

Научная статья

УДК 619:615:616:636.2

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-4-91-97

**ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА НУТРИЕНТОВ
НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ БОЛЬНЫХ РАХИТОМ ТЕЛЯТ****Елена Михайловна Наговицына^{1✉}, Алексей Владимирович Савинков², Александр Геннадьевич Мещеряков³**^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия³ АгроПлемКонсалтинг, Самара, Россия.¹ nagovitsyna.alenka@yandex.ru² a_v_sav@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9280-1400>³ agroplemkonsalting@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0854-0939>

Резюме. В задачи исследования входило изучение влияния кормовой добавки на основе природных минералов и органического белка на биохимические показатели крови у телят с клиническими проявлениями рахита. У подопытных телят в начале эксперимента были выявлены характерные для рахита изменения в опорно-двигательном аппарате. Биохимический анализ крови выявил негативные отклонения в параметрах минерального и белкового обмена. Использование минерально-белковой добавки привело к восстановлению концентрации в крови больных телят общего кальция, неорганического фосфора и нормализации соотношения между этими двумя элементами. В рамках референсных границ было отмечено повышение параметров белкового обмена в крови, а также снижение до оптимальных значений активности щелочной фосфатазы. На внешнем уровне положительное влияние комплексного средства было подтверждено сведениями ультразвуковой остеометрии, указывающей на повышение минеральной плотности костной ткани. Также было отмечено увеличение суточных приростов больных телят. Правильный подбор эссенциальных нутриентов в комплексной терапии рахита молодняка крупного рогатого скота, играет ключевую роль в восстановлении ключевых характеристик минерального обмена и нормализации функций всего систем организма животных. При условии, что организм телят получает достаточное количество природно необходимых составляющих белково-минеральных веществ, он способен эффективно выполнять все необходимые функциональные задачи, включая формирование полноценных тканевых структур.

Ключевые слова: телята, рахит, биохимический анализ крови, кормовая добавка, ультразвуковая эхоостеометрия.

Для цитирования: Наговицына, Е. М., Савинков А. В., Мещеряков А. Г. Влияние комбинированного комплекса нутриентов на биохимические показатели крови больных рахитом телят // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. Т. 9, № 4. С. 91-97. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-4-91-97

Original article

**THE INFLUENCE OF COMBINED COMPLEX
OF NUTRIENTS ON BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD OF CALVES WITH RICKETS****Elena M. Nagovitsyna^{1✉}, Alexey V. Savinkov², Alexander G. Meshcheryakov³**^{1,2} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia.³ AgroPlemConsulting LLC, Samara, Russia.¹ nagovitsyna.alenka@yandex.ru² a_v_sav@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9280-1400>³ agroplemkonsalting@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0854-0939>

Abstract. The objectives of the study were to investigate the effect of a feed additive based on natural minerals and organic protein on biochemical blood parameters in calves with clinical manifestations of rickets. At the beginning of the experiment, changes in the musculoskeletal system characteristic of rickets were revealed in the experimental calves. Biochemical blood analysis revealed negative deviations in the parameters of mineral and protein metabolism. The use of a mineral-protein supplement led to the restoration of the concentration of total calcium and inorganic phosphorus in the blood of sick calves and normalization of the ratio between these two elements. Within the reference limits, an increase in the parameters of protein metabolism in the blood was noted, as well as a decrease in the activity of alkaline phosphatase to optimal values. At the external level, the positive effect of the complex remedy was confirmed by ultrasound osteometry, indicating an increase in bone mineral density. An increase in the daily increments of sick calves was also noted. The correct selection of essential nutrients in the complex therapy of rickets of young cattle plays a key role in restoring key characteristics of mineral metabolism and normalization of functions of the entire animal body systems. Provided that the body of calves receives a sufficient amount of naturally necessary components of protein and mineral substances, it is able to effectively perform all necessary functional tasks, including the formation of full-fledged tissue structures.

Keywords: calves, rickets, biochemical blood analysis, feed additive, ultrasound echosteometry.

