



УДК 619:616.391-008.9-091.8]:636.22/.28

DOI: 10.36718/1819-4036-2021-2-73-79

Александр Михайлович Гертман

Южно-Уральский государственный аграрный университет, профессор, заведующий кафедрой незаразных болезней, доктор ветеринарных наук, профессор, Россия, Челябинская обл., Троицк
E-mail: kdiagugavm@inbox.ru

Татьяна Сергеевна Самсонова

Южно-Уральский государственный аграрный университет, доцент кафедры незаразных болезней, кандидат биологических наук, доцент, Россия, Челябинская обл., Троицк
E-mail: tsamsonova01@mail.ru

Дина Мратовна Максимович

Южно-Уральский государственный аграрный университет, доцент кафедры инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы, кандидат ветеринарных наук, доцент, Россия, Челябинская обл., Троицк
E-mail: maximovichdina@mail.ru

**ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА,
СОДЕРЖАЩЕГОСЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ ПРОВИНЦИИ**

В работе представлены результаты собственных исследований на территории Челябинской области, целью которых является изучение патоморфологических изменений внутренних органов у крупного рогатого скота в условиях техногенной провинции. На техногенно загрязненных территориях в почвах, воде и кормах присутствуют соли тяжелых металлов в больших концентрациях. Задачи исследования: изучение характера изменений внутренних органов у павших и вынужденно убитых животных в условиях техногенного загрязнения, а также гистологической картины пораженных органов и их химического состава. При осмотре внутренних органов (печень, почки, селезенка) выявлены изменения, характерные для развития застойных явлений, дистрофических и некробиотических процессов в жизненно важных органах. Помимо этого в легких присутствовали признаки эмфиземы, в мочевом пузыре – явления воспаления и формирование уrolитов. При световой микроскопии подтвердили патолого-анатомические результаты. Степень выраженности изменений и их сочетание варьировали. В крови животных установлено превышение среднего нормативного значения уровня свинца и никеля, что сопровождалось их кумуляцией в продуктах убоя. Так, уровень никеля в миокарде превышал значения ПДК в 49,1 раза, легких – 42,8, почек – 39,2; печени – 58,8 и мышечной ткани в 9,5 раза. Содержание свинца в тканях сердца превышало ПДК в 2,8 раза, в легких – в 55,0 раза, почках – на 25,4 %, печени – на 61,5 %, мышечной ткани – в 6,8 раза. Такой уровень тяжелых металлов в продуктах убоя представляет серьезную опасность в питании человека. Представленные данные вносят весомый вклад в более детальное описание патогенеза хронически протекающих интоксикаций на фоне отравления организма млекопитающих солями тяжелых металлов.

Ключевые слова: патолого-анатомические изменения, гистологические изменения в органах, тяжелые металлы, крупный рогатый скот, техногенная провинция.

Alexander M. Gertman

Southern Ural State Agrarian University, professor, head of the chair of noncontagious diseases, doctor of veterinary sciences, professor, Russia, Chelyabinsk Region, Troitsk

E-mail: kdiagugavm@inbox.ru

Tatyana S. Samsonova

Southern Ural State Agrarian University, associate professor of the chair of noncontagious diseases, candidate of biological sciences, associate professor, Russia, Chelyabinsk Region, Troitsk

E-mail: tsamsonova01@mail.ru

Dina M. Maksimovich

Southern Ural State Agrarian University, associate professor of the chair of infectious diseases and veterinary and sanitary examination, candidate of veterinary sciences, associate professor, Russia, Chelyabinsk Region, Troitsk

