DOI: 10.29326/2304-196X-2022-11-4-326-334
УДК 619:616.98:616.391:636.22/.28.084

CC BY

Метаболические нарушения как фактор патогенеза инфекционных заболеваний крупного рогатого скота

А. Д. Алексеев
ГУФСИН России по Свердловской области, г. Екатеринбург, Россия;
ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Уральский ГАУ), г. Екатеринбург, Россия;
https://orcid.org/0000-0002-0418-4498, e-mail: alekseev.urgau@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Немаловажным фактором, влияющим на продуктивность крупного рогатого скота, является удовлетворение потребности животных в питательных веществах, макро- и микроэлементах. Особенно чувствительны к погрешностям кормления высокопродуктивные коровы, характеризующиеся высоким обменом веществ. У таких животных даже при незначительном дефиците питательных и минеральных веществ возникают метаболические нарушения, на фоне которых развиваются иммунодефицитные состояния и снижается устойчивость к инфекционным агентам, увеличивается восприимчивость к инфицированию патогенной и условно-патогенной микробиотой. Кроме того, при некоторых инфекциях, например при острых респираторных заболеваниях, также возникают метаболические нарушения, иммуносупрессия, снижается общая резистентность организма, в результате чего развиваются микст-инфекции. Все это является причиной низкой эффективности вакцинации крупного рогатого скота против основных инфекционных заболеваний. В статье представлены результаты испытания иммунометаболического растительно-тканевого препарата «Видорал», разработанного в ФГБОУ ВО Уральский ГАУ с целью профилактики иммунодефицитных состояний крупного рогатого скота различного генеза. Препарат применяли подкожно в дозе 0,025 мл/кг живой массы глубокостельным коровам и телятам, у которых выявили незначительную анемию, эритроцитопению, лейкоцитоз, лимфоцитоз и моноцитоз, повышенный уровень скорости оседания эритроцитов, что является свидетельством наличия воспалительных процессов в организме животных. Через 14 дней производили отбор крови для проведения гематологических и биохимических исследований. Показано, что препарат нормализует обменные процессы в организме животных, увеличивает гемопоэз, снижает воспаление. Установлено, что введение «Видорала» в сочетании с иммунизацией против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, респираторно-синцитиальной инфекции и парагриппа типа 3 стимулирует у коров и телят выработку специфических антител к возбудителям указанных инфекций.

Ключевые слова: метаболические нарушения, крупный рогатый скот, метаболический иммунодефицит, вторичный иммунодефицит, острые респираторные заболевания крупного рогатого скота, инфекции дистального отдела конечностей крупного рогатого скота, некробактериоз, стафилококкоз, стрептококкоз, пастереллез, инфекционный ринотрахеит, вирусная диарея, парагрипп-3, респираторно-синцитиальная инфекция

Для цитирования: Алексеев А. Д. Метаболические нарушения как фактор патогенеза инфекционных заболеваний крупного рогатого скота. *Ветеринария сегодня*. 2022; 11 (4): 326–334. DOI: 10.29326/2304-196X-2022-11-4-326-334.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Алексеев Анатолий Дмитриевич, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры инфекционной и незаразной патологии ФГБОУ ВО Уральский ГАУ; начальник ветеринарной службы – главный государственный ветеринарный инспектор ГУФСИН России по Свердловской области, подполковник внутренней службы, 620019, Россия, г. Екатеринбург, ул. Репина, 4а, *e-mail: alekseev.urgau@mail.ru*.

Metabolic disorders as a factor in pathogenesis of infectious diseases in cattle

A. D. Alekseev
Main Directorate of the Federal Penitentiary Service of Russia for the Sverdlovsk Oblast, Ekaterinburg, Russia;
FSBEI HE "Urals State Agrarian University" (FSBEI HE Ural SAU), Ekaterinburg, Russia;
https://orcid.org/0000-0002-0418-4498, e-mail: alekseev.urgau@mail.ru

SUMMARY

An important factor affecting the performance of cattle is the satisfaction of animal needs in nutrients, macro- and microelements. High-yielding dairy cows with intense metabolism are especially sensitive to errors in feeding practices, because even minor nutritional or mineral deficiencies cause metabolic disorders leading to immunodeficiency conditions, reduced resistance to infectious agents and raised sensitivity to infections with pathogenic and opportunistic microorganisms. Besides some infections, for example acute respiratory diseases, also result in metabolic disorders, immunosuppression, decrease in the overall resistance of the organism and ultimately in mixed infections. All this is the reason for low efficacy of vaccination against major infectious diseases. The paper presents the results of testing of plant tissue product "Vidoral", developed by the FSBEI HE Ural SAU for prevention of immunodeficiency conditions in cattle, caused by different factors. The product was injected subcutaneously at a dose of 0.025 ml/kg of live weight to cows in late gestation and calves showing mild anemia, low red blood cells counts, leukocytosis, high lymphocyte and monocyte counts and elevated erythrocyte sedimentation rate, which suggest inflammatory processes in the animal body.

© Алексеев А. Д., 2022

Fourteen days post injection blood was collected for hematological and biochemical testing. It was demonstrated that the product restores the animal metabolism, improves hematopoiesis and reduces inflammation. It was established that injection of "Vidoral" in combination with vaccination against infectious rhinotracheitis, viral diarrhea, infection with respiratory syncytial virus and parainfluenza-3 virus induced generation of specific antibodies against the abovementioned infections.

Keywords: metabolic disorders, cattle, metabolic immunodeficiency, secondary immunodeficiency, acute bovine respiratory diseases, foot infections in cattle, foot rot, staphylococcal infection, streptococcal infections, pasteurellosis, infectious rhinotracheitis, viral diarrhea, parainfluenza-3, infection with respiratory syncytial virus

For citations: Alekseev A. D. Metabolic disorders as a factor in pathogenesis of infectious diseases in cattle. *Veterinary Science Today*. 2022; 11 (4): 326–334. DOI: 10.29326/2304-196X-2022-11-4-326-334.

Conflict of interest: The author declares no conflict of interest.

For correspondence: Anatoliy D. Alekseev, Candidate of Science (Veterinary Medicine), Associate Professor of the Department of Infectious and Non-Infectious Pathology, FSBEI HE Ural SAU; Head of the Veterinary Service – Chief State Veterinary Inspector of the Main Directorate of the Federal Penitentiary Service of Russia for the Sverdlovsk Region, lieutenant colonel of internal service, 620019, Russia, Ekaterinburg, ul. Repina, 4a, *e-mail: alekseev.urgau@mail.ru.*

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире, учитывая санкции со стороны коллективного Запада и ответные контрсанкции, продовольственная безопасность Российской Федерации имеет немаловажное значение. Политика импортозамещения позволила отечественным производителям значительно увеличить объемы выпускаемого молока и молочной продукции.

Рентабельность молочного животноводства при промышленных технологиях содержания крупного рогатого скота зависит от трех факторов:

1) генетический потенциал стада;

2) полноценное кормление;

3) эпизоотическое благополучие [1–3].

Разведение крупного рогатого скота нацелено на повышение его молочной продуктивности, что достигается интенсификацией обменных процессов в организме высокопродуктивных коров. Для получения высоких удоев рационы животных должны быть сбалансированы по содержанию питательных веществ, макро- и микроэлементов. Вместе с тем повышение продуктивности коров способствует снижению их общей резистентности, что является причиной более высокой восприимчивости к инфекционным патогенам [1–3]. Снижение резистентности обусловлено нарушением обмена веществ в организме животных, приводящим к возникновению иммунодефицитных состояний и играющим немаловажную роль в патогенезе заразных болезней крупного рогатого скота.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на базе кафедры инфекционной и незаразной патологии ФГБОУ ВО Уральский ГАУ и на сельскохозяйственных предприятиях Уральского региона в 2014–2022 гг.