For citation: Nagovitsyna, E. M., Savinkov, A. V. & Meshcheryakov, A. G. (2024). The influence of combined complex of nutrients on biochemical parameters of blood of calves with rickets. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*. 9, 4. 91-97. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-4-91-97

Развитие сельского хозяйства страны, ее структурных составляющих – растениеводства, птицеводства, животноводства, является актуальной задачей агропромышленного комплекса (АПК) государства [1]. «Государственная аграрная политика есть часть достижения продовольственной безопасности, стратегической целью которой является обеспечение населения страны безопасной, качественной и доступной сельскохозяйственной продукцией, сырьем и продовольствием в объемах, обеспечивающих рациональные нормы потребления пищевой продукции» [2].

Важнейшее значение в обеспечении более высоких и устойчивых темпов производства продуктов питания животного происхождения, обеспечении продовольственной независимости страны от импорта животноводческой продукции имеет нормированное, сбалансированное и полноценное кормление животных [3]. Производственный потенциал животноводства напрямую связан с полноценным кормлением и выращиванием молодняка сельскохозяйственных животных [4]. В современном сельскохозяйственном производстве, особенно в промышленном, сохранность молодняка и предотвращение болезней являются важными задачами зоотехнии и ветеринарии [5].

Недостаток полноценного питания животных различными питательными веществами в их рационе приводит к развитию различных заболеваний, таких как рахит. Витамин *D* играет ключевую роль в процессе усвоения кальция и фосфора, необходимых для нормального роста и развития костей. При его недостатке уровень кальция и фосфора в крови животных снижается, что приводит к нарушению минерализации костей. Симптомами гиповитаминоза *D* включают слабость, потерю аппетита, раздражительность, боль в костях и мышцах, деформации костей, такие как искривление ног, увеличение реберных хрящей и другие. Лечение рахита включают в себя увеличение потребления витамина *D* через пищу или специальные кормовые добавки и физической активности для улучшения абсорбции кальция и фосфора организмом молодняка [5].

На сегодняшний день систематизаций знаний и практический опыт в области использования кормовых добавок для рациона молодняка КРС и их правильная концентрация в виде смеси макро- и микроэлементных питательных веществ оказывают терапевтическое действие в ряде заболеваний с нарушениями обмена веществ. С одной стороны, они существенно ускоряют общий объем метаболизма организма молодняка животных, с другой – укрепляют опорно-двигательный аппарат, а также позволяют быстро набирать массу их тела [6, 7].

Существующие на сегодняшний день стандартные виды обогащения рациона молодняка животных с помощью витаминно-минерального кормления в виде премиксов и инъекционных форм витаминно-минеральных препаратов имеют ряд недостатков. Основными из которых являются недолгий срок хранения, стрессовость в связи с проведением частых манипуляций, отсутствие технологичности процесса инъекционного введения, низкий процент поступления и усвояемости соединений и другие [8]. При этом современные комбикорма и биологические активные вещества для молодняка животных в основном используются для повышения продуктивности в животноводстве. Однако проблема лечения рахита молодняка сельскохозяйственных животных все еще требует дополнительных научных и практических исследований [9-15].

Существуют несколько методов лечения рахита, включая использование препаратов витамина *D*, кальция и фосфора. Однако эффективность этих методов может варьироваться в зависимости от стадии заболевания или индивидуальных породистых особенностей животного. А некоторые исследования вовсе показывают, что длительное применение высоких доз витамина *D* может привести к побочным эффектам [9,10].

В связи с этим, разработка новой специализированной кормовой добавки с учетом витаминно-минерального ее состава является актуальным направлением в профилактике и лечении телят такими заболеваниями.

Цель исследований: усовершенствование лечебно-профилактических мероприятий при рахите молодняка крупного рогатого скота.

Задачи исследований: изучение влияния кормовой добавки на основе природных минералов и органического белка на биохимические показатели крови у телят с клиническими проявлениями рахита.

Материалы и методы исследований. Эксперимент проводился в производственных условиях на молочно-товарном предприятии в Самарской области летом 2023 года. Для проведения эксперимента был осуществлен подбор двух групп телят: опытной и контрольной, в возрасте один месяц, по 10 голов. Животные обеих групп имели характерные клинические проявления рахита. Телята опытной группы получали испытываемую кормовую добавку, содержащую в своем составе комплекс ископаемых минеральных компонентов с высоким содержанием кальция, фосфора и серы, а также использовался белковый компонент органического происхождения. Кормовая добавка, равномерно перемешивалась с дробленой зерносмесью и использовалась в количестве 1 г на кг массы тела животного в сутки.

