

**Взаимосвязь минерального состава почвенного покрова и здоровья крупного рогатого скота**

**Маргарита Александровна Самбурова<sup>1</sup>, Татьяна Сергеевна Ермилова<sup>2</sup>, Эмиль Афлатун оглы Салимзаде<sup>2</sup>,  
Ольга Владиславовна Кашарная<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ООО «БИОС», 105187, г. Москва, Россия, e-mail: samburova.m.20@mail.ru

<sup>2</sup>Астраханский государственный университет, г. Астрахань, Россия, e-mail: metodika@asu.edu.ru

**Аннотация.** Ведущий путь поступления минеральных элементов животным – трофическая цепь «почва – растение – животное». В статье раскрывается значимость уровней макро- и микроэлементов в почвах сельскохозяйственных угодий для здоровья и продуктивности крупного рогатого скота. Приведены некоторые меры нормализации минерального состава почв и минерального статуса животных, результативность которых подтверждается научными исследованиями.

**Ключевые слова:** почва; крупный рогатый скот; макроэлементы; микроэлементы.

**Для цитирования:** Самбурова М. А., Ермилова Т. С., Салимзаде Э. А. о., Кашарная О. В. Взаимосвязь минерального состава почвенного покрова и здоровья крупного рогатого скота // Аграрный научный журнал. 2022. № 9. С. 76–80. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i9pp76-80>.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**Relationship of soil cover mineral composition and cattle health**

**Margarita A. Samburova<sup>1</sup>, Tatyana S. Ermilova<sup>2</sup>, Emil A. o. Salimzade<sup>2</sup>, Olga V. Kasharnaya<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>"BIOS" LLC, Moscow, Russia, e-mail: samburova.m.20@mail.ru

<sup>2</sup>Astrakhan State University, Astrakhan, Russia, e-mail: metodika@asu.edu.ru

**Abstract.** The leading pathway for the supply of mineral elements to animals is the trophic chain "soil-plant-animal". The review article reveals the significance of the levels of macro and trace elements in soils of agricultural territories for the health and productivity of cattle, as well as some measures for normalization of the soils mineral composition and the mineral status of animals, the effectiveness of which is confirmed by scientific research.

**Keywords:** soil; cattle; macro elements; trace elements.

**For citation:** Samburova M. A., Ermilova T. S., Salimzade E. A. o., O.V. Kasharnaya O.V. Relationship of soil cover mineral composition and cattle health. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(9): 76–80. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i9pp76-80>.

Актуальность рационального использования ресурсов окружающей среды продолжает усиливаться в связи с ростом глобального загрязнения биосферы и ее отдельных регионов. В то же время используемые сельским хозяйством природные ресурсы подвергаются не только воздействию опасных токсикантов, но и выносу важнейших минеральных элементов вместе с урожаем. Освоение земель под сельхозугодия оказывает влияние на гранулометрический состав почвы, кислотность, активность почвенных ферментов и микрофлоры. Кроме того, многие территории по естественным причинам испытывают дефицит макро- и микроэлементов в водах и почвах [1]. В качестве примера можно привести выраженный дефицит, а иногда и критически малые количества йода в почвах на обширных территориях страны, удаленных от побережья мирового океана [22, 29]. Возможно сочетание избыточных количеств особо опасных элементов с резкой нехваткой важнейших нормируемых микронутриентов, примером такого региона служит Амурская область России [6].

Наиболее часто в ходе мониторинговых мероприятий выявляют экологическое неблагополучие участков, располагающихся в непосредственной близости к промышленным предприятиям, местам захоронения промышленных и бытовых отходов, транспортным магистралям. Интенсивный техногенез территорий сопряжен с повышенным накоплением солей тяжелых металлов, как правило, цинка, кадмия, свинца, никеля, ртути или мышьяка, причисляемого к той же группе высокоопасных токсикантов [1, 14].

