

УДК 574.2; 574.43; 504.054; 636.08
AGRIS L20

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/40/23>

ПОСТУПЛЕНИЕ РТУТИ, СВИНЦА И МЫШЬЯКА С КОРМАМИ И ИХ НАКОПЛЕНИЕ В ОРГАНИЗМЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И ОВЕЦ

©*Епифанова И. Э.*, SPIN-код: 4857-4880, ORCID: 0000-0003-0544-5562,
Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии,
г. Обнинск, Россия, epifan.obninsk@gmail.com

©*Епимахов В. Г.*, SPIN-код: 9305-7148, ORCID: 0000-0001-5251-2970, канд. биол. наук,
Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии,
г. Обнинск, Россия, epimakhov.vg@gmail.com

INTAKE MERCURY LEAD AND ARSENIC WITH FEEDS AND THEIR ACCUMULATION (BIOCONCENTRATION) IN CATTLE AND SHEEP ORGANISM

©*Epifanova I.*, SPIN-code: 4857-4880, ORCID: 0000-0003-0544-5562,
Russian Institute of Radiology and Agroecology,
Obninsk, Russia, epifan.obninsk@gmail.com

©*Epimakhov V.*, SPIN-code: 9305-7148, ORCID: 0000-0001-5251-2970, Ph.D.,
Russian Institute of Radiology and Agroecology,
Obninsk, Russia, epimakhov.vg@gmail.com

Аннотация. При ведении животноводства на техногенно загрязненных территориях для оценки и предотвращения негативного воздействия кормов на сельскохозяйственных животных, получения продукции, отвечающей санитарно-гигиеническим требованиям безопасности, важным является постоянный контроль уровней загрязнения основными экотоксикантами во всех звеньях трофической цепи почва — корма — организм животного — продукция животноводства. В случаях превышения допустимых уровней загрязнения в отдельных звеньях такой цепи необходимо принимать меры для снижения перехода токсикантов в готовую продукцию. В данной работе представлен обзор исследований по проблемам изучения поступления с рационом в организм крупного рогатого скота и овец ртути, свинца и мышьяка при ведении животноводства в условиях техногенного загрязнения агроферы. Приведены оценки уровней загрязнения отдельных звеньев пищевой трофической цепи этими экотоксикантами. Описан опыт применения энтеросорбентов в рационе как один из важнейших способов снижения содержания тяжелых металлов в организме сельскохозяйственных животных и в конечной продукции животноводства.

Abstract. When managing livestock in technologically polluted areas to assess and prevent the negative impact of feed on farm animals, to obtain products that meet sanitary and hygienic safety requirements, it is important to monitor constantly the levels of pollution by main ecotoxicants in all parts of the trophic chain soil — feed — animal body — livestock production. If acceptance contamination levels are higher than it is required, it is necessary to take measures for contaminants decreasing in final livestock products. A review of the study of intake mercury, lead and arsenic with feeds in cattle and sheep organisms under the condition of technogenic-affected agricultural areas is presented in this paper. Estimation of the contamination levels of individual links of the food trophic chain by these ecotoxicants is given. The article describes the experience of using enterosorbents in the diet as one of the most important ways to reduce the content of heavy metals in the body of farm animals and in the final products of animal husbandry.

Ключевые слова: экологически безопасная продукция животноводства, трофическая цепь, корма, ртуть, свинец, мышьяк.

Keywords: ecologically safe livestock product, trophic chain, feeds, mercury, lead, arsenic.

Введение

В современных условиях ведения сельскохозяйственного производства происходит интенсивный рост техногенной нагрузки на агроферу. Среди химических токсикантов по тяжести негативных эколого-биологических последствий, а также по масштабности распространения выделяются тяжелые металлы (ТМ). Источники поступления ТМ в окружающую среду многочисленны и разнообразны: отходы предприятий тяжелой промышленности, тепло- и электростанций, побочные продукты производств, полигоны твердых бытовых отходов, ядохимикаты, отходы транспорта. К группе наиболее опасных ТМ относятся ртуть, свинец и мышьяк [1].

Ртуть (Hg) при попадании в организм крупного рогатого скота (КРС) и овец вызывает множество различных патологий, поражает кроветворную, ферментативную, нервную систему и почки. Наиболее токсичны органические соединения ртути, особенно метилртуть [2]. Под влиянием длительного поступления в организм сельскохозяйственных животных небольших количеств органических производных ртути происходит ослабление иммунореактивной системы и снижение общей резистентности организма, возникновение инфекционных процессов. В зависимости от степени отравления возникают паралитические явления со стороны центральной нервной системы и сердца. При хроническом отравлении происходит отложение ртути во всех внутренних органах, а также в костях.

Свинец (Pb) накапливается в костной и жировой ткани организма животных, обладает способностью замещать кальций в костях, оставаясь постоянным источником отравления организма. Избыток свинца выражается в нарушении пищеварительной функции, нарушении нейровегетативных процессов, прогрессировании вегето-сосудистой дистонии, увеличении частоты сердечно-сосудистых заболеваний. Являясь антагонистом железа, свинец нарушает обмен гемоглобина, вызывая анемию [3].

Загрязнение на аграрных территориях почвы и воды ртутью и свинцом приводит к образованию стабильной концентрации этих токсикоэлементов в кормах и продукции животноводства [4]. При поступлении в организм под их воздействием формируются патологии и болезни животных, снижаются продуктивность и эколого-санитарные качества получаемой продукции, а при содержании токсикоэлементов выше допустимых уровней возникает опасность для здоровья человека. Ртуть и свинец распространены практически повсеместно, обладают высокой степенью кумуляции в тканях, плохо выводятся из организма, и в любых дозах чужеродны для живых организмов [5].

Мышьяк (As) одновременно является токсичным элементом и условно необходимым для организма животных (в малых дозах стимулирует иммунитет и кроветворение). Поступая в организм в повышенных количествах, вызывает нарушение функций печени, поражение сосудов, угнетение иммунитета и кроветворения. При длительном воздействии опасен как канцероген [6].

Несмотря на широкий круг исследований и накопленный при этом объем информации, проблема изучения поступления ртути, свинца и мышьяка с рационом и накопления этих токсикоэлементов в организме сельскохозяйственных животных с целью разработки методов и технологий получения экологически безопасной продукции остается актуальной.

