

## ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ VETERINARY MEDICINE AND ANIMAL SCIENCE

Научная статья

УДК 619:615.038:636.087.72

doi: 10.34655/bgsha.2024.77.4.004

### Изучение острой токсичности минеральной кормовой добавки на белых крысах

Татьяна Викторовна Кручинкина<sup>1</sup>, Марина Евгеньевна Остякова<sup>2</sup>,  
Вера Константиновна Ирхина<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт,  
Благовещенск, Россия

<sup>1,3</sup>dalznivilabbiohim@mail.ru,

<sup>2</sup>dalznividv@mail.ru

**Аннотация.** Содержание минеральных веществ в организме животных определяется природными факторами, геохимическими и физическими особенностями среды. Проявление минеральной недостаточности у животных в каждой биогеохимической провинции имеет свои зональные особенности, зависящие от различного сочетания и содержания элементов в почве, воде, кормовых культурах. В связи с особенностями рельефа и почвообразующей породы Амурская область принадлежит к биогеохимической провинции с большим дефицитом всех нормируемых макро-микроэлементов. Патология обмена веществ у крупного рогатого скота в Амурской области регистрируется во всех районах и имеет массовый характер. Вопросы подбора кормовых добавок остаются актуальными и необходимо их решать с учетом конкретных производственных, хозяйственных, природных и климатических условий. Нами разработана кормовая добавка для нормализации минерального обмена у крупного рогатого скота. Обязательным этапом доклинического исследования новой кормовой добавки является изучение ее токсикологических свойств. Целью исследования являлось изучение минеральной кормовой добавки на предмет острой токсичности на белых крысах. Исследования выполнялись в отделе животноводства и птицеводства, виварии ФГБНУ ДальЗНИВИ. Объектом исследований служили клинически здоровые лабораторные нелинейные белые крысы, ранее не подвергавшиеся токсическому воздействию. Представлены результаты анализа гематологического и биохимического состава крови. Определена живая масса экспериментальных животных. Рассчитаны массовые коэффициенты органов. При изучении острой токсичности минеральной кормовой добавки признаки острой интоксикации у крыс отсутствовали. Установить среднелетальную дозу ( $LD_{50}$ ) не удалось. Разработанная добавка не оказала отрицательного влияния на гематологические и биохимические показатели животных, способствовала увеличению живой массы крыс опытной группы на 1,6% по сравнению с контролем. По результатам исследования острой ток-

сичности кормовую добавку для нормализации минерального обмена крупного рогатого скота можно отнести к IV классу опасности – «малотоксичные вещества».

**Ключевые слова:** доклинические исследования, острая токсичность, лабораторные животные (белые крысы), минеральная кормовая добавка, кровь, сыворотка, гематологические и биохимические показатели.

Original article

## Study of the acute toxicity of a mineral feed additive at white rats

Tatyana V. Kruchinkina<sup>1</sup>, Marina E. Ostyakova<sup>2</sup>, Vera K. Irkhina<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Far Eastern Zone Research Veterinary Institute, Blagoveshchensk, Russia

<sup>1,3</sup>dalznivilabbiohim@mail.ru,

<sup>2</sup>dalznividv@mail.ru

**Abstract.** The content of mineral substances in the body of animals is determined by natural factors, geochemical and physical characteristics of the environment. The manifestation of mineral deficiency in animals in each biogeochemical province has its own zonal characteristics, depending on the different combination and content of elements in soil, water, and feeding crops. Due to the peculiarities of the relief and soil-forming rock, the Amur Region belongs to a biogeochemical province with a large deficiency of all standardized macro-microelements. Pathology of metabolism of cattle in the Amur Region is registered in all its districts and is of mass proportion. The issues of selecting feed additives remain relevant and must be resolved taking into account specific production, economic, natural and climatic conditions. We have developed a feed additive to normalize mineral metabolism in cattle. An obligatory stage of preclinical studies of a new feed additive is the study of its toxicological properties. The purpose of the research was to study a mineral feed additive on white rats for acute toxicity. The research was carried out in the department of livestock and poultry farming and vivarium of the FSBSI Far Eastern Zone RVI. The objects of the research were clinically healthy laboratory nonlinear white rats that had not previously been exposed to toxic effects. The results of haematological and biochemical analysis of blood composition are presented. The live weight of experimental animals was determined. Organ mass coefficients were calculated. When studying the acute toxicity of the mineral feed additive, there were no signs of acute intoxication in rats. It was not possible to establish the median lethal dose ( $LD_{50}$ ). The developed additive did not have a negative effect on the biochemical and haematological parameters of animals, and contributed to an increase of the live weight of rats in the experimental group by 1,6% compared to the control one. According to the results of an acute toxicity study, the feed additive for normalizing the mineral metabolism of cattle can be classified to hazard class IV – «low toxic substances».