**Потребность крупного рогатого скота в минеральных элементах.** Очевидно, что обеспеченность сельскохозяйственных животных минеральными веществами практически полностью зависит от того, сколько и каких соединений макро- и микроэлементов они получают с кормами. В свою очередь химический состав, безопасность и питательные свойства кормовых культур и травостоя естественных пастбищ сильно зависят от характеристик почв, на которых они произрастают [20]. Крупный рогатый скот (КРС) нуждается в сбалансированном питании для поддержания физиологических процессов и обеспечения продуктивности в соответствии с генетическим потенциалом. Современные высокопродуктивные породы КРС из-за интенсивных метаболических процессов проявляют большую чувствительность к содержанию токсикантов в кормах, высокую потребность в минеральных веществах и негативно реагируют на нарушение баланса макро- и микроэлементов [8, 17]. Например, в рационах лактирующих коров на 1 энергетическую кормовую единицу (ЭКЕ) должно приходиться 5,7–7,8 г калия, 4,9–7,7 г кальция, 3,4–5,6 г фосфора, 1,6–1,8 г магния, а также 5,5–6,5 г поваренной соли. Обеспеченность микроэлементами на 1 ЭКЕ должна соответствовать 57–89 мг железа, 42–82 мг марганца, 41–79 мг цинка, 6–12,5 мг меди, 0,55–1,15 мг йода, 0,45–1,05 мг кобальта. Селена требуется 5,2–6,3 мг в сутки при удое до 8000 кг [12].



Организму животных свойственна определенная степень регуляции гомеостаза макро- и микроэлементов, что подтверждается достаточно постоянным элементным составом тканей при широком диапазоне содержания минеральных элементов в кормовых источниках. В то же время регуляторные механизмы ограничены, и на фоне интенсивной эксплуатации КРС отклонения в минеральном гомеостазе обуславливают возникновение ряда патологий, из которых наиболее распространенными являются остео дистрофические расстройства у взрослого поголовья и рахит у молодых животных [15]. Нередким явлением становятся хроническая интоксикация поголовья, включая телят, кадмием, свинцом, отравление солями меди и цинка, широко встречающимися промышленными ксенобиотиками [23, 25].

*Избыток элементов в почвах и воздействие тяжелых металлов.* Для экологии и здоровья поголовья наибольшую опасность представляют радионуклиды и тяжелые металлы, способные аккумулироваться в почве и сохраняться в природной среде в течение сотен лет. Основная часть поллютантов сосредотачивается в твердой фазе верхнего гумусового горизонта, меньшая часть – в водорастворимой фракции, но именно в ней подвижные соединения доступны растениям. Таким образом реализуется ведущий механизм поступления тяжелых металлов в организм КРС – перемещение из почвы по трофической цепи. Также тяжелые металлы представлены обменными формами в почвенно-поглощающем комплексе [5, 16]. К группе тяжелых металлов причисляют более 40 элементов (атомная масса более 40 а.е.м.), значительная часть которых входит в состав ферментов и других биомолекул, являясь жизненно необходимыми микроэлементами. В естественных незагрязненных почвах валовое содержание тяжелых металлов определяется характером исходной материнской породы, а изменение их уровня возможно в случае стихийных бедствий [19]. Техногенное загрязнение в настоящий момент стало главной причиной превышения в почвах допустимых концентраций химических элементов и формирования биогеохимических провинций, количество которых неуклонно возрастает. Большое число полиметаллических биогеохимических провинций сосредоточено на Урале.

Воздействие тяжелых металлов в виде хронической интоксикации отрицательно сказывается на гемопоэзе. Происходящие на уровне бластных кроветворных клеток нарушения приводят к появлению в кровяном русле клеток с микродрамами (что указывает на генетические нарушения), происходит разрушение мембран эритроцитов, в основном за счет повреждения липидов в их составе, снижение уровня гемоглобина, изменение лейкоцитарного профиля [23, 27]. Клинические признаки отравлений тяжелыми металлами и мышьяком во многом схожи и включают в себя такие проявления, как угнетенное состояние животного, снижение живой массы, анорексия, анемия, поражения кожного покрова (гиперемия, паракератоз), выпадение шерсти, снижение репродуктивной функции, приростов у молодых животных и молочной продуктивности у коров. Сильная интоксикация сопровождается дезориентацией, двигательными нарушениями, поражениями нервной системы, судорогами и параличами. Длительное потребление кормов, выращенных на загрязненных почвах, вызывает у скота поражения почек и печени различной степени тяжести, итогом которых становится выбытие животных [11, 27].

