., Fernández M., Oliver M., Casaux M. L., Cafarena R. D., et al. Virulence genes of *Escherichia coli* in diarrheic and healthy calves. *Revista Argentina de Microbiología*. 2021; 53 (1): 34–38. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2020.04.004>
34. Shahrani M., Dehkordi F. S., Momtaz H. Characterization of *Escherichia coli* virulence genes, pathotypes and antibiotic resistance properties in diarrheic calves in Iran. *Biological Research*. 2014; 47:28. <https://doi.org/10.1186/0717-6287-47-28>
35. Zabrovskaia A. V. Pathogenic *Escherichia coli*: virulence factors, spread, diagnostic problems. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2023; (4): 87–95. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2023.4.87> (in Russ.)
36. Petrukhin M. A., Shulga N. N., Zhelyabovskaya D. A. Calves colibacillosis in the upper Amur region. *Bulletin of KSAU*. 2012; (12): 113–116. <https://elibrary.ru/pnfqz3> (in Russ.)
37. Gotskalo O. S. Analiz rasprostraneniya vozбудitelya kolibakterioza u sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh v Amurskoi oblasti = Analysis of colibacillosis agent spread in farm animals in Amur Oblast. *Agropromyshlennyy kompleks: problemy i perspektivy razvitiya: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Blagoveshchensk, 21 aprelya 2021 g.) = Agroindustrial complex: development challenges and prospects: proceedings of the All-Russia research-to-practice conference (Blagoveshchensk, 21 April 2021)*. Part 2. Blagoveshchensk: Far Eastern State Agrarian University; 2021; 46–51. <https://elibrary.ru/nooxut> (in Russ.)
38. Zhdanova I. N., Mokrushin V. V., Kuznetsova M. V. Cattle colibacillosis in Perm krai: prevalence, sources of the causative agent and its biological characterization. *Agricultural Biology*. 2022; 57 (4): 776–790. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.4.776eng>
39. Batomunkuev A., Ablor A., Trofimov I., Dashko D., Lapa Y. Escherichiosis of farm animals in Irkutsk oblast. *Vestnik of Buryat State Academy*

of Agriculture named after V. Philipov. 2018; (3): 47–53. <https://elibrary.ru/yarftn> (in Russ.)

40. Toropyno A. V., Shevchenko A. A., Shevchenko L. V. The role of cows in the distribution of pathogenic *Escherichia* to the offspring. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2021; (1): 14–18. <https://doi.org/10.25690/VETPAT.2021.16.54.007> (in Russ.)

41. Shevchenko A. A., Toropyno A. V. Epizootical situation of esherihiosis in the Rostov region. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2017; (3): 3–8. <https://elibrary.ru/yngcws> (in Russ.)

42. Murinda S. E., Ibekwe A. M., Rodriguez N. G., Quiroz K. L., Mujica A. P., Osmon K. Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in mastitis: an international perspective. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2019; 16 (4): 229–243. <https://doi.org/10.1089/fpd.2018.2491>

43. Jung D., Park S., Ruffini J., Dussault F., Dufour S., Ronholm J. Comparative genomic analysis of *Escherichia coli* isolates from cases of bovine clinical mastitis identifies nine specific pathotype marker genes. *Microbial Genomics*. 2021; 7 (7):000597. <https://doi.org/10.1099/mgen.0.000597>

44. Yamamura F., Sugiyama T., Munby M., Shikura Y., Murata R., Nakamura T., et al. Relationship between *Escherichia coli* virulence factors, notably *kpsMTII*, and symptoms of clinical metritis and endometritis in dairy cows.

Journal of Veterinary Medical Science. 2022; 84 (3): 420–428. <https://doi.org/10.1292/jvms.21-0586>

45. Erickson N. E. N., April S., Campbell J. R., Homerosky E., Ware T., Dorin C., et al. Comparison of postweaning bovine respiratory disease treatment rates between non-vaccinated control beef calves and calves variably primed and boosted using commercially available bovine coronavirus vaccines. *The Canadian Veterinary Journal*. 2024; 65 (6): 581–586. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38827595>

46. Mischenko V. A., Getmanskyi O. I., Nikeshina T. B., Dumova V. V., Pavlov D. K., Zhanova T. V., et al. Effectiveness of preventive vaccination against bovine neonatal viral diarrhea of rota- and coronavirus etiology. *Proceedings of the Federal Centre for Animal Health*. 2005; 3: 184–193. <https://elibrary.ru/unwzbn> (in Russ.)

47. Viidu D.-A., Mõtus K. Implementation of a pre-calving vaccination programme against rotavirus, coronavirus and enterotoxigenic *Escherichia coli* (F5) and association with dairy calf survival. *BMC Veterinary Research*. 2022; 18:59. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03154-2>

Поступила в редакцию / Received 10.10.2024

Поступила после рецензирования / Revised 18.11.2024

Принята к публикации / Accepted 04.12.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Круглов Илья Алексеевич, аспирант, ведущий специалист лаборатории биотехнологии и конструирования вирусных препаратов ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0009-0007-5126-4283>, kruglov_ia@arriah.ru

Кононов Александр Владимирович, д-р вет. наук, заведующий лабораторией биотехнологии и конструирования вирусных препаратов ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-5523-3261>, kononov@arriah.ru

Нестеров Александр Александрович, канд. вет. наук, ведущий сектором лаборатории биотехнологии и конструирования вирусных препаратов ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-4288-1964>, nesterov@arriah.ru

Кононова Светлана Владимировна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник референтной лаборатории болезней крупного рогатого скота ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-3932-2416>, kononova@arriah.ru

Прунтова Ольга Владиславовна, д-р биол. наук, профессор, главный научный сотрудник информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-3143-7339>, pruntova@arriah.ru

Ilya A. Kruglov, Postgraduate Student, Leading Specialist, Laboratory for Biotechnologies and Viral Product Construction, Federal Centre for Animal Health, Vladimir Russia; <https://orcid.org/0009-0007-5126-4283>, kruglov_ia@arriah.ru

Aleksandr V. Kononov, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Laboratory for Biotechnologies and Viral Product Construction, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5523-3261>, kononov@arriah.ru

Alexander A. Nesterov, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Sector, Laboratory for Biotechnologies and Viral Product Construction, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-4288-1964>, nesterov@arriah.ru

Svetlana V. Kononova, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Reference Laboratory for Bovine Diseases, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-3932-2416>, kononova@arriah.ru

Olga V. Pruntova, Dr. Sci. (Biology), Professor, Chief Researcher, Information and Analysis Centre, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-3143-7339>, pruntova@arriah.ru

Вклад авторов: Круглов И. А. – подготовка текста статьи, проведение поисково-аналитической работы; Кононов А. В. – научное руководство, редактирование статьи, концепция обзора; Нестеров А. А. – редактирование статьи, подготовка текста статьи; Кононова С. В. – редактирование статьи; Прунтова О. В. – редактирование статьи, подготовка текста статьи.

Contribution of the authors: Kruglov I. A. – text preparation, information search and analysis; Kononov A. V. – scientific guidance, paper editing, review concept; Nesterov A. A. – paper editing, text preparation; Kononova S. V. – paper editing; Pruntova O. V. – paper editing, text preparation.