Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН)

На правах рукописи

Saul

Тютиков Сергей Фёдорович

# Парнокопытные животные как естественные биоиндикаторы при геохимическом мониторинге окружающей среды

03.02.08 – экология (биология)

Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук

Научный консультант: Ермаков Вадим Викторович, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ

### Оглавление

Раздел диссертации	Ст
Введение	
Глава 1. Обзор литературы.	
1.1. Геохимическая экология и техногенное преобразование	
биосферы	
1.2. Роль животных в биогеоценозах и зоогенная миграция	
атомов химических элементов	
1.3. Дикие парнокопытные Среднерусской лесостепи	
1.4. Биологическая роль химических элементов и проблема	
микроэлементозов.	
1.5. Стойкие хлорорганические пестициды в пищевых	
цепях	
1.6. Методы биогеохимической индикации и экологического	
мониторинга	
1.7. Методы диагностики микроэлементозов крупного рогатого	
скота	
Глава 2. Объекты, материалы и методы исследования	
2.1. Характеристика районов исследования	
2.2. Постановка исследований крови и волосяного покрова	
сельскохозяйственных животных	
2.3. Объем и характер полученного материала	
2.4. Биогеохимические и биоценотические методы	
2.5. Отбор образцов почв, вод, растений и органов	
парнокопытных	
2.6. Методы подготовки и аналитического определения состава	
биоматериалов.	

2.7. Статистическая обработка результатов	110
Глава 3. Результаты исследования и их обсуждение	111
3.1. Эколого-геохимическая оценка фоновых субрегионов	111
3.2. Химические элементы и стойкие хлорорганические	
пестициды в организме диких и сельскохозяйственных парнокопытных	
фоновых территорий	126
3.3. Региональная специфика микроэлементного состава крови	
крупного рогатого скота	140
3.4. Диагностика хронических микроэлементозов крупного	
рогатого скота по химическому составу волос	146
3.5. Геоботанические методы экологического мониторинга	167
3.6. Экологический зоомониторинг и методы коррекции	181
Заключение	208
Выводы	214
Практические предложения	217
Список сокращений и латинских названий	219
Список использованной питературы	221

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Актуальность темы исследования. Дикие парнокопытные животные (лось, косуля и кабан) с древнейших времен являются важным объектом охотничьего промысла человека [223, 300]. Эстетическое значение данной группы животных для современного урбанизованного человечества трудно переоценить [17, 106, 437, 824]. Особенно важным значение парнокопытных становится в условиях густонаселенных районов нашей страны с их островными лесными массивами. В последние десятилетия с ростом глобальной сети экологического мониторинга во всем мире активно ведется поиск биологических индикаторов загрязнения окружающей среды вредными веществами, в частности - ТМ и МЭ, а также стойкими ХОП [4, 11-15, 302, 308, 313, 364, 367]. В этой связи использование таких традиционных объектов охотничьего промысла, каковыми являются дикие парнокопытные, для целей экологического мониторинга указанных загрязнителей дает возможность получить информацию о качестве охотничьей продукции [194] и разработать систему методик слежения за качеством окружающей природной Привлечение [184]. родственных видов позволяет C.X. агропедоценозы, а в ряде случаев и дать рекомендации по коррекции микроэлементного статуса c.x. угодий, подвергающихся интенсивной эксплуатации.

Детальная разработка научных проблем, связанных с влиянием факторов среды на организмы, является традиционной для отечественного естествознания [144, 330, 332, 374, 438, 440, 456]. Среди множества этих факторов важную роль играет химический состав горных пород, почв и биоты [233, 234, 246, 249, 351, 352].

Следует отметить, что адекватная оценка диких парнокопытных как экологической группы живых организмов с точки зрения их взаимодействия с геохимической средой практически невозможна без рассмотрения общих экологических особенностей этих видов [312]. Главными вопросами, на наш

взгляд, следует признать популяционный аспект экологии этих животных, а также их место в биогеоценозе (взаимодействие с хищниками и почвенно-растительным комплексом населяемых ими местообитаний).

Степень разработанности проблемы. Сопоставив территории, характеризующиеся различными геохимическими условиями, с развитием краевой патологии человека и животных, А.П. Виноградов в 30-х годах прошлого столетия ввел понятие «биогеохимические провинции». Последние, по его мнению, представляют собой «области на Земле, отличающиеся от соседних областей по уровню содержания в них химических элементов и вследствие этого вызывающие различную биологическую реакцию со стороны местной флоры и фауны...» [72]. В экстремальных случаях, вызванных техногенезом, происходит снижение численности и даже полное исчезновение видов на данной территории [35].

В пределах БГХ провинций различного генезиса имеют место народнохозяйственные проблемы с ведением сельского хозяйства и получением продуктов [183,226]. Современная качественных питания интенсивная хозяйственная деятельность человека дополнительно усиливает существующую природную неоднородность химического состава среды. Учитывая ежегодный рост аэрозольных выпадений загрязнителей, особую актуальность приобретает способов поиск экспрессных методов экологического мониторинга краткосрочных выбросов [104, 386]. Массовое применение в прошлом, не прекратившееся вплоть до настоящего времени, применение в сельском и лесном хозяйстве стойких ХОП, совершенно чуждых для естественной природной среды ксенобиотиков, вносит свой дополнительный вклад в ухудшение экологической ситуации во многих регионах [16].

Дикие виды парнокопытных животных (лось, косуля и кабан) — неотъемлемая часть природных сообществ большей части России. Вместе с близкими им с.х. животными (крупный и мелкий рогатый скот, свиньи), объединяемые в группу ARTIODACTYLA, они являются основным источником

животного белка для человека. Неоспоримо рекреационное значение диких копытных для современного урбанизованного человечества [136].

Сложившееся во второй половине двадцатого столетия новое направление биогеохимии и экологии, основанное В.В. Ковальским [226], - геохимическая экология, - базируется на учении В.И. Вернадского о биосфере [64-68] и концепции А.П. Виноградова о биогеохимических провинциях [71, 72]. Как всякая смежная дисциплина, возникшая «на стыке» двух наук, геохимическая экология оперирует понятиями обеих своих предшественниц. Влияние химизма фактора рассматривается как экологического на организменном, популяционном и биоценотическом уровнях, а миграция атомов химических элементов через звенья пищевых цепей оценивается с помощью комплекса БГХ параметров, числе коэффициентов биологического поглощения, TOM аккумулированных масс атомов химических элементов и величин массопереноса в единицу времени. Центральное место занимают вопросы биологической роли химических элементов [83, 112, 321]: точки приложения и взаимодействия в обмене веществ, разнообразные реакции организмов на дисбаланс макро- и микроэлементов, их соотношений и соединений в БГХ пищевых цепях.

Следует отметить, что с течением времени исследователи все большее внимание начинают обращать на антропогенно измененные ландшафты территории городов, горнорудные районы, агропедоценозы, взаимодействуя с такими направлениями как экотоксикология [35, 529], природопользование и экологическое нормирование [43]. Становится очевидным, что в наиболее урбанизированных участках ландшафтов трансформация биосферы в ноосферу, предсказанная еще В. И. Вернадским, происходит настолько интенсивно, что живые организмы оказываются не в состоянии приспособиться к возрастающим нагрузкам [5, 215, 233, 368, 405, 408]. В подобных случаях у растений могут развиваться уродливые формы, а животные страдают микроэлементозами техногенной и ятрогенной природы [6, 103, 527].

Интерес биогеохимиков и экологов к фоновым субрегионам биосферы,

таким как среднерусская лесостепь, вызван прежде всего тем, что эти территории являются густонаселенными аграрно-промышленными регионами. Почвенно-климатические условия, благоприятствующие произрастанию большинства зерновых и технических культур, обусловливают развитие здесь интенсивного с.х. производства. Из промышленных предприятий, в наибольшей степени загрязняющих окружающую среду выбросами ТМ, выделяются Стойленский и Лебедянский ГОКи, Новолипецкий и Старооскольский металлургические комбинаты.

Животный мир богат и сочетает в себе виды, присущие степям и лесам [31]. Дикие парнокопытные животные (лось, кабан, косуля), обитающие здесь, имеют широкое распространение в Европе и Азии. В условиях заповедности или при соответствующей охране в элитных охотхозяйствах данные виды накапливают значительную биомассу, участвуя таким образом в биогенной миграции атомов. Известно также косвенное влияние этих животных на круговорот элементов, которое становится особенно заметно при высокой плотности их популяций [213, 214, 251].