Естественные биогеохимические аномалии и деятельность человека также обуславливают избыток в почвах элементов-неметаллов: серы, фосфора, фтора, селена. Избыток фосфора возникает при нерациональном применении удобрений и опасен для животных нарушением соотношения Са:Р, ограничением образования биодоступных форм кальция и также потерей неусвояемых форм. У животных отмечают дистрофические изменения в костной ткани, остеолитическое поражение ребра, размягчение последних позвонков хвоста, шаткость резцов, деформацию копытного рога, увеличение суставов [4, 10]. Схожие изменения происходят в случае избыточного поступления фтора, поскольку элемент влияет на обмен кальция и фосфора. У КРС элемент блокирует углеводный обмен и нарушает процессы дыхания и окисления жирных кислот. Кроме того, под воздействием фтора происходит интенсивная потеря почвами органического вещества – дегумификация.

Опасность избытка селена связана с его включением вместо серы в большое число белков различной молекулярной массы и дислокации, характерно включение селена и в b-цепь глобина. Замещение серы в ферментных белках приводит к необратимым нарушениям жизненно важных функций. Однако утилизированный из почв растениями селен поступает животным в составе органических соединений с более высоким порогом токсичности [21].

В целях нормализации метаболических процессов и снижения токсического эффекта избытка минеральных элементов применяется много различных методов и средств: антагонисты тяжелых металлов (соединения серы, селена, металлы-антагонисты), адсорбенты, полисахариды, флавоноиды, лецитины [3]. Для улучшения состояния загрязненных почв проводятся рекультивационные мероприятия, оптимизируется их макро- и микроэлементный состав, вносятся сорбенты, применяются методы фиторемедиации и фитоэкстракции.

*Недостаток минеральных элементов.* Проблемой многих находящихся в сельскохозяйственном использовании почв является прогрессирующее падение плодородия в целом и обеднение микроэлементами в частности. В почвах и растительной продукции отмечается дефицит меди, цинка, кобальта, селена и йода. Растения, выращиваемые на данных почвах, не могут полностью покрывать потребности животных. Выходом из данной ситуации становится использование минеральных и органических удобрений, повышающих выход урожая с единицы посевной площади и пищевую ценность рационов, однако нередко этого оказывается недостаточно [2, 8]. Если удобрения не используются, в почвенный покров возвращается только 15–20 % от количества вынесенных с урожаем основных элементов питания, необходимых для растений, а восстановление гумуса составляет порядка 35–40 %. В общей сложности для сохранения элементного состава почв требуется ежегодное внесение 30 кг действующего вещества / га минеральных удобрений. Желательным агротехническим приемом при установленном дефиците микроэлементов в почвах является обеспечение растений некорневыми подкормками соответствующими микроудобрениями [2, 9].

Животным на проблемных территориях рекомендовано использование минеральных премиксов. Лучшие результаты профилактики и терапии гипозементозов стоит ожидать при применении органической формы элементов. В животноводстве возрастают масштабы использования микроэлементов-металлов в соединениях с аминокислотами





– хелатированных форм. Органическая форма микроэлементов делает их менее токсичными и более доступными организму КРС. Уменьшение токсичности в сравнении с традиционно используемыми неорганическими формами элементов составляет 10 и более раз. Введение в рацион хелатов Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Zn и Se может способствовать повышению удоев, выхода молочного жира и снижению восприимчивости к стрессовым воздействиям [18, 24, 26, 31, 32].