**Keywords:** preclinical studies, acute toxicity, laboratory animals (white rats), mineral feed additive, blood, serum, hematological and biochemical parameters.

**Введение.** Изыскание эффективных методов восполнения минеральной недостаточности у сельскохозяйственных животных в условиях Амурской области носит весьма актуальный характер, что обусловлено «бедностью» минеральной составляющей почв, отражающейся в значительной степени на качестве заготовляемого корма [1-3]. Следует отметить, что недостаток кальция, фосфора, магния, селена и других жизненно важных микро- и макроэлементов ухудшают усвоение других питательных веществ корма,

тем самым снижая темпы роста и развития молодняка, продуктивность взрослого поголовья и процент здорового нарождающегося потомства [4-10]. Наиболее остро этот вопрос стоит у животных с высоким уровнем продуктивности, в том числе у крупного рогатого скота молочно-направленного, где на поддержание здоровья коровы и высокого уровня продуктивности требуется большое количество минеральных веществ и особенно кальция [11]. Ввиду этого при разработке рационов для продуктивных животных необ-

ходимо учитывать природную обеспеченность региона микро- и макроэлементами и продуктивную направленность животного. В этой работе большой помощью для зооветспециалистов может служить изучение биохимических параметров крови, позволяющее оценить уровень метаболизма в целом и минерального обмена в частности, а также выявить какие-либо нарушения еще до проявления клинических признаков минеральной недостаточности [12].

Применение минеральных добавок в животноводстве, как один из методов нормализации минерального кормления животных, подразумевает под собой обогащение кормовой базы недостающими химическими элементами. В настоящее время рынок предлагает различного рода кормовые добавки синтетического и природного происхождения, при этом их эффективность в значительной степени варьируется и зачастую не способствует должному нормированию кормления, что может быть обусловлено их применением без учета региональных особенностей.

Одним из важнейших доклинических этапов в разработке кормовых добавок для животных является получение доказательств их безопасности на лабораторных животных [13]. Ввиду выше изложенного была определена **цель исследования**: изучить минеральную кормовую добавку на предмет острой токсичности на белых крысах.

**Материалы и методы исследования.** Исследования выполнялись на базе ФГБНУ ДальЗНИВИ в соответствии с «Руководством по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ» [14].

Кормовая добавка разработана на основе пшеничных отрубей и пропионата кальция.

Объектом исследований служили клинически здоровые лабораторные нелинейные крысы-самцы с живой массой от 260 до 280 г, ранее не подвергавшиеся токсическому воздействию. До начала исследования все животные были подвергнуты 14-дневному профилактическому

му карантинированию с ежедневным индивидуальным осмотром. На протяжении всего периода наблюдений отобранные животные находились в равных условиях в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами. Кормили животных два раза в день, вода была в свободном доступе без ограничений.

Для изучения острой токсичности разработанной нами минеральной добавки животные были распределены на две группы (опытная и контрольная), по пять голов в каждой. Кормовую добавку в утреннее кормление получали крысы только опытной группы, начальная доза которой составляла 1,0 г/кг массы тела, в каждый последующий день дозу увеличивали (2,0; 3,0; 4,0 г/кг массы тела и т.д.). Исходя из этого, предполагалось определить среднелетальную дозу LD<sub>50</sub>. Наблюдение за животными вели 29 дней.