1. Поступление Hg, Pb и As по «пастищным» пищевым цепям

Растительные корма и питьевая вода, используемые при откорме, являются основными источниками поступления ТМ в организм сельскохозяйственных животных. От их состояния зависит качество и безопасность продукции животноводства, а также здоровье и продуктивность животных. Поэтому различным аспектам изучения загрязнения тяжелыми металлами растительных кормов и почв сельскохозяйственных угодий, на которых эти корма производятся, а также установлению закономерностей поведения этих токсикантов в трофической цепи «почва — растение — организм животного» посвящен обширный ряд исследований как отечественных, так и зарубежных специалистов.

В хозяйствах южной зоны Амурской области (обследовано более 3 тыс га) проводилось изучение содержания ртути в пахотном слое почвы, биоаккумуляции ее различными сельскохозяйственными культурами и наличия этого токсикоэлемента в крови КРС [7]. Установлено, что концентрация ртути в почве (от 0,04 до 1,07 мг/г) превышала российские фоновые значения. В зеленой массе сои, однолетних трав, смеси кукурузы и пайзы, овса и пайзы, используемых в рационе КРС, количество ртути достигало 0,033–0,038 мг/г, что превышает ПДК для кормов в 2–3 раза. В крови коров и телят 10-ти дневного возраста обнаружена ртуть в количестве $5,62 \pm 2,87$ и $3,29 \pm 0,09$ мкг/кг соответственно [7–8].

Определение содержания свинца в растительных образцах ряда сельскохозяйственных культур, выполненное для хозяйств Среднего Приамурья, выявило превышение ПДК в 2,5–6 раз для сои, пшеницы и многолетних злаковых трав [8].

Результаты исследования почв территории Зейско–Буреинской равнины Амурской области на содержание ТМ, а также динамика среднего содержания свинца, ртути и мышьяка в растительных кормах и в готовой продукции животноводства, приведены в работе [9].

Показано, что содержание свинца в почве в валовой форме не превышает ПДК, однако содержание подвижных форм свинца превосходит этот уровень. Содержание в кормах изучаемых хозяйств ртути и мышьяка не превышало ПДК. Исследования продуктов животноводства (мясо, молоко, сметана и творог) на содержание в них свинца не обнаружило превышения ПДК [9].

При исследовании миграции и накопления ТМ в трофической цепи КРС, проведенных в Алтайском крае на территориях с различной степенью загрязненности был произведен отбор образцов компонентов кормового рациона и воды, органов и тканей крупного рогатого скота, определено содержание экотоксикантов в рационе для пяти хозяйств [10–12]. Содержание ртути, свинца и мышьяка в почвенном покрове, в пробах воды обследованных хозяйств не превышало нормы. При обследовании кормов во всех хозяйствах содержание ТМ не превышало норматива, за исключением свинца в сенаже из СПК «Киприно» (1,7 ПДК). Наибольшее количество мышьяка содержало сено из колхоза «Победитель», сенаж СПК «Киприно» и колхоза «Победитель» (превышение ПДК в 3,2 и 3,6 раза). В остальных кормах превышения по мышьяку не выявлено [10].

При проведении исследования в хозяйствах зоны высокой загрязненности экосистемы установлено, что в сыворотке крови лактирующих коров содержание Hg, Pb и As превышает ПДК, соответственно, в 4,2–5,2; 9,5–16 и 1,6 раз. При удалении агропредприятий в условно удовлетворительную в экологическом отношении зону указанные ТМ в крови отсутствуют. При этом обнаружено превышение концентрации мышьяка в 3,0 раза [11]. В обследованных районах обнаружено превышение установленных МДУ по свинцу для мяса — от 1,1 до 2,5 раз. Содержание ртути и мышьяка в мясе КРС не превышало МДУ [12]. Исследования позволили определить количественные закономерности перехода ТМ в трофической цепи

КРС и рассчитать их ПДУ в кормах и рационах животных мясного направления продуктивности. Установлено, что чем выше коэффициент перехода для токсикоэлемента, тем ниже предельно-допустимые концентрации его в рационе животных [12].

Анализ исследований содержания ТМ в почвах, кормах, организме КРС и молоке проведен в южных районах Тюменской области. Превышений ПДК не обнаружено. Соотношение содержания токсикантов в зерне яровой пшеницы выражено соотношением $Pb > Hg > As$ [13]. Обследованы входящие в рацион зеленые корма, силос (кукуруза и подсолнечник), концентрированные корма (измельченное зерно). Наибольшее содержание отмечено в зеленой массе по свинцу — от 0,98 до 1,02 мг/кг, по мышьяку — от 0,04 до 0,09 мг/кг, ртути — от 0,006 до 0,008 мг/кг. В образцах силоса содержание свинца варьировало от 0,24 до 0,58 мг/кг, максимальная концентрация ртути — 0,0072 мг/кг, мышьяк обнаружен в незначительных количествах. В концентрированных кормах также не обнаружено превышения ПДК [14]. Анализ мышечной ткани КРС показал, что содержание в них свинца находится в интервале 0,13–0,26 мг/кг; концентрация мышьяка и ртути была в несколько раз ниже ПДК. Содержание исследуемых элементов в печени и почках выше, чем в мышцах, но также не превышает ПДК [13].

При проведении мониторинга содержания ТМ в компонентах пищевой «пастбищной» цепи в экологически неблагоприятных районах Волгоградской области установлено, что содержание в почве ртути и свинца не превышает ПДК [15]. Содержание мышьяка в почве превышало ПДК до 3,2 раз (Светлоярский район). Уровни содержания этих элементов в воде водоемов и скважин, используемой для водопоя, не превышают ПДК, за исключением отдельных хозяйств (Светлоярский район — превышение по ртути 4 ПДК, Палласовский — превышение по свинцу 2,7 ПДК). Приведены данные по уровням содержания ТМ в пастбищном травостое — превышения не обнаружено. Превышения ПДК по ртути и мышьяку в исследуемой продукции скотоводства не обнаружены, но выявлены превышения по свинцу: концентрация в молоке коров 1,2 ПДК; в мышечной ткани овец — 1,2 ПДК. Приведены коэффициенты накопления изучаемых экотоксикантов в звеньях пищевой цепи для 4-х исследуемых районов [15]. Исследование образцов кормов, мяса, молока и волосяного покрова КРС из хозяйства «Червленое», расположенного в окрестностях г. Волгоград, показало, что содержание ртути, свинца и мышьяка во всех звеньях пищевой цепи почва — вода — корма — животное — продукт питания не превышало ПДК как в стойловый, так и в пастбищный период [16].

