

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

ANIMAL BREEDING AND VETERINARY

Научная статья

УДК 636.087.72:619:615.9

EDN MZNSXQ

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-3-43-51>**Изучение хронической токсичности минеральной
кормовой добавки на лабораторных животных****Татьяна Викторовна Кручинкина¹, Марина Евгеньевна Остякова²**^{1,2} Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт
Амурская область, Благовещенск, Россия¹ dalznivilabbiohim@mail.ru, ² dalznividv@mail.ru

Аннотация. Изыскание эффективных методов восполнения минеральной недостаточности у сельскохозяйственных животных в условиях Амурской области носит весьма актуальный характер. Исследования проведены с целью изучения новой минеральной кормовой добавки на предмет хронической токсичности на белых крысах. На протяжении 60 дней испытывали следующие дозы кормовой добавки (г/кг): 1,0 (I опытная группа); 2,0 (II опытная группа); 5,0 (III опытная группа). Животные контрольной группы кормовую добавку не получали. Проведен анализ гематологического и биохимического состава крови. Определена живая масса экспериментальных животных. Рассчитаны массовые коэффициенты органов. В результате исследований установлено, что минеральная кормовая добавка при длительном скормливании в указанных дозах не оказывает токсического действия на организм белых крыс, о чем свидетельствовали: сохранность опытных животных (100 %), их удовлетворительное общее состояние и большая интенсивность прироста живой массы (на 16,6; 21,0; 18,4 % против 15,2 % в контроле). Также на отсутствие токсического воздействия используемой добавки указывала равномерная динамика биохимических показателей крови и отсутствие значимых межгрупповых различий, за исключением концентрации глюкозы, которая росла пропорционально увеличению дозы исследуемой добавки: прирост составил 33,3 % ($p < 0,05$) и 49,7 % ($p < 0,01$) во II и III группах соответственно, что обусловлено действием пропионата кальция. Изучение патологоанатомической картины и массовых коэффициентов внутренних органов не выявило каких-либо отклонений.

Ключевые слова: минеральная кормовая добавка, белые крысы, безвредность, хроническая токсичность

Для цитирования: Кручинкина Т. В., Остякова М. Е. Изучение хронической токсичности минеральной кормовой добавки на лабораторных животных // Дальневосточный аграрный вестник. 2024. Том 18. № 3. С. 43–51. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-3-43-51>.

Original article

Study of chronic toxicity of mineral feed additive on laboratory animals**Tatyana V. Kruchinkina¹, Marina E. Ostyakova²**^{1,2} Far Eastern Zone Research Veterinary Institute
Amur region, Blagoveshchensk, Russian Federation¹ dalznivilabbiohim@mail.ru, ² dalznividv@mail.ru

Abstract. Finding effective methods for replenishing mineral deficiency in farm animals in Amur region is very relevant. Studies were conducted to study a new mineral feed additive chronic toxicity in white rats. The following doses of the feed additive were tested (g/kg): 1.0 (I experimental group), 2.0 (II experimental group), 5.0 (III experimental group) for 60 days. Animals in control group did not receive feed additive. The hematological and biochemical composition of blood was analyzed. The live weight of experimental animals was determined. Organ mass coefficients were calculated. As a result of the research, it was established that mineral feed additive, when fed for a long time in the above doses, did not have toxic effect on body of white rats, as evidenced by: 100% survival of experimental animals, their satisfactory general condition and high intensity of live weight gain by 16.6; 21.0; 18.4% versus 15.2% in the control. Also, the absence of toxic effects of used additive was indicated by the uniform dynamics of biochemical blood parameters and the absence of significant intergroup differences, with the exception of glucose concentration. Glucose concentration increased in proportion to the increase in the dose of the studied additive by 33.3% ($p < 0.05$), 49.7% ($p < 0.01$) in groups II and III, respectively, which was due to the effect of calcium propionate. A study of the pathological picture and mass coefficients of internal organs did not reveal any abnormalities.

Keywords: mineral feed additive, white rats, harmlessness, chronic toxicity

For citation: Kruchinkina T. V., Ostyakova M. E. Study of chronic toxicity of mineral feed additive on laboratory animals. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. 2024;18;3:43–51. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-3-43-51>.