С.х. животные родственных видов (КРС, свиньи, овцы) наиболее доступны и поэтому наиболее изучены в нашей стране и за рубежом по содержанию МЭ, ТМ и стойких ХОП в тканях различных органов [197, 228, 253, 272, 350, 562, 566, 622, 635, 696, 776, 801]. Дикие парнокопытные в экологическом аспекте интереснее с.х. животных тем, что они в большей степени отражают влияние содержания химических элементов в компонентах биогеоценоза. Обе группы в совокупности являются основным источником получения мяса и мясных продуктов для населения.

<u>Цель исследования</u> — выбор и обоснование использования диких и сельскохозяйственных парнокопытных в качестве биологических мониторов при системном изучении геохимической экологии провинций и фоновых территорий с выявлением специфических реакций организмов на экстремальные условия среды.

#### Ставились следующие задачи:

- провести эколого-геохимическую оценку условно-фонового района (Центрально-Черноземный регион), а также районов с аномалиями микроэлементного статуса среды природно-техногенного генезиса (Центральный, Северо-Кавказский и Забайкальский регионы);
- оценить накопление и метаболизм химических элементов и стойких XOП у высших млекопитающих в фоновых и экстремальных геохимических условиях, а также в эксперименте;
- выявить региональную специфику микроэлементного состава крови и волосяного покрова крупного рогатого скота;
- разработать методы экологического мониторинга среды обитания и диагностики микроэлементозов с использованием органов, тканей и биологических жидкостей парнокопытных.

#### Научная новизна состоит в том, что впервые:

- на основании данных по накоплению ТМ растениями и дикими животными в различных эколого-геохимических условиях разработаны методы мониторинга долгосрочного и краткосрочного загрязнения среды (Патенты РФ на изобретения № 2266537, № 2375710 и № 2486507);
- разработан метод диагностики хронических микроэлементозов КРС (Патент РФ на изобретения № 2477483);
- при наблюдении в природе и на основании экспериментальных данных показана возможность использования животных в мониторинге загрязнения среды ХОП и их детоксикации (Патенты РФ на изобретения № 2267781 и № 2458524);
- разработаны методы мониторинга микроэлементного статуса территорий и его коррекции (Патенты РФ на изобретения № 2280869 и № 2430355);
- исходя из закономерностей накопления меди, молибдена и вольфрама в почвенно-растительном комплексе и организме парнокопытных показана возможность использования пахты молока в экологическом мониторинге

дисбаланса этих элементов в окружающей среде (Патент Р $\Phi$  на изобретение N2542236).

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретический вклад исследования состоит в установлении взаимосвязи химического состава органов и тканей группы видов ARTIODACTYLA со средой обитания, а также научном обосновании возможности их использования в качестве биологических мониторов.

Полученные результаты представляют собой новое решение актуальных научных проблем — поиска и адекватного использования биологических мониторов состояния окружающей природной среды и организма животных, а также действенных мер по коррекции неблагоприятного статуса.

Материалы диссертации использованы при подготовке «Методического руководства для выявления зон экологического бедствия и кризиса по скорректированным БГХ критериям почвенно-растительного комплекса в рамках программы «Экологическая безопасность России» (раздел 6.8.19.). Разработано 9 методических рекомендаций, среди которых «Биогеохимические критерии оценки экологического состояния территорий» отмечены Серебряной медалью и Дипломом 2-го Московского международного салона инноваций и инвестиций (Москва, ВВЦ, 6-9 февраля 2002 г.).

По материалам диссертации получены 9 Патентов РФ (приведены в списке публикаций). Результаты работы использованы автором в лекционных курсах.

Методология и методы исследования. Работа выполнена автором в 1999-2015 гг. по традиционной методологии лаборатории биогеохимии окружающей среды ГЕОХИ РАН.

#### Схема исследований



Исследования плотности населения диких парнокопытных проводили традиционными в охотоведении методами. Отбор образцов крови – общепринятым в ветеринарии способом. При анализе ТМ, МЭ и стойких ХОП использовали утвержденные методики. Подробное описание методов приведено в главе 2 диссертации.

### Положения, выносимые на защиту:

1. Взаимосвязь химизма внутренних сред организма парнокопытных с химическим составом среды обитания позволяет использовать их в биологическом мониторинге.

- 2. Географическая дифференциация МЭ в крови КРС, наиболее характерна для цинка и молибдена в пределах полиметаллических и гипермолибденовых провинций. Концентрационные характеристики МЭ в пределах каждого региона не подчиняются статистическому закону нормального распределения.
- 3. Микроэлементный состав волос с кисти хвоста КРС практически не зависит от цвета, а также пола и возраста животного. Раскрытые закономерности накопления МЭ этой тканью позволяют использовать ее для диагностики хронических микроэлементозов различной этиологии.
- 4. Накопление ТМ висцеральными органами диких животных дифференцировано в зависимости от продолжительности и интенсивности воздействия загрязнителей на экосистему.
- 5. Накопление стойких XOП в печени и околопочечном жире диких животных отражает зависимость от сезона и местообитания.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность исследования обеспечена применением традиционной методологии, использованием утверждённых ГОСТами аналитических методик и выполнением анализов в лабораториях, имеющих государственную аккредитацию. Результаты работы доложены и обсуждены на: II, III, IV, V, VI, VII, VIII и IX Российских и Международных Биогеохимических Школах (Москва, 1999; Горно-Алтайск, 2000; Москва, 2003; Семипалатинск, 2005; Астрахань, 2008; Астрахань, 2011; Гродно, 2013 и Барнаул, 2015), Всеросс. и Междунар. научных конференциях (Смоленск, 1999; Семипалатинск, 2000, 2002, 2004, 2007, 2008, и 2012 г.; Москва, 2001, 2006, 2010); 4-х Биогеохимических чтениях памяти В. В. Ковальского (Москва, 2003); Междунар. научн.-практ. конф. «Биолого-экологические проблемы заразных болезней диких животных и их роль в патологии сельскохозяйственных животных и людей» (Покров, 2002); 1-м Съезде Росс. общества медицинской элементологии (РОСМЭМ) (Москва, 2004); Междунар. научно-практ. конф. «Биогеохимия элементов и соединений токсикантов в субстратной и пищевой цепях агро- и аквальных систем» (Тюмень, 2007);

Междунар. конф. «Совр. проблемы геоэкологии и сохранение биоразнообразия» (Бишкек, 2007, 2009); IV Междунар. «Геохимия биосферы» совещ. (Новороссийск, 2008); Medunarodna konferencija «Zivotna sredina danas»/ Int. conf. on «Environment today» (Beograd, 2008); 7-th Int. symp. On trace elements in human: new perspectives (2009, October 13-th - 15-th, Athens, Greece), Междунар. симп. «Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты» (Москва, 2010), Междунар. научно-практ. конф., посв. 75-летию Хоперского гос. прир. зап-ка «Проблемы мониторинга природных процессов особо на охраняемых природных территориях» (пос. Варварино, Воронежская обл. 20-23 сентября 2010 г.), Int. scient. Conf. on «Sustainable development in the function of environment protection» (Beograd, 2011); Third Int. Conf. «Reseach people and actual tasks on multidisciplinary sciences» (Lozenec, Bulgaria, 2011); 8-th workshop on biological activity of metals, synthetic compounds and natural products (November 27-29, 2013, Sofia, Bulgaria); Всеросс. с междунар. уч. научно-практ. конф. «Экологическая безопасность и культура – требование современности», посвящ. 20-летию каф. «Охрана окр. среды и рац. исп. прир. ресурсов» Уфимского гос. ун-та экономики и сервиса (Уфа, 2014).

Результаты опубликованы в 1 монографии, 20 статьях в рецензируемых периодических изданиях, включенных в перечень ВАК, а также ряде других публикаций, основные из которых приведены в списке использованной литературы.

#### Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

#### 1.1. Геохимическая экология и

#### техногенное преобразование биосферы

Биогенная миграция химических элементов в БГХ пищевой цепи и в целом геохимическая связь между организмами и их сообществами с природнотехногенной средой нашли наиболее полное отражение в геохимической экологии, основанной выдающимся натуралистом В.В. Ковальским [226, 227]. Совместно с учениками В.В. Ковальским впервые в СССР были установлены биологические реакции растений, животных и человека на избыток или недостаток отдельных элементов или изменений их соотношений в геохимической среде. Биологическими эффектами при этом, в конечном счете, являются нарушения обмена веществ и эндемические заболевания [21].