Животные контрольной группы содержались в аналогичных условиях и получали такие же корма рациона, что и телята опытной группы.

Экспериментальная часть работы продолжалась в течение 60 суток. В качестве контроля за состоянием организма животных использовались показатели биохимического анализа крови (БАК), которые включали определенные оцениваемые параметры в сыворотке крови телят: показатель общего количества фосфора; показатель концентрации креатинина; показатель концентрации Са; показатель общего белка; показатель щелочной фосфатазы и показатель глюкозы.

В ходе проведения эксперимента кровь телят для анализа брали в начале исследования, промежуточного исследования через 30 суток и через 60 суток после его начала. Процедуру проводили из яремной вены, используя одноразовые вакуумные системы с активатором свертывания.

Исследование крови производилось в лаборатории гематологии и биохимии факультета БиВМ ФГБОУ ВО Самарский ГАУ на автоматическом биохимическом ветеринарном анализаторе FUJIFILM Dri-Chem NX 500 Series с использованием коммерческих наборов реактивов.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием компьютерного приложения Microsoft Office Excel посредством методов стандартной вариационной статистики. В качестве критерия статистической достоверности применялся критерий Стьюдента [8].

Результаты исследований. При первоначальном осмотре телят, участвовавших в эксперименте, были обнаружены типичные для рахита визуальные изменения от стандартных. Они включали взъерошенный волосяной покров, отсутствие блеска и повышенную ломкость волосяного покрова поверхности телят. У исследуемых животных были выявлены вторичные признаки заболевания:

1. Отставание в росте и развитии связанное с неправильной работой кишечника и трудностями усвоения пищи.
2. Слабость конечностей за счет их искривления, характеризующиеся визуально в виде Х-образной искривлений на передних ногах.
3. Снижение аппетита за счет сдавливания сердца и легких деформированными ребрами и недоразвитостью микрофлоры желудка.
4. Общая вялость, проявляющаяся повышенной утомляемостью и вялыми, неустойчивыми движениями.

Таким образом, все наблюдаемые первичные и вторичные признаки такой болезни указывают на наличие системного нарушения обмена веществ, недостаточную минерализацию костей скелета и нарушение развития опорно-двигательного аппарата, характерные для рахита.

Результаты биохимического исследования крови телят представлены в таблице 1.

Таблица 1

Динамики показателей биохимического исследования крови телят

Показатель / период исследований	Группы животных		Референсные значения
	Контрольная	Опытная	
Общий белок, г/л			60-80
1 сутки	61,89±1,24	63,89±1,27	
30 суток	62,13±1,08	73,50±1,48***	
60 суток	61,20±1,14	75,60±1,94***	
Креатинин, ммоль/л			до 133
1 сутки	69,80±2,91	68,00±4,10	
30 суток	65,11±3,92	74,90±3,78	
60 суток	62,40±3,75	71,10±3,46	
Общий кальций, ммоль/л			2,3-2,9
1 сутки	3,01±0,05	3,00±0,04	
30 суток	2,95±0,04	2,55±0,02***	
60 суток	2,94±0,04	2,61±0,02***	
Неорганический фосфор, ммоль/л			1,0-2,6
1 сутки	3,10±0,08	3,14±0,10	
30 суток	2,99±0,09	2,10±0,13***	
60 суток	2,94±0,10	1,90±0,13***	
ЩФ, ед/л			до 200
1 сутки	360,20±10,34	398,20±17,37	
30 суток	346,67±25,83	188,10±20,03**	
60 суток	259,30±13,15	183,30±16,00	

Примечание: *P< 0,05; **P< 0,01; ***P< 0,001 по отношению к контролю.

В начале исследования было установлено, что уровень общего кальция, неорганического фосфора, глюкозы, а также активность ЩФ превышали верхние референсные значения. На основании этих данных можно сделать заключение, что у подопытных животных отмечается существенное отклонение в параметрах минерального обмена.

Уровень общего кальция был нетипично завышен, что можно связать с усиленной деятельностью остеокластов и активным вымыванием данного элемента из костной ткани. Этому сопутствуют также высокие значения неорганического фосфора, что зачастую является признаком нарушения кислотно-щелочного равновесия в организме больного животного. В результате выявленных отклонений в показателях кальция и фосфора было установлено нарушение соотношения этих элементов. В контрольной группе оно составило – 1, а в опытной – 0,95, при оптимальных физиологических значениях – 1,5-2.