E-mail: maximovichdina@mail.ru

PATHOMORPHOLOGICAL CHANGES IN THE ORGANS OF CATTLE KEPT IN A TECHNOGENIC PROVINCE

The paper presents the results of the authors' own research on the territory of the Chelyabinsk Region, the purpose of which is to study pathomorphological changes in internal organs in cattle in a technogenic province. In technologically contaminated areas, soils, water and fodder contain high concentrations of heavy metals. The objectives of the research were to study the nature of changes in internal organs of fallen and forcibly killed animals in the conditions of technogenic pollution, as well as to study histological picture of affected organs and their chemical composition. The examination of internal organs (liver, kidneys, spleen) revealed the changes characteristic of the development of congestion, degenerative and necrobiotic processes in vital organs. In addition, there were the signs of emphysema in the lungs, and inflammation and the formation of uroliths in the bladder. By light microscopy pathological finding were confirmed. The excess of average standard value of the level lead and nickel was found in the blood of animals, accompanied by their accumulation in the slaughter products. So, the level of nickel in the myocardium exceeded the maximum permissible concentration by 49.1 times, lungs – 42.8 times, kidneys – 39.2, liver – 58.8 and muscle tissue 9.5 times. The content of lead in the tissues of the heart exceeded the norm by 2.8 times, in the lungs – 55.0 times, kidneys – by 25.4 %, liver – by 61.5 %, muscle tissue – 6.8 times. Such level of heavy metals in slaughter products poses a serious threat to human nutrition. The presented data make a significant contribution to more detailed description of the pathogenesis of chronically occurring intoxications against the background of poisoning of the mammalian body with salts of heavy metals.

Keywords: *pathoanatomic changes, histological changes in organs, heavy metals, cattle, technogenic province.*

Введение. В Челябинской области сложилась напряженная экологическая обстановка в связи с расположением на ее территории большого числа промышленных и перерабатывающих предприятий, разрабатываемых месторождений и транспорта. Среди химических загрязнителей присутствуют продукты сгорания топлива, отходы технического производства и переработки, бытовые стоки и мусор, а также пыль, возникающая при добыче полезных ископаемых карьерным способом, их обогащения. Наиболее значимый экотоксикант – комплекс тяжелых металлов [1–3]. Они, как один из самых распространенных и сильнодействующих видов поллютантов, вызывают изменения не только в направленности биохимических процессов в организме животных.

Проникая в ткани, накапливаясь в их клетках, они вызывают их некробиоз с последующим развитием некроза клеточных элементов [4]. Преимущественное действие тяжелых металлов связано с местом их биоаккумуляции. Так, никель в меньших концентрациях кумулируется в мышечной ткани, в больших – в почках [5]. По мнению В.А. Колесникова [6], токсический эффект тяжелых металлов «проявляется в условиях хронического воздействия низких доз». Токсикоэлементы инициируют разнообразные повреждения в ультраструктуре клеток, такие как «появление различных включений, увеличение проницаемости клеточной мембраны, образование митохондрий неправильной формы, уменьшение числа рибосом, интенсификация свободнорадикальных ре-

акций» и другие [7, 8]. Длительное воздействие тяжелых металлов и их соединений приводит к нарушению структуры органов, развитию в них патологических процессов и необратимых изменений [9].

Цель исследования. Изучение патоморфологических изменений внутренних органов у крупного рогатого скота в условиях техногенной провинции.

Задачи исследования: изучение характера изменений внутренних органов у павших и вынужденно убитых животных в условиях техногенного загрязнения, а также гистологической картины пораженных органов и их химического состава.

Методы и результаты исследования. Исследование выполнено в условиях ряда хозяйств Челябинской области, территория которых, согласно ранее проведенным исследованиям, является техногенной провинцией с высоким содержанием в объектах внешней среды (почвы, пробы воды, кормов) токсикозлементов [1–3]. Материалом исследования служили внутренние органы крупного рогатого скота, полученные из них гистосрезы, окрашенные гематоксилин-эозином. Патоморфологическое и гистологическое исследование проводили общепринятыми в ветеринарной практике методами. Кроме того, в образцах крови животных до убоя, а также паренхиматозных органов (печень, сердце, почки, легкие) и мышечной ткани было определено содержание токсикозлементов (никель, свинец) на атомно-абсорбционном спектрофотометре. Полученные результаты обрабатывали биометрически и сравнивали с нормативными [10–12].