Особую роль в формировании геохимической экологии сыграли БГХ идеи В.И. Вернадского [64-68] - о геохимической роли живого вещества, формировании среды жизни, единстве жизни и геохимической среды, миграции атомов и трансформации энергии в биосфере.

Формируя учение о биосфере, В.И.Вернадский рассматривает ее как активную динамическую пленку живого вещества, несущую все отпечатки происходящих на планете и в космическом окружении процессов и явлений. Роль живого вещества, обладающего конкретным химическим составом и специфическими функциями, в рассеивании и концентрировании химических элементов и их соединений в биосфере отражена в понятиях биогенной миграции и геохимической энергии организмов [64]

Указанные функции биосферы проявляются в своем единстве в локальных, региональных и глобальных БГХ циклах химических элементов, слагающих геологические циклы. Состояние живого вещества планеты во многом определяется закономерностями БГХ циклов углерода, кислорода и азота.

Определенный вклад в становление геохимической экологии внес

академик А.П. Виноградов [71-76]. Ему также присущ системный экологический подход при изучении и оценке природных явлений. Именно термин «химическая экология» упоминается в известной его работе, посвященной геохимии редких и рассеянных химических элементов в почвах [73]. С его именем связаны оценки глобальных циклов углерода и воды, которые находятся в центре внимания общей экологии. Не менее важным явилось изучение локальных циклов химических элементов, включая БГХ циклы редких и рассеянных элементов.

Рассматривая становление геохимической экологии, невозможно не упомянуть профессора Донецкого государственного мединститута, биохимика А.О. Войнара. В 50-е-60-е годы прошлого столетия он активно работал в области биохимии МЭ.

Содержание геохимической экологии составляют:

- особенности химического элементного состава организмов и геохимической среды;
  - БГХ пищевые цепи и параметры;
  - биогенная миграция химических элементов и их БГХ циклы;
- разнообразные биологические реакции организмов, включая ферментные адаптации;
- пороговые или критические концентрации химических элементов в организмах и среде;
- БГХ модель гомеостатических регуляторных процессов организма, сообщества, биогеоценоза и их устойчивое функционирование;
- эволюция химического состава живого вещества и биосферы как отражение планетарных и космических процессов.

Концепция гомеостаза является центральной проблемой геохимической экологии и отражает состояние относительного постоянства внутренних и внешних сред организма. Организмы, участвуя в БГХ циклах, поддерживают динамический гомеостаз среды обитания (регуляция уровней  $O_2$  и  $CO_2$  в атмосфере, трансформации энергии, блокирования токсичных элементов

микроорганизмами). Реакции организмов на резкое изменение концентраций и соотношений элементов В среде, кормах рационах связаны И приспособительными свойствами организмов И ИХ способностью регулированию функций в условиях определенных пределов изменчивости геохимической среды.

Под пороговыми концентрациями химических элементов понимают предельные нижние и верхние концентрации химических элементов в почвах, водах, воздухе, кормах, пищевых продуктах, рационах, жидкостях и тканях организмов, в пределах между которыми организм способен регулировать процессы метаболизма; ниже нижних пороговых концентраций и выше верхних наблюдается срыв регулирующих процессов: дисфункции, биохимические изменения обмена веществ, морфологические изменения организмов, эндемические заболевания [25, 26, 226]. Геохимическая экология как область системной экологии, где основным фактором воздействия служит химический элемент, подразделяется на частные направления по объекту воздействия: геохимическая экология микроорганизмов [70, 89, 542, 739], растений [42, 44, 82, 92, 156, 165, 190, 210, 271, 306, 356-360, 373, 427, 532, 553, 626, 673, 698, 811], животных [78, 105 110, 111, 148, 155, 177, 185, 188, 198, 270, 315, 333, 388, 406, 410, 421, 455, 466, 468, 472, 479, 483-485, 509, 511, 549, 561, 568, 571, 572, 583, 603, 609, 610, 625, 636, 640, 642, 644, 651, 652, 659, 685, 714, 715, 734] и человека [162, 183, 286, 326, 331, 353, 369, 370, 449, 454, 604].

Новым направлением геохимической экологии является геохимическая экология пойкилотермных животных [144, 550]. На основании многолетних наблюдений Б.М. Дженбаевым в экстремальных геохимических условиях выявлены морфо-физиологические измененные формы наземных растений, амфибий и млекопитающих [144].

В последние десятилетия как в России, так и за рубежом активно развиваются направления геохимической экологии, связанные с экспериментальным моделированием избыточных состояний по ряду ТМ и МЭ, а

также с системной оценкой гипомикроэлементозов диких и с.х. животных различной этиологии [414, 488, 585, 586, 591, 653, 667, 688, 690, 695, 702, 706, 707, 720, 740, 743, 747, 751, 765, 769, 774, 777, 785, 805, 815].

эволюцией химического элементного состава связано понятие техногенной миграции химических элементов, часто сопровождающейся экологическим кризисом. Техногенез как локальное явление, зародившееся в нативной биосфере, в настоящее время охватывает всю планету и избирательно усиливает миграцию определенных химических элементов. Проблемы освоения планеты, энергетики и сырьевых ресурсов, качества пищевых продуктов и среды обитания организмов в целом - определяющие его факторы [18, 149, 220, 327, 550].

Термин «техногенез» был предложен А.Е.Ферсманом в 1924 г. Он вкладывал в его содержание процесс изменения таксонов биосферы под влиянием индустриальной деятельности человека [536]. Свидетельством техногенеза является установление локальных загрязнений промышленными отходами определенных территорий. Мы имеем массу таких островков, различных как по размеру, составу и характеру миграции элементов, так и по биологическим реакциям растений и животных [50, 129, 140, 166, 172, 173, 187, 195, 200, 250, 451, 463, 464, 487, 525, 544, 554, 558-560, 576, 592, 663, 672, 675, 677, 692, 718, 749]. Так, нарастающее использование железа сказывается сегодня на увеличении его аккумулирования растениями. Однако усвояемость (всасываемость) железа в организме человека в настоящее время снижается, обусловливая Fe-дефицитные состояния [128].

глобальных, но формировании не только И локальных **ШИКЛОВ** существенная принадлежит атмосферной химических элементов роль составляющей, отражающей массоперенос веществ в системе: океан – атмосфера континенты, почва – растение – атмосфера [729]. Функционирование биогеоценозов во многом зависит от этого глобального процесса, который изучен явно недостаточно. Как правило, атмосферная техногенная эмиссия ряда металлов

и неметаллов в большинстве случаев значительно превосходит их природную эмиссию [52, 279, 361].

Геохимическую экологию невозможно рассматривать без учения В.И. Вернадского о биосфере, которую академик-космист рассматривает как активную динамическую пленку живого вещества, несущую все отпечатки происходящих на планете и в космическом окружении процессов и явлений. Взаимодействие живого вещества и косной материи осуществляется через биогенную миграцию химических элементов (биогеохимические циклы), трансформацию вещества и энергии. Основой концепции В.И. Вернадского являются БГХ принципы.

1-й БГХ принцип: «Все живое происходит из живого в биосфере, комплекс физико-химических явлений в которой точно ограничен и определен», а «биогенная миграция химических элементов в биосфере стремится к максимальному своему проявлению».

2-й БГХ принцип: «Эволюция видов, приводящая к созданию форм жизни, устойчивых в биосфере, должна идти в направлении, увеличивающем проявление биогенной миграции атомов в биосфере».

3-й БГХ принцип: «Живое вещество находится в непрерывном химическом обмене с космической средой, его окружающей,.. живое вещество создается и поддерживается на нашей планете космической энергией Солнца».

На основании БГХ принципов можно выделить следующие основные функции биосферы:

- энергетическая, связанная с аккумулированием и преобразованием энергии аутотрофными и гетеротрофными организмами (фото- и хемосинтез, питание);
- биохимическая, состоящая в синтезе органических веществ с вовлечением макро- и МЭ, их концентрированием и рассеиванием;
- трансформирующая, сущность которой состоит в минерализации органического вещества и в преобразованиях органических и неорганических соединений;

- транспортная, связанная с массопереносом вещества и биогенной миграцией химических элементов;
- средообразующая и гомеостатическая, состоящие в формировании геохимических свойств среды обитания и в обеспечении относительного постоянства внутренних сред организма и среды обитания;
- экологическая, сущность которой заключается во взаимодействии различных групп организмов и компонентов среды внутри экосистем;
- информационная, обеспечивающая регуляцию развития организмов и среды;
- космическая, обусловливающая периодичность миграционных и биологических ритмов, реакций организмов.