В регионах с нарушенным минеральным балансом почв одним вероятным решением проблемы может быть использование в кормлении КРС природных материалов, образованных в осадочных породах и представленных силикатами, алюмосиликатами, кристобалитами и т.д. Они обладают адаптогенными, сорбционными и ионообменными свойствами. В качестве адаптогенов природные минералы повышают резистентность организма животных к негативному воздействию стрессовых факторов, оптимизируют метаболические процессы и повышают производство продукции. Цеолиты, диатомиты, монтмориллонитовые глины, глаукониты имеют пористую структуру, работая как «молекулярные сита», проявляют адсорбционную способность к определенным молекулам и ионам. Благодаря особенностям структуры и скармливанию в измельченном виде большой активной поверхностью сорбируются тяжелые металлы и радионуклиды, попавшие в растительные корма из загрязненной почвы. При гипозэлементозах животных, наблюдаемых при поедании кормов, выращенных на почвах, дефицитных по каким-либо макро- и микроэлементам, минеральные добавки выступают в роли доноров для обеспечения организма минеральными элементами. Анализ состава перспективных природных минералов демонстрирует их богатство жизненно важными и химически активными элементами: P, Ca, Na, Fe, Cu, Zn, Si, Mg, Mn, Se, Co, Ni, Be, Ag, Bi, Li, B. В профилактических целях и терапии патологии добавки на основе природных минералов скармливаются КРС в количестве 0,5–1 % от общей массы кормов рациона или 3–6 % от сухой массы [7, 13, 15]. Сорбирующие и ионообменные свойства доломитов, цеолитов, бентонитов и кальцитов нашли применение в ремедиации загрязненных почв [28, 30].

Таким образом, минеральные элементы представляют собой жизненно важные факторы и выступают структурными и функциональными компонентами биологических молекул, обеспечивают рост, развитие, продуктивность и воспроизводство крупного рогатого скота. Микроэлементы, необходимые животным в незначительных количествах, входят в состав витаминов и гормонов, активируют ферменты. Недостаток или избыток макро- и микроэлементов неизбежно приводит к дисбалансу физиолого-биохимических процессов.

Получение здорового поголовья, успешное его выращивание и хозяйственное использование остро зависят от состава и безопасности почв сельскохозяйственных угодий, для чего необходим постоянный мониторинг их состояния, в том числе содержания минеральных элементов. В свою очередь контроль минерального состава позволит подобрать соответствующие агротехнические мероприятия и может указывать на риск дефицита или избытка отдельных элементов у животных.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повышение качества продукции животноводства в зонах рискованного аграрного производства при неблагоприятных факторах окружающей среды / Е. А. Безносова [и др.] // Аграрный вестник Урала. 2019. № 5 (184). С. 28–32.
2. Бельков Г. И., Максютов Н. А. Сохранение и повышение плодородия почв в современных условиях Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 6 (50). С. 8–10.
3. Веретенникова А. А. Естественная резистентность крупного рогатого скота при загрязнении окружающей среды средствами химизации, способы ее нормализации: автореф. дис... канд. вет. наук. Благовещенск, 2010. 25 с.
4. Дронов В. В., Сноз Г. В. Особенности проявления нарушений обмена кальция и фосфора у крупного рогатого скота в условиях биогеохимической зоны Белгородской области // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2019. № 8. С. 16–23.
5. Карнаухова Ю. А., Якупова Д. Р., Тагиров Х. Х. Тяжелые металлы в системе «почва-корма-говядина» при откорме молодняка крупного рогатого скота // Вестник мясного скотоводства. 2010. Т. 1. № 63. С. 133–137.
6. Краснощекова Т. А., Уваров С. А., Плавинский С. Ю. Экологическая оценка минерального состава мясных продуктов крупного рогатого скота // Дальневосточный аграрный вестник. 2008. № 2 (6). С. 85–87.
7. Лаврентьев А. Ю., Немцева Е. Ю., Кириллов Н. К. Цеолиты в кормлении молодняка сельскохозяйственных животных и птицы. Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2018. 212 с.
8. Лазарева М. В., Шкил Н. А., Мезенцева С. В. Обоснование фармакологической коррекции минерального состава рационов для животных // Вестник НГАУ. 2020. № 3 (56). С. 110–115.
9. Лапа В. В. Плодородие почв и использование удобрений в Республике Беларусь // Плодородие. 2014. № 6. С. 19–20.
10. Элементный состав шерсти как модель для изучения межэлементных взаимодействий в организме молочного скота / С. А. Мирошников [и др.] // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4 (100). С. 96–103.
11. Системное решение проблемы сохранения репродуктивного потенциала молочного скота в условиях промышленных технологий его эксплуатации / А. Г. Нежданов [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии: материалы XX Междунар. науч.-практ. конф. М., 2017. С. 260–262.
12. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах / Р. В. Некрасов [и др.]. М.: Российская академия наук, 2018. 289 с.
13. Пашетко А. В., Горелик О. В. Эффективность применения природных кормовых добавок в кормлении молодняка крупного рогатого скота // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 1. С. 102–105.
14. Исследование влияния экологического Новотроицкого хвостохранилища на растительный покров и живые организмы / М. В. Рьльникова [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2020. № 1. С. 108–120.
15. Савинков А. В., Семенов М. П., Коцаев А. Г. Опыт использования природных минеральных соединений при нарушении обмена веществ у крупного рогатого скота // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 124 (10). С. 1–20.
16. Самбурова М. А., Сафонов В. А. Накопление мышьяка и тяжелых металлов живыми организмами на территории техногенного образования в Челябинской области // Фундаментальные основы биогеохимических технологий и перспективы их применения в охране природы, сельском хозяйстве и медицине. Труды XII Междунар. биогеохим. школы, посвящ. 175-летию со дня рождения В.В. Докучаева. Тула, 2021. С. 394–401.