Объектом исследования служили: крупный рогатый скот при промышленных технологиях содержания; цельная кровь и сыворотка крови животных, иммунизированных вакциной комбинированной HIPRABOVIS® 4 (Laboratorios Hipra, S. A., Испания), а также разработанный в ФГБОУ ВО Уральский ГАУ растительно-тканевой препарат «Видорал» (патент № RU 2625022 от 14.07.2015), который содержит:

– «Виватон» ветеринарный безаммиачный выветренный (ТУ 112-84-803-3615-001-13) – 10%;

– алоэ экстракт жидкий для инъекций (рег. № ЛП-001319 от 02.12.11) – 6%;

– АСД-2 фракция (ТУ-10-19-73-89) – 4%;

– натрия хлорид 0,9%-й – до 100%.

Серологические исследования сыворотки крови коров и телят проводили в соответствии с «Методическими указаниями по лабораторной диагностике вирусных респираторно-кишечных инфекций крупного рогатого скота» [4]. Для серодиагностики использовали: «Набор эритроцитарного диагностикума для серодиагностики респираторно-синцитиальной инфекции (РСИ) КРС в реакции непрямой гемагглютинации (РНГА)», «Набор эритроцитарного диагностикума для серодиагностики инфекционного ринотрахеита КРС в реакции непрямой гемагглютинации (РНГА)», «Набор диагностикумов парагриппа-3 КРС» и «Набор эритроцитарного диагностикума для серодиагностики вирусной диареи КРС в реакции непрямой гемагглютинации (РНГА)» производства ООО «Агровет» (Россия).

Гематологические исследования проводили по общепринятым методикам. При выполнении общего анализа крови определялось количество эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина [5, 6].

Биохимические показатели крови коров и телят определяли с помощью автоматического биохимического анализатора ChemWell® Combi (Awareness Technology, Inc., США), применяли стандартные наборы реактивов производства ООО «Витал Диагностикс СПб» (Россия) согласно рекомендациям производителей. Анализ белковых фракций осуществляли методом электрофореза на агарозном геле с применением диагностических наборов производства Cormay Diagnostics (Польша) согласно рекомендациям производителя. Бактерицидную и лизоцимную активность сыворотки крови определяли по модифицированным методикам Е. С. Воронина и соавт. [7].

Все манипуляции с животными выполняли в соответствии с Европейской конвенцией ETS № 123.

Результаты лабораторных исследований обработаны методами математической статистики, принятыми в биологии и медицине. Достоверность определяли

путем статистической обработки и определения $M \pm m$ с вычислением среднего арифметического (M), среднего квадратического отклонения (δ), ошибки среднего арифметического (m), средней ошибки показателя, выраженного в процентах (mp), с помощью парного t-критерия Стьюдента. Результаты считали достоверными при $P \leq 0{,}05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рубцовое пищеварение у коров основано на переваривании большого количества клетчатки целлюлозолитическими бактериями. Для увеличения удоев молока во многих хозяйствах используется концентратный тип кормления, при котором в рационе содержится недостаточное количество углеводов. При концентратном типе кормления амилолитическая микрофлора рубца синтезирует из крахмала, содержащегося в зерновых, летучие жирные кислоты, в основном молочную кислоту. При нормальных условиях молочная кислота микрофлорой рубца преобразуется в пропионовую кислоту, из которой в печени синтезируется глюкоза и гликоген. При значительном увеличении в рационах протеинов и недостатке углеводов в рубце образуется большое количество аммиака и синтез пропионовой кислоты угнетается. Кислотность содержимого рубца снижается, развивается ацидоз, что приводит к увеличению количества амилолитической и молочнокислой микрофлоры и подавлению роста целлюлозолитических и пропионовокислых бактерий, увеличению концентрации летучих жирных кислот в крови, развивается метаболический ацидоз [1–3, 8–12]. Кроме того, ацидоз рубца и метаболический ацидоз развиваются при скармливании коровам преимущественно консервированных кислых кормов, таких как силос и сенаж [8–11, 13–15].

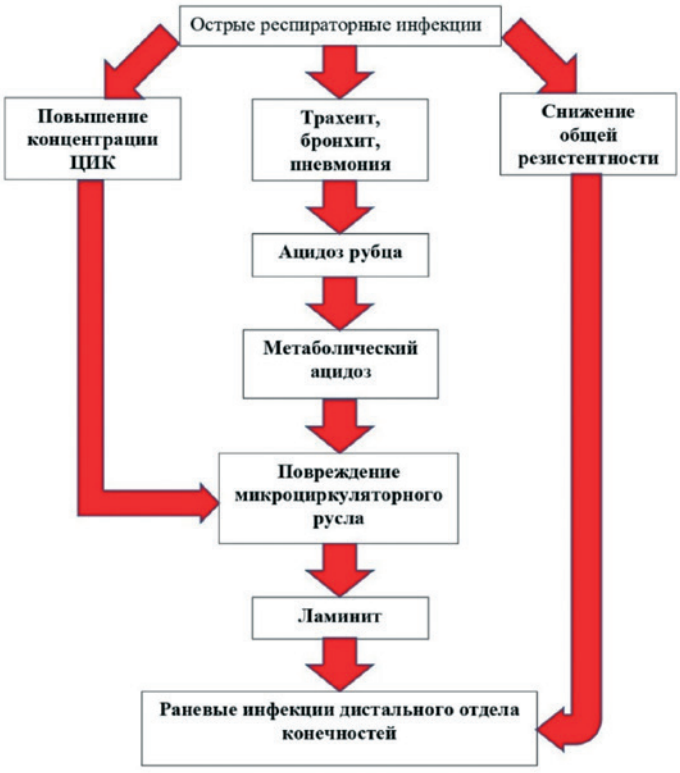

Рис. 1. Влияние острых респираторных заболеваний на патогенез раневых инфекций дистального отдела конечностей крупного рогатого скота

Fig. 1. Effect of acute respiratory diseases on pathogenesis of wound infections of cattle feet

Высокопродуктивные коровы характеризуются интенсивным обменом веществ. При дефиците в рационах нутриентов их недостаток компенсируется использованием для образования эмбрионов и молока веществ из тканей собственного организма, что приводит к снижению иммунобиологического статуса коров даже при незначительных погрешностях в их кормлении и ухудшении условий содержания. В результате чего возникает метаболический иммунодефицит и снижается общая резистентность организма [1–3, 12, 16–20], что способствует инфицированию животных патогенными и условно-патогенными микроорганизмами.

При дефиците в рационах макро- и микроэлементов у животных развиваются хронические гипомикроэлементозы, снижается продуктивность, на фоне нарушения метаболических процессов развиваются вторичные иммунодефициты, что также ведет к снижению резистентности организма. При нарушении обмена кобальта, меди, цинка, кальция замедляется жвачка, пропадает или извращается аппетит, поражаются суставы. При недостаточном количестве в кормах щелочных и щелочноземельных металлов, таких как кальций, натрий, магний и др., и избытке кислых элементов, таких как фосфор, хлор, сера и др., резервная щелочность крови понижается, кислотно-основное равновесие организма коров сдвигается в сторону ацидоза, что ведет к снижению сопротивляемости организма. Дефицит меди, кобальта и цинка приводит к возникновению алиментарных микроэлементозов, способствующих иммуносупрессии и формированию вторичных иммунодефицитов [1–3, 19, 20], что увеличивает восприимчивость животных к инфекционным агентам.