### 1.2. Роль животных в биогеоценозах и зоогенная миграция атомов химических элементов

Уже в 1940 году академик В.И. Вернадский отмечал «чрезвычайное влияние, какое играет в истории химических элементов живой органический мир, живое вещество...» [64]. Основоположник биогеохимии считал, что «более половины химических элементов тесно связаны в своей истории в земной коре с живым веществом. Эти элементы составляют особую группу простых тел химии, вся история которой в земной коре выражается циклами, постоянно приводящими элемент в исходное для него в данной земной оболочке состояние...». По мнению В.И. Вернадского, масса живого вещества в биосфере — «одна из констант планеты»

Достаточно давно замечено, что сходные по химическим свойствам элементы содержатся в организмах в пропорциональных количествах (кобальт и никель, железо и марганец; кальций и стронций, бор и хлор, цинк и кадмий, кобальт и никель). А.И. Войнар [83] приводит интересную закономерность

увеличения содержания в организме микроэлементов рубидия и цезия при увеличении концентрации макроэлемента калия. Автор видит объяснение этого явления в сопоставимости ионных радиусов.

Количество химических элементов, присутствие которых в составе организмов животных и человека доказано, постоянно растет. Этот процесс вполне закономерен, учитывая совершенствование аналитической базы БГХ исследований. К числу биогенных элементов, то есть элементов, имеющих четко выраженное биологическое значение, относят (по убыванию содержания в животном организме): кислород, углерод, водород, азот, кальций, фосфор, калий, серу, хлор, натрий, магний, иод, фтор, железо, цинк, бром, алюминий, кремний. В последнее время появляются исследования биологической роли и других химических элементов.

БГХ пищевая цепь: почва – растительный организм – животный (растительноядный) организм является единой системой. Таким образом, некорректно рассматривать химический элементный состав организма животных вне связи с химическим составом потребляемых ими в пищу растений, а их состав, в свою очередь, вне связи с химическим составом почв. На поверхности суши существуют различные по площади и очертаниям области, внутри которых геохимические условия схожи, - геохимические провинции [74, 75]. С ними, в свою очередь тесно связаны БГХ провинции, характеризующиеся не только близким химическим составом живых организмов, НО И сходными физиологическими реакциями растительных и животных организмов на избыток, недостаток или же дисбаланс химических элементов. В предельном случае у животных и человека развиваются БГХ эндемии.

А. П. Виноградов еще в 1938 году указывал, что нельзя отрицать физиологической роли ни одного из известных элементов периодической системы для тех или иных организмов, тем более что большая часть этих элементов обнаружена в организмах животных и человека [71]. Несмотря на это, в отечественных и иностранных источниках по проблемам МЭ, экологического

мониторинга и оценки степени риска от загрязнения среды химическими элементами до настоящего времени сохраняется несколько классификаций данных элементов по характеру их воздействия, путям поступления в организмы животных и человека, а также в соответствии с геохимическими характеристиками самих элементов.

Так исследователи антропогенных загрязнений среды традиционно используют термин «тяжелые металлы», относя к ним также ряд переходных элементов и даже неметаллов (Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, As) [3, 107, 580]; специалисты в области эндемических болезней животных используют классическое название «микроэлементы», относя к ним все химические элементы, содержащиеся в организме в соответствующих концентрациях с четко выраженной биологической ролью [83, 226, 400].

Авторы работ по микроэлементозам человека [6] делят всю совокупность химических элементов, находящуюся В организме В микроультрамикроколичествах, на «эссенциальные» (Cu, Zn, Mn, Se, Co и др.), «условно эссенциальные» ( As, B, Br, F и др.) и «токсичные микроэлементы» (Cd, Pb, Hg и др.). Каждая из вышеописанных классификаций, безусловно, имеет свои преимущества и недостатки. Мы используем следующую терминологию: тяжелые металлы - Hg, Pb, Cd; токсичные элементы - Hg, Pb, Cd, As, Cu, Zn, Sr; микроэлементы – химические элементы с концентрацией в живом веществе ≤ 0,00п%. При этом среди МЭ существует группа жизненно важных (необходимых) - Se, Cu, Zn, Sr, Mn и Co и др., функции которых четко определены.

В отличие от природных БГХ провинций, характеризующихся некоторой хронологической статичностью, антропогенные изменения естественного элементов биологических соотношения химических ДЛЯ систем надорганизменного уровня (популяции животных, растений и биогеоценоз в целом) носят характер стресс-фактора, стремящегося вывести систему из привычного эволюционно закрепленного равновесия [35]. В данном случае, налицо трудности, связанные с недостатком наших знаний о функционировании

сложных биологических систем — от сообществ почвенных микроорганизмов и простейших до высших растений и млекопитающих — в условиях отсутствия данного стресс-фактора, то есть в нормальных фоновых условиях.

Таким образом, обусловленное человеческой деятельностью изменение естественных уровней химических элементов в среде обитания живых организмов приводит к значительному изъятию из популяции неприспособленных к новым условиям существования особей. При прочих равных условиях для популяции, обитающей в изменившихся условиях, необходимо затрачивать больше энергии на воспроизводство потомства. На уровне биогеоценоза характерно наличие ряда БГХ барьеров, ограничивающих поступление избыточного количества химических элементов в верхние трофические звенья и тем самым оказывающих стабилизирующее воздействие на систему в целом.

Познание законов взаимодействия биоты с геохимической средой, а равно и свойств самой среды невозможно без знаний об интервалах естественных содержаний химических элементов в организмах. При этом существуют различия в степени аккумулирования химических элементов растительноядными животными и хищниками (табл. 1.1.).

Таблица 1.1. Коэффициенты концентрирования химических элементов для растительноядных и хищных животных [183, 251]

Химичес-	Растительноядные		Хищные животные	
кий элемент	Интервал	max : min	Интервал	max : min
С	0,4 – 1,3	3,3	0.9 - 1.0	1,1
N	1,0 – 16,0	16	0.9 - 1.0	1,1
P	3,0 – 10, 0	3,3	0.9 - 2.0	2,2
S	0,5-5,0	10	2,0 – 4,0	2
Ca	0,5 – 10,0	20	0,1-1,0	10
Mg	0,5 – 16,0	32	0,5-1,0	2

K	2,0 – 5,0	2,5	0,2-1,0	5
Na	3,0 – 30, 0	10	0,2 - 10	50
Cl	0,5 – 1,0	2	0,9 – 1,0	1,1
Br	10,0 – 15, 0	1,5	0,5-2,0	4
J	0,2-0,4	2	0,9 – 1,0	1,1
F	0,5-3,0	6	0.8 - 1.0	1,3
Si	0,1-0,3	3	0,5-1,0	2
Al	0,03-0,8	27	0,5-1,0	2
Fe	0,1 - 0,3	3	0,9 – 1,0	1,1
Mn	0,1-0,5	5	0,5-0,8	1,6
Cr	0,3 – 2,0	6,7	0,9 – 1,0	1,1
Co	0,9 – 1,0	1,1	0,9 – 1,0	1,1
Ni	0,05-0,3	6	0,25-0,3	1,2
Cu	0,2 - 200	1000	0,2-1,0	5
Zn	0,2 - 10	50	0,5-1,0	2
Mo	0,5-0,8	1,6	0,5 - 0,8	1,6
Cd	0,8 - 70,0	88	0,8 – 10,0	12,5
Hg	0,3-2,0	6,7	2,0-4,0	2
Pb	0,001-10,0	10 000	0,2 – 1,0	5

Приведенные данные показывают значительный разброс значений коэффициента концентрирования химических элементов растительноядными и хищными животными. Однако, варьирование этого коэффициента у хищных животных заметно ниже. Возможно, это связано с включением в группу растительноядных и беспозвоночных животных.

По своей биомассе и запасам энергии, практически во всех наземных экосистемах доминируют растения. Однако если выразить долю энергии в ежегодной чистой продукции экосистемы, то здесь на первый план выходят

популяции микроорганизмов. Именно они определяют миграцию биогенных азота, фосфора и серы. В условиях экосистем лесостепи и широколиственных лесов, где конкурентная борьба за азот, фосфор и энергию у представителей трех Царств живого мира наиболее обострены, животные научились использовать как источник жизненно необходимых веществ симбиотические организмы желудочно-кишечного тракта. Так, в условиях лесостепи крупные сапрофаги способны увеличить ежегодную первичную продукцию этих симбиотов на величину, соизмеримую со средней биомассой свободноживущих почвенных микроорганизмов [251].