17. Сафонов В. А. О метаболическом профиле высокопродуктивных коров при беременности и бесплодии // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 4. С. 64–67.
18. Сафонов В. А. Содержание селена в крови и состояние системы антиоксидантной защиты у коров // Актуальные проблемы болезней обмена веществ у сельскохозяйственных животных в современных условиях. Воронеж, 2010. С. 204–207.
19. Селюкова С. В., Лукин С. В. Тяжелые металлы в органических удобрениях // Агротехнический вестник. 2016. № 5. С. 47–51.
20. Татаркина Н. И. Факторы, влияющие на химический состав и питательность объемистых кормов Северного Зауралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (77). С. 266–268.
21. Третьяк Л. Н., Герасимов Е. М. Специфика влияния селена на организм человека и животных (применительно к проблеме создания селеносодержащих продуктов питания) // Вестник Оренбургского государственного университета. 2007. № 12 (79). С. 136–145.
22. Федорова П. Н., Ощепкова О. Г. Эколого-биологические факторы, влияющие на качество молока у коров симментальской породы в условиях Якутии // Вестник КрасГАУ. 2019. № 11. С. 52–59.
23. Хантурина Г. Р., Ибраева Л. К., Норцева М. А. Цитогенетические нарушения при интоксикации солями цинка и меди // Современные наукоемкие технологии. 2011. № 3. С. 13–15.
24. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко [и др.] // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. 2014. № 3. С. 80–86.
25. Шкурагова И. А. Возрастная динамика накопления тяжелых металлов у крупного рогатого скота и методы коррекции // Ветеринария Кубани. 2007. № 6. С. 5–7.
26. Lactation responses of Holstein dairy cows to supplementation with a combination of trace minerals produced using the advanced chelate compounds technology / M. D. Banadaky et al. // Tropical Animal Health and Production. 2021. Vol. 53. P. 55.
27. Preliminary findings on the levels of five heavy metals in water, sediments, grass and various specimens from cattle grazing and watering in potentially heavy metal polluted areas of the North West Province of South Africa / B. M. Droma et al. // J. Anim. Vet. Adv. 2010. Vol. 9. No. 24. P. 3026–3033.
28. Tahervand S., Jalali M. Sorption and desorption of potentially toxic metals (Cd, Cu, Ni and Zn) by soil amended with bentonite, calcite and zeolite as a function of pH // Journal of Geochemical Exploration. 2017. Vol. 181. P. 148–159.
29. Evaluation of hematological and metabolic parameters in small ruminants with trace elements deficiency under different biogeochemical conditions / V. Vorobyov et al. // World's Veterinary Journal. 2019. Vol. 9. No. 4. P. 311–316.
30. Assessment of using bentonite, dolomite, natural zeolite and manure for the immobilization of heavy metals in a contaminated soil: The Copra Mică case study (Romania) / N. O. Vrinceanu et al. // Catena. 2019. Vol. 176. P. 336–342.
31. Использование гидропонного зеленого корма для оптимизации зимних рационов крупного рогатого скота / А. А. Васильев [и др.] // Аграрный научный журнал. 2016. № 3. С. 13–16.
32. Оптимизация полноценного кормления мясных пород крупного рогатого скота на основе использования местных кормовых ресурсов для юго-восточной микрорегиона Саратовской области / С. П. Москаленко [и др.] // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф.; под ред. И. Л. Воротникова. Саратов, 2014. С. 250–253.