Вместе с тем инфекционные заболевания в некоторых случаях сами могут являться первопричиной метаболических нарушений в организме крупного рогатого скота. Так, основными патологическими факторами, вызываемыми острыми респираторными инфекциями, являются бронхиты, трахеиты и пневмонии. При поражении респираторного тракта в организме животных возникает гипоксия, что приводит к эндогенной интоксикации, приводящей к ацидозу рубца [21–23]. В результате в кровь поступают сосудисто-активные вещества (эндотоксины бактерий, гистамин, молочная кислота) [8, 10, 13, 15, 21], за счет одновременного расширения артериол и сжатия венул повреждается эндотелий сосудов, из кровеносных сосудов в окружающие ткани происходит перфузия жидкости крови, нарушается кровоток в мелких кровеносных сосудах [13, 21].

Важную роль в нарушении кровотока в микроциркуляторном русле играют циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК), которые представляют собой комплекс «антиген – антитело». Образование ЦИК – один из факторов нормального иммунного ответа на внедрение инфекционного агента в организм животного. Повышенная концентрация ЦИК, которая возникает при большой антигенной нагрузке на организм или при патологических процессах элиминации ЦИК из организма, из-за их высокой биологической активности приводит к патологическим изменениям в тканях и органах животных. ЦИК обладают как иммуностимулирующими, так и иммуносупрессивными свойствами. Основное патогенное действие ЦИК связано с комплементом

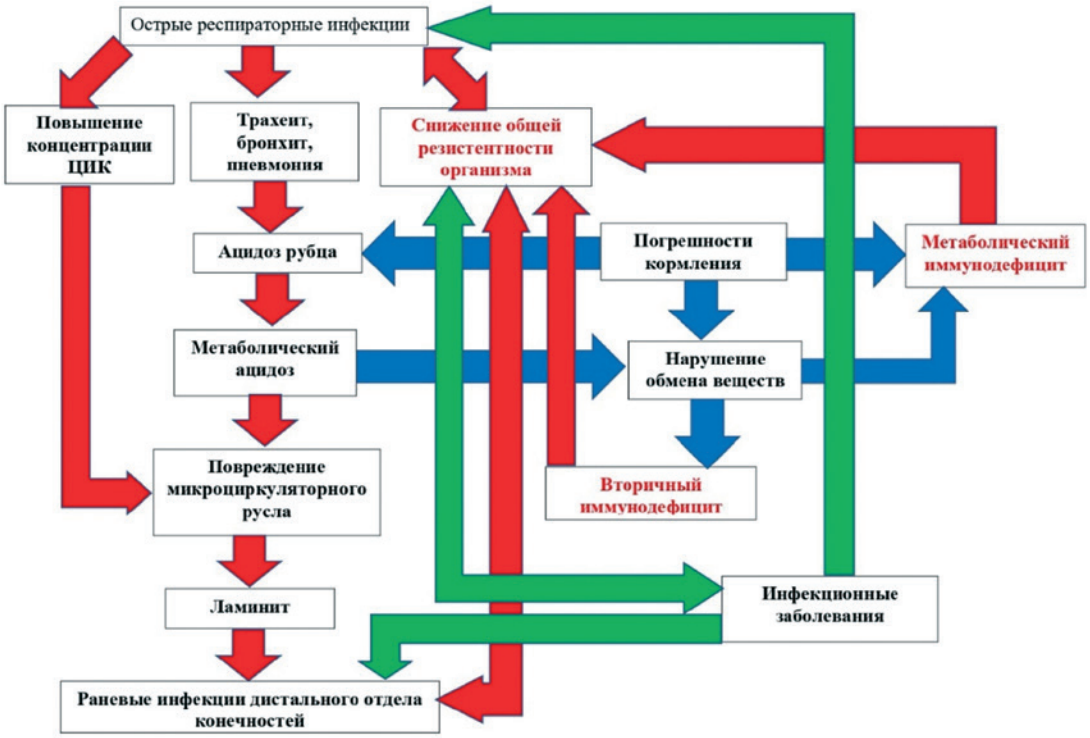

Рис. 2. Влияние метаболических нарушений на патогенез инфекций крупного рогатого скота

Fig. 2. Effect of metabolic disorders on pathogenesis of infections in cattle

и нейтрофилами. Связанные с комплементом ЦИК обладают хемотаксическими свойствами, что приводит к концентрации нейтрофилов в пораженных очагах, из нейтрофилов выходят гидролитические ферменты, которые разрушают ткани организма. Вместе с тем ЦИК могут вызывать патологическое воздействие независимо от наличия комплемента и нейтрофилов [21, 24]. Низкомолекулярные ЦИК накапливаются в различных органах и тканях организма животных, повреждают их и вызывают воспаление. Наиболее часто иммунные комплексы поражают эндотелий кровеносных сосудов, почечные клубочки, суставы, что проявляется клиническими признаками поражения различных, как правило, небольших суставов [21, 25].

У крупного рогатого скота наиболее подвержены поражению мелкие сосуды дистального отдела конечностей, это приводит к нарушению снабжения кожи конечностей и копытец питательными веществами, развивается ламинит, при этом копытный рог слабо кератинизирован и не может противостоять агрессивным механическим и химическим факторам внешней среды [13, 15]. Поврежденные копытца являются воротами инфекции для проникновения возбудителей некробактериоза *Fusobacterium necrophorum*, стафилококкоза *Staphylococcus* spp., стрептококкоза *Streptococcus* spp. и других патогенов [13, 15, 21, 23, 26]. Кроме того, благоприятные условия для развития микст-инфекции создаются за счет снижения общей резистентности организма, что отмечается как при респираторной патологии [2, 3, 27], так и при патологии дистального отдела конечностей [26]. Схема влияния острых респираторных вирусных инфекций на патогенез раневых инфекций дистальных отделов конечностей крупного рогатого скота представлена на рисунке 1.

Нарушение обмена веществ у стельных коров приводит к рождению ослабленного потомства, у телят отмечаются дистрофия печени, почек, селезенки и лимфатических узлов [1, 9, 13], они более восприимчивы к инфекциям.

У высокопродуктивных коров нарушения обмена веществ регистрируются круглогодично, при этом пик приходится на первые месяцы после отела [1–3].

Схема влияния метаболических нарушений на патогенез инфекций крупного рогатого скота представлена на рисунке 2.

Нарушение метаболизма и возникающие на его фоне иммунодефициты у коров являются немаловажными факторами низкой эффективности вакцинации для профилактики инфекций крупного рогатого скота [1–3] из-за недостаточного ответа иммунной системы животного на введение вакцин.

С целью профилактики иммунодефицитных состояний крупного рогатого скота различного генеза в ФГБОУ ВО Уральский ГАУ разработан иммунометаболический растительно-тканевой препарат «Видорал» [28].