В условиях саванных и пустынных экосистем сходная ситуация наблюдается у термитов. Эти животные, имеющие в своем кишечнике азотфиксирующие бактерии, добавляют биогенный азот в экосистему. По мнению Д.А. Криволуцкого и А.Д. Покаржевского, «значение микроорганизмов в биологическом круговороте элементов выше, чем животных и растений вместе взятых, тогда как участие животных в этом процессе соизмеримо с участием растений, а не соотносится как 1 к 100, как предполагали ранее...» [251]. Таким образом, осуществляя регулирование биомассы микроорганизмов, животные осуществляют конечную регуляцию потоков вещества и энергии в наземных экосистемах [183].

Изучение МЭ состава высших млекопитающих представляет интерес как в фундаментальном, так и в прикладном аспектах. В первом - поскольку представители этого класса составляют определенные звенья БГХ пищевой цепи, причем в большинстве наземных сообществ это высшие звенья; во втором - поскольку высшие млекопитающие проявляют сходные с человеком физиологические реакции на изменение БГХ условий среды обитания, и потому являются прекрасным экспериментальным и модельным материалом для медиков, экологов, токсикологов и специалистов ряда других направлений, связанных с вопросами охраны окружающей среды [183].

Развивая идеи популяционной экологии академика С.С. Шварца [551], В.

С. Безель с коллегами изучили накопление ряда токсических элементов природными популяциями высших млекопитающих. Ученые выявили комплекс экзогенных и эндогенных факторов, влияющих на кумуляцию ТМ органами и тканями мелких млекопитающих, а также разработали несколько моделей обмена токсических элементов в организме млекопитающих. По их мнению, содержание токсических элементов в компонентах биоты может рассматриваться в качестве важнейшего экотоксикологического показателя [35]. Дифференцирование понятий нормы и патологии, необходимое для данной оценки, требует замены устаревшего и неадекватно отражающего суммарное экологическое воздействие комплекса факторов на организм градированного подхода к изучению зависимости «доза – эффект» альтернативный. Такой проблемам подход определения экотоксикологической роли ряда токсических элементов позволяет рассматривать эффект воздействия их концентраций на организмы, образующие природные популяции, как интегрированный экологический фактор [312].

Отечественные исследования вопросов МЭ состава органов и тканей диких животных - объектов охотничьего промысла малочисленны. За последнее время появилось несколько публикаций, связанных с оценкой элементного состава мелких животных и кабана. В частности, работы Т. Г. Дерябиной [142, 143] посвящены диким копытным как биоиндикаторам загрязнения мест их обитания токсичными элементами. В единичных работах по лосю [244, 424] речь идет, обычно, о патологических явлениях, связанных с избытком, недостатком или дисбалансом химических элементов в среде обитания и, как следствие, в потребляемых рационах. Совершенно отсутствуют исследования статуса МЭ в организме животных фоновых территорий.

Больше информации по МЭ составу с.х. животных (КРС, свиньи, овцы и кролики). Полученные рядом исследователей данные по содержанию МЭ и ТМ в органах и тканях этих видов обычно касаются случаев эндемий или отражают результаты экспериментов по скармливанию животным искусственных рационов с фиксированным содержанием в них химических элементов [19, 57, 272].

Незначительное количество публикаций, посвященных фоновым содержаниям нормируемых элементов в организме с.х. животных [3, 400], не могут восполнить недостаток данных по этому вопросу.

В отличие от отечественных, зарубежные ученые традиционно уделяют большое внимание изучению статуса МЭ и ТМ в организме диких парнокопытных и с. х. животных. Так в разных странах Европы ежегодно проводятся работы по определению ТМ в дикой фауне [630, 637, 643, 565, 705], ведутся исследования статуса рассеянных элементов и МЭ в органах лося [638]. Во многих странах общепризнанным видом-биоиндикатором является загрязнения окружающей среды ТМ [661, 700, 701]. В регионах с критическими концентрациями МЭ компонентах среды описаны массовые случаи эндемических заболеваний диких парнокопытных животных [775]. Несмотря на то, что вышеперечисленные исследования уровней МЭ и ТМ выполнены на свободноживущих особях, лишь очень ограниченную часть данных можно отнести к фоновым содержаниям.

Необходимо отметить исключительно обширную зарубежную информацию о МЭ составе с.х. животных [732, 817, 819, 821]. Недостаток ряда работ - определение одного или нескольких химических элементов в одном, реже нескольких видах животных. Из-за этого теряется возможность комплексного сравнительного подхода к вопросам определения статуса широкого спектра токсичных элементов и МЭ у ряда диких и с. х. животных, а также перспектива использования охотничьей фауны в экологическом мониторинге статуса данных элементов в окружающей среде.

## 1.3. Дикие парнокопытные Среднерусской лесостепи 1.3.1. Особенности региональной биологии

Лось, обитающий в ЧРБО, ЦЧЗ и ВГБЗ является наиболее крупным представителем семейства оленьих и, вообще, парнокопытных животных на данных территориях. Звери достигают длины до 300 см, высоты 185 см и массы тела - 400 кг. Средняя плодовитость составляет около 1,3 теленка на одну беременную лосиху. Хотя этих животных относят к типично лесным, таежным, видам [46, 239], в последние 60-70 лет они обычны и довольно многочисленны в лесостепных биогеоценозах, к которым принадлежат и обследуемые нами районы. В отличие от северных районов европейской части России, Сибири и Дальнево Востока в Среднерусской лесостепи этот вид ведет практически оседлый образ жизни, то есть не совершает больших по протяженности сезонных миграций. Являясь древним биологическим видом, лось сохранил архаический тип питания. Характерной чертой его кормового поведения является постоянное перемещение, чередование кормовых стаций и поедание при этом самых разнообразных растительных кормов, от веток сосны и осины, до мхов, грибов и лишайников. Суточное потребление корма взрослыми особями колеблется от 8-9 кг весной, до 30 кг летом. По сравнению с другими парнокопытными, лось, пожалуй, является наиболее изученным во всех аспектах видом [9, 33, 56, 106, 147, 236, 239].

Кабан, также как и лось, является в исследуемых районах процветающим видом. Животные достигают длины тела 150-170 см, при массе до 160 кг. Обычная плодовитость — 4 - 6 поросят на 1 свинью. В ЧРБО стада этих животных, насчитывающие 5-20 голов, обычно держатся в лесных островах, совершая суточные кочевки к водопою (в засушливый период, когда в лесных лужах и озерках нет воды) и местам кормежки. В летне-осеннее время обычно кабаны кормятся на с. х. полях, поедая кукурузу, сахарную свеклу, подсолнечник, зерновые культуры. В ВГБЗ, более лесистом, по сравнению с ЧРБО и ЦЧЗ, эти звери предпочитают держаться в приречных зарослях и на болотах, находя здесь

все необходимое для жизни. Кабан, благодаря своей всеядности, обладает наиболее разнообразным питанием среди диких парнокопытных, обитающих в исследуемых районах. Различным аспектам биологии данного вида посвящен целый ряд работ [33, 47, 53, 235, 430].

Европейская косуля, наиболее многочисленный вид среди парнокопытных в районах исследования, имеет высоту до 85 см, достигая массы 45 кг. В среднем, самки приносят по 2 детеныша. Стадами до 10 голов или поодиночке звери предпочитают держаться в прозрачных редколесьях, часто выходят на поля и в долины рек и ручьев. Описанные в литературе сезонные миграции косуль в районах наших исследований практически отсутствуют [161, 239]. Летом основным кормом косули служат различные виды трав, молодые побеги и листья кустарников. В ЧРБО животные охотно посещают поля кукурузы, подсолнечника, а в зимнее время часто пасутся на зеленях многолетних бобовых трав. Кроме общебиологического интереса, проявляемого к данному виду [29, 30, 33, 161, 211, 425. 537], привлекает зарубежных исследователей ОН также своими биоиндикаторными свойствами [661, 664, 701, 705, 760, 783] в экстремальных условиях.

Благородный олень в Среднерусской лесостепи обитает на ограниченных территориях (некоторые заповедники, заказники и элитные охотничьи хозяйства. Это накладывает понятные ограничения на исследование не только его геохимичекой и биоценотической роли, но также и на вопросы общей биологии вида в регионе.