Оценка содержания свинца в образцах почв, кормовых культур и мясного сырья, отобранных в хозяйствах Краснодарского края, позволила установить прямую зависимость между содержанием подвижных форм свинца в почвах под основными кормовыми культурами, накоплением их в растениях и в мясном сырье [17]. Обнаружено, что свинец в большей степени накапливается в люцерне и других бобовых травах, а в меньшей степени — в кукурузе. Установлено, что свинец из силосной массы легче усваивается и накапливается в организме КРС, поэтому даже при относительно невысоком содержании свинца в силосной массе он будет накапливаться в значительных количествах в мясном сырье. Выявлено свойство люцерны накапливать свинец в количестве, пропорциональном содержанию в почве его подвижных форм. В целом проведенные исследования показали, что наблюдается достаточно высокий уровень свинца в мясном сырье КРС, но без превышения ПДК [17].

При определении содержания токсикоэлементов, в почве, воде, кормах и крови КРС хозяйствах Чуйской области (Кыргызстан) обнаружено превышение содержания в почве мышьяка (на 0,1 мг/кг). Содержание ртути и свинца не превышало ПДК. В крови коров и телят превышения по содержанию по свинцу и ртути не установлено [18].

Изучение миграции свинца из рациона дойных коров в кровь и молоко в хозяйствах Лубенского района Полтавской области (Украина) показало, что содержание подвижной формы токсиканта в почве всех подопытных хозяйств значительно превышало ПДК (в 4–9 раз). При этом наблюдалось повышенное содержание свинца практически во всех видах исследуемых кормов (от 1,8–2,7 ПДК в силосе кукурузном до 3,7–7,3 ПДК в сене злаково-бобовом). Превышение пределов физиологической нормы в крови КРС составило от 1,9 до 3,4 раз. При обследовании молока КРС часть образцов не соответствовала нормативу по содержанию. Проведенная оценка содержания свинца в используемых кормах с целью снижения в получаемой продукции животноводства позволила составить рацион, включающий наименее загрязненные корма — силос и сенаж, а также концентрированные корма из гороха и кукурузы [19].

При изучении влияния ТМ, содержащихся в почве и траве пастбищ, расположенных в районе Мандеульского горно-обогатительного комбината (Грузия), установлено, что концентрация свинца составляла в почве — 3–6 мг/кг, в пастбищной траве — 5 мг/кг. В крови и молоке коров обнаружено превышение ПДК по свинцу в 1,48 ПДК и 3,3 ПДК раза соответственно (для животных из хозяйств с наибольшей техногенной нагрузкой) [20].

2. Оценка санитарно-экологического качества продукции животноводства

Для производства нормативно-безопасной и качественной продукции животноводства в зонах, испытывающих значительные техногенные нагрузки, необходим постоянный контроль соответствия содержания экотоксикантов в исходном сырье санитарно-гигиеническим требованиям [21]. В данном обзоре представлены исследования по оценке уровней загрязнения ртутью, свинцом и мышьяком продукции животноводства при ведении агропроизводства в регионах с повышенной техногенной нагрузкой.

При определении уровней содержания ТМ, в том числе Hg, Pb, и As, в продукции животноводства Горного Алтая было установлено отсутствие превышения содержания изучаемых токсикоэлементов во всех образцах исследуемой продукции (мясо КРС, овец, субпродукты, молоко) [6].

В хозяйствах районов лесостепной зоны Алтайского края при проведении исследования по содержанию Hg, Pb и As у лактирующих коров установлено, что в зоне высокой загрязненности экосистемы мышечная ткань КРС в зоне высокой загрязненности по содержанию свинца превышает ПДК в 2,5 раза. На условно удовлетворительной территории (колхоз «Победитель») содержание Hg, Pb и As в исследуемых образцах не превышает допустимых норм [11].

Оценка мяса овец разных возрастных групп, проведенная в Родинском районе Алтайского края, показала, что концентрация Pb и As не превышает установленных нормативов и производимая продукция (баранина) соответствует гигиеническим требованиям безопасности пищевой продукции [22].

Анализ мясопродуктов КРС из районов Амурской области по содержанию в них ртути, свинца и мышьяка дан в работе [23]. Определено, что в мясе из Свободненского района самое высокое накопление токсикантов (Pb — 0,51–0,61 мг/кг; Hg — 0,025–0,035 мг/кг и As — 0,1–0,13 мг/кг). Установлено, что концентрация Pb, Hg и As как в субпродуктах, так и в мясе, зависит от упитанности животных и снижается при увеличении количества жира в туше [23].

Исследования пищевой продукции в Хабаровском крае показали следующие уровни содержания токсикантов в мясе и мясопродуктах: концентрация свинца — от 0,42 до 0,67 ПДК, ртути — от 0,53 до 0,73 ПДК, мышьяка — от 0,40 до 0,71 ПДК. Показано, что наибольший вклад в загрязнение мяса и мясопродуктов вносит свинец (71%), доля мышьяка и ртути — 15% и 5%, соответственно [24].

Оценка накопления свинца, ртути, и мышьяка в мясной и молочной продукции КРС районов юга Тюменской области показала, что уровень загрязненности образцов мяса, печени, почек и молока соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01. Установлено, что аккумуляция свинца уменьшалась в ряду: печень > почка > мышечная ткань > молоко [25].

Обследование мяса и молока КРС из хозяйств Приволжского, Фурмановского и Ивановского районов Ивановской области показало, что содержание свинца в целом соответствует санитарно-гигиеническим требованиям. При этом количество Pb в пробах значительно варьирует в зависимости от времени года; в летний период времени года концентрация экотоксиканта максимальна, минимальна — зимой [26]. Существенное различие содержания Pb в «летних» и «зимних» образцах продукции объясняется наличием особенностей структуры сезонных рационов и условий содержания животных: зимой в рационе КРС преобладают грубые корма (сено, силос, комбикорма), а летом — свежескошенная зеленая масса, вероятность загрязнения ТМ которой в процессах выращивания, транспортировки и раздачи выше. Летом выпас животных может проводиться неподалеку от автодорог, полигонов бытовых и промышленных отходов и т. п., что также будет способствовать повышению содержания ТМ как в организме животных, так и в получаемой от них продукции [26].