Содержание общего белка не выходило за пределы нормы, но находилось на уровне минимальных референсных границ. Снижение показателей белка в сыворотке крови является одним из распространенных факторов, встречающихся при нарушении минерального обмена у молодняка сельскохозяйственных животных.

Отмеченным отклонениям сопутствовали высокие значения активности щелочной фосфатазы, что, с одной стороны является признаком интенсивного формирования органического матрикса костной ткани растущего организма, но при наличии отклонения в значениях минерального обмена сопутствует патологическим изменениям в формировании зон роста костей скелета.

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что в результате нарушения минерального обмена происходит ряд негативных изменений в отдельных параметрах функционального состояния организма телят.

При последующей динамической оценке характеристик сыворотки крови видно, что все ее изучаемые параметры в опытной группе через 30 и 60 суток использования испытываемой комбинации кормовых нутриентов претерпели существенные изменения по сравнению с контрольными аналогами. Через 30 суток отмечается существенные изменения содержания в крови общего белка. Его количество в опытной группе увеличилось в рамках физиологических границ на 15,0% по сравнению с исходными значениями. В контрольной группе изменения были незначительными. Различия между значениями опытной и контрольной группой составили 18,3% ($P < 0,001$) в пользу животных опытной группы. В конце эксперимента в обеих группах существенных изменений по сравнению с результатами предыдущей серии не происходит. В опытной группе значения уровня общего белка были больше, чем в контроле на 23,5% ($P < 0,001$).

В опытной группе телят уровень креатинина увеличился на 10,1% через 30 суток и на 4,5% через 60 суток по сравнению с начальными данными. В контрольной группе телят данный показатель уменьшился на 11,8%, а разница между группами через 60 суток составила 14%. Креатинин является продуктом обмена белков, которые образуются в мышцах и выделяются в кровь. Его уровень в крови зависит от объема мышечной массы, скорости ее роста и развития, а также от работы почек. Повышенный уровень для опытной группы свидетельствует об увеличении мышечной массы тела телят и интенсивности кровообращения в мышцах по обмену питательными веществами и выработке белков. Это наблюдение, в целом подтверждает улучшение качества белкового обмена на фоне использования комбинированного средства.

Кальций играет важную роль в регуляции многих процессов в живых организмах, включая свертываемость крови, межклеточного обмена, сокращение мышц, передачу нервных импульсов и формирование костной ткани. В процессе опыта произошло снижение уровня общего кальция в сыворотке крови опытной группы телят на 15% через 30 суток и на 13% за 60 суток ($P < 0,001$) по сравнению с исходными данными до оптимальных значений нормы. В контрольной группе существенных изменений не произошло за это время. Разница значений данного показателя между двумя группами через 30 суток составила 13,5% ($P < 0,001$) и 11,2% ($P < 0,001$) на 30 и 60 суток соответственно, в пользу контрольной группы.

Изменения минерального обмена всегда рассматриваются в контексте взаимодействия кальция и фосфора. Фосфор, наряду с кальцием, играют важную роль во многих процессах, включая формирование костей и зубов, передачу нервных импульсов, энергообмен в клетках, сокращение мускулатуры и др. Если рассматривать эти изменения в деталях, то можно констатировать снижение концентрации фосфора в сыворотке крови телят опытной группы через 30 суток на 33,1% ($P < 0,001$) через 60 суток ($P < 0,001$) по сравнению с исходными данными и на 29,8% ($P < 0,001$) и 35,4% ($P < 0,001$) на 30 и 60 суток соответственно по сравнению с контрольной группой в пользу последней. При этом показатели контрольной группы за это время менялись не существенно. В результате выявленных преобразований произошла нормализация кальций фосфорного соотношения. В опытной группе на 30 суток оно составило 1,2, а на 60 суток 1,4. Тогда как в контрольной группе это соотношение имело

значение 0,98 и 1,0 соответственно, что не отличалось от исходных значений, наблюдаемых в начале исследовательской работы.

Таким образом, использование в рационе комбинированной добавки с содержанием естественных белков и природных минералов способствует нормализации таких важных параметров минерального обмена, как содержание в крови кальция и фосфора. При этом происходит не только возвращение значений данных показателей к оптимальному уровню, но и нормализуется физиологическое взаимодействие между ними. Эти изменения имеют системное значение, положительно воздействуя на многие процессы жизнедеятельности и развитие опорно-двигательного аппарата растущего организма.