В начале и конце исследований во всех группах оценивали поведение крыс, поедаемость корма, объем потребления воды, состояние волосяного покрова, слизистых оболочек, изменение массы тела. Помимо этого в динамике изучали гематологический и биохимический состав крови: количество лейкоцитов, эритроцитов, гемоглобина; уровни мочевины (ммоль/л), глюкозы (ммоль/л), холестерина (ммоль/л), триглицеридов (ммоль/л), АСТ (Ед/л), АЛТ (Ед/л), билирубина (мкмоль/л), щелочной фосфатазы (Ед/л), общего кальция (ммоль/л), неорганического фосфора (ммоль/л), общего магния (ммоль/л), калия (ммоль/л). Для биохимических исследований использовали полуавтоматические биохимические анализаторы (StatFax 3300 и StatFax 1904-R) и диагностические наборы ВИТАЛ. Определение белковых фракций осуществляли турбидиметрическим (нефелометрическим) методом на анализаторе «StatFax 1904-R» [15]. Дополнительно расчетным методом по И. Тодорову устанавливали уровень йонизированного кальция (ммоль/л), а также с помощью рефрактометра РЛ-2 определяли общий белок (г/л).

По окончании исследовательского периода животные были декапитированы

под наркозом с соблюдением принципов гуманности для дальнейшего макроскопического изучения основных органов (сердца, селезенки, печени, почек, желудка, кишечника, семенников), с учетом их массы и массовых коэффициентов.

С использованием стандартной программы Microsoft Excel был проведен анализ цифрового материала и вычислены следующие показатели: M, m, t, p, при этом достоверными результаты считали  $p < 0,05$ .

**Результаты исследований и их обсуждение.** Включение в рацион крыс опытной группы минеральной добавки в начальной дозе 1,0 г/кг массы тела не оказало влияния на общее состояние животных. Крысы полностью съедали корм, были подвижны, активно реагировали на внешние раздражения. Определить сред-

нелетальную дозу ( $LD_{50}$ ) не представилось возможным, так как гибель крыс от приема кормовой добавки в максимальной дозе 28,0 г/кг массы тела отсутствовала. У крыс опытной группы на конец опыта сохранялись физиологические поведенческие реакции, при этом качество шерстного покрова, уровень аппетита и объем потребленной воды соответствовал аналогичным показателям крыс из контрольной группы. Сохранность крыс в конце опытного периода в контроле и опыте составила 100%. Добавление минеральной добавки с содержанием пропионата кальция к основному рациону белых крыс не обладает токсическим воздействием на организм животных. Об этом факте свидетельствуют гематологические показатели крови крыс, представленные в таблице 1.

**Таблица 1** – Результаты гематологического исследования белых крыс (острый опыт) (n=5)

Животные	Эритроциты, $10^{12}/л$	Лейкоциты, $10^9/л$	Гемоглобин, г/л
до начала опыта	5,63±1,13	9,40±1,39	141,62±5,70
опытной группы	10,86±0,31**	7,25±0,11	145,20±4,38
контрольной группы	7,20±1,36*	7,40±1,18	141,18±3,80

Примечание: \* $p < 0,05$

При анализе гематологических показателей крыс опытной группы по сравнению с контрольной отмечали увеличение гемоглобина на 2,8%, количество лейкоцитов было на одном уровне. В опытной группе установлено достоверное увеличение содержания эритроцитов, по сравнению с группой до начала опыта, в 1,9 раза

( $p < 0,01$ ) и с контрольной группой в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ), что соответствует пределам физиологической нормы и указывает на нормализацию функции органов кроветворения.

Результаты биохимического исследования крови (контроль, опыт) соответствовали нормативным значениям (табл. 2).

**Таблица 2** – Результаты биохимического исследования сыворотки крови крыс (острый опыт)

Показатели	Животные (n=5)		
	до начала опыта	опытной группы	контрольной группы
Общий белок, г/л	74,74±2,05	70,14±1,39	66,72±1,13
Альбумины, %	30,35±1,74	26,13±1,64	25,73±3,70
глобулины, %	а	35,52±2,68	31,89±2,16
	β	21,56±2,59	20,15±4,31
	γ	12,58±0,89	21,81±1,48***
А/Г, ед	0,42±0,04	0,36±0,02	0,36±0,07
Мочевина, мМ/л	4,58±0,26	4,38±0,44	3,98±0,41
Холестерин, мМ/л	1,38±0,21	1,24±0,07*	0,90±0,10