В хозяйствах Ставропольского края с разной степенью техногенной нагрузки определяли уровень содержания свинца, ртути и мышьяка в органах ягнят и овец. Установлено, что концентрация этих токсикоэлементов в мясе молодых животных (до 8 месячного возраста) не превышала ПДК независимо от зоны обитания. Выявлена тенденция к накоплению ТМ: концентрация во всех изучаемых органах и тканях взрослых животных по сравнению с 2-х месячным возрастом возросла в 2–2,5 раза [27]. При этом в мясе взрослых овец (1,5 лет) обнаружено превышение ПДК по ртути и свинцу [28].

В техногенно загрязненных районах Оренбургской области проводилась ветеринарно-санитарная и гигиеническая оценка мяса. В мышцах КРС зафиксировано превышение ПДУ по свинцу на 2,0% (СПК «Победа»), а для коров из СПК «Лесной» превышение составило 24,0% [29]. Исследования «загрязненного» мяса показали, что такой продукт нестойк при хранении, не отвечает требованиям для свежего мяса и не пригоден для свободной реализации. Такое мясо рекомендуется подвергать технической переработке с соответствующим термическим режимом.

Научное обоснование экологической безопасности продукции животноводства, производимой в хозяйствах Алтая и трансграничных территорий Монголии, представлено в работе [30]. В пробах мяса из Петропавловского и Онгудайского районов Алтая и Amros (Монголия) содержание свинца не превышало 0,07 мг/кг, концентрация ртути составляла от 0,0015 до 0,0044 мг/кг, мышьяка — от 0,05 до менее 0,1 мг/кг, что соответствует предъявляемым к продукции санитарно-гигиеническим требованиям.

При проведении эколого-токсикологической оценки мясной продукции КРС в г. Астана (Казахстан) наличие свинца в исследуемых образцах не установлено. Ртуть обнаружена в 30% образцов с концентрацией от 0,014 до 0,03 мг/кг. Мышьяк обнаружен более чем в 50% образцов с концентрацией от 0,02 до 0,08 мг/кг. Таким образом, превышения ПДК по исследуемым токсикантам не обнаружено. Продукция пригодна для употребления, но требуется постоянный экологический мониторинг качества продукции [2].

Для безопасного использования в пищевых целях молока и молочных продуктов, загрязненных соединениями ТМ, специалисты из Казахстана изучали влияние различных способов технологической переработки этих видов животноводческой продукции на концентрацию соединений ряда ТМ и проводили определение оптимальных способов

обработки [31]. Установлено, что при сепарации происходит трансформация большей части соединений ТМ в сливки: содержание свинца в молоке $0,083 \pm 0,002$ мг/кг, в сливках $0,91 \pm 0,014$ мг/кг. При получении из сливок масла, основная часть токсичного элемента переходит в пахту, а при получении творога — в сыворотку.

В результате эколого-токсикологической оценки содержания токсичных ТМ в мясе овец, выращиваемых в хозяйствах рядом с закрытым ГОК «Тувакобальт» республики Тыва, установлено, что концентрация свинца в изученных образцах составляла 0,38-0,44 мг/кг, что ниже значений ПДК [32].

Вместе с тем при изучении влияния ТМ, содержащихся в траве пастбищ, расположенных неподалеку от Мандеульского горно-обогачительного комбината (Грузия), на качество молочных продуктов, установлено, что в мацони и сыре из молока коров, пасущихся вблизи комбината, содержание свинца значительно превышает ПДК [20].

3. Снижение поступления Pb и Cd с помощью энтеросорбентов

При ведении животноводства на техногенно загрязненных территориях для получения экологически чистой продукции широкое распространение получили методы снижения содержания ТМ в организме сельскохозяйственных животных. Одним из таких методов является использование энтеросорбентов — препаратов, способствующих предотвращению поступления различных экотоксикантов из рациона в организм животных и обладающих широким спектром воздействия на защитные функции организма, что способствует снижению уровня токсического воздействия на организм животных и предохранению получаемой продукции от накопления токсинов, не изменяя ее биологической ценности [33].

В последние годы ведется активный поиск максимально идеального энтеросорбента, который должен быть нетоксичным, не оказывающим повреждающее воздействие на слизистые оболочки в организме, с хорошей эвакуацией из кишечника и с высокой сорбционной емкостью по отношению к удаляемым компонентам [34]. Большое значение приобретает разработка и внедрение препаратов, оказывающих протекторное действие в отношении токсичных элементов. Из них наиболее широкое распространение получили минеральные энтеросорбенты (цеолиты, бентониты, вермикулиты, опоки), положительное влияние которых на обменные процессы и продуктивность животных подтверждается многочисленными исследованиями [35].

Введение в рацион КРС хозяйств Челябинской области минерального сорбента вермикулит в дозе 0,1 г/кг массы коровы обеспечило снижение концентрации свинца в крови животных на 32,3% [36]. Применение препарата «Витартил» из диатомита и опоки дало снижение содержания свинца в крови КРС на 31% на 30 день применения [35].

В хозяйствах Тульской области при изучении обмена веществ в организме КРС в рацион добавляли минеральные энтеросорбенты вермикулит, цеолиты, шунгит, а также хитозан [37]. Установлено, что вермикулит в дозе 100 г на одну корову в сутки снижает содержание свинца в молоке в 2 раза. Хитозан в дозе 25 мг/кг живой массы и цеолит 250 г на одну корову в сутки обеспечивают снижение содержания свинца в мышечной ткани и печени животных в 2-4 раза. При этом в молоке происходит снижение содержания мышьяка в 3,5–5 раз, свинца — в 1,1–6 раз.

Изучение влияния хитозана (энтеросорбента, получаемого из панциря дальневосточных крабов) водорастворимого в сочетании с пробиотиком «ЭМ-Вита» на организм КРС, проведенное в ООО «Заозерный» Челябинской области, установило снижение содержания свинца к 40 и 60 дням эксперимента: в крови коров — на 31,9% и 62,3% соответственно, а в молоке коров для тех же сроков — в 1,8-4,2 раз [38].