В нашем случае, применение экспериментальной кормовой добавки способствовало укреплению костей больных телят, что было установлено при использовании оценочного критерия методики ультразвуковой денситометрии.

При изучении динамики активности щелочной фосфатазы в сыворотке крови телят было установлено, что у животных опытной группы произошло уменьшение данного показателя на 52,8% ($P < 0,001$) через 30 суток и 54,0% ($P < 0,001$) через 60 суток по сравнению с начальными данными.

Разница значений данного показателя между двумя группами составила 45,7% ($P < 0,01$) на 30 суток и 29,3% ($P < 0,05$) в конце исследования.

В контрольной группе изменения через месяц экспериментов были незначительными. В конце опыта произошло снижение показателя на 28,0%, не достигая при этом максимальных границ нормы.

Щелочная фосфатаза – это фермент, который находится в клетках различных органов, включая печень, кости, кишечник. В данном случае, высокий уровень активности щелочной фосфатазы в сыворотке крови у больных рахитом телят обусловлено нарушением процесса обызвествления костной ткани. Снижение данного показателя у телят, принимавших кормовую добавку, обусловлено восстановлением обмена веществ и минерализацией костной ткани, что видно из совокупных изменений, отмеченных в ходе исследования.

Одним из бесспорных критериев, подтверждающих улучшение состояния костной ткани, является повышение скорости ультразвука в пястных костях скелета телят при использовании метода ультразвуковой денситометрии. Согласно основной концепции данного диагностического решения, чем выше минерализация костной ткани, тем больше ее плотность. Скорость прохождения ультразвукового сигнала через костную ткань будет тем выше, чем эта ткань будет более плотной и компактной.

В процессе опыта было установлено, что через 30 суток скорость ультразвука в пястной кости телят опытной группы было больше, чем в контроле на 3,94% ($P < 0,001$), а в конце опыта различия между группами составили 2,07% ($P < 0,01$). Таким образом, использование комплексного средства с разносторонним механизмом замещающего действия способствует повышению минерализации костной ткани и восстановлению возрастного развития опорно-двигательного аппарата больных телят. Последнее заявление подтверждается более высокими суточными привесами телят опытной группы (844 г/сут) по сравнению с контрольными аналогами (620 г/сут), при этом различие в массе тела животных опытной группы был больше контрольных телят на 17,1% ($P < 0,001$).

Исходя из результатов эксперимента, можно заключить, что использованная комбинация минеральных и белковых составляющих в рационе животных оказала положительное влияние на кальций-фосфорный обмен, что подтверждается нормализацией показателей общего кальция и неорганического фосфора в крови и восстановлением соотношения содержания этих элементов. При этом одним из критериев восстановления минерализации костной ткани является снижение активности в крови щелочной фосфатазы у подопытных животных. Важным признаком, который сопутствует восстановлению минерального обмена, является повышение в сыворотке крови общего белка и его метаболита, кретинина. Учитывая общесистемное значение функциональной интенсивности белкового обмена, повышение уровня его маркеров, является свидетельством полноценного восстановления организма от последствий болезни. Все эти изменения следует рассматривать в комплексе с восстановлением опорно-двигательного аппарата, что подтверждается данными ультразвуковой денситометрии, указывающей на увеличение минеральной плотности костей телят получавших испытываемую добавку, а также повышением массы тела подопытных животных, значимо отличающейся от представителей контрольной группы. Исходя из этого, можно отметить, что правильный подбор эссенциальных нутриентов в комплексной терапии рахита молодняка крупного рогатого скота, играет ключевую роль в восстановлении ключевых характеристик минерального обмена и нормализации функций всего систем организма животных. При условии, что организм телят получает достаточное количество природно необходимых составляющих белково-минеральных веществ, он способен эффективно выполнять все необходимые функциональные задачи, включая формирование полноценных тканевых структур.