Глюкоза, мМ/л	4,54±0,09	4,36±0,09	4,24±0,08
Кальций, общ., мМ/л	2,08±0,05	2,84±0,19**	2,62±0,0,09***
Фосфор неорг., мМ/л	1,50±0,05	3,16±0,22***	2,77±0,26**
Ca <sup>++</sup> , мМ/л	0,88±0,02	1,27±0,10**	1,20±0,04***
Магний, мМ/л	0,42±0,07	0,66±0,06*	0,55±0,05
Калий, мМ/л	5,26±0,23	7,32±0,73	7,46±1,13
Триглицериды, мМ/л	0,26±0,06	1,06±0,32*	0,86±0,20 *
АЛТ, Е/л	53,60±7,03	57,24±5,44	58,30±6,12
АСТ, Е/л	160,40±8,49	165,06±21,79	185,60±12,05
Щелочная фосфатаза, Е/л	167,28±8,88	172,64±12,07	174,18±14,75
Билирубин, мкМ/л	4,32±1,14	3,42±1,52	7,30±3,59

Примечание: \*p<0,05; \*\*p<0,01, \*\*\*p<0,001

Концентрация сывороточного кальция, фосфора и ионизированного кальция в контроле (Са – на 25,9%, p<0,001; Р – на 84,7%, p<0,01, Са<sup>++</sup> – на 36,4%, p<0,001 ) и опыте (Са – на 36,5%, p<0,01; Р – в 2,1 раза, p<0,001, Са<sup>++</sup> – на 44,3%, p<0,01) достоверно увеличилась относительно аналогичных показателей в начале опыта.

Увеличение содержания магния в сыворотке крови в сравнении с исходным состоянием отмечали у интактных крыс (на 30,9%) и у опытных (на 57,1%), при этом достоверный рост этого показателя был зарегистрирован только в опытной группе.

Уровень холестерина и триглицеридов в сыворотке крови крыс в опытной группе соответствовал физиологической норме и был выше на 37, и 23,2 % соответственно, по сравнению с контрольной группой.

Регистрировали меньшие значения аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы, щелочной фосфатазы и общего билирубина в группе опытных животных относительно значений аналогичных показателей контрольной группы на 2,0; 11,0; 1,0 и 53,0% соответственно.

Остальные биохимические показатели, характеризующие белковый и углеводный обмены, соответствовали нормальному пределу, при этом межгрупповые различия и различия в динамике имели

недостоверный характер.

В ходе проведения исследования происходило увеличение массы как опытных, так и контрольных животных. Живая масса у всех групп лабораторных крыс в начале опыта находилась на одинаковом уровне и в среднем составляла 280,6 г. Живая масса крыс контрольной группы на конец опыта составляла 327,80±6,07 г, в опытной группе – 333,00±6,26 г.

Изучение живой массы у исследованных животных в динамике и анализ полученных результатов показал, что животные контрольной и опытной групп к концу эксперимента имели положительный прирост весовых показателей (контроль – на 16,9%, опыт – на 18,6%). При этом крысы, получавшие минеральную добавку к основному рациону, обладали более интенсивным ростом весовых показателей (на 1,6%) относительно контрольных животных.

В ходе патологоанатомического исследования внутренних органов (сердце, печень, почки, селезенка, желудок, семенники) у крыс в контроле и опыте не было установлено отклонений со стороны анатомического расположения и их макроморфологического состояния. Установлено статистическое достоверное отличие только массового коэффициента сердца лабораторных животных 0,25±0,003 против 0,27±0,006 в контроле (p<0,05) (табл. 3).

Таблица 3 – Массовые коэффициенты органов белых крыс, острый опыт, %

Показатели	Группы (n=5)	
	опытная	контрольная
Сердце	0,25±0,01*	0,27±0,01
Печень	3,15±0,18	3,37±0,10
Почки	0,57±0,02	0,59±0,01
Селезёнка	0,29±0,02	0,30±0,02
Желудок	0,40±0,03	0,45±0,01
Семенники	0,80±0,03	0,89±0,03

Примечание: \*p<0,05

**Заключение.** Применение минеральной кормовой добавки с содержанием пропионата кальция белым крысам не оказывало токсического действия на организм животных, что подтверждалось увеличением содержания эритроцитов в 1,9 раз (p<0,01). Остальные показатели крови и морфологическое состояние внутренних органов соответствовали норме. Масса крыс, получавших минеральную добавку, была выше массы контрольной

группы на 1,6%. Среднелетальную дозу (LD<sub>50</sub>) установить не удалось, так как за весь период наблюдения в обеих группах не погибла ни одна крыса, сохранность составила 100%. В результате исследований установлено, что кормовая добавка не обладает острой токсичностью. По результатам исследования острой токсичности кормовую добавку можно отнести к IV классу опасности – «малотоксичные вещества».