При вскрытии трупов и осмотре внутренних органов крупного рогатого скота (коровы), находящегося в зоне техногенного прессинга, были установлены однотипные патоморфологические изменения. Так, у всех установлено увеличение печени в объеме, закругленность краев, неравномерная окраска ее поверхности от красного до темно-красного, иногда с глинистым оттенком, и тестоватая консистенция. Почки увеличены, капсула напряжена и трудно снимается. Под капсулой располагались различные по размеру кровоизлияния темно-красного цвета, с проникновением в глубь коркового слоя. На срезе граница между корковым и мозговым слоями сглажена, едва различима. В мозговом слое есть полости размером от 3–5 до 9–10 мм, заполненные прозрачной жидкостью соломенного цвета. У отдельных животных в почечных чашечках были размещены конкременты разной формы

и размера. Стенка мочевого пузыря утолщена, слизистая оболочка изъязвленная, с мелкими бугристыми кровоизлияниями. У отдельных в полости мочевого пузыря были расположены одиночные или множественные уrolиты с бугристой или пористой поверхностью и различной плотности.

Селезенка увеличена в объеме, с тупыми краями, дряблой консистенции. В некоторых случаях была гиперемированной с геморрагиями. При осмотре паренхимы легких выявлены эмфизематозные полости разного объема и уплотненные очажки в краевых участках, сочность разреза и выделение с поверхности кровянистой жидкости. В просвете крупных бронхов находилась пенистая светло-розовая жидкость. Полости сердца были расширены, срез миокарда неравномерно окрашен с точечными и полосчатыми кровоизлияниями. Продольная и поперечная исчерченность сердечной мышцы не определялась.

Таким образом, установленные патолого-анатомические изменения характеризовались гемодинамическими, дистрофическими и некробиотическими процессами в жизненно важных органах, развившимися в результате действия солей тяжелых металлов.

Для оценки микрокартины были проведены гистологические исследования, в ходе которых установлена типичность изменения гистоструктур органов. При исследовании среза печени у отдельных коров выявлена картина зернистой и жировой дистрофии клеток целой печеночной дольки с преимущественной локализацией под капсулой. Это изменение выявлено в комплексе с очажками некроза и пролиферацией клеточных структур соединительной ткани. Дистрофически измененные клетки располагались неравномерно: элементы с жировой дистрофией занимали периферическое положение в дольке, а с зернистой – центральное. Клеточные структуры в состоянии жирового перерождения характеризовались увеличением в объеме и округлением. Цитоплазма этих клеток не воспринимала красители и характеризовалась ячеистым строением, центрально расположенные ядра были изменены по типу лизиса, пикноза или вакуолизации. Клетки, характеризующиеся зернистым перерождением, были набухшими и округленными. По этой причине балочное строение органа в целом было нарушено. В цитоплазме определяли присутствие оксифильно окрашенной зернистости, а в ядрах – признаки некробиоза. Наряду с описанными изменениями были выявлены гепатоциты, лишенные ядер, в состоянии некроза. Эти очаги, локализованные в границах отдельных

долек или их рядом расположенных групп, были различной формы и размера. Среди поврежденных печеночных клеток и омертвевшей субстанции выявлены очажки лимфоидных, гистиоцитарных элементов и эозинофилов. В некоторых из них присутствовали сидерофаги, содержащие гемосидерин. Это может свидетельствовать об отсутствии внутрипеченочного гемолиза эритроцитов. В капсуле и месте локализации печеночной триады были расположены пучки растущей соединительной ткани волокнистого типа в состоянии отека. Среди этих структур выявляли скопления клеток лимфоидного ряда, гистиоцитов, фибробластов и эозинофилов. Максимальное количество эозинофильных элементов установлено в интимах сосудов. Полости междольковых и центральных сосудов были увеличены и содержали однородную, лишенную структуры розоватую массу. Такая гистокартина может указывать на «внутрисосудистое свертывание крови с образованием тромбов», с последующим их «вымыванием при свертывании в результате нарушения вязкости крови, либо внепеченочным гемолизом» [13].