## 1.3.2. Популяции и сообщества диких парнокопытных Белгородской области, Центрально-черноземного и Воронежского заповедников

Понимание процессов обмена химических элементов и энергии живых организмов с окружающей средой в конкретном субрегионе биосферы невозможно без рассмотрения общей экологической ситуации, характерной для

исследуемого региона [40, 46, 55, 59, 69, 132, 141, 145, 193, 199, 204, 206, 267, 273, 291, 309, 319, 362, 363, 365, 402, 407, 411, 419, 428, 441-443, 469, 533, 539, 541, 552, 570, 738]. Для примера рассмотрим группу видов диких парнокопытных Среднерусской лесостепи.

Ситуация с динамикой территориального распределения кабана Белгородской области существенно отличается от наблюдаемой в Воронежском государственном биосферном заповеднике (ВГБЗ). На наш взгляд, она наиболее всего подходит в качестве примера теории оптимального фуражирования [58, 135]. На территории большинства районов Белгородской области с момента вторичного заселения их дикими копытными (40-50-е годы XX столетия) и до середины 70-х годов доминирующим видом являлся кабан [494, 524]. В пойменных и байрачных дубравах этот всеядный вид находил естественные корма практически повсеместно. Места зимовок были распространены более или менее равномерно по территории лесных островов. Кормовой спектр доминирующего в данном случае вида был настолько широк, что территориальная «привязка» зимовок практически отсутствовала. И, тем не менее, процесс опустения центральных участков крупных однородных лесных массивов имел место. Это происходило постепенно и без массовой гибели животных, как в случае с европейским оленем в ВГБЗ. Переход кабанов в опушечные местообитания был практически целиком обусловлен вовлечением в его кормовой рацион с.х. кормов.

В результате внутривидовой конкуренции в популяциях доминирующего вида, имеющего групповое размещение по территории местообитания образовались «пустые» пространства, которые постепенно занимались особями субдоминантных видов. С увеличением агрегированности двух конкурирующих видов их сосуществование становилось более устойчивым и даже постоянным [518, 520, 523]. Указанной модели во многом соответствует ситуация с оленем и косулей ВГБЗ. До середины 70-х годов косули здесь было крайне мало. В 1994 г. плотности практически сравнялись, а с середины 2000-х среди копытных ВГБЗ доминирует косуля. Динамика плотностей в паре: олень - лось была сходной. До

середины 70-х гг. плотность лося в заповеднике не превышала 2,5 особи на 1000 га свойственных угодий, хотя в среднем по Воронежской области она составляла 4-5 особей на 1000 га. Лишь к 1990 году группировка лося ВГБЗ достигла этой величины. В этот период в области плотность лося уже начинала снижаться [275].

Дополнительным фактором, смягчающим действие межвидовой конкуренции в условиях Среднерусской лесостепи, явилось дифференциальное перекрывание видовых экологических ниш, когда животные использовали ресурсы по разным измерениям, либо по разным осям комплементарности. Нами выявлено перекрывание по 2-3 измерениям ниши. Так, в БО и ЦЧЗ отмечено посещение животными всех типов лесонасаждений. Однако, выделение основных и второстепенных видовых стаций, посещаемых животными в разное время суток и различные сезоны года, не представляет затруднений. Лоси предпочитают держаться в сомкнутых древостоях дубрав, косули чаще встречаются в сомкнутых дубравах и суходольных лугах. Кабаны к этим стациям добавляют лесокультуры дуба и с.х. поля. Эффект дифференциального перекрывания экологических ниш разных видов охотничьих парнокопытных достигается не только за счет разделения по видовому составу потребляемой пищи и стациального размещения, но и за счет различий в особенностях кормового поведения [482, 494, 517, 518, 5241.

Технологические приемы рубок и лесовоспроизводства играют важную роль в предоставлении парнокопытным защитных и кормовых стаций. Так, если в условиях монотонных таежных биотопов сплошнолесосечные рубки повышают мозаичность и кормовую емкость угодий, то в условиях Среднерусской лесостепи их применение должно быть строго ограничено из-за резкого ухудшения защитных свойств местообитаний. В условиях островных лесов это их свойство куда как важнее, чем повышение количества кормов, которые животные и так получают в избытке.

Промысел и селекционные отстрелы существенно изменяют численность и поло-возрастную структуру популяций охотничьих парнокопытных. Однако из-за

сложностей экономического организационного регуляционные плана мероприятия в Среднерусской лесостепи проводились лишь на территориях заповедников, заказников и передовых охотничьих хозяйств. Суммарная площадь, охватываемая регуляторными отстрелами в 1950-1990-е годы колебалась от долей единицы до 2-3 % от общей площади свойственных угодий. Влияние волка с конца 70-х годов практически отсутствовало ввиду его тотального истребления [522]. В то же время зимняя подкормка парнокопытных проводилась практически повсеместно. В ряде случаев это приводило к увеличению плотности их популяций выше допустимой. Проанализировав ситуацию, мы пришли к выводу, что, по мере возрастания плотности популяций лося, косули, кабана и благородного оленя, общая патология неуклонно возрастает (рис. 1.1.).

Наиболее характерными проявлениями ее у представителей семейства оленьих является дегенерация рогов и ухудшение экстерьерных показателей [383]. Наблюдается вырождение, связанное, по нашему мнению, с ослаблением естественного отбора в популяциях животных. Наглядным примером отрицательного эффекта повышения плотности популяции является эпизоотия классической чумы у кабанов в 1995-1996 гг., когда в ряде районов (заповедники, заказники и элитные охотничьи хозяйства) численность этого вида снизилась в 2-3 раза по сравнению с доэпизоотическим периодом [518, 519, 524].

Подобные примеры отрицательного воздействия антропогенных факторов (в том числе и биотехнических мероприятий) известны в экологии давно. Однако до настоящего времени практически отсутствует методика интегральной оценки состояния сообщества животных как надпопуляционного образования в экосистеме той или иной природно-климатической зоны. Предложенный нами ранее метод предназначен для оценки сообщества диких парнокопытных.

Процесс исследования конкретного сообщества традиционно начинается с описания его состава и структуры. В настоящее время на территории Среднерусской лесостепи встречаются сообщества диких парнокопытных, состоящие из трех, реже четырех видов. При выпадении одного или нескольких

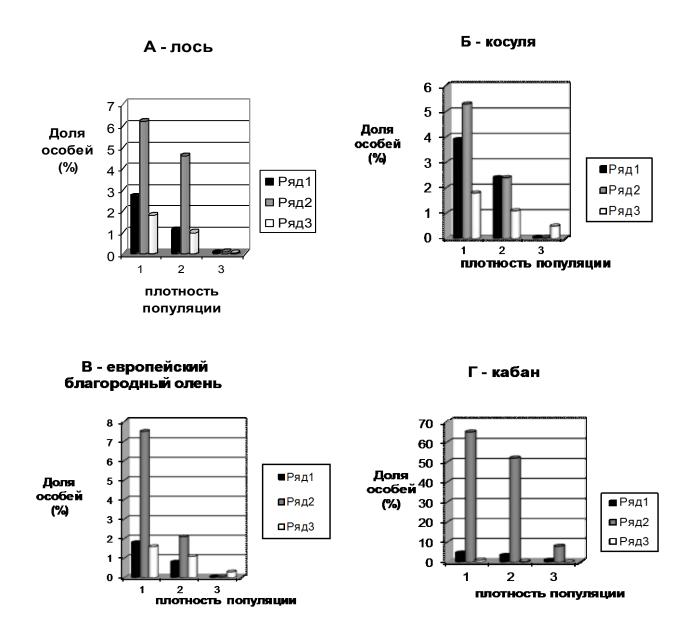


Рис. 1.1. Масштабы патологии диких парнокопытных Среднерусской лесостепи в зависимости от плотности населения. 1 — плотность превышает оптимальную для данного класса бонитета угодий в 4 раза; 2 - оптимальная плотность; 3 — плотность ниже оптимальной в 2 и более раза. Для А, Б и В: ряд 1 — инвазированность; ряд 2 — дегенерация рогов и ухудшение экстерьера; ряд 3 — рождение потомства с симптомами недоразвития. Для Г: ряд 1 — инвазированность; ряд 2 — гибель от классической чумы свиней; ряд 3 — рождение потомства с симптомами недоразвития.

видов на территории значительных по площади лесных островов (50 га и более) следует оценивать состояние данного сообщества как неудовлетворительное.

Численность популяции и связанные с ней величины плотности и биомассы также служат показателями благоденствия видов. В случаях, когда определенная в ходе исследования фактическая плотность выходит за пределы указанного в табл. 1.2. интервала оптимальных величин видовая популяция нуждается в коррекции.