Исследовали влияние препарата «Видорал» на гематологические и биохимические показатели крови дойных коров второй лактации (n = 5), у которых отмечалась незначительная анемия, эритроцитопения, лейкоцитоз, лимфоцитоз и моноцитоз, скорость оседания эритроцитов (СОЭ) была выше нормы, что является свидетельством наличия воспалительных процессов в организме животных. Препарат вводили коровам однократно подкожно в дозе 0,025 мл/кг живой массы и через 14 дней производили отбор крови для проведения исследований. Результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Увеличение содержания гемоглобина в крови коров через 14 дней после введения растительно-тканевого препарата «Видорал» на 5,7% и количества эритроцитов на 22,2% до уровня физиологической нормы

Таблица 1
Изменение гематологических показателей крови коров при применении «Видорала»

Table 1
Changes in hematological parameters of cow blood after using "Vidoral"

Показатель	Норма	До введения препарата	Через 14 дней после введения препарата
Гемоглобин, г/л	99–129	94,30 ± 0,83	99,66 ± 0,48*
СОЭ, мм/ч	0,5–1,5	2,82 ± 0,26	0,83 ± 0,26
Эритроциты, млн/мм	5,0–7,5	4,28 ± 0,13	5,23 ± 0,15*
Лейкоциты, тыс/мм	4,6–12,0	14,02 ± 0,24	11,05 ± 1,22
Базофилы, %	0–2	3,33 ± 0,02	2,07 ± 0,38
Эозинофилы, %	3–8	9,42 ± 0,16	7,34 ± 1,32
Нейтрофилы, %	20–35	46,26 ± 0,31	39,62 ± 1,39
Незрелые нейтрофилы, %	0–1	1,14 ± 0,20	0,47 ± 0,25
Палочкоядерные нейтрофилы, %	2–5	6,18 ± 0,16	5,05 ± 0,45
Сегментоядерные нейтрофилы, %	20–35	37,04 ± 0,36	35,46 ± 0,54
Лимфоциты, %	40–75	82,14 ± 0,63	76,36 ± 1,46
Моноциты, %	2–7	8,74 ± 0,16	7,33 ± 0,26

* данные достоверны: $P \leq 0,05$ (data are reliable: $P \leq 0.05$).

Таблица 2
Изменение биохимических показателей крови коров при применении «Видорала»

Table 2
Changes in biochemical parameters of cow blood after using "Vidoral"

Показатель	Норма	До введения препарата	Через 14 дней после введения препарата
ЛАСК, %		11,18 ± 0,26	23,43 ± 2,73*
БАСК, %		6,70 ± 0,16	42,50 ± 2,24*
Альбумины, г/л	25–35	24,42 ± 0,11	24,67 ± 1,72
α-глобулины, г/л	12–20	8,65 ± 0,26	13,21 ± 1,90
β-глобулины, г/л	10–16	9,98 ± 0,31	10,70 ± 0,38
γ-глобулины г/л	25–40	23,20 ± 0,32	24,96 ± 0,25*
Белок, г%	6,8–9,0	12,40 ± 0,49	37,10 ± 13,23
АсТ, нкат/л	80–120	41,60 ± 0,76	44,92 ± 0,22*
АлТ, нкат/л		31,80 ± 0,74	13,06 ± 6,11
Мочевина, моль/л	3,6–9,0	4,74 ± 0,14	4,72 ± 0,12
Глюкоза, ммоль/л	3,11–4,89	2,34 ± 0,01	2,37 ± 0,01
Билирубин, мкмоль/л	0–12	5,29 ± 0,02	5,18 ± 0,08
Общие липиды, г/л		3,51 ± 0,03	3,53 ± 0,04
Каротин, мкмоль/л	0,5–2,0	0,07 ± 0,01	0,52 ± 0,08*
Кальций, ммоль/л	2,0–3,0	2,73 ± 0,02	2,77 ± 0,02
Фосфор, ммоль/л	1,29–2,77	1,05 ± 0,02	1,08 ± 0,02
Щелочная фосфотаза, ед/л	28–233	251,54 ± 2,78	248,44 ± 5,02
Холинэстераза, Ед/л		519,76 ± 1,41	520,32 ± 1,16
Амилаза, Ед/л	0–34	17,32 ± 0,65	18,21 ± 0,52*
Гамма-ГТ, Ед/л		21,44 ± 0,43	21,62 ± 0,16
Альфа-ГБДГ, Ед/л		533,08 ± 1,25	524,37 ± 6,57
ЛДГ, ммоль/л		939,74 ± 5,48	896,49 ± 27,32

* данные достоверны: $P \leq 0,05$ (data are reliable: $P \leq 0.05$).

свидетельствует о стимуляции гемопоэза, а снижение скорости оседания эритроцитов в 3,4 раза до референсных значений говорит о нормализации обменных процессов и снижении воспалительных реакций в организме животных. Количество лейкоцитов в крови коров уменьшилось на 21,2% до показателей физиологической нормы, что указывает на противовоспалительное действие «Видорала», количество базофилов снизилось на 37,8%, а эозинофилов – на 22%, что является следствием уменьшения аллергических реакций в организме животных, вызываемых аллергенами различного генеза. Кроме того, на противовоспалительные свойства изучаемого препарата указывает снижение на 14,4% количества нейтрофилов, на 58,8% – незрелых нейтрофилов, на 18,3% – палочкоядерных нейтрофилов, на 4,3% – сегментоядерных нейтрофилов, на 7% – лимфоцитов, на 16,1% – моноцитов.

Установлено, что лизоцимная активность сыворотки крови (ЛАСК) коров увеличилась в 2,1 раза, бактерицидная активность сыворотки крови (БАСК) – в 6,3 раза, что является следствием повышения общей резистентности организма коров. Концентрация в сыворотке крови коров *α*-глобулинов выросла на 52,7%, что указывает на нормализацию работы поджелудочной железы. Концентрация *β*-глобулинов увеличилась на 7,2%, *γ*-глобулинов – на 7,6%, белка – в 3 раза, что свидетельствует о нормализации белкового обмена в организме коров. Под действием «Видорала» в 7,4 раза выросла концентрация каротина, что говорит о повышении общей резистентности организма животных. Снижение концентрации в сыворотке крови коров лактатдегидрогеназы (ЛДГ) на 4,6% указывает на нормализацию функций печени, почек, поджелудочной железы.

Влияние растительно-тканевого препарата «Видорал» на сероконверсию при применении комбинированной вакцины HIPRABOVIS® 4 против инфекционного ринотрахеита (ИРТ), парагриппа-3 (ПГ-3), вирусной диареи (ВД), респираторно-синцитиальной инфекции (РСИ) крупного рогатого скота исследовали на коровах второй лактации за 2 месяца до предполагаемого отела. Для этого были сформированы четыре группы коров по 10 гол. в каждой: две – с низким фоновым уровнем антител к вирусам ПГ-3, ИРТ, ВД, РСИ (опытная группа № 1 и контрольная группа № 1) и две – с высоким фоновым уровнем антител к вирусу РСИ (опытная группа № 2 и контрольная группа № 2). Животные всех групп двукратно с интервалом в 14 дней были иммунизированы вакциной HIPRABOVIS® 4. Коровам опытных групп № 1 и 2 в дни вакцинаций подкожно в дозе 0,025 мл/кг живой массы вводился «Видорал», животным контрольных групп № 1 и 2 препарат не вводился. Результаты представлены в таблице 3.

У коров в группах с низким фоновым уровнем антител к вирусу РСИ (опытная № 1 и контрольная № 1 группы) отмечались высокие фоновые уровни титров антител к возбудителям ПГ-3, ИРТ, и наоборот.

При применении растительно-тканевого препарата «Видорал» в опытных группах № 1 и 2 за 10–14 дней до отела содержание специфических антител к вирусу ПГ-3 увеличилось на 1,2 и 2,7 $\log_2$ соответственно. В опытной группе № 1 и контрольной группе № 1 (с высокими фоновыми уровнями антител к вирусу ПГ-3) за 10–14 дней до отела титры антител к вирусу ПГ-3 находились на одном уровне, в то время как у животных с низким фоновым уровнем антител к возбудителю ПГ-3

в опытной группе № 2 титр был на 0,62 log_2 выше, чем в контрольной группе № 2, и на 1,0 log_2 выше, чем в опытной группе № 1 и контрольной группе № 1.

Количество антител к вирусу ИРТ в сыворотке крови коров опытных групп № 1 и 2 увеличилось на 1,5 и 1,3 log_2 соответственно. В группах с высокими фоновыми уровнями антител к возбудителю ИРТ (опытная группа № 1 и контрольная группа № 1) за 10–14 дней до отела титры антител были идентичны, в то время как их уровень в опытной группе № 2 был выше, чем в контрольной группе № 2 на 0,12 log_2.