Введение. Ведение российского молочного скотоводства немыслимо без использования кормовых минеральных добавок, что обусловлено эндемичностью большинства регионов России по основным микро- и макроэлементам [1–3] на фоне физиологически сложной высокой продуктивности молочных коров, организм которых особенно нуждается в рациональности минерального кормления [4].

Недостаток минеральных веществ способствует изменению физиолого-биохимического статуса животных, нарушению функциональных задач органов и систем, с последующим развитием различного рода заболеваний, таких как гипокальциемия, остеодистрофия, кетоз [5, 6]. Общеизвестно, что результатом заболевания коров является не только снижение их молочной продуктивности, но и ухудшение здоровья молодняка, что тем самым приводит к экономическому ущербу отрасли [7].

В настоящее время ведутся работы по разработке новых эффективных кормовых минеральных добавок, направленных на восполнение минеральной недостаточности в кормах и коррекцию минерального обмена веществ у животных, в том числе у коров молочного направления [8–10]. Создание новых кормовых добавок и изыскание эффективных методов восполнения минеральной недостаточности у крупного рогатого скота актуально в условиях

эндемичной по макро-и микроэлементам Амурской области. При этом одним из основных этапов в данном виде работ является проведение токсикологической оценки разработанного продукта посредством изучения функциональной биобезопасности с выявлением возможных изменений в организме лабораторных животных после применения изучаемого объекта в течение продолжительного времени, а также определения его специфической эффективности [11].

Таким образом, нами обозначена **цель исследований, состоящая в изучении новой минеральной кормовой добавки на предмет хронической токсичности на белых крысах.**

Материалы и методы исследований. Планирование и осуществление исследовательской работы производили согласно поставленной цели и руководства по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ [12].

Изучение хронической токсичности минеральной кормовой добавки проводили в лабораторных условиях на базе Дальневосточного зонального научно-исследовательского ветеринарного института на 20-ти белых крысах. Критериями отбора было отсутствие клинических признаков какого-либо заболевания и равномерность живой массы, которая была в пределах

320–340 г. Отобранных животных равномерно распределили в контрольную и опытные (I, II, III) группы и в течение двух недель содержали в идентичных условиях. Затем кормовую добавку крысам опытных групп давали в следующих дозах:

I группа – 1,0 г/кг;

II группа – 2,0 г/кг;

III группа – 5 г/кг живой массы.

Интактные крысы кормовую добавку не получали.

Основной состав изучаемой добавки: отруби и пропионат кальция. Длительность дачи добавки составила 60 дней.

В начале и конце исследований оценивали: поведение крыс; объем потребления корма и воды; состояние волосяного покрова и слизистых оболочек; живую массу тела. Также изучали гематологический (количество лейкоцитов, эритроцитов, гемоглобина) и биохимический (общий белок, мочевины, креатинин, глюкоза, холестерин, триглицериды, АСТ, АЛТ, билирубин, щелочная фосфатаза, общий кальций, ионизированный кальций, неорганический фосфор, магний, калий) состав крови. Для этого использовали: биохимические анализаторы StatFax (3300, 1904-R), рефрактометр РЛ-2с, биохимические реактивы Vital. Для опреде-

ления йонизированного кальция применяли метод Й. Тодорова.

Для макроскопического изучения внутренних органов (сердце, селезенка, печень, почки, желудок, кишечник, семенники), с учетом их массы и массовых коэффициентов, по окончании исследовательского периода животных декапитировали с использованием наркоза и с соблюдением принципов гуманности.

Для анализа полученных результатов и обработки опытных данных применялся табличный процессор Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. За период ежедневного скормливания белым крысам минеральной добавки (60 дней) не было отмечено гибели экспериментальных животных. При этом общее их состояние было удовлетворительным, что подтверждалось физиологичной подвижностью исследуемых крыс, хорошим состоянием их шерстного покрова, кожи и слизистых оболочек; отсутствием клинической картины какого-либо заболевания и интоксикации; нормативным уровнем потребления воды и корма.