У других животных при световой микроскопии гистопрепаратов печени выявлены гепатоциты вытянутой формы с овальными и веретеновидными ядрами, окрашенными в темно-синий цвет. Цитоплазма этих клеточных элементов окрашивается в ярко-розовый цвет и содержит многочисленные включения бурых липофусциновых зерен. Отдельные клетки имели цитоплазму, часть которой занимала центрально расположенная крупная вакуоль и смещенное на периферию темноокрашенное ядро. Это может указывать на жировое перерождение гепатоцитов. В ткани органа визуализировались близко расположенные расширенные синусоиды округлой формы, образованные печеночными балками и заполненные кровью. Особенностью этих структурных единиц печени было то, что клетки атрофированы. Пространство вокруг было заполнено клетками эндотелия. Микроскопически были установлены многочисленные кровоизлияния различного размера, занимающие или отдельные участки долек, или одновременно несколько этих структур. При этом выявлено полное нарушение правильного соотношения и расположения клеточных элементов в печеночных балках.

При световой микроскопии срезов из почек отдельных коров были установлены отеки, интерстиция, точечные кровоизлияния в кортико-медуллярном слое, а также очаговое скопление кальциевых солей. При этом межкапиллярное пространство окрашивается

оксифильными красителями и не имеет четко выраженной структурности. Клубочковый аппарат претерпел изменения. При исследовании были выявлены как атрофированные клубочки, так и утолщенные в результате разраста соединительной ткани волокнистого типа. Полость капсул Боуменовского клубочка была заполнена белковой массой, а стенки капсулы и крупных кровеносных сосудов склеротически изменены. В расширенных канальцах располагается содержимое волокнистой или гомогенной структуры. Местами на гистосрезе под капсулой органа установлены кистозоподобные полости, образованные, по нашему мнению, в результате сильной деформации, атрофии и разрыва рядом расположенных канальцевых структур. Клеточные элементы извитых канальцев почек имели розовую цитоплазму с ярко выраженной зернистостью и некробиотически измененные ядра. Отдельные клетки были лишены ядер. Эпителиоциты канальцевых структур были вакуолизированы, увеличены и округлены. Гиалоплазма не воспринимала никакие красители, а нуклеус некробиотически изменен. В межклеточном пространстве визуализировались пролиферативные очаги из лимфогистиоцитов и фибробластов. Все кровеносные сосуды органа были переполнены кровью и растянуты, что, на наш взгляд, указывает на развитие застойных процессов в почках. Вокруг кровеносных сосудов определяется утолщение соединительной ткани в результате разраста волокнистых элементов.

В гистосрезе почек отдельных животных были установлены изменения, характерные для нефросклероза. Соединительная ткань между канальцами содержала большое количество фибробластных, фиброцитных и коллагеновых элементов. Толщина этой ткани в разных участках варьирует. Она была максимально выражена в медуллярном слое. В кортикальном слое преобладают расширенные канальцы, стенки которых состоят из атрофированных или некротизированных элементов, а содержимое просвета представлено разрушенными клетками и бесструктурной массой, окрашенной в розовый цвет. Клубочковый аппарат уменьшен в объеме, а его внутренняя полость заполнена гомогенным или зернистым содержимым розоватого цвета. При этом визуализируется компактность расположения эндотелиальных ядер и мезангиальных клеток.