Опыт использования феррацинсодержащих препаратов (бифеж, ферроцин) для снижения содержания ТМ в организме КРС в хозяйствах Свердловской области выявили достоверное снижение содержания свинца. Через 30 дней после скармливания бифежа содержание свинца в мышцах по сравнению с контрольными животными снижалось на 18,2%, через 90 — в 9 раз. Содержание свинца в печени у животных опытной группы за 90 дней снизилось по сравнению с контролем в 3,2 раза, в костях — в 1,9 раз. У бычков, получавших ферроцин, отмечено более выраженное снижение содержания свинца в печени. Установлено, что больший эффект дает применение данных препаратов на заключительной стадии откорма [39].

Определение оптимальной дозы и способа скармливания синтетического энтеросорбента на основе мелкодисперсного диоксида кремния «Атокс» с целью снижения концентрации ТМ в молоке коров проводилось в Белгородской области. Установлено, что постоянное скармливание препарата в составе комбикорма в дозе 20 г в сутки на 1 корову снижает концентрацию свинца в молоке на 35% [40].

Изучение сорбционных свойств кормовой добавки на основе диоксида кремния «КовелосСорб», проведенное в Краснодарском крае, показало снижение содержания свинца в крови телят до 23,4% [41].

Представлен опыт применения препарата «Биокоретрон Форте», полученного путем термомеханической обработки природного кремнийсодержащего минерала. Д добавление в его состав комплекса биологически активных добавок, выполненный в Ульяновской области, показал, что с увеличением в рационе коров дозы препарата с 60 до 80 г значительно уменьшалось содержание Рb как в молоке КРС, так и в и продуктах его переработки. Действие «Биокоретрон Форте» наиболее проявляется в продуктах с большим содержанием жира (сливки, масло) [42].

В качестве сорбентов для коррекции уровня тяжелых металлов в организме животных и продукции скотоводства в условиях техногенеза пригородной зоны г. Волгограда предложено использование нетрадиционных кормовых средств (льняного и тыквенного жмыхов с антидотами), созданных на основе отходов местного производства масел [43–44]. Отмечено, что использование в пастбищный период тыквенного жмыха с препаратом Унитиол и селеноорганическим препаратом ДАФС-25 в рационе лактирующих коров снижает концентрацию свинца в 1,2 раза [43]. При замене в рационе КРС части концентрированных кормов на льняной жмых в дозе 1,0 г/кг живой массы коровы в крови животных зафиксировано снижение содержания свинца в 1,6 раза [44].

Заключение

При ведении животноводства на техногенно загрязненных территориях для обеспечения производства экологически безопасной продукции необходимо использовать технологические приемы и способы, способствующие снижению негативного воздействия экотоксикантов на организм сельскохозяйственных животных. При этом необходимо учитывать факторы и условия, характерные для каждого конкретного хозяйства: тип почв, на которых выращиваются сельскохозяйственные культуры, составляющие рацион животных; видовые, сортовые и возрастные особенности этих культур; особенности накопления ТМ у выращиваемых животных в зависимости от их породы и возраста, способы содержания и типы кормления, возможность введения в рацион энтеросорбентов и кормовых добавок, способствующих ускорению выведения этих экотоксикантов из организма, а также улучшению обмена веществ и повышению продуктивности.

Список литературы:

1. Бокова Т. И. Экологические основы инновационного совершенствования пищевых продуктов. Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2011. 284 с.
2. Айткалиева С. В., Айдарханова Г. С. Определение ионов тяжелых металлов в мясе крупного рогатого скота на рынках г. Астана // Естественные и математические науки в современном мире. 2014. №1 (13). С. 82-88.
3. Дускаев Г. К., Мирошников С. А., Сизова Е. А. и др. Влияние тяжелых металлов на организм животных и окружающую среду обитания // Вестник мясного скотоводства. 2014. №3 (86). С. 7-11.
4. Гаврилов Ю. А., Гаврилова Г. А., Сокольникова Т. А. Некоторые экологические аспекты аутоиммунной патологии у крупного рогатого скота // Вестник Алтайского государственного университета. 2012. №1 (87). С. 24-27.
5. Кальсина О. И. Соединения ртути, свинца, кадмия в кормах, органах и тканях якутских лошадей и крупного рогатого скота и их остаточные количества в мясопродуктах: дисс. ... канд. ветеринар. наук. Москва, 2001. 178 с.
6. Рождественская Т. А., Ельчинонова О. А., Пузанов А. В. Тяжелые металлы в продукции животноводства Горного Алтая // Мир науки, культуры, образования. 2009. №5. С. 14-16.
7. Гаврилов Ю. А., Димиденко Ж. А., Харина С. Г. и др. Экологическая оценка техногенного загрязнения ртутью в сельскохозяйственном производстве Амурской области // Достижения науки и техники АПК. 2012. №7. С. 20-22.
8. Харина С. Г., Димиденко Ж. А. Мониторинг экологического состояния почв среднего Приамурья // VII экологический конгресс «Северная Пальмира». Санкт-Петербург. 2016. С. 38-40.
9. Арнаутовский И. Д., Гусева С. А. Динамика содержания тяжелых металлов в основных типах почв, растительных кормах и продуктах животноводства по агроклиматическим зонам Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2008. №1 (5). С. 44-50.
10. Толкушкина Г. Д. Концентрация токсичных элементов в почве, воде и кормах лесостепной зоны Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2005. №3 (19). С. 30-33.
11. Толкушкина Г. Д., Сарычев Н. Г., Кашин А. С. Содержание токсикоэлементов в крови, органах и тканях у лактирующих коров лесостепной зоны Алтая // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2005. №2 (18). С. 45-47.
12. Толкушкина Г. Д., Кашин А. С. Миграция токсических элементов в трофической цепи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2004. №2 (14). С. 71-73.
13. Гаевая Е. В., Захарова Е. В., Скипин Л. Н. Биогеохимия элементов в системе почва-растение-животное в условиях юга Тюменской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2013. №11. С. 149-153.
14. Гаевая Е. В., Захарова Е. В., Скипин Л. Н. Возможности накопления тяжелых металлов в системе «корма – молоко» // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2011. №4. С. 54-57.
15. Пенькова И. Н., Шишкунов В. М., Онистратенко Н. В. Тяжелые металлы в пастбищных цепях сельскохозяйственных животных при техногенной нагрузке // Юг России: экология, развитие. 2008. №1. С. 121-127.