Наряду с этим у животных опытных групп регистрировали положительную динамику живой массы (рис. 1), которая выражалась более высоким приростом (на

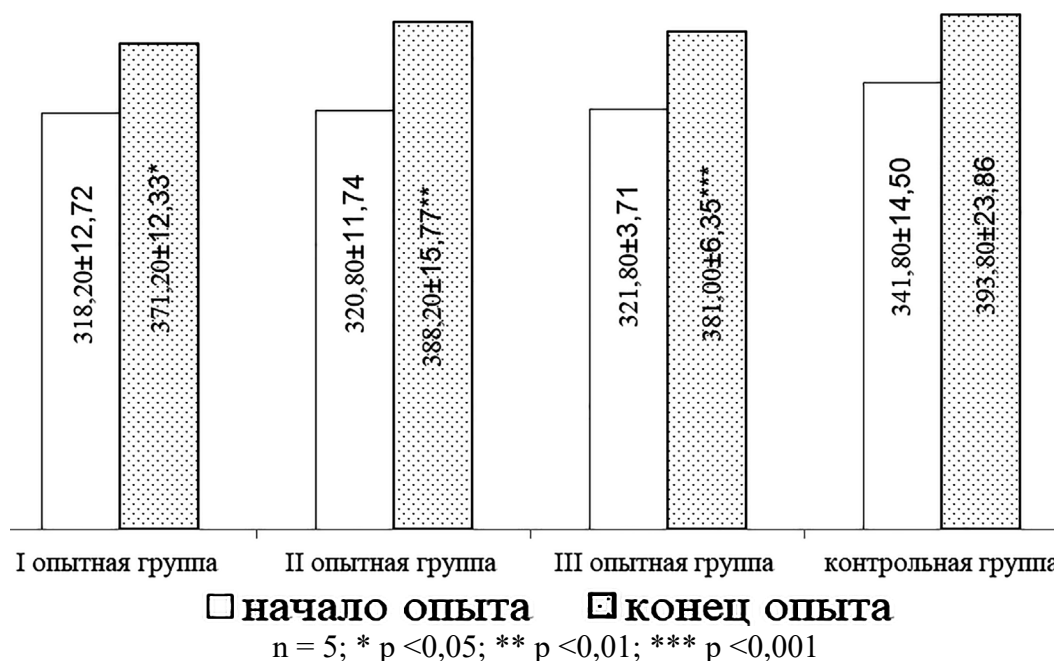


Рисунок 1 – Изменение массы тела крыс, хронический опыт
Figure 1 – Change in body weight of rats, chronic experience

16,6 % в группе крыс, получавшей препарат в дозе 1,0 г/кг массы тела; на 21,0 % в группе с дозировкой препарата 2,0 г/кг массы тела; на 18,4 % в группе животных, получавших препарат в дозе 5,0 г/кг массы тела) против 15,2 % в контроле.

Изменения в составе периферической крови грызунов во всех группах характеризовались снижением количества эритроцитов по сравнению с показателем до начала опыта. В опытных группах концентрация эритроцитов была выше, чем в контроле: в I и II группах – в 1,4 раза, в III группе – в 1,5 раза ($p < 0,05$) (рис. 2).

Количество лейкоцитов и гемоглобина у опытных крыс соответствовали нормативным значениям и не имели достоверных межгрупповых различий, что говорит об отсутствии воспаления и токсического действия.

Биохимические показатели сыворотки крови опытных и контрольных крыс

(общий белок, мочевины) соответствовали нормативным значениям и не имели значимых межгрупповых различий (табл. 1).

При оценке показателей холестерина и триглицеридов, характеризующих липидный обмен в организме животных, получены следующие данные. Достоверных изменений уровня холестерина между контрольной и опытными группами выявлено не было. Отмечено достоверное увеличение триглицеридов в III опытной группе в сравнении с контролем в 1,5 раза ($p < 0,05$); при этом показатель соответствовал физиологической норме (0,28–1,24 ммМ/л).