Таблица 1.2. Оптимальные интервалы популяционных показателей диких парнокопытных Среднерусской лесостепи

Вид	Плотность,	Стадность,	Агрегированность
	голов/1000 га	голов в группе	
Лось	3-5	1,5-3,0	0,9-1,2
Благородный олень	8-16	2,5-3,2	0,9-1,1
Косуля	25-35	3,0-7,0	2,0-15,0
Кабан	20-30	5,0-10,0	3,0-10,0

Наиболее простым оказывается снижение плотности посредством проведения регуляционных мероприятий. В случае падения численности большинства видов копытных целесообразной мерой следует признать полное закрытие охоты на них в пределах данного лесного массива. Более сложным является случай, когда наблюдается угнетение одного или нескольких видов копытных. В данном случае необходимо отследить посещаемость лесных кварталов особями угнетенного вида за возможно больший период времени. Обычно, перед тем как наступает сокращение численности какого-либо вида парнокопытных, наблюдается сокращение территории его обитания [482, 494, 517, 524].

Другим характерным индикатором ухудшения условий обитания вида является нарушение показателей стадности и агрегированности его популяций. Из

приведенных в табл. 1.2. данных легко заметить, что во времена своего благоденствия из четырех характерных для Среднерусской лесостепи видов диких парнокопытных лось и благородный олень характеризуются незначительной стадностью и равномерным распределением по территории лесных островов. В то же время косуля и кабан в нормальных условиях более стадные животные, а распространение их по территории обитания более агрегированное.

#### 1.3.3. Воздействие диких парнокопытных на фитоценоз

Проблеме взаимоотношений растительности и диких парнокопытных животных в различных ее аспектах посвящены многочисленные научные работы [38, 51, 60, 87, 98, 109, 114, 115, 137, 138, 153, 158-160, 163, 207-209, 216, 222, 224, 237, 245, 247, 248, 256, 257, 260, 262, 276-278, 281, 310, 311, 314, 317, 318, 366, 385, 397, 420, 422, 433-435, 447, 450, 452, 453, 531, 555, 557, 588, 589, 593-598, 601, 608, 619, 620, 629, 639, 641, 647-649, 654, 656, 666, 676, 694, 716, 733, 735-737, 742, 770, 779, 784, 813, 818]. Однако подходы к количественной оценке воздействия фитофагов на растительные сообщества Среднерусской лесостепи разработаны недостаточно [10, 151, 285, 287, 389]. В условиях лесостепных экосистем, для которых характерна наиболее высокая численность этих животных в пересчете на единицу лесопокрытой площади, воздействие животных может быть порой настолько значительным, что приводит к зоогенной сукцессии древесно-кустарникового яруса и травостоя [477].

Как указывал еще в 1972 году Реймерс Н.Ф. [390], в лесах умеренного пояса наибольшее по интенсивности воздействие на лесную растительность оказывают лоси. Это определяется, главным образом, тем, что значительную долю в поедаемых сохатым кормах составляют побеги подроста и подлеска древесно-кустарниковых пород. По данным Саблиной Т.Б. [404], в периоды подъема

численности лося подрост предпочитаемых этим видом пород уничтожается практически полностью. Таким образом, в условиях лесостепной дубравы при резком увеличении численности популяций диких парнокопытных и недостатке лесных угодий создается эффект, близкий к эффекту перевыпаса с.х. животных. Это способно привести к зоогенной смене растительных сообществ.

Как указывает ряд исследователей [27, 133, 134, 316, 390, 404] при значительной плотности популяции лосей в условиях лесостепных дубрав в значительной степени повреждается не только подрост, но и подлесок. Наиболее значительные повреждения наносятся осине и бересклету, в меньшей степени повреждаются черемуха, рябина, груша и яблоня. Исследование возрастного состава подроста и подлеска в дубравах ВГБЗ показало, что основная их часть деревца до 3 х лет - 1000 экземпляров на гектар. С увеличением возраста численность экземпляров закономерно снижается.

Объедание побегов древесно-кустарниковой растительности - наиболее распространенный вид повреждений, наносимых лосем и косулей в условиях лесостепных экосистем. Диаметр части побегов, скусываемой лосями, колеблется от 2 до 6 мм, косулей - от 1 до 3 мм, по данным Гусева А.А. [133, 134]. По результатам Саблиной Т.Б. [404], диаметр побегов, объедаемых лосем достигает 30 мм, косулей - 7 мм. В ЧРБО мы наблюдали повреждения лосем побегов до 24 мм, а косулей - до 5 мм.

Повреждение побегов имеет важное значение для жизнедеятельности растительного организма. Как показано Абатуровым Б.Д. [2], в результате скусывания молодых побегов происходит перераспределение потоков питательных веществ между генеративными и вегетативными органами растений. В результате этого происходит нарушение нормального развития различных частей растений, меняются сроки фенологических фаз, а также происходит общее замедление роста и развития [752]. Как показал Динесман Л.Г. с соавторами [147], в наибольшей степени рост и развитие молодых деревцев замедляется из-за повреждения главного верхушечного побега. Наблюдениями этого автора

установлена возможность определения количества и сроков повреждений конкретного деревца по числу пеньков и искривлений на стволике.

Исследованиями в Беловежской пуще [2] и ЦЧЗ [133, 134, 164] установлено, что наибольшая интенсивность повреждения дубков в возрасте 3-5-ти лет вызвана тем, что в этот период они находятся в зоне доступности по высоте и лося, и косули в течение всего года. Характерно, что животные чаще повреждают главный верхушечный побег не один раз, а несколько. Наблюдениями же ряда авторов [133, 134, 205, 328, 329, 543] установлено, что 1-3-х кратное повреждение верхушечного побега дуба приводит к уменьшению высоты деревца на 7-23 %, 4-х кратное - на 10-32 %, 5-7-ми кратное - на 28-40 %. Необходимо подчеркнуть, что объедание главного верхушечного побега уменьшает рост ствола не только в высоту, но и в толшину. Так, повреждение дуба 1-3 раза уменьшает диаметр ствола на 5-11 %, 4-х кратное объедание - на 19-25 %, а 5-7-ми кратное - на 22-35 %.

1.2. На основании данных рисунка сравнительно просто оценить количественно уменьшение высоты деревьев дуба в высоту и толщину, а также снижение общей фитомассы в результате многократного повреждения парнокопытными главного верхушечного побега. Следует отметить, что деревца рябины и осины более устойчивы к повреждениям и уже к 15-ти летнему возрасту, в основном, мало чем отличаются от неповрежденных. Бересклеты же, напротив, крайне слабо восстанавливают свою продуктивность. После многократного повреждения животными они зачастую усыхают [133, 134, 164, 477].

Общеизвестным является обдирание коры деревьев самцами косули в целях маркировки территории и во время ритуального «поединка» с противником [133, 164, 477]. В условиях лесостепи обследование подроста и подлеска показывает, что самцы косуль в июле-сентябре повреждают 11 пород древесно-кустарниковой растительности. В наибольшей степени повреждениям подвергаются деревца рябины и черемухи. Однако, в связи со значительной численностью этих пород, повреждения не так ощутимы, по сравнению с такими

редкими видами, как бересклет бородавчатый и вишня степная.

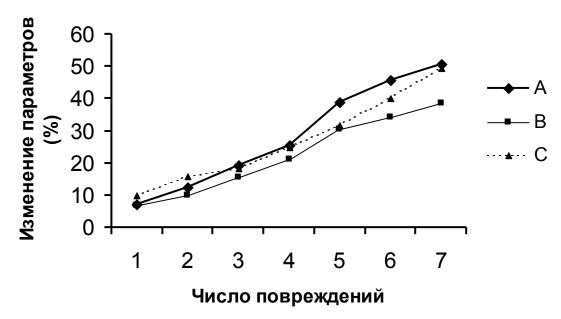


Рис. 1.2. Уменьшение высоты (A), диаметра корневой шейки (B) и общей фитомассы (C) дуба в возрасте от 3 до 9 лет в зависимости от числа повреждений главного верхушечного побега (в % от среднестатистического неповрежденного экземпляра).

Подлесок лещины, яблони, груши, вяза, клена остролистного боярышника косули при маркировке территории повреждают в незначительной степени. По данным Гусева А.А. [133, 134] в среднем, повреждения достигают 3,4 % общей численности подроста и подлеска. Чуть большие цифры приводит Смирнов М.Н. [432] по западному Забайкалью. По нашим наблюдениям и данным других авторов [133, 134, 136], высота повреждений деревьев при мечении территории самцами косули в среднем колеблется от 31 до 57 см. При этом число погибших деревьев в некоторых географических зонах может достигать половины от поврежденных [791]. В условиях лесостепи даже при очень высокой плотности популяции косули в островных лесах доля погибших деревьев дуба не превышает 25 % от числа поврежденных [477].