16. Стребкова З. В., Онистратенко Н. В., Пенькова И. Н. Влияние экологических условий на качество продуктов животноводства // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011. №3 (23). С. 146-151.
17. Быченко Н. В., Забашта Н. Н., Головки Е. Н. Мониторинг токсичных элементов в объектах окружающей среды - требование при производстве органического мясного сырья // Сборник научных трудов Северо-Кавказского НИИ животноводства. 2017. Т. 2. №6. С. 74-78.
18. Ногойбаев М. Д., Ногойбаева Р. С., Сагындыков Ж. С. Влияние макро- и микроэлементов и тяжелых металлов на развитие биогеоценологических патологий у КРС в Чуйской области // Вестник Кыргызского национального университета им. К. И. Скрябина. 2017. №4 (45). С. 215-219.
19. Маменко А. М., Портянник С. В. Миграция тяжелых металлов в молоко коров в условиях загрязнения окружающей среды поллютантами и ксенобиотиками // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2010. №2. С. 85-91.
20. Басиладзе Г. В., Каландия Е. Г. Влияние загрязненного тяжелыми металлами молока на качество молочных продуктов // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2014. №2 (3). С. 172-177.
21. Лоретц О. Г., Донник И. М., Климова Н. А. Здоровье и молочная продуктивность коров в условиях техногенеза // Аграрный вестник Урала. 2012. №4 (96). С. 17-19.
22. Созинова И. В., Малышева Е. С. Оценка содержания тяжелых металлов в мышечной ткани овец мясного направления продуктивности // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. №10 (32). С. 63-65.
23. Краснощечкова Т. А., Уваров С. А., Плавинский С. Ю. Экологическая оценка минерального состава мясных продуктов крупного рогатого скота в Приамурье // Дальневосточный аграрный вестник. 2008. №2. С. 85-87.
24. Конотопчик Е. Е. Тяжелые металлы в пищевой продукции, реализуемой на территории Хабаровского края // Ученые заметки ТОГУ. 2013. Т. 4. №2. С. 50-56.
25. Гаевая Е. В., Захарова Е. В. Содержание тяжелых металлов в организме крупного рогатого скота // Ползуновский вестник. 2011. №4-2. С. 119-121.
26. Журавлева Н. И. Тяжелые металлы в продукции животноводства Ивановской области // Вестник ветеринарии. 2011. №4 (59). С. 112-113.
27. Михайленко А. К. Возрастная изменчивость концентрации токсикантов в органах и тканях овец в зоне техногенного загрязнения // Юг России: экология, развитие. 2009. №4. С. 118-122. DOI: 10.18470/1992-1098-2009-4-118-122.
28. Михайленко А. К. Экологическая безопасность мясной продукции // Юг России: экология, развитие. 2009. №4. С. 122-124. DOI: 10.18470/1992-1098-2009-4-122-124.
29. Топурия Г. М., Топурия Л. Ю., Ребезов М. Б. Оценка качества говядины в условиях экологического неблагополучия // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. №2 (58). С. 153-155.
30. Кундиус В. А., Кроневальд О. В. Ресурсный потенциал производства экологически чистой продукции в трансграничных регионах Алтая и Монголии по результатам ветеринарно-санитарной экспертизы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. №11 (121). С. 156-161.
31. Адильбеков Ж. Ш., Айткожина Б. Ж., Балджи Ю. А. и др. Изучение влияния технологической обработки молока и молочных продуктов на концентрацию соединений тяжелых металлов // Актуальные проблемы и достижения в сельскохозяйственных науках: материалы II Международной научно-практической конференции (Самара, 7 апреля 2015 г.). Нижний Новгород. 2015. С. 32-33.

32. Ооржак Ч. О. Содержание тяжелых металлов в мясе овец окрестностей Хову-Аксынского месторождения (Республика Тыва) // Научные исследования: от теории к практике: материалы VI Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 31 декабря 2015 г.). Чебоксары: Интерактив плюс, 2015. С. 331-332.

33. Мигина Е. И. Применение энтеросорбентов в ветеринарии // Молодой ученый. 2016. №21. С. 291-295.

34. Ерохин В. В. Использование сорбента «Ковелос-сорб» в рационе для телок: дисс. ... канд. с.-х. наук. Владикавказ, 2015. 115 с.

35. Рабинович М. И., Самородова И. М. Фармокоррекция уровня тяжелых металлов и микотоксинов в организме животных и птиц «Витартилом» // Аграрный вестник Урала. 2012. №5 (97). С. 50-52.

36. Гертман А. М., Самсонова Т. С. Опыт лечения незаразных болезней крупного рогатого скота в условиях техногенеза Южного Урала // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2017. Т. 53. №2. С. 38-40.

37. Веротченко М. А., Боголюбова Н. В. Использование минеральных энтеросорбентов для стабилизации обмена веществ и улучшения качества животноводческой продукции // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2017. №3 (35). С. 14-18.

38. Таирова А. Р., Мухамедьярова Л. Г. Повышение санитарного качества и обеспечение экологической безопасности молока коров, содержащихся в условиях техногенной агроэкологии // Аграрный вестник Урала. 2016. №10 (152). С. 63-67.

39. Шкуратова И. А. Возрастная динамика накопления тяжелых металлов у крупного рогатого скота и методы коррекции // Ветеринария Кубани. 2007. №6. С. 5-7.

40. Габрук Н. Г., Шапошников А. А. Возможности получения экологически безопасного молока в условиях антропогенного загрязнения окружающей среды // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2007. №5 (36). С. 117-123.

41. Юрина Н. А., Юрин Д. А. Анализ сорбционных и продуктивных свойств кормовой добавки «Ковелос-Сорб» // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2016. №5. С. 146-151.

42. Лифанова С. П. Содержание токсикантов в молоке коров и продуктах его переработки при использовании наноструктурного сорбента «Биокоретрон форте» // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2009 №9 (10). С. 27-29.