Концентрация глюкозы в сыворотке крови опытных крыс в сравнении с контролем была достоверно выше на 33,3 % во II группе и на 49,7 % в III группе; при этом отмечался ее пропорциональный рост относительно увеличения дозы кормовой добавки. Этот факт может быть обуслов-

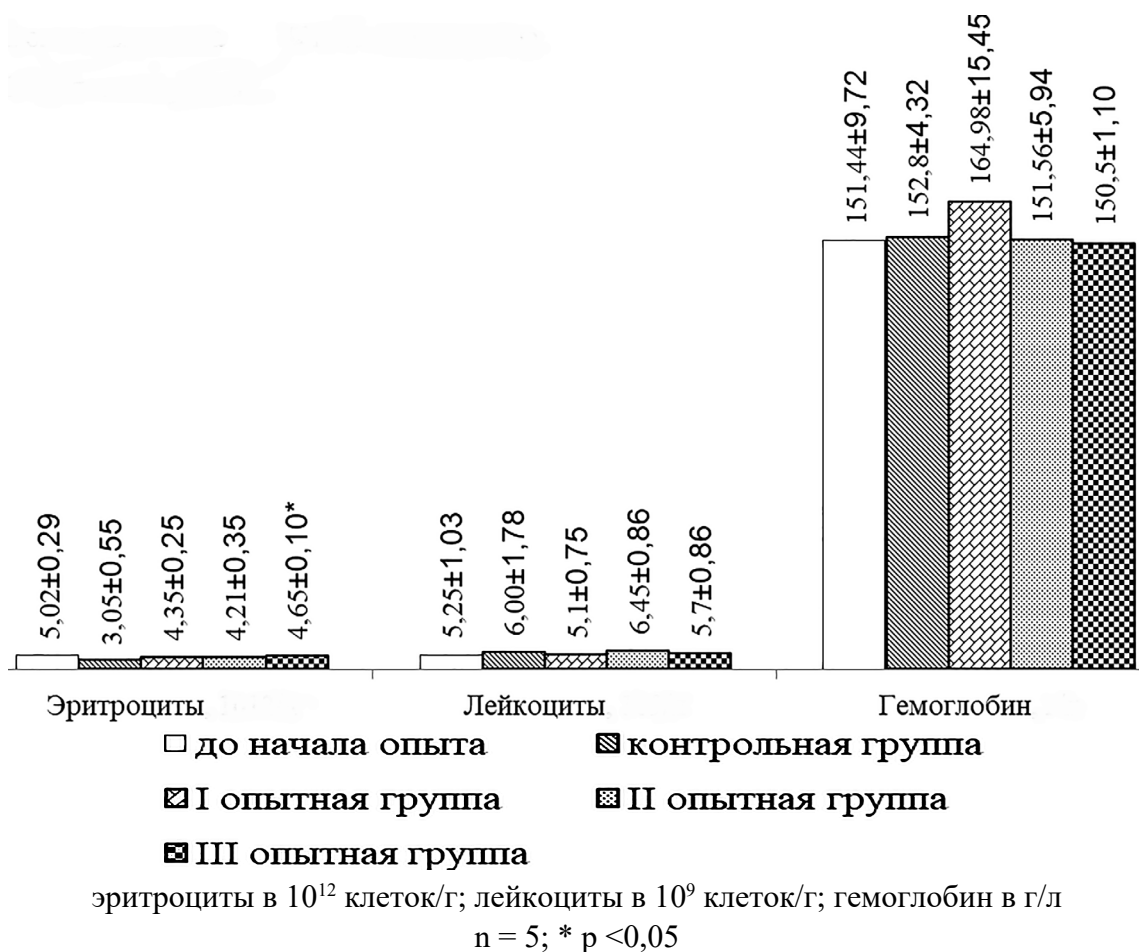


Рисунок 2 – Гематологические показатели крови крыс, хронический опыт
Figure 2 – Hematological parameters of rat blood, chronic experience

Таблица 1 – Результаты биохимического исследования сыворотки крови крыс (хронический опыт)**Table 1 – Results of a biochemical study of rat blood serum (chronic experiment)**