Гистологическая картина срезов селезенки характеризовалась уменьшением количества и/или отсутствием лимфоцитов и плазмоцитов в фолликулах белой и красной пульпы. Она запол-

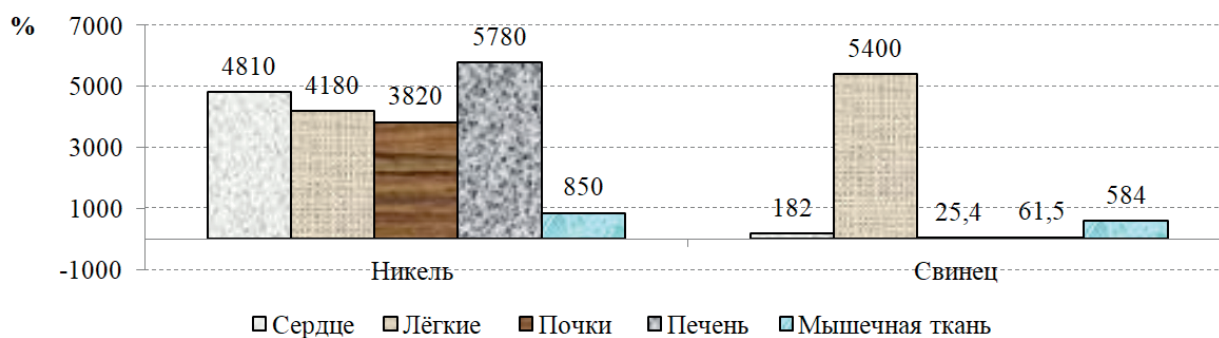
нена сидерофагами с массивами гемосидерина. Расширенные синусоиды красной пульпы имеют сетчатую структуру, просвет фолликулов содержит однородную или в виде тяжелой массу, лишенную красных форменных элементов крови.

При патоморфологическом исследовании легких у коров были установлены изменения, указывающие на хроническую альвеолярную эмфизему и интерстициальную пневмонию с явлениями пневмосклероза. В гистосрезе визуализировали растянутые альвеолы с истонченными и поврежденными стенками и разного размера полости. Отдельные бронхи эктазированы, а их стенки, как и межальвеолярные перегородки, содержат глыбки и пылевидную темную зернистость. Интерстициальная легочная ткань утолщена и включает многочисленные клетки лимфоидного, гистиоцитарного, фибробластного типа и коллагеновые волокна.

Световая микроскопия гистосрезов миокарда позволила установить набухание волокон, слабовыраженную и/или отсутствующую поперечную исчерченность. Измененные волокна плохо окрашивались, имели участки лизиса и разрывов.

Таким образом, при гистологическом исследовании образцов паренхиматозных органов коров в условиях техногенного воздействия с высоким уровнем содержания тяжелых металлов в объектах внешней среды были установлены изменения, указывающие на расстройство кровообращения, развитие дистрофических и атрофических процессов с разрастанием соединительной ткани и потерей специфической функциональной активности органов. Это заключение подтверждается результатами химического исследования по содержанию тяжелых металлов в крови и основных паренхиматозных органах и мышечной ткани (рис.).

В крови животных было установлено превышение среднего нормативного значения кадмия, свинца и никеля. Это явление связано с их ежедневным алиментарным поступлением в составе воды и кормов и респираторным – при вдыхании загрязненного воздуха. Высокий уровень поллютантов в крови сопровождается их кумуляцией в продуктах убоя. Данные представлены на рисунке.



Отклонение показателей концентрации химических элементов в продуктах убоя животных от ПДК, %

При анализе данных рисунка установлено, что во всех образцах паренхиматозных органов содержание никеля и свинца превышало значения предельно допустимой концентрации (ПДК). Так, уровень никеля в пробах сердечной мышцы превышал значения ПДК в 49,1 раза; легких – 42,8; почек – 39,2; печени – 58,8 и мышечной ткани в 9,5 раза. Такие результаты могут свидетельствовать о преимущественно алиментарном пути поступления никеля в организм животных, вероятно, в составе кормов и питьевой воды. Содержание свинца в тканях сердца превышало ПДК в 2,8 раза, в легких – в 55 раз, почках – на 25,4 %, печени – на 61,5 %, мышечной ткани – в 6,8 раза. Полученные данные позволяют пред-

положить преимущественно респираторный путь поступления свинца и его соединений в организм коров. Таким образом, на территориях техногенного воздействия в паренхиматозных органах и мышечной ткани происходит накопление тяжелых металлов-экоотоксикантов в количествах, существенно превышающих значения ПДК.