43. Пенькова И. Н., Мишина О. Ю. Использование нетрадиционных кормовых средств для производства экологически безопасной продукции скотоводства // Мясное и молочное скотоводство. 2009. №6. С. 23-26.

44. Стребкова З. В., Пенькова И. Н., Онистратенко Н. В. Способ повышения качества продукции животноводства // Известия Нижневолжского агроуниверситет. комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011. №4. С. 155-159.

References:

1. Bokova, T. I. (2011). *Ekologicheskiye osnovy innovacionnogo sovershenstvovaniya pishchevykh produktov*. Novosibirsk, Izd-vo NGAU, 284. (in Russian).

2. Aitkaliyeva, S. V., & Aidarkhanova, G. S. (2014). *Opredeleniye ionov tyazhelykh metallov v myase krupnogo rogatogo skota na rynkakh g. Astana* [Determination of heavy metals in meat of

cattle in the markets of Astana city]. *Estestvennye i matematicheskie nauki v sovremennom mire*, (1). 82-88. (in Russian).

3. Duskaev, G. K., Miroshnikov, S. A., Sizova, E. A., Lebedev, S. V., & Notova, S. V. (2014). Influence of heavy metals on organism of animals and life environment (review). *Vestnik myasnogo skotovodstva*, (3). 7-11. (in Russian).

4. Gavrilov, Yu. A., Gavrilova, G. A., & Sokolnikova, T. A. (2012). Nekotorye ekologicheskie aspekty autoimmunnoi patologii u krupnogo rogatogo skota. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta*, (1), 24-27. (in Russian).

5. Kalsina, O. I. (2001). Soedineniya rtuti, svintsya, kadmiya v kormakh, organakh i tkanyakh yakutskikh loshadei i krupnogo rogatogo skota i ikh ostatochnye kolichestva v myasoproduktakh: Ph.D. diss. Moscow, 178. (in Russian).

6. Rozhdestvenskaya, T. A., Yelchinina, O. A., & Puzanov, A. V. (2009). Presence of heavy metals in animal products of Gorny. *The world of science, culture and education*, (5), 14-16. (in Russian).

7. Gavrilov, Yu. A., Dimidenok, Zh. A., Kharina, S. G., & Gavrilova, G. A. (2012). Ecological assessment of technogenic pollution by mercury in agricultural production of the Amursk Region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, (7), 20-22. (in Russian).

8. Kharina, S. G., & Dimidenok, Zh. A. (2016). Monitoring ekologicheskogo sostoyaniya pochv srednego Priamur'ya. In: *VII ekologicheskii kongress "Severnaya Pal'mira"*. St. Peterburg, 38-40. (In Russian).

9. Arnautovskii, I. D., & Guseva, S. A. (2008). Dynamics of content of heavy metals in the basic soil types, vegetable forage and live stock products by the agroclimatic areas of the Amur Region. *Agricultural Journal in the Far East Federal District*, (1), 44-50. (in Russian).

10. Tolkushkina, G. D. (2005). Kontsentratsiya toksichnykh elementov v pochve, vode i kormakh lesostepnoi zony Altaiskogo kraya. *Bulletin of Altai State Agricultural University*, (3), 30-33. (in Russian).

11. Tolkushkina, G. D., Sarychev, N. G., & Kashin, A. S. (2005). Soderzhanie toksikoelementov v krovi, organakh i tkanyakh u laktiruyushchikh korov lesostepnoi zony Altaya. *Bulletin of Altai State Agricultural University*, (2), 45-47. (in Russian).

12. Tolkushkina, G. D., & Kashin, A. S. (2004). Migratsiya toksicheskikh elementov v troficheskoi tsepi Altaiskogo kraya. *Bulletin of Altai State Agricultural University*, (2), 71-73. (in Russian).

13. Gaevaya, E. V., Zakharova, E. V., & Skipin, L. N. (2013). Element biogeochemistry in the soil-plant-animal system of the Tyumen Region south conditions. *Bulletin of KrasGAU*, (11), 149-153. (in Russian).

14. Gaevaya, E. V., Zakharova, E. V., & Skipin, L. N. (2011). Possibilities of heavy metal accumulation in the system "forage – milk". *Bulletin of KrasGAU*, (4), 54-57. (in Russian).

15. Penkova, I. N., Shishkunov, V. M., & Onistratenko, N. V. (2008). Tyazhelye metally v pastbishchnykh tsepyakh sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh pri tekhnogennoi nagruzke. *The South of Russia*, (1), 121-127. (in Russian).

16. Strebkova, Z. V., Onistratenko N. V., & Penkova I. N. (2011). Vliyanie ekologicheskikh uslovii na kachestvo produktov zhivotnovodstva. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka I vysshee professionalnoe obrazovanie*, (3), 146-151. (in Russian).

17. Bychenko, N. V., Zabashta, N. N., & Golovko, E. N. (2017). Monitoring of toxic elements in the environmental objects - requirement for the production of organic raw meat. Lead. *Sbornik nauchnykh trudov Severo-Kavkazskogo NII zhivotnovodstva*, 2(6), 74-78. (in Russian).