За 10–14 дней до отела при применении животным растительно-тканевого препарата «Видорал» в опытных группах № 1 и 2 уровень антител к вирусу ВД увеличился на 3,5 и 1,4 log_2 соответственно, количество антител в опытной группе № 1 и контрольной группе № 1 отмечалось на одном уровне, вместе с тем титры антител в опытной группе № 2 были выше, чем в контрольной группе № 2 на 0,72 log_2.

При использовании «Видорала» в качестве иммунометаболического препарата за 10–14 дней до отела в опытных группах № 1 и 2 титры антител к вирусу РСИ увеличились на 4,2 и 2,6 log_2, в то время как в контрольных группах № 1 и 2 – только на 2,6 и 2,0 log_2 соответственно. У животных с низким фоновым уровнем антител к возбудителю РСИ в опытной группе № 1 титр антител был на 1,6 log_2 выше, чем в контрольной группе № 1. В опытной группе № 2 с высоким фоновым содержанием антител к вирусу РСИ титр антител на 1,2 log_2 превышал таковой контрольной группы № 2.

Таким образом, применение растительно-тканевого препарата «Видорал» совместно с вакциной HIPRABOVIS® 4 стимулирует у глубокостельных коров сероконверсию к возбудителям ПГ-3, ИРТ, ВД и РСИ, в целом титры антител к данным инфекционным агентам в обеих опытных группах были выше уровня антител в соответствующих контрольных группах.

Следующим этапом исследования было изучение влияния препарата «Видорал» на гематологические и биохимические показатели крови 30-суточных телят, у которых выявили незначительную анемию, эритроцитопению и лейкоцитоз, повышенный уровень СОЭ, что указывает на воспалительные процессы в организме животных.

Растительно-тканевой препарат «Видорал» вводился телятам (n = 5) однократно подкожно в дозе 0,025 мл/кг живой массы. До применения изучаемого средства, а также через 14 дней после у телят отбирали кровь для проведения исследований. Результаты представлены в таблицах 4 и 5.

Установлено, что через 14 дней после введения «Видорала» концентрация гемоглобина в крови телят увеличилась на 2,5%, уровень эритроцитов поднялся до физиологической нормы (на 15,5%), что указывает на стимуляцию гемопоэза и эритропоэза.

О нормализации обменных процессов и уменьшении воспалительных реакций в организме телят свидетельствует снижение в 2,2 раза (до показателей физиологической нормы) скорости оседания эритроцитов, на 7,4% – количества лейкоцитов, на 27% – количества базофилов, на 2,9% – количества нейтрофилов, на 41,7% – незрелых нейтрофилов, на 7,4% – палочкоядерных нейтрофилов, на 2,9% – сегментоядерных нейтрофилов и увеличение на 5,7% количества моноцитов. Количество эозинофилов уменьшилось на 11,5%, что

Таблица 3
Влияние растительно-тканевого препарата «Видорал» на сероконверсию к вирусам ПГ-3, ИРТ, ВД, РСИ у глубокостельных коров

Table 3
Effect of plant tissue product "Vidoral" on seroconversion to PI-3, IBR, BVD and RS viruses in cows in late gestation

Группа	Титры антител, log_2			
	фон	через 14 дней	через 28 дней	за 10–14 дней до отела
ПГ-3				
Опытная группа № 1	8,72	8,66	9,65	9,94*
Контрольная группа № 1	8,68	8,64	9,65	9,94
Опытная группа № 2	8,28	9,56	10,86	10,94*
Контрольная группа № 2	8,27	8,714	9,32	10,32
ИРТ				
Опытная группа № 1	8,77	9,42	9,90	10,27*
Контрольная группа № 1	8,37	9,41	9,89	10,27
Опытная группа № 2	6,95	7,53	8,21	8,25*
Контрольная группа № 2	6,91	7,13	7,78	8,13
ВД				
Опытная группа № 1	6,93	8,83	10,24	10,44*
Контрольная группа № 1	6,91	8,82	10,24	10,44
Опытная группа № 2	7,06	7,68	8,29	8,50*
Контрольная группа № 2	6,91	7,49	7,71	7,78
РСИ				
Опытная группа № 1	4,32	6,02	7,02	8,49*
Контрольная группа № 1	4,32	5,32	6,32	6,91
Опытная группа № 2	5,91	6,49	7,91	8,49*
Контрольная группа № 2	5,32	5,91	6,91	7,32

* данные достоверны: $P \leq 0,05$ (data are reliable: $P \leq 0.05$).

указывает на снижение проявления в организме телят аллергических реакций различного генеза.

Через 14 дней после применения растительно-тканевого препарата «Видорал» лизоцимная активность сыворотки крови (ЛАСК) телят увеличилась в 1,3 раза, бактерицидная активность сыворотки крови (БАСК) – в 1,15 раза, количество каротина – в 2,3 раза, что говорит о повышении сопротивляемости организма. О нормализации белкового обмена свидетельствует рост в сыворотке крови телят содержания альбуминов на 4,4%, α-глобулинов – на 3,6%, β-глобулинов – на 10,4%, γ-глобулинов – на 4,7% и концентрации белка – на 8% (в пределах физиологической нормы). На гепатопротективное действие испытуемого препарата указывает повышение концентрации аспартатаминотрансферазы на 2,2%, аланинаминотрансферазы – на 10%, мочевины – на 10%, билирубина – в 2 раза. Признаком нормализации метаболизма жиров является увеличение на 14% содержания общих липидов. Повышение в сыворотке крови телят содержания кальция на 25,4% и фосфора на 26,8% свидетельствует о нормализации минерального обмена.

Влияние растительно-тканевого препарата «Видорал» на сероконверсию при применении вакцины HIPRABOVIS® 4 исследовали на 20–25-суточных телятах.

Таблица 4
Изменение гематологических показателей крови телят при применении «Видорала»

Table 4
Changes in hematological parameters of calf blood after using "Vidoral"

Показатель	Норма	До введения препарата	Через 14 дней после введения
Гемоглобин, г/л	99–129	96,98 ± 0,88	99,44 ± 0,21*
СОЭ, мм/ч	0,5–1,5	2,74 ± 0,19	1,24 ± 0,26
Эритроциты, млн/мм	5,0–7,5	4,38 ± 0,15	5,06 ± 0,24*
Лейкоциты, тыс./мм	4,6–12,0	14,260 ± 0,362	13,20 ± 0,35
Базофилы, %	0–2	3,04 ± 0,25	2,22 ± 0,07
Эозинофилы, %	3–8	10,48 ± 0,64	9,28 ± 0,42
Нейтрофилы, %	20–35	40,22 ± 0,91	39,04 ± 1,06
Незрелые нейтрофилы, %	0–1	0,72 ± 0,07	0,42 ± 0,10
Палочкоядерные нейтрофилы, %	2–5	5,64 ± 0,16	5,22 ± 0,10
Сегментоядерные нейтрофилы, %	20–35	36,92 ± 0,30	35,86 ± 0,36
Лимфоциты, %	40–75	78,06 ± 0,61	77,28 ± 0,68
Моноциты, %	2–7	5,62 ± 0,71	5,94 ± 0,53

* данные достоверны: $P \leq 0,05$ (data are reliable: $P \leq 0.05$).