Показатели	Группы (n=5)				
	до начала опыта	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Общий белок, г/л	71,00±1,44	73,14±0,85	74,02±1,55	72,42±0,41	73,34±0,19
Мочевина, мм/л	4,90±0,38	5,02±0,19	4,72±0,46	4,86±0,47	4,60±0,49
Креатинин, мкм/л	81,98±5,95	92,94±7,68	89,98±10,93	78,02±6,14	66,80±1,62*
Холестерин, мм/л	1,51±0,03	1,58±0,11	1,48±0,16	1,53±0,20	1,54±0,11
Триглицериды, мм/л	0,33±0,02	0,39±0,03	0,31±0,06	0,36±0,02	0,57±0,07*
Глюкоза, мм/л	4,26±0,25	4,14±0,33	4,62±0,53	5,52±0,28*	6,20±0,49**
Билирубин, мкм/л	5,40±0,87	5,86±2,72	4,26±1,10	3,18±0,91	4,04±1,46
АЛТ, Е/л	66,18±5,68	52,22±2,69	45,76±3,38	46,64±3,27	42,48±3,88
АСТ, Е/л	177,72±10,22	159,80±23,86	181,76±17,66	153,84±15,69	136,46±11,30*
ЩФ, Е/л	129,56±5,68	128,56±9,91	110,54±10,57	121,82±4,73	146,50±7,83
Кальций общий, мм/л	2,20±0,07	2,74±0,02	2,48±0,12	2,66±0,23	2,82±0,11
Ca ⁺⁺ , мм/л	0,96±0,04	1,19±0,01***	1,07±0,06	1,16±0,10	1,22±0,05**
Фосфор неорганический, мм/л	2,10±0,21	4,44±0,54	3,56±0,27	2,78±0,53	2,37±0,15
Магний, мм/л	0,38±0,08	0,77±0,05	0,85±0,06	1,00±0,06**	1,17±0,05***
Калий, мм/л	6,06±0,25	6,40±0,32	6,90±0,57	6,28±0,37	6,22±0,35
* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.					

лен непосредственным участием пропionato кальция в глюконеогенезе [13].

Прослеживалась тенденция к снижению уровня билирубина у крыс опытных групп (I – на 27,0 %; II – на 45,7 %; III – на 31,0 %) на фоне более низкой активности трансаминаз (АЛТ в I – на 12,4 %; II – на 10,7 %; III – на 18,6 %; АСТ во II – на 3,7 %; III – на 14,6 % ($p < 0,05$)) у опытных животных относительно контроля. Щелочная фосфатаза во всех группах не выходила за пределы физиологической нормы.

Опытные значения общего кальция превышали исходные данные на 12,7–28,2 %, а Ca⁺⁺ – на 11,5–27,1 %; при этом его максимальную концентрацию регистрировали у крыс, получавших максимальную дозу кормовой добавки. Уровень неорганического фосфора во II и III группах был в референтном пределе, тогда как в первой опытной и контрольной

группах превышал верхнюю границу нормы. Уровень магния у всех изучаемых крыс был выше относительно данных начала опыта, но во II и III группах этот показатель был достоверно выше на 29,8 и 51,9 % относительно контрольных значений.

В ходе патологоанатомического изучения внутренних органов контрольных и опытных крыс не было выявлено признаков интоксикации и воспаления, что подтверждалось анатомически правильным расположением органов, отсутствием видимых изменений (гиперемии, отека, кровоизлияний, язв, эрозий, гепатомегалии, спленомегалии и др.) и меньшим массовым коэффициентом печени крыс на 10,3 и 8,2 %, получавших минеральную добавку в количестве 1,0 и 5,0 г/кг массы (3,38±0,033 % и 3,46±0,051 % соответственно против 3,77±0,112 % в контроле при $p < 0,05$) (рис. 3).



Рисунок 3 – Массовые коэффициенты органов крыс, хронический опыт, %

Figure 3 – Mass coefficients of rat organs, chronic experience, %

Таким образом, результаты оценки общего состояния белых крыс контрольной и опытных групп, их гематологического и биохимического профиля, а также изучения патологоанатомической картины и массовых коэффициентов внутренних органов, позволяют заключить, что минеральная кормовая добавка не только не оказывает токсического действия на организм белых крыс при ее применении в дозах 1,0; 2,0 и 5,0 г/кг массы тела в течение 60 дней, но и способствует интенсивности прироста живой массы и улучшению процессов эритропоэза.

Заключение. В результате исследований установлено, что минеральная кормовая добавка при длительном скормливании (60 дней) в дозах, составляющих 1,0; 2,0 и 5,0 г/кг массы тела, не оказывает токсического действия на организм белых крыс и, следовательно, может быть отнесена к IV классу опасности, о чем свидетельствовали: отсутствие случаев гибели опытных животных; их удовлетворительное общее состояние; а также более высокая интенсивность прироста живой массы в I опытной группе на 16,6 % ($p < 0,05$),

II – на 21,0 % ($p < 0,01$), III – на 18,4 % ($p < 0,001$), против 15,2 % в контроле.