Заключение. Проведенное нами экспериментальное исследование показало, что у подопытных телят в начале эксперимента были выявлены характерные для рахита изменения в опорно-двигательном аппарате. Биохимический анализ крови выявил негативные отклонения в параметрах минерального и белкового обмена. Использование минерально-белковой добавки привело к восстановлению концентрации в крови больных телят общего кальция, неорганического фосфора и нормализации соотношения между этими двумя элементами. В рамках референсных границ было отмечено повышение параметров белкового обмена в крови, а также снижение до оптимальных значений активности щелочной фосфатазы. На внешнем уровне положительное влияние комплексного средства было подтверждено сведениями ультразвуковой остеометрии, указывающей на повышение минеральной плотности костной ткани. Также было отмечено увеличение суточных приростов массы тела больных телят.

Список источников

1. Аджигова А. С., Канцеров Р. А., Школьников Н. Н. Государственная поддержка развития сельского хозяйства региона с аграрным профилем экономики // Аграрный вестник Урала. 2022. № 02(217). С. 60-70. doi: 10.32417/1997-4868-2022-217-02-60-70.
2. Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/> (дата обращения: 16.04.2024).
3. Аванесова М. В. Направленное выращивание ремонтных телок // EUROPEAN RESEARCH : сборник научных трудов, Пенза : Наука и Просвещение, 2020. С. 54-56. EDN NKMYEX.
4. Mikolaichik, I. N., Morozova, L. A., Kakhikalo, V. G., Ovchinnikova, L. Y., Yarmots, L. P., Karmatskikh, Y. A., & Charykov, V. I. Microbiological supplements for the metabolic rate correction in calves // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. 2020. Т. 11, №. 2. С. 1102. Doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.39. EDN RUBTOO.
5. Печура Е. В., Порываева А. П. Профилактическая и лечебная эффективность препарата Эндовираза® при респираторных болезнях молодняка крупного рогатого скота // Ветеринария. 2020. № 9. С. 56-59. doi: 10.30896/0042-4846.2020.23.9.56-59. EDN WXWWWL.
6. Захарова Л. Н., Черноградская Н. М., Попова А. В., Слепцов Е. С., Николаева Н. А., Румянцева Т. Д. Выращивание ремонтных телок разных пород в условиях Якутии // Ветеринария и кормление. 2024. № 2. – С. 31-34. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-2-7. EDN EJZWX.
7. Roadknight N. W., Courtman N. F., Mansell P. D. et al (2021). Biochemistry and hematology reference intervals for neonatal dairy calves aged 5-12 days. *Veterinary Clinical Pathology*, 50(2), 278-286.
8. Малкова Н. Н., Остякова М. Е., Щербинина С. А. Гематологические показатели телят при профилактике гипопаратиреоза в условиях Амурской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4(52). С. 148-153. doi: 10.18286/1816-4501-2020-4-148-153. EDN YJVSFC.
9. Корочкина Е. А. Инновационный метод коррекции витаминно-минерального гомеостаза у животных : дис. ... д-р.ветеринар. наук. СПб., 2023.
10. Трушкин В., Никишина И., Ковалев С., Войнова А., Полевая А. Динамика некоторых биохимических показателей крови телят, больных субклиническим рахитом // Правовое регулирование в ветеринарии. 2018. №1. С.70-72.
11. Samad M. A. A systematic review of congenital anomalies in calves and kids reported during the period from 1975 to 2021 in Bangladesh // J. Vet. Med. OH Res. 2021. Т. 3, №. 2. С. 129-153.
12. Grünberg W. Rickets in Animals. MSD Veterinary Manual. Germany: Justus-Liebig-Universität Giessen. 2020.
13. Sharma D. K., Sonawane G. G., Swarnkar C. P. Clinico-hemato-biochemical study of two commercial feed supplements for amelioration of rickets in growing male lambs // Comparative Clinical Pathology. 2018. № 27. С. 231-238.
14. Yadav R., Mondal B. C., Chauhan R. S. Nutrients and their Effect on Immunomodulation in Animals // Intas Polivet. 2020. Т. 21. №. 2. С. 267-287.
15. Wells T. L. Manipulation of Mammary Immunity in Dairy Cattle and Nutrition and Management Effects on Heifer Development and Immunity : дис. University of Florida, 2022.