#### REFERENCES

1. Improving the quality of livestock products in areas of risky agricultural production under unfavorable environmental factors / E. A. Beznosova [et al.]. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019;5(184):28–32. (In Russ.).
2. Belkov G. I., Maksyutov N. A. Preservation and improvement of soil fertility in modern conditions of the Orenburg region. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2014;6(50):8–10. (In Russ.).
3. Veretennikova A. A. Natural resistance of cattle to environmental pollution by chemicals, methods of its normalization: author. dis. ... cand. vet. Sciences. Blagoveshchensk; 2010. 25 p. (In Russ.).
4. Dronov V.V., Snoz G. V. Peculiarities of manifestation of calcium and phosphorus metabolism disorders in cattle in the conditions of the biogeochemical zone of the Belgorod region // *Veterinary, zootechnics and biotechnology*. 2019;(8): 16–23. (In Russ.).
5. Karnaukhov Yu. A., Yakupova D. R., Tagirov Kh. Kh. Heavy metals in the “soil-feed-beef” system when fattening young cattle. *Bulletin of meat cattle breeding*. 2010;1(63):133–137. (In Russ.).
6. Krasnoshchekova T. A., Uvarov S. A., Plavinsky S. Yu. Ecological assessment of the mineral composition of cattle meat products. *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2008;2(6):85–87. (In Russ.).
7. Lavrentiev A. Yu., Nemtseva E. Yu., Kirillov N. K. Zeolites in the feeding of young farm animals and poultry. Cheboksary: Chuvash State University named after I.N. Ulyanova; 2018. 212 p. (In Russ.).
8. Lazareva M. V., Shkil N. A., Mezentseva S. V. Substantiation of pharmacological correction of the mineral composition of diets for animals. *Vestnik NSAU*. 2020;3(56):110–115. (In Russ.).
9. Lapa V. V. Soil fertility and fertilizer use in the Republic of Belarus. *Fertility*. 2014;(6):19–20. (In Russ.).
10. Elemental composition of wool as a model for studying interelement interactions in the body of dairy cattle / S. A. Miroshnikov et al. *Bulletin of beef cattle breeding*. 2017;4(100):96–103. (In Russ.).
11. A systemic solution to the problem of preserving the reproductive potential of dairy cattle in the conditions of industrial technologies for its operation / A. G. Nezhdanov et al. *Agrarian science - agricultural production in Siberia, Kazakhstan, Mongolia, Belarus and Bulgaria: materials of the XX Intern. scientific-practical. conf. M.*; 2017. P. 260–262. (In Russ.).
12. Norms of nutritional needs of dairy cattle and pigs / R. V. Nekrasov et al. M.: Russian Academy of Sciences; 2018. 289 p. (In Russ.).
13. Pashetko A. V., Gorelik O. V. The effectiveness of the use of natural feed additives in feeding young cattle. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2014;(1):102–105. (In Russ.).
14. Study of the influence of the ecological Novotroitsk tailing dump on the vegetation cover and living organisms / M. V. Rylnikova et al. *News of the Tula State University. Earth Sciences*. 2020;(1):108–120. (In Russ.).
15. Savinkov A. V., Semenenko M. P., Koshchayev A. G. Experience in the use of natural mineral compounds in metabolic disorders in cattle. *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*. 2016;124(10):1–20. (In Russ.).
16. Samburova M. A., Safonov V. A. Accumulation of arsenic and heavy metals by living organisms on the territory of a technogenic formation in the Chelyabinsk region // *Fundamental principles of biogeochemical technologies and prospects for their application in nature conservation, agriculture and medicine. Proceedings of the XII Intern. biogeochem. school dedicated to the 175th anniversary of the birth of V.V. Dokuchaev. Tula*; 2021. P. 394–401. (In Russ.).