Также на отсутствие токсического воздействия используемой добавки указывала равномерная динамика биохимических показателей крови и отсутствие значимых межгрупповых различий, за исключением концентрации глюкозы, которая росла пропорционально увеличению дозы исследуемой добавки на 33,3 % ($p < 0,05$) и 49,7 % ($p < 0,01$) во второй и третьей группах соответственно, что обусловлено действием пропионата кальция. Изучение патологоанатомической картины и массовых коэффициентов внутренних органов не выявило каких-либо отклонений.

Таким образом, в ходе проведения 2-месячного исследования хронической токсичности установлено, что минеральная кормовая добавка с содержанием пропионата кальция в дозах, равных 1,0; 2,0 и 5,0 г/кг массы тела, не обладает токсическим действием и может быть использована для проведения дальнейших исследований по определению ее эффективности на сельскохозяйственных животных.

Список источников

1. Требухов А. В. Особенности нарушения обмена веществ у высокопродуктивных коров в биогеохимической провинции Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 8 (166). С. 95–99. EDN VNBRJI.
2. Шепелева Т. А. Роль обеспеченности микронутриентами дойных коров в регионе Южного Урала // Эффективное животноводство. 2023. № 6 (188). С. 36–37. EDN ZHGUAH.
3. Кручинкина Т. В., Сиянова И. В. Степень нарушения минерального обмена у крупного рогатого скота в Амурской области // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2022. № 1 (53). С. 56–60. <https://doi.org/10.24412/2074-5036-2022-1-56-60>. EDN BDIBGN.
4. Кислякова Е. М., Воробьева С. Л. Применение инновационной кальций содержащей добавки в рационах коров и ее влияние на переваривание и усвоение питательных веществ // Пермский аграрный вестник. 2018. № 1 (21). С. 116–121. EDN YTIMBK.
5. Иванищева А. П., Сизова Е. А., Камирова А. М., Мусабаева Л. Л., Соловьев М. В. Макро- и микроэлементы в питании животных: многообразие веществ и форм // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 2. С. 85–111. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-2-85>. EDN QFVAHB.
6. Tufarelli V., Puvača N., Glamočić D., Pugliese G., Colonna M. A. The most important metabolic diseases in dairy cattle during the transition period // Animals. 2024. Vol. 14. No. 5. P. 816. <https://doi.org/10.3390/ani14050816>. EDN SLILAC.
7. Vieira-Neto A., Lean I. J., Santos J. E. P. Periparturient mineral metabolism: implications to health and productivity // Animals. 2024. Vol. 14. No. 8. P. 1232. <https://doi.org/10.3390/ani14081232>. EDN IUSJMT.
8. Суханова С. Ф., Усков Г. Е., Лещук Т. Л., Позднякова Н. А. Сила влияния минеральных добавок на молочную продуктивность коров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. 2020. Т. 241. № 1. С. 203–206. EDN HALRMH.
9. Алексеева Н. М., Борисова П. П., Николаева Н. А. Влияние скармливания новых рецептов кормовых добавок на биохимический статус крови крупного рогатого скота симментальской породы в условиях Якутии // Аграрный научный журнал. 2021. № 8. С. 62–66. <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i8pp62-66>. EDN TRXHQG.
10. Smolentsev S. Y., Yusupova G. R., Nikolaev N. V., Aukhadieva Z. F., Volkov R. A., Kashaeva A. R. [et al.]. Productive indicators of cows and milk quality, when adding amide-vitamin-mineral concentrate to the diet // International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences. 2020. Vol. 11. No. 2. P. 1511–1514. <https://doi.org/10.26452/ijrps.v11i2.2025>. EDN WHYYPY.
11. Чекункова Ю. А., Беляева Н. Ю., Хаперский Ю. А., Ашенбреннер А. И. Оценка токсических свойств цитогумата // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 7 (165). С. 116–121. EDN VKFAVM.
12. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / под ред. Р. У. Хабриева. М. : Медицина, 2005. 832 с. EDN QCSIOB.
13. Щербинин С. Пропионат кальция в рационах крупного рогатого скота // Животноводство России. 2024. № 1. С. 46–47. EDN RLNXUR.