Выводы

1. Полученные патоморфологические данные свидетельствуют о глубоких патоморфологических изменениях тканей органов, указывающих на нарушение гемодинамики, развитие дистрофических и некротических процессов.

2. Высокий уровень токсических элементов в рационе, воде и воздухе способствует их биоаккумуляции в продуктах убоя. Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани и паренхиматозных органах существенно превышает значения ПДК и представляет серьезную опасность в питании человека.

3. Представленные данные вносят весомый вклад в более детальное описание патогенеза хронически протекающих интоксикаций на фоне отравления организма млекопитающих солями тяжелых металлов.

Литература

1. Патент РФ № 240 2323. Способ лечения гепатоза молочных коров в условиях техногенной провинции с избытком никеля и свинца / *А.М. Гертман, Д.М. Максимович, Т.С. Кирсанова* // Изобретения и полезные модели в России: бюлл. 2010. № 30.
2. Патент РФ № 2599499. Способ лечения гепатоза молочных коров в условиях техногенных провинций с избытков свинца, никеля и кадмия / *А.М. Гертман, Т.С. Самсонова, Е.М. Руликова* // Изобретения. Полезные модели: бюлл. 2016. № 28 (10.10.2016).
3. Патент РФ № RU 2588159C2. Способ лечения хронического ацидоза рубца молочных коров в условиях природно-техногенной провинции с избытком никеля, свинца и кадмия / *А.М. Гертман, Т.С. Самсонова, А.Ю. Федин* // Изобретения. Полезные модели: бюлл. 2016. № 18 (27.06.2016).
4. *Скугорева С.Г., Ашихмина Т.Я., Фокина А.И.* [и др.]. Химические основы токсического действия тяжелых металлов (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2016. № 1. С. 4–13.
5. *Глушанкова М.А., Пашкова И.М.* Аккумуляция тяжелых металлов тканями рыб озер Псково-Чудского и Выртсъявр // Мат-лы 2-й Всесоюз. конф. по рыбохозяйственной токсикологии. СПб., 1991. Т. 1. С. 116–117.
6. *Колесников В.А.* Воздействие тяжелых металлов на биохимические реакции // Вестник КрасГАУ. 2009. № 5. С. 106–111.
7. *Фокина А.И., Ашихмина Т.Я., Домрачева Л.И.* [и др.]. Тяжелые металлы как фактор изменения метаболизма у микроорганизмов (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2015. № 2. С. 5–18.
8. *Фокина А.И., Олькова А.С., Ляпина Е.И.* [и др.]. Исследование закономерностей биоаккумуляции меди представителями автотрофных и гетеротрофных микроорганизмов // Ученые записки Петрозаводского гос. ун-та. Серия. Естественные и технические науки. 2015. № 6 (151). С. 50–55.
9. *Шафран Л.М., Большой Д.В., Пыхтеева Е.Г.* [и др.]. Роль лизосом в механизме защиты и повреждения клеток при действии тяжелых металлов // Современные проблемы токсикологии. 2004. № 3. С. 17–24.
10. Гигиенические требования безопасности пищевой ценности пищевых продуктов: сан.-эпидем. правила и нормы СанПиН 2.3.2.1078-01. М., 2002. 272 с.
11. *Грибовский Г.П.* Ветеринарно-санитарная оценка основных загрязнителей окружающей среды на Южном Урале. Челябинск, 1996. 224 с.
12. *Коломийцева М.Г., Габович Р.Д.* Микроэлементы в медицине. М.: Медицина, 1970. С. 151–159.
13. *Гертман А.М.* Незаразная патология крупного рогатого скота в техногенных провинциях Южного Урала и способы ее коррекции: дис. ... д-ра ветеринар. наук: 16.00.01, 16.00.04 / Казанская ГАВМ им. Н.Э. Баумана. Казань, 2005. 427 с.