Таблица 5
Изменение биохимических показателей сыворотки крови телят при применении «Видорала»

Table 5
Changes in biochemical parameters of calf blood after using "Vidoral"

Показатель	Норма	До введения препарата	Через 14 дней после введения
ЛАСК, %		15,28 ± 0,25	19,82 ± 0,81*
БАСК, %		29,62 ± 0,12	34,06 ± 0,34*
Альбумины, г/л	25–35	16,38 ± 0,51	17,10 ± 0,63
α-глобулины, г/л	12–20	16,20 ± 0,34	16,78 ± 0,31
β-глобулины, г/л	10–16	8,50 ± 0,14	9,38 ± 0,22
γ-глобулины г/л	25–40	23,70 ± 0,17	24,82 ± 0,06*
Белок, г%	56–78	57,28 ± 1,29	61,90 ± 1,51
АсТ, нкат/л	80–120	43,56 ± 0,70	44,50 ± 0,56*
АлТ, нкат/л	8–37	5,46 ± 0,16	6,00 ± 0,10*
Мочевина, моль/л	3,6–9,0	2,50 ± 0,14	2,76 ± 0,05
Глюкоза, ммоль/л	3,11–4,89	1,50 ± 0,15	1,62 ± 0,18
Билирубин, мкмоль/л	0–12	0,30 ± 0,03	0,61 ± 0,19
Общие липиды, г/л		2,34 ± 0,02	2,67 ± 0,11*
Каротин, мкмоль/л	0,5–2,0	0,34 ±0,02	0,78 ± 0,20
Кальций, ммоль/л	2,0–3,0	1,26 ± 0,01	1,58 ± 0,09*
Фосфор, ммоль/л	1,29–2,77	0,67 ± 0,01	0,85 ± 0,05*
Щелочная фосфотаза, ед/л	28–233	265,89 ± 16,08	268,36 ± 15,69
Холинэстераза, Ед/л		447,06 ± 14,03	453,62 ± 8,60
Амилаза, Ед/л	0–34	26,76 ± 1,08	27,46 ± 0,91
Гамма-ГТ, Ед/л	5–36	15,14 ± 0,47	15,88 ± 0,26*
Альфа-ГБДГ, Ед/л		308,56 ± 3,16	309,66 ± 2,63
ЛДГ, ммоль/л	300–800	529,36 ± 1,51	533,50 ± 1,54

* данные достоверны: $P \leq 0,05$ (data are reliable: $P \leq 0.05$).

Для этого были сформированы четыре группы телят: опытная группа № 1 ($n = 10$) и контрольная группа № 1 ($n = 10$) состояли из нормотрофиков, опытная группа № 2 ($n = 7$) и контрольная группа № 2 ($n = 10$) – из гипотрофиков. Телятам опытной группы № 1 «Видорал» вводился двукратно (за 5 дней до вакцинации и в день вакцинации) подкожно в дозе 0,025 мл/кг живой массы, опытной группы № 2 – трехкратно (за 10, 5 дней до вакцинации и в день вакцинации) в той же дозе. Телятам контрольных групп № 1 и 2 препарат не вводился. Титры антител к вирусам ИРТ, ВД, ПГ-3 и РСИ у телят всех групп определялись через 7, 14 и 28 дней. Результаты представлены в таблице 6.

Установлено, что при применении растительно-тканевого препарата «Видорал» через 28 дней после вакцинации в опытной группе № 1 титры антител к вирусу ПГ-3 увеличились на 2,85 $\log_2$, в контрольной группе № 1 – на 2,64 $\log_2$, в опытной группе № 2 – на 3,33 $\log_2$, в контрольной группе № 2 – на 2,63 $\log_2$; титры антител к возбудителю ИРТ в опытной группе № 1 повысились на 2,61 $\log_2$, в контрольной группе № 1 – на 2,29 $\log_2$, в опытной группе № 2 – на 2,51 $\log_2$, в контрольной группе № 2 – на 2,06 $\log_2$; титры антител к вирусу ВД в опытной группе №1 увеличились на 1,42 $\log_2$, в кон-

Таблица 6
Влияние растительно-тканевого препарата «Видорал» на сероконверсию к вирусам ИРТ, ВД, ПГ-3, РСИ у телят

Table 6
Effect of plant tissue product "Vidoral" on seroconversion to IBR, BVD, PI-3 and RS viruses in calves

Группа	Титры антител, $\log_2$			
	фон	через 7 дней	через 14 дней	через 28 дней
ПГ-3				
Опытная группа № 1	8,82	10,04	11,06	11,67*
Контрольная группа № 1		9,83	10,87	11,46
Опытная группа № 2	8,63	10,33	11,31	11,96*
Контрольная группа № 2		9,95	10,71	11,26
ИРТ				
Опытная группа № 1	8,34	8,82	9,72	10,95*
Контрольная группа № 1		8,59	9,06	10,63
Опытная группа № 2	8,21	8,93	9,55	10,72*
Контрольная группа № 2		8,82	9,42	10,27
ВД				
Опытная группа № 1	7,25	7,61	8,17	8,67*
Контрольная группа № 1		7,40	7,56	8,28
Опытная группа № 2	7,16	8,06	8,55	9,41*
Контрольная группа № 2		7,51	7,85	9,17
РСИ				
Опытная группа № 1	5,32	6,32	7,37	8,32*
Контрольная группа № 1		5,64	6,32	6,41
Опытная группа № 2	5,39	6,13	7,32	7,78*
Контрольная группа № 2		5,49	5,91	6,13

* данные достоверны: $P \leq 0,05$ (data are reliable: $P \leq 0.05$).

трольной группе № 1 – на 1,03 log_2, в опытной группе № 2 – на 2,25 log_2, в контрольной группе № 2 – на 2,01 log_2; титры антител к возбудителю РСИ в опытной группе № 1 повысились на 3,0 log_2, в контрольной группе № 1 – на 1,09 log_2, в опытной группе № 2 – на 2,39 log_2, в контрольной группе № 2 – на 0,74 log_2.

Таким образом, применение иммунометаболического растительно-тканевого препарата «Видорал» совместно с вакциной HIPRABOVIS® 4 стимулирует у телят сероконверсию к вирусам ПГ-3, ИРТ, ВД и РСИ, в целом титры антител к данным инфекционным агентам в обеих опытных группах были выше уровня аналогичных антител в соответствующих контрольных группах.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что применение растительно-тканевого препарата «Видорал» в сочетании с вакцинацией глубокостельных коров и телят против острых респираторных вирусных инфекций обеспечивает выраженную стимуляцию иммунометаболических процессов, что является необходимым фоном для сероконверсии к вирусам ПГ-3, ИРТ, ВД, РСИ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показали исследования, несбалансированное кормление крупного рогатого скота, недостаток в рационах макро- и микроэлементов, а также некоторые острые инфекционные заболевания (например, острые респираторные) провоцируют нарушение обмена веществ в организме животных, что приводит к снижению общей резистентности и иммунодефицитным состояниям, повышению восприимчивости к инфекционным патогенам и, как следствие, развитию инфекций, в том числе микст-инфекций.

Разработанный иммунометаболический растительно-тканевой препарат «Видорал» нормализует обменные процессы в организме коров и телят, увеличивает гемопоэз, снижает воспаление и стимулирует выработку специфических антител к вирусам ПГ-3, ИРТ, ВД и РСИ при иммунизации вакциной HIPRABOVIS® 4.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мищенко В. А., Мищенко А. В., Яшин Р. В., Евграфова В. А., Никешина Т. Б. Метаболические заболевания крупного рогатого скота. *Ветеринария сегодня*. 2021; 10 (3): 184–189. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-3-38-184-189.

2. Мищенко В. А., Мищенко А. В., Яшин Р. В., Гладилин Г. В. Проблемы вакцинопрофилактики животных: известное и неизвестное. *Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов: сборник докладов Международной научно-практической конференции (8–9 сентября 2020 г.)*. Курск: ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»; 2020; 203–208. eLIBRARY ID: 44126973.