References

1. Trebukhov A. V. The features of metabolic disorders in highly productive cows in the biogeochemical province of the Altai krai. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2018;8(166):95–99. EDN VNBRJI (in Russ.).
2. Shepeleva T. A. The role of micronutrient provision for dairy cows in the Southern Urals region. *Effektivnoe zhivotnovodstvo*, 2023;6(188):36–37. EDN ZHGUAH (in Russ.).
3. Kruchinkina T. V., Siyanova I. V. The degree of violation of mineral metabolism in cattle in the Amur region. *Aktual'nye voprosy veterinarnoi biologii*, 2022;1(53):56–60. <https://doi.org/10.24412/2074-5036-2022-1-56-60>. EDN BDIBGN (in Russ.).

4. Kislyakova E. M., Vorobyova S. L. Innovative calcium containing supplement in cow ration and its influence on digestion and nutrient absorption. *Permskii agrarnyi vestnik*, 2018;1(21):116–121. EDN YTIMBK (in Russ.).
5. Ivanishcheva A. P., Sizova E. A., Kamirova A. M., Musabaeva L. L., Solovyov M. V. Macro and microelements in animal nutrition: a variety of substances and forms. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*, 2023;106;2:85–111. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-2-85>. EDN QFVAHB (in Russ.).
6. Tufarelli V., Puvača N., Glamočić D., Pugliese G., Colonna M. A. The most important metabolic diseases in dairy cattle during the transition period. *Animals*, 2024;14;5:816. <https://doi.org/10.3390/ani14050816>. EDN SLILAC.
7. Vieira-Neto A., Lean I. J., Santos J. E. P. Periparturient mineral metabolism: implications to health and productivity. *Animals*, 2024;14;8:1232. <https://doi.org/10.3390/ani14081232>. EDN IUSJMT.
8. Sukhanova S. F., Uskov G. E., Leshchuk T. L., Pozdnyakova N. A. Force of influence of mineral additives on the dairy productivity of cows. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny imeni N. E. Baumana*, 2020;241;1:203–206. EDN HALRMH (in Russ.).
9. Alekseeva N. M., Borisova P. P., Nikolaeva N. A. Influence of new recipes of feed additives on the biochemical status of the blood of simmental cattle in Yakutia. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*, 2021;8:62–66. <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i8pp62-66>. EDN TRXHQG (in Russ.).
10. Smolentsev S. Y., Yusupova G. R., Nikolaev N. V., Aukhadieva Z. F., Volkov R. A., Kashaeva A. R. [et al.]. Productive indicators of cows and milk quality, when adding amide-vitamin-mineral concentrate to the diet. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 2020; 11;2:1511–1514. <https://doi.org/10.26452/ijrps.v11i2.2025>. EDN WHYYPY.
11. Chekunkova Yu. A., Belyayeva N. Yu., Khaperskiy Yu. A., Aschenbrenner A. I. Evaluation of toxic properties of cytohumate. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2018;7(165):116–121. EDN VKFAVM (in Russ.).
12. Khabriev R. U. (Eds.). *Guidelines for experimental (preclinical) study of new pharmacological substances*, Moscow, Meditsina, 2005, 832 p. EDN QCIIOB (in Russ.).
13. Shcherbinin S. Calcium propionate in cattle diets. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2024;1:46–47. EDN RLNXUR (in Russ.).

© Кручинкина Т. В., Остякова М. Е., 2024

Статья поступила в редакцию 25.08.2024; одобрена после рецензирования 09.09.2024; принята к публикации 11.09.2024.

The article was submitted 25.08.2024; approved after reviewing 09.09.2024; accepted for publication 11.09.2024.

Информация об авторах

Кручинкина Татьяна Викторовна, кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6529-4340>, Author ID: 991900, dalznivilabbiohim@mail.ru;

Остякова Марина Евгеньевна, доктор биологических наук, доцент, директор, Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2996-0991>, Author ID: 680547, dalznividv@mail.ru

Information about the authors

Tatyana V. Kruchinkina, Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher, Far East Zone Research Veterinary Institute, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6529-4340>, Author ID: 991900, dalznivilabbiohim@mail.ru;

Marina E. Ostyakova, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Director, Far East Zone Research Veterinary Institute, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2996-0991>, Author ID: 680547, dalznividv@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.