18. Nogoibaev, M. D., Nogoibaeva, R. S., & Sagyndykov, Zh. S. (2017). Vliyanie makro- i mikroelementov i tyazhelykh metallov na razvitiye biogeotsenoticheskikh patologii u KRS v Chuiskoi oblasti. *Vestnik Kyrgyzskogo natsionalnogo universiteta im. K. I. Skryabina*, (4), 215-219. (in Russian).
19. Mamenko, A. M., & Portyannik, S. V. (2010). Migration heavy metals in milk cows in of the conditions contamination pollyutants and ksenobyotyks. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*, (2), 85-91. (in Russian).
20. Basiladze, G. V., & Kalandiya, E. G. (2014). Effect of heavy metals contaminated milk on the quality of dairy products. *Sbornik nauchnykh trudov Vserosiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovtsevodstva i kozovodstva*, (2), 172-177. (in Russian).
21. Loretts, O. G., Donnik, I. M., & Klimova, N. A. (2012). Health and productivity of dairy cows in a technogenic. *Agrarian Bulletin of the Urals*, (4), 17-19. (in Russian).
22. Sozinova, I. V., & Malysheva, E. S. (2015). The evaluation of heavy metal content in muscle tissue of mutton sheep. *Bulletin of Altai State Agricultural University*, (10), 63-65. (in Russian).
23. Krasnoshchekova, T. A., Uvarov, S. A., & Plavinskii, S. Yu. (2008). Ecological evaluation of mineral content of cattle meat products in Priamurie. *Agricultural Journal in the Far East Federal District*, (2), 85-87. (in Russian).
24. Konotopchik, E. E. (2013). Heavy metals in food, feasibility of territory Khabarovsk region. *Scientists notes PNU*, 4(2), 50-56. (in Russian).
25. Gaevaya, E. V., & Zakharova, E. V. (2011). Soderzhanie tyazhelykh metallov v organizme krupnogo rogatogo skota. *Polzunovsky vestnik*, (4-2), 119-121. (in Russian).
26. Zhuravleva, N. I. (2011). Heavy metals in livestock production of the Ivanovo oblast. *Vestnik veterinarii*, (4), 112-113. (in Russian).
27. Mikhailenko, A. K. (2009) Age variation of the concentration of toxicants in organs and tissues of sheep in the zone of Technogenic pollution. *South of Russia: ecology, development*, (4), 118-122. doi:10.18470/1992-1098-2009-4-118-122. (in Russian).
28. Mikhailenko, A. K. (2009). Ecological safety of meat products. *South of Russia: ecology, development*, (4), 122-124. doi:10.18470/1992-1098-2009-4-122-124. (in Russian).
29. Topuriya, G. M., Topuriya, L. Yu., & Rebezov, M. B. (2016). Evaluation of beef quality obtained under unfavorable ecological conditions. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*, (2), 153-155. (in Russian).
30. Kundius, V. A., & Kronevald, O. V. (2014). Resource potential of environmentally safe agricultural production in the cross-border regions of Altai and Mongolia by the results of disease and sanitation examination. *Bulletin of Altai State Agricultural University*, (11), 156-161. (in Russian).
31. Adilbekov, Zh. Sh., Ajtkozhina, B. Zh., Baldzhi, Yu. A., & al. (2015). Izuchenie vliyaniya tekhnologicheskoi obrabotki moloka i molochnykh produktov na kontsentratsiyu soedinenii tyazhelykh metallov. In: *Aktual'nye problemy i dostizheniya v sel'skokhozyaistvennykh naukakh: materialy II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Samara, 7 aprelya 2015 g.)*. Nizhnii Nivgorod, 32-33. (in Russian).
32. Oorzhak, Ch. O. (2015). Soderzhanie tyazhelykh metallov v myase ovets okrestnostei Khovu-Aksynskogo mestorozhdeniya (Respublika Tyva). In: *Nauchnye issledovaniya: ot teorii k praktike: materialy VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Cheboksary, 31 dekabrya 2015 g.)*. Cheboksary, *Interaktiv plyus*, 331-332. (in Russian).
33. Migina, E. I. (2016). Primenenie enterosorbentov v veterinarii. *Molodoj uchenyi*, (21), 291-295. (in Russian).

34. Erokhin, V. V. (2015). Ispol'zovanie sorbenta "Kovelos-sorb" v ratsione dlya telok: Ph.D. diss. Vladikavkaz, 115. (in Russian).
35. Rabinovich, M. I., & Samorodova, I. M. (2012). Pharma correction level of heavy metals and mycotoxins in animals and birds "Vitartilom". *Agrarian Bulletin of the Urals*, (5), 50-52. (in Russian).
36. Gertman, A. M., & Samsonova, T. S. (2017). Experience of treatment of non-contagious diseases of large cattle in the conditions of South Ural technogenesis. *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny*, 53(2), 38-40. (in Russian).
37. Verotchenko, M. A., & Bogolyubova, N. V. (2017). Using mineral enterosorbents for stabilizing metabolism and improving the quality of livestock production. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev*, (3), 14-18. (in Russian).
38. Tairova, A. R., & Muhamedyarova, L. G. (2016). Improvement of sanitary quality and ensuring eco-safety of milk from cows kept in anthropogenic agricultural ecosystem. *Agrarian Bulletin of the Urals*, (10), 63-67. (in Russian).
39. Shkuratova, I. A. (2007). Vozrastnaya dinamika nakopleniya tyazhelyh metallov u krupnogo rogatogo skota i metody korrektsii. *Veterinariya Kubani*, (6), 5-7. (in Russian).
40. Gabruk, N. G., & Shaposhnikov, A. A. (2007). Opportunities of reception of ecologically safe milk in conditions of anthropogenous environmental contamination. *Belgorod State University Scientific Bulletin Naturalsciences*, (5), 117-123. (in Russian).
41. Yurina, N. A., & Yurin, D. A. (2016). Analysis of sorption and product ive propert iesofthe "Kovelos-Sorb" feedadditive. *Sbornik nauchnyh trudov Severo-Kavkazskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva*, (5), 146-151. (in Russian).
42. Lifanova, S. P. (2009). Soderzhanie toksikantov v moloke korov i produktakh ego pererabotki pri ispol'zovanii nanostrukturnogo sorbenta "Biokoretron forte". *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*, (9), 27-29, (in Russian).
43. Penkova, I. N., & Mishina, O. Yu. (2009). Use of non-traditional forage means for production of ecological safe cattle-breeding products. *Dairy and Beef Cattle Breeding*, (6), 23-26. (in Russian).
44. Strebkova, Z. V., Penkova, I. N., & Onistratenko, N. V. (2011). Sposob povysheniya kachestva produktsii zhivotnovodstva. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka I vysshee professionalnoe obrazovanie*, (4), 155-159. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 14.02.2019 г.

Принята к публикации
18.02.2019 г.

Ссылка для цитирования:

Епифанова И. Э., Епимахов В. Г. Поступление ртути, свинца и мышьяка с кормами и их накопление в организме крупного рогатого скота и овец // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №3. С. 173-186. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/40/23>.

Cite as (APA):

Epifanova, I., & Epimakhov, V. (2019). Intake mercury lead and arsenic with feeds and their accumulation (bioconcentration) in cattle and sheep organism. *Bulletin of Science and Practice*, 5(3), 173-186. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/40/23>. (in Russian).