#### Список источников

1. Залюбовская Е.Ю. Влияние скармливания нормируемых микроэлементов в минеральной и органической формах на рост, развитие и обмен веществ молодняка крупного рогатого скота // Ветеринария сегодня. 2018. №1(24). С. 26 – 28. EDN: YWMMFP
2. Морфологический состав крови коров на фоне применения селен-содержащего и тканевого препаратов в условиях Амурской области / Н.Н. Малкова, М.Е. Остякова, С.А. Щербинина, Н.С. Голайдо // Известия нижевожского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 3 (55). С 283-290. EDN: FWJHDE. doi: 10.32786/2071-9485-2019-03-36
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. EDN: BDIBGN. doi: 10.24412/2074-5036-2022-1-56-60
4. Еременко О.Н., Комлацкий В.И., Давиденко Ю.Г. Особенности кормления высокопродуктивных коров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (96). С. 281-285. EDN: TDMNWM
5. Иванова И.Е., Волынкина М.Г., Ковалева О.В., Петрова Ю.А. Влияние минерального премикса в рационе высокопродуктивных коров на обменные процессы в период раздоя // Пермский аграрный вестник. 2018. № 2 (22). С. 129-134. EDN: XRHIMX
6. Казакбаев Б. Влияние питательных веществ рациона на продуктивность сельскохозяйственных животных // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: сборник докладов XII международной научно-практической конференции молодых учёных. Великие Луки, 13–14 апреля 2017 года. Том 1. Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. 2017. С. 131-135. EDN: PLJKKT
7. Курилович А.М., Коваленок Н.П. Применение препарата “Витам” при лечении коров, больных остеодистрофией // Ветеринарный фармакологический вестник. 2018. № 4 (5). С. 34-40. EDN: YTSPTV.
8. Любин Н.А., Ахметова В.В. Цеолиты Сиуч-Юшанского месторождения в улучшении физиологических функций и повышении продуктивных качеств молочных коров: монография. Ульяновск: Изд-во Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. 2018. 170 с. EDN: UVIZDH
9. Позднякова Н.А., Ярославцев Ф.В. Новые минеральные добавки в рационах лактирующих коров // Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курган, 26 марта 2020 года. Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2020. С. 291-295. EDN: PFUIKY.

10. 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 им. Н.Э. Баумана. 2020. Т. 241(1). С. 204-208. EDN: HALRMH. doi: 10.31588/2413-4201-1883-241-1-203-207.
11. Кислякова Е.М., Воробьева С.Л. Применение инновационной кальцийсодержащей добавки в рационах коров и её влияние на переваривание и усвоение питательных веществ // Пермский аграрный вестник. 2018. № 1(21). С. 116-121. EDN: YTIMBK
12. Белова С.Н., Смоловская О.В., Плешков В.А., Семечкова А.В. Оценка и оптимизация минерального обмена лактирующих коров // Пермский аграрный вестник. 2022. № 3 (39). С. 46-54. EDN: GHQOCK. doi: 10.47737/2307-2873\_2022\_39\_46
13. Чекунова 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
14. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. Издание 2-е, переработанное и дополненное. Москва: Издательство "Медицина", 2005. 832 с. EDN: QCIIOB
15. Патент 2669403 Российская Федерация. Способ определения белковых фракций сыворотки крови: № 2017134218: заявл. 02.10.2017. опубл. 11.10.2018 / Остякова М.Е., Штенникова Г.Б. Бюл. № 29. 4 с. EDN: ZEBQMP