3. Мищенко В. А., Мищенко А. В., Гладилин Г. В. Метаболический иммунодефицит у высокопродуктивного крупного рогатого скота. *Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов: сборник докладов Международной научно-практической конференции (11–13 сентября 2019 г.)*. Курск: ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»; 2019; 614–618. eLIBRARY ID: 41322018.

4. Методические указания по лабораторной диагностике вирусных респираторно-кишечных инфекций крупного рогатого скота: утв. ГУВ МСХ СССР 25.07.1978.

5. Симонян С. Г., Хисамутдинов Ф. Ф. Ветеринарная гематология. М.: Колос; 1995. 256 с.

6. Федосеева Н. Влияние возраста первого отела на молочную продуктивность коров. *Молочное и мясное скотоводство.* 1999; 6: 9–11.

7. Воронин Е. С., Петров А. М., Серых М. М., Девришов Д. А. Иммунология. М.: Колос-Пресс; 2002. 408 с.

8. Евглевский Ал. А., Скира В. Н., Евглевская Е. П., Ванина Н. В., Михайлова И. И., Сулейманова Т. А., Переверзева Ю. А. Метаболический ацидоз у высокопродуктивных коров: причины, последствия, профилактика. *Ветеринария*. 2017; 5: 45–48. eLIBRARY ID: 29155246.

9. Евглевский Ал. А., Швец О. М., Евглевская Е. П., Ерыженская Н. Ф., Сулейманова Т. А., Гапеев Н. В., Переверзева Ю. А. Метаболический кетоацидоз высокопродуктивных лактирующих коров: причины, последствия и перспективные подходы решения. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018; 2: 26–29. eLIBRARY ID: 32777926.

10. Евглевский Ал. А., Евглевская Е. П., Михайлова И. И., Ванина Н. В., Ерыженская Н. Ф., Сулейманова Т. А. Нарушение кислотно-основного состояния в организме коров: причины, последствия, пути решения. *Ветеринарная патология*. 2017; 1: 53–58. eLIBRARY ID: 29737143.

11. Конвай В. Д., Заболотных М. В. Метаболические нарушения высокопродуктивных коров. *Вестник Омского ГАУ*. 2017; 3 (27): 130–136. eLIBRARY ID: 30467978.

12. Жуков И. В., Ушкова А. А. Анализ биохимического состояния крупного рогатого скота импортной селекции. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2014; (4): 118–121. DOI: 10.20914/2310-1202-2014-4-118-121.

13. Балаш А., Батиз Г., Бридл Е., Чаки Т., Гомбош III, Кюртфалви А. Содержание, кормление и важнейшие ветеринарные вопросы при разведении голштино-фризской породы скота. Под ред. Е. Бридл; пер. с венг. Я. Захар. Будапешт: Agrota; 1994. 238 с.

14. Самоловов А. А., Лопатин С. В. Хромота – отражение системных метаболических болезней молочного скота. *Инновации и продовольственная безопасность*. 2013; (2): 76–80. eLIBRARY ID: 21834680.

15. Мельник Н. В., Самуйленко А. Я., Мельник Р. Н., Гринь С. А., Клюкина В. И., Никитина А. И. и др. Некробактериоз животных. Лечение и профилактика. Под ред. А. Я. Самуйленко. Краснодар: КубГАУ; 2018. 279 с. eLIBRARY ID: 36686875.

16. Кочнев Н. Н. Влияние технологических факторов на биохимический статус молочных коров. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2012; (2): 39–45. eLIBRARY ID: 17729501.

17. Турнаев С. Н., Евглевский Ал. А. Причины выбытия высокопродуктивных коров на молочных комплексах Курской области: состояние, проблемы, пути решения. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014; 9: 67–69. eLIBRARY ID: 22978642.

18. Евглевский Ал. А., Турнаев С. Н., Тарасов В. Ю., Лебедев А. Ф., Швец О. М., Евглевская Е. П. Проблемы обеспечения здоровья высокопродуктивных коров в промышленном животноводстве и практические пути ее решения. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017; 4: 26–30. eLIBRARY ID: 36738657.

19. Петрянкин Ф. П., Лаврентьев А. Ю., Шерне В. С. Влияние кормления на иммунный статус организма животных (научный обзор). *Вестник Чувашской ГСХА*. 2017; 2: 46–50. eLIBRARY ID: 30743338.

20. Петрянкин Ф. П. Состояние иммунного статуса организма от кормления животных. *Пути реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области (19–20 апреля 2018 г.)*. Курган: Курганская ГСХА; 2018; 613–617. eLIBRARY ID: 34910716.

21. Алексеев А. Д., Петрова О. Г., Барашкин М. И., Мильштейн И. М., Москвин В. Д. Роль острых респираторных инфекций в патогенезе инфекций дистального отдела конечностей крупного рогатого скота. *Ветеринария сегодня*. 2021; 10 (3): 190–196. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-3-38-190-196.

22. Алехин Ю. Н., Жуков М. С., Лебедева А. Ю. Функциональное состояние преджелудков на разных этапах развития бронхопневмонии и в посттерапевтический период у телят. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2016; 11: 13–19. eLIBRARY ID: 27257704.

23. Золотарев А. И., Черницкий А. Е., Рецкий М. И. Кислотно-основное состояние и газовый состав крови у телят при бронхите. *Ветеринария*. 2013; 7: 47–52. eLIBRARY ID: 19403634.

24. Магер С. Н., Дементьева Е. С. Физиология иммунной системы. СПб.: Лань; 2014. 192 с.

25. Мейл Д., Бростофф Дж., Рот Д. Б., Ройт А. Иммунология. Пер. с англ. М.: Логосфера; 2007. 586 с.

26. Барашкин М. И., Петрова О. Г. Особенности эпизоотологии инфекционных болезней дистальных отделов конечностей крупного рогатого скота при промышленных технологиях содержания. *Аграрный вестник Урала*. 2016; 3 (145): 27–31. eLIBRARY ID: 25797139.

27. Шкуратова И. А., Шилова Е. Н., Соколова О. В., Ряпосова М. В. Программы контроля инфекционных факторов, влияющих на репродуктивную функцию высокопродуктивных молочных коров. *Ветеринария и кормление*. 2020; 2: 54–57. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-2-13.

28. Алексеев А. Д. Усовершенствование системы профилактики респираторно-синцитиальной инфекции крупного рогатого скота и обоснование иммунокоррекции: автореф. дис. … канд. вет. наук. Екатеринбург; 2016. 22 с. eLIBRARY ID: 30436176.

REFERENCES

1. Mishchenko V. A., Mishchenko A. V., Yashin R. V., Evgrafova V. A., Nikeshina T. B. Metabolic diseases of cattle. *Veterinary Science Today*. 2021; 10 (3): 184–189. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-3-38-184-189.

2. Mishchenko V. A., Mishchenko A. V., Yashin R. V., Gladilin G. V. Problemy vaktsinoprofilaktiki zhivotnykh: izvestnoe i neizvestnoe = Challenges of animal vaccination: known and unknown facts. *Problems and prospects of scientific-innovative support of the agro-industrial complex of regions: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Kursk, September 8–9, 2020*. Kursk: FSBSI "Kursk Federal Agricultural Research Center"; 2020; 203–208. eLIBRARY ID: 44126973. (in Russ.)

3. Mishchenko V. A., Mishchenko A. V., Gladilin G. V. Metabolicheskii immunodefitsit u vysokoproduktivnogo krupnogo rogatogo skota = Metabolic immunodeficiency in highly productive cattle. *Problems and prospects of scientific-innovative support of the agro-industrial complex of regions: Proceedings of the International Scientific Conference, Kursk, September 11–13, 2019*. Kursk: FSBSI "Kursk Federal Agricultural Research Center"; 2019; 614–618. eLIBRARY ID: 41322018. (in Russ.)