17. Safonov V. A. On the metabolic profile of highly productive cows during pregnancy and infertility. *Agricultural biology*. 2008;(4):64–67. (In Russ.).
18. Safonov V. A. The content of selenium in the blood and the state of the antioxidant defense system in cows. Actual problems of metabolic diseases in agricultural animals in modern conditions. Voronezh; 2010. P. 204–207. (In Russ.).
19. Selyukova S. V., Lukin S. V. Heavy metals in organic fertilizers. *Agrochemical Bulletin*. 2016;(5):47–51. (In Russ.).
20. Tatarikina N. I. Factors affecting the chemical composition and nutritional value of bulky feed in the Northern Trans-Urals. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2019;3(77):266–268. (In Russ.).
21. Tretyak L. N., Gerasimov E. M. The specificity of the influence of selenium on the human body and animals (in relation to the problem of creating selenium-containing food products). *Bulletin of the Orenburg State University*. 2007;12(79):136–145. (In Russ.).
22. Fedorova P. N., Oshchepkova O. G. Ecological and biological factors affecting the quality of milk in Simmental cows in Yakutia. *Vestnik KrasGAU*. 2019;(11):52–59. (In Russ.).
23. Khanturina G. R., Ibraeva L. K., Nortseva M. A. Cytogenetic disorders in intoxication with zinc and copper salts. *Modern science-intensive technologies*. 2011;(3):13–15. (In Russ.).
24. Organization of full-fledged feeding of farm animals using organic microelements / I. P. Sheiko et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agricultural Sciences Series*. 2014;(3):80–86. (In Russ.).
25. Shkuratova I. A. Age dynamics of accumulation of heavy metals in cattle and methods of correction. *Veterinary Kuban*. 2007;(6):5–7. (In Russ.).
26. Lactation responses of Holstein dairy cows to supplementation with a combination of trace minerals produced using the advanced chelate compounds technology / M. D. Banadaky et al. *Tropical Animal Health and Production*. 2021;( 53):55.
27. Preliminary findings on the levels of five heavy metals in water, sediments, grass and various specimens from cattle grazing and watering in potentially heavy metal polluted areas of the North West Province of South Africa / B. M. Droma et al. *J. Anim. Vet. Adv*. 2010;9(24):3026–3033.
28. Tahervand S., Jalali M. Sorption and desorption of potentially toxic metals (Cd, Cu, Ni and Zn) by soil amended with bentonite, calcite and zeolite as a function of pH. *Journal of Geochemical Exploration*. 2017;(181):148–159.
29. Evaluation of hematological and metabolic parameters in small ruminants with trace elements deficiency under different biogeochemical conditions / V. Vorobyov et al. *World's Veterinary Journal*. 2019;9(4):311–316.
30. Assessment of using bentonite, dolomite, natural zeolite and manure for the immobilization of heavy metals in a contaminated soil: The Copşa Mică case study (Romania) / N.O. Vrinceanu et al. *Catena*. 2019;(176):336–342.
31. The use of hydroponic green fodder to optimize the winter diets of cattle / A. A. Vasiliev et al. *Agrarian scientific journal*. 2016;(3):13–16. (In Russ.).
32. Optimization of the full-fledged feeding of meat breeds of cattle based on the use of local feed resources for the southeastern microzone of the Saratov region / S. P. Moskalenko et al. *Agrarian science in the XXI century: problems and prospects: materials of the VIII All-Russian. scientific-practical. conf.; under the editorship of I. L. Vorotnikov. Saratov; 2014. P. 250–253. (In Russ.).*

Статья поступила в редакцию 30.01.2021; одобрена после рецензирования 12.02.2022; принята к публикации 20.02.2022.

The article was submitted 30.01.2021; approved after reviewing 12.02.2022; accepted for publication 20.02.2022.