Literatura

1. Patent RF № 240 2323. Sposob lecheniya gepatoza molochnyh korov v usloviyah tehnogennoj provincii s izbytkom nikelya i svinca / *A.M. Gertman, D.M. Maksimovich, T.S. Kirsanova* // Izobreteniya i poleznye modeli v Rossii: byull. 2010. № 30.
2. Patent RF № 2599499. Sposob lecheniya gepatoza molochnyh korov v usloviyah tehnogennoj provincij s izbytkov svinca, nikelya i kadmiya / *A.M. Gertman, T.S. Samsonova, E.M. Rulikova* // Izobreteniya. Poleznye modeli. Byulleten'. 2016. № 28 (10.10.2016).
3. Patent RF № RU 2588159C2. Sposob lecheniya hronicheskogo acidoza rubca molochnyh korov v usloviyah prirodno-tehnogennoj provincii s izbytkom nikelya, svinca i kadmiya / *A.M. Gertman, T.S. Samsonova, A.Yu. Fedin* // Izobreteniya. Poleznye modeli: byull. 2016. № 18 (27.06.2016).
4. *Skugoreva S.G., Ashihmina T.YA., Fokina A.I.* [i dr.]. Himicheskie osnovy toksicheskogo dejst-

- viya tyazhelyh metallov (obzor) // Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. 2016. № 1. S. 4–13.
5. *Glushankova M.A., Pashkova I.M.* Akkumulyaciya tyazhelyh metallov tkanyami ryb ozer Pskovo-Chudskogo i Vyrtsov // Mat-ly 2-j Vsesoyuz. konf. po rybohozyajstvennoj toksikologii. SPb., 1991. T. 1. S. 116–117.
 6. *Kolesnikov V.A.* Vozdejstvie tyazhelyh metallov na biohimicheskie reakcii // Vestnik KrasGAU. 2009. № 5. S. 106–111.
 7. *Fokina A.I., Ashihmina T.Ya., Domracheva L.I.* [i dr.]. Tyazhelye metally kak faktor izmeneniya metabolizma u mikroorganizmov (obzor) // Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. 2015. № 2. S. 5–18.
 8. *Fokina A.I., Ol'kova A.S., Lyalina E.I.* [i dr.]. Issledovanie zakonornostej bioakkumulyacii medi predstaviteleyami avtotrofnih i geterotrofnih mikroorganizmov // Uchenye zapiski Petrozavodskogo gos. un-ta. Seriya. Estestvennye i tehnicheckie nauki. 2015. № 6 (151). S. 50–55.
 9. *Shafran L.M., Bol'shoj D.V., Pyhteeva E.G.* [i dr.]. Rol' lizosom v mehanizme zaschity i povrezhdeniya kletok pri dejstvii tyazhelyh metallov // Sovremennye problemy toksikologii. 2004. № 3. S. 17–24.
 10. *Gigienicheskie trebovaniya bezopasnosti pischevoj cennosti pischevyh produktov: san.-epidem. pravila i normy SanPiN 2.3.2.1078-01. M., 2002. 272 s.*
 11. *Gribovskij G.P.* Veterinarno-sanitarnaya ocenka osnovnyh zagryaznitelej okruzhayuschej sredy na Yuzhnom Urale. Chelyabinsk, 1996. 224 s.
 12. *Kolomijceva M.G., Gabovich R.D.* Mikroelementy v medicine. M.: Medicina, 1970. S. 151–159.
 13. *Gertman A.M.* Nezaraznaya patologiya krupnogo rogatogo skota v tehnogennyh provinciyah Yuzhnogo Urala i sposoby ee korrekcii: dis. ... d-ra veterinar. nauk: 16.00.01, 16.00.04 / Kazanskaya GAVM im. N.E. Baumana. Kazan', 2005. 427 s.