4. Guidelines for laboratory diagnosis of viral bovine respiratory and enteral infections: approved by CVD of USSR MoA on 25.07.1978. (in Russ.)

5. Simonyan S. G., Khisamutdinov F. F. Veterinary gematology. Moscow: Kolos; 1995. 256 p. (in Russ.)

6. Fedoseeva N. Vliyanie vozrasta pervogo otela na molochnuyu produktivnost' korov = Influence of the age of the first calving on the milk productivity of cows. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 1999; 6: 9–11. (in Russ.)

7. Voronin E. S., Petrov A. M., Serykh M. M., Devrishov D. A. Immunology. Moscow: Kolos-Press; 2002. 408 p. (in Russ.)

8. Evglevsky Al. A., Skhira V. N., Evglevskaya E. P., Vanina N. V., Mikhailova I. I., Suleimanova T. A., Pereverzeva J. A. Metabolic acidosis of high-yielding cows: causes, consequences, prophylaxes. *Veterinariya*. 2017; 5: 45–48. eLIBRARY ID: 29155246. (in Russ.)

9. Evglevsky Al. A., Shvets O. M., Evglevskaya E. P., Eryzhenskaya N. F., Suleimanova T. A., Gapeev N. V., Pereverzeva Yu. A. Metabolic ketoacidosis in high-yielding lactating cows: causes, consequences and promising approaches for the solution. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skoho-zyajstvennoj akademii*. 2018; 2: 26–29. eLIBRARY ID: 32777926. (in Russ.)

10. Evglevskiy A. A., Evglevskaya E. P., Mikhaylova I. I., Vanina N. V., Erizhenskaya N. F., Suleymanova T. A. Disturbance of acid-base balance in the cow: causes, consequences and treatment. *Veterinary patology*. 2017; 1: 53–58. eLIBRARY ID: 29737143. (in Russ.)

11. Konvai V. D., Zabolotnykh M. V. Metabolic disorders of high yielding cows. *Vestnik of Omsk SAU*. 2017; 3 (27): 130–136. eLIBRARY ID: 30467978. (in Russ.)

12. Zhukov I. V., Ushkova A. A. Analysis of biochemical status of cattle imported breeding. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2014; (4): 118–121. DOI: 10.20914/2310-1202-2014-4-118-121. (in Russ.)

13. Balash A., Batiz G., Bridl E., Chaki T., Gombosh III, Kyurtfalvi A. Maintenance, feeding and the most important veterinary issues in the breeding of the Holstein-Friesian cattle breed. Ed. by E. Bridle; translated by Ya. Zakhar. Budapest: Agrota; 1994. 238 p. (in Russ.)

14. Samolovov A. A., Lopatin S. V. Lameness – reflection of systemic metabolic diseases of the dairy cattle. *Innovations and Food Safety*. 2013; (2): 76–80. eLIBRARY ID: 218346800. (in Russ.)

15. Melnik N. V., Samuylenko A. Ya., Melnik R. N., Grin S. A., Klyukina V. I., Nikitina A. I., et al. Foot rot in animals. Treatment and prevention. Ed. by A. Ya. Samuylenko. Krasnodar: KubSAU; 2018. 279 p. eLIBRARY ID: 36686875. (in Russ.)

16. Kochnev N. N. Influence of technological factors on biochemical status in dairy cows. *Siberian Herald of Agricultural Science.* 2012; (2): 39–45. eLIBRARY ID: 17729501. (in Russ.)

17. Turnaev S. N., Evglevsky Al. A. The reasons for the disposal of highly productive cows on dairy complexes Kursk region: status, problems, solutions. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2014; 9: 67–69. eLIBRARY ID: 22978642. (in Russ.)

18. Evglevsky A. A., Turnaev S. N., Tarasov V. Yu., Lebedev A. F., Shvets O. M., Evglevskaya E. P. Problems of health support for highly productive cows in industrial livestock and practical ways of their solutions. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2017; 4: 26–30. eLIBRARY ID: 36738657. (in Russ.)

19. Petryankin F. P., Lavrentiev A. Yu., Sherne V. S. Impact of feeding on immune status of animals organism (scientific review). *Vestnik Chuvash SAA*. 2017; 2: 46–50. eLIBRARY ID: 30743338. (in Russ.)

20. Petryankin F. P. Immune status of the organism from feeding of animals. *Puti realizatsii Federal'noi nauchno-tekhnicheskoi programmy razvitiya sel'skogo khozyaistva na 2017–2025 gody: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 75-letiyu Kurganskoi oblasti (19–20 aprelya 2018 g.) = Ways of implementation of Federal scientific and technical program of agricultural development for 2017–2025: Proceedings of International Scientific and Practical Conference devoted to 75th anniversary of the Kurgan Oblast (April 19–20, 2018)*. Kurgan: Kurgan SAA; 2018; 613–617. eLIBRARY ID: 34910716. (in Russ.)

21. Alekseev A. D., Petrova O. G., Barashkin M. I., Milstein I. M., Moskvin V. D. Role of acute respiratory diseases in pathogenesis of distal limb infections in cattle. *Veterinary Science Today*. 2021; 10 (3): 190–196. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-3-38-190-196.

22. Alekhin Yu. N., Zhukov M. S., Lebedeva A. Yu. Functional state of proventriculi at different stages of bronchopneumonia development and during post-treatment period in calves. *Veterinary Medicine, Zootechnics and Biotechnology*. 2016; 11: 13–19. eLIBRARY ID: 27257704. (in Russ.)

23. Zolotarev A. I., Chernitskiy A. E., Retskiy M. I. Acid-base status and blood gas composition in calves with bronchitis. *Veterinariya*. 2013; 7: 47–52. eLIBRARY ID: 19403634. (in Russ.)

24. Mager S. N., Dement'yeva E. S. Physiology of the immune system. Saint Petersburg: Lan'; 2014. 192 p. (in Russ.)

25. Male D., Brostoff J., Roth D. B., Roitt I. M. Immunology. Elsevier Ltd.; 2006. 7th ed. 482 p.

26. Barashkin M. I., Petrova O. G. Features of the epizootiology of infectious diseases of the distal extremities of cattle in industrial technology of content. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2016; 3 (145): 27–31. eLIBRARY ID: 25797139. (in Russ.)

27. Shkuratova I. A., Shilova E. N., Sokolova O. V., Ryaposova M. V. Programs for controlling infectious factors affecting the reproductive function of highly productive dairy cows. *Veterinaria i kormlenie*. 2020; 2: 54–57. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-2-13. (in Russ.)

28. Alekseev A. D. Improvement of prevention design of infection with respiratory syncytial virus in cattle and justification of immune correction: Author's abstract of the Candidate of Veterinary Sciences Thesis. Ekaterinburg; 2016. 22 p. eLIBRARY ID: 30436176. (in Russ.)

Поступила в редакцию / Received 18.08.2022
Поступила после рецензирования / Revised 21.09.2022
Принята к публикации / Accepted 31.10.2022

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Алексеев Анатолий Дмитриевич, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры инфекционной и незаразной патологии ФГБОУ ВО Уральский ГАУ; начальник ветеринарной службы – главный государственный ветеринарный инспектор ГУФСИН России по Свердловской области, подполковник внутренней службы, г. Екатеринбург, Россия.

Anatoliy D. Alekseev, Candidate of Science (Veterinary Medicine), Associate Professor of the Department of Infectious and Non-Infectious Pathology, FSBEI HE Ural SAU; Head of the Veterinary Service – Chief State Veterinary Inspector of the Main Directorate of the Federal Penitentiary Service of Russia for the Sverdlovsk Region, lieutenant colonel of internal service, Ekaterinburg, Russia.