References

1. Adzhikova, A. S., Kanzerov, R. A. & Shkolnikova, N. N. (2022) State support for the development of agriculture in a region with an agrarian profile of the economy // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2(217). 60-70. doi: 10.32417/1997-4868-2022-217-02-60-70. (in Russ).
2. Decree of the President of the Russian Federation N. 20 dated January 21, 2020 «On Approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation». URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/> (date of access: 04/16/2024). (in Russ).
3. Avanesova, M. V. (2020) Directional redistribution of interest rates. // *EUROPEAN STUDIES'20 : collection of scientific papers*. Penza : Science and Education, 54-56. (in Russ).
4. Mikolaichik, I. N., Morozova, L. A., Kakhikalo, V. G., Ovchinnikova, L. Y., Yarmots, L. P., Karmatskikh, Y. A., & Charykov, V. I. (2020). Microbiological supplements for the metabolic rate correction in calves. *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*, 11(2), 11A02S. doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.39. EDN RUBTOO.

5. Pechura, E. V. & Poryvaeva, A. P. (2020). Preventive and curative efficacy of Endoviraza® in respiratory diseases of young cattle // *Veterinary medicine*. 9. 56-59. doi: 10.30896/0042-4846.2020.23.9.56-59. EDN WXWWWL. (in Russ).
6. Zakharova, L. N., Chernogradskaya, N. M., Popova, A. V., Sleptsov, E. S., Nikolaeva, N. A. & Romyantseva, T. D. (2024). Cultivation of repair heifers of different breeds in Yakutia // *Veterinary medicine and feeding*. 2. 31-34. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-2-7. EDN EJTZXW. (in Russ).
7. Roadknight N. W., Courtman N. F., Mansell P. D. et al (2021). Biochemistry and hematology reference intervals for neonatal dairy calves aged 5-12 days. *Veterinary Clinical Pathology*, 50(2), 278-286.
8. Malkova N. N., Ostyakova M. E., Shcherbinina S. A. (2020). Hematological parameters of calves in the prevention of hypoelementosis in the Amur region / N. N. Malkova, M. E. Ostyakova, S. A. Shcherbinina // *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 4(52). 148-153. doi: 10.18286/1816-4501-2020-4-148-153. EDN YJVSFC. (in Russ).
9. Korochkina, E. A. (2023) *An innovative method of correction of vitamin and mineral homeostasis in animals. Dissertation of the Doctor of Veterinary Sciences*. St. Petersburg. (in Russ).
10. Trushkin V., Nikishina I., Kovalev S. et al. (2018) Dynamics of some biochemical blood parameters of calves with sub-clinical rickets // *Legal regulation in veterinary medicine*. 1. 70-72. (in Russ).
11. Samad, M. A. (2021) A systematic review of congenital anomalies in calves and toddlers registered in the period from 1975 to 2021 in Bangladesh. *J. Vet. Med. OH Res*. 3(2). 129-153.
12. Grünberg, W. (2020) *Rickets in Animals. MSD Veterinary Manual*. Germany: Justus-Liebig-Universität Giessen.
13. Sharma, D. K., Sonawane G. G. & Swarnkar, C. P. (2018) Clinico-hemato-biochemical study of two commercial feed supplements for amelioration of rickets in growing male lambs. *Comparative Clinical Pathology*. 27. 231-238.
14. Yadav, R., Mondal, B. C. & Chauhan, R. S. (2020) Nutrients and their Effect on Immunomodulation in Animals // *Intas Polivet*. 21(2). 267-287.
15. Wells, T. L. (2022). *Manipulation of Mammary Immunity in Dairy Cattle and Nutrition and Management Effects on Heifer Development and Immunity* (Doctoral dissertation, University of Florida).

Информация об авторах

Е. М. Наговицына – аспирант;
А. В. Савинков – доктор ветеринарных наук, профессор;
А. Г. Мещеряков – доктор биологических наук, профессор.

Information about the authors

E. M. Nagovitsyna – postgraduate student;
A. V. Savinkov – Doctor of Veterinary Sciences, Professor;
A. G. Meshcheryakov – Doctor of Biological Sciences, Professor.

Вклад авторов:

Е. М. Наговицына – написание статьи;
А. В. Савинков – научное руководство;
А. Г. Мещеряков – научное руководство.

Contribution of the authors:

E. M. Nagovitsyna – writing articles;
A. V. Savinkov – scientific management;
A. G. Meshcheryakov – scientific management.

Вклад авторов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 26.06.2024; одобрена после рецензирования 19.09.2024; принята к публикации 16.10.2024.
The article was submitted 26.06.2024; approved after reviewing 19.09.2024; accepted for publication 16.10.2024.