### Reference

1. Zalyubovskaya Ye.Yu. Influence of feeding normalized trace elements in mineral and organic form on growth, development and metabolism of young cattle. *Veterinary Science Today*. 2018;1(24):26 – 28 (In Russ.)
2. Malkova N.N., Ostyakova M.E., Shcherbinina S.A., Golaydo N.S. Morphological composition of cow's blood on the background of self-containing and tissue drugs under conditions of Amur region. *Proceedings of Lower Volga agro-university complex: science and higher education*. 2019;3(55):283–290 (In Russ.). doi: 10.32786/2071-9485-2019-03-36
3. Kruchinkina T.V., Siyanova I.V. The degree of violation of mineral metabolism in cattle in the Amur region. *Actual questions of veterinary biology*. 2022;1(53):56-60 (In Russ.). doi: 10.24412/2074-5036-2022-1-56-60
4. Eremenko O.N., Komlatsky V.I., Davidenko Yu.G. Features of feeding highly productive cows. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022;4(96):281-285 (In Russ.)
5. Ivanova I.E., Volynkina M.G., Kovaleva O.V., Petrova Yu.A. The influence of mineral premix in the diet of highly productive cows on metabolic processes in the period of peak yield. *Perm Agrarian Journal*. 2018;2(22):129-134 (In Russ.)
6. Kazakbaev B. The influence of dietary nutrients on the productivity of farm animals. *Scientific and technological progress in agricultural production: Collection of reports of the XII Int. Sci. and Pract. Conf. of young scientists, Velikiye Luki, April 13–14, 2017. Volume 1. Velikiye Luki*. 2017. Pp. 131-135 (In Russ.)
7. Kurilovich A.M., Kavalionak N.P. Application of «vitam» in the treatment of cows of patients osteodystrophy. *Bulletin of Veterinary Pharmacology*. 2018;4(5):34-40 (In Russ.)
8. Lybin N.A., Akhmetova V.V. Zeolites of the Siuch-Yushanskoe deposit in improving physiological functions and increasing the productive qualities of dairy cows: monograph. Ulyanovsk. 2018. 170 p. (In Russ.)
9. Pozdnyakova N.A., Yaroslavtsev F.V. New mineral supplements in the diets of lactating cows. *Engineering support in the implementation of socio-economic and environmental programs of the agro-industrial complex: materials of the All-Russian (National) Sci. and Pract. Conf., Kurgan, March 26, 2020. Kurgan. Kurgan State Agricultural Academy named after. T.S. Maltseva*. 2020; 291-295 (In Russ.)
10. Sukhanova S.F., Uskov G.E., Leshchuk T.L., Pozdnyakova N.A. Force of influence of mineral additives on the dairy productivity of cows. *Scientific notes of the Bauman KGAVM*. 2020;241(1):204-208 (In Russ.). doi: 10.31588/2413-4201-1883-241-1-203-207.
11. Kislyakova E.M., Vorobiova S.L. Innovative calcium containing supplement in cow ration and its influence on digestion and nutrient absorption. *Perm Agrarian Journal*. 2018;1(21):116-121 (In Russ.)
12. Belova S.N., Smolovskaya O.V., Pleshkov V.A., Semechkova A.V. Evaluation and optimization of mineral metabolism in lactating cows. *Perm Agrarian Journal*. 2022;3(39):46-54 (In Russ.)
13. Chekunkova Yu.A., Belyayeva N.Yu., Khaperskiy Yu.A., Aschenbrenner A.I. Evaluation of toxic properties of cytohumate. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2018;7(165):116-121 (In Russ.)
14. Guidelines for experimental (preclinical) study of new pharmacological substances. 2-nd Ed., revised and expanded. Moscow: Medicine. 2005. 832 p. (In Russ.)
15. Патент 2669403 Russian Federation. Method for determining protein fractions of blood serum. № 2017134218: заявл. 02.10.2017. опубл. 11.10.2018 / Ostyakova M.E., Shtennikova G.B. Byul. № 29. 4 p. (In Russ.)

#### Информация об авторах

**Татьяна Викторовна Кручинкина** – кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник отдела животноводства и птицеводства;

**Марина Евгеньевна Остякова** – доктор биологических наук, доцент, директор;

**Вера Константиновна Ирхина** – научный сотрудник отдела животноводства и птицеводства.

#### Information about the authors

**Tatyana V. Kruchinkina** – Candidate of Science (Veterinary), Leading researcher, Department of animal husbandry and poultry;

**Marina E. Ostyakova** – Doctor of Science (Biology), Associate Professor, Director;

**Vera K. Irkhina** – Researcher, Department of Animal Husbandry and Poultry.

Статья поступила в редакцию 17.05.2024; одобрена после рецензирования 15.10.2024; принята к публикации 30.10.2024.

The article was submitted 17.05.2024; approved after reviewing 15.10.2024; accepted for publication 30.10.2024.