Результаты наших исследований, а также данные других авторов,

изучавших воздействие кабанов на древесно-кустарниковую растительность [133, 134, 398, 430, 477, 545, 612], позволяют сделать заключение, что это воздействие незначительно. В теплый период года лежки кабанов обычно устланы стеблями малины, купыря, крапивы, борщевика и в меньшей степени ветвями черной бузины, полевого и остролистного кленов, черемухи. В зимний период года основным строительным материалом служит подлесок терна, кленов, бересклетов, черемухи, осины и рябины.

В отличие от древесно-кустарниковой растительности, на которую в наибольшей степени оказывает влияние лось, травянистые растения в большей степени страдают от роющей деятельности кабана [460, 461, 475]. Кроме этого, влияние диких парнокопытных на травянистую растительность в условиях дубрав Среднерусской лесостепи связано с потреблением фитомассы и ее отчуждением в результате вытаптывания [460, 461].

Кабан является единственным видом диких парнокопытных в исследуемом регионе, который при добывании корма существенно нарушает поверхностный слой почвы. Роющая деятельность особей данного вида оказывает большое влияние не только на растительность, но и на весь педоценоз лесостепной дубравы. Объем и динамика роющей деятельности кабана определяют изменения видового состава и продуктивности травянистой растительности [133, 134, 269, 251]. Порои кабана в курско-белгородской лесостепи бывают нескольких типов. Наиболее распространен поверхностный тип. Для него характерна незначительная глубина (до 10 см) и большая площадь (до нескольких квадратных метров). Диффузные, по Лебедевой Л.С. [269], порои глубиной до 25 см в данном регионе редко превышают 0,25 квадратного метра, как и ямы (до 80 см глубиной), которые кабаны роют в поисках кладовых желтогорлой мыши. В период наших наблюдений в БО суммарная плотность кабаньих пороев в пересчете на единицу лесопокрытой площади колебалась от 0,6 до 2,1 %.

По нашим наблюдениям, согласно с данными Гусева А.А. и соавторов [133, 134], наибольшая роющая активность кабана наблюдается в дубравах

снытевых и снытево-разнотравных по логам и их склонам. На водораздельных участках пороев значительно меньше, причем здесь они приурочены к пням и стволам усохших деревьев. Относительно малыми площадями пороев характеризуются также лесные поляны. Наблюдениями в ЦЧЗ установлено, что кабаны неохотно роют в лесокультурах дуба, хотя и посещают их в течении всего года.

В зимний период года порои кабанов в лесостепных местообитаниях обычно ограничиваются разбрасыванием снега и взъерошиванием лесной подстилки, где животные находят плоды груши, яблони и желуди, а также отчасти поедают фитомассу вечнозеленой растительности. Летом же на пороях кабаны поедают часть растительности, а основную массу отбрасывают на переферию (рис. 1.3.). Таким образом, кабаны повреждают подземную часть побегов травянистой растительности и корни.

Материалы, полученные нами в Белгородской области, а также данные других авторов [133, 134, 328, 329, 349, 457] по влиянию роющей деятельности кабанов на травянистую растительность лесостепи позволяет проследить некоторые закономерности ее восстановления. После того, как растительный покров был нарушен в результате частичного поедания растительной фитомассы кабанами, значительного ее отчуждения и вытаптывания, а также нарушения образующих корней, дернины И ee начинается закономерный саморегуляции естественного равновесия экосистемы, проявляющийся постепенном увеличении численности и видового богатства лесной травянистой растительности в пределах пороя.

Восстановление растительности на пороях кабана происходит следующим образом. Через год наблюдается заселение растениями-доминантами, однако их численность не достигает уровня, характерного для соседних участков (контроль). Через два года доминанты полностью восстанавливают свою численность и наблюдается заселение бывшего пороя субдоминантными видами. На третий год происходит аналогичное заселение пороя сопутствующими растительными



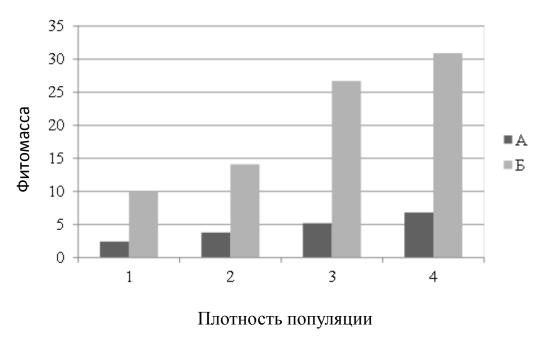


Рис. 1.3. Величины ежегодного потребления и отчуждения надземной фитомассы на пороях кабана в зависимости от плотности его популяции. А - потребленная фитомасса (кг/га) ; Б - отчужденная фитомасса (кг/га). 1-<5 гол/1000 га; 2 - 5-10 гол/1000 га; 3 - 10-20 гол/1000 га; 4->20 гол/1000 га.

И лишь на четвертый год происходит полное восстановление фитоценоза. Нередко наблюдается даже некоторое его обогащение за счет вселения других сопутствующих растений. Так в 1990-1995 гг. на кабаньих пороях в ЧРБО нами было отмечено заселение участка снытевой дубравы мышиным горошком, волдырником, бодяком, крапивой двудомной и даже кленом полевым. Однако, на участках, подвергшихся многократному повреждению кабанами (многолетние наблюдается резко выраженная порои) часто смена видового состава. Возможности для произрастания получают сорные растения, совсем не характерные для данных флористических комплексов. В ряде случаев может даже происходить зоогенная смена растительных сообществ. Наиболее отрицательное воздействие в результате пороев кабаны оказывают на виды растений, отличающихся незначительной репродуктивностью. В то же время их роющая

деятельность имеет и положительное значение. В частности, на пороях наблюдается увеличение естественного возобновления древесно-кустарниковой растительности.

Значительное влияние на растительные сообщества лесостепной дубравы оказывает вытаптывание и выбивание травянистых растений дикими парнокопытными животными. Это явление наблюдается, главным образом на тропах кабана и косули [130, 809]. В условиях Курской и Белгородской областей для кабана характерно вытаптывание, а для косули - выбивание. В период наших наблюдений в БО площади троп кабана и покопок косули в дубравах составляли 65-120 и 0,7-2,5 квадратных метров на гектар, соответственно. Таким образом, площади кабаньих троп сравнимы с площадями пороев этого вида, значительно превышая масштабы повреждений, наносимых косулей на покопках.

В лесных логах травянистая растительность в значительно большей степени страдает от вытаптывания и выбивания, по сравнению с водораздельными участками. На наш взгляд, это связано, во-первых, с различной площадью троп, и во-вторых, со свойствами почвы. Сходную ситуацию наблюдал Гусев А.А. [133, 134] в ЦЧЗ в 80-х годах. Величина плотности троп в пересчете на единицу значительной лесопокрытой площади В степени определяется активностью животных, в свою очередь зависящей от относительного обилия и доступности кормов. В весенний период плотность троп и их набитость значительно выше, чем летом и осенью. Это легко объяснимо, так как именно весной поиски пищи животными осуществляются наиболее активно. В летний и осенний периоды года дикие парнокопытные не испытывают недостатка в кормах, вследствие чего сокращаются суточные миграции по территории обитания, что влечет за собой закономерное уменьшение площади и набитости троп. Кроме того, в летне-осенний период года происходит значительное смещение кормовой активности животных с лесных биотопов в с.х. угодья. Это еще более уменьшает воздейсвие животных на травянистую растительность лесостепных дубрав.

Процесс выбивания и вытаптывания двояко влияет на флористические

комплексы дубрав в условиях лесостепи. По нашим наблюдениям и литературным данным [133, 134, 240, 477], умеренное вытаптывание даже благоприятно сказывается на педоценозе, так как вследствие его происходит разрыхление подстилки, а также попадание семян вглубь почвы, что способствует их прорастанию. Значительное по своей интенсивности вытаптывание, особенно в течение продолжительного временного периода, резко отрицательно сказывается на естественных растительных сообществах. В этом случае наблюдается обеднение видового состава и даже зоогенная сукцессия, что характерно для с.х. пастбищ.

Нашими исследованиями в ЧРБО установлено, что, как и в случае с кабаньими пороями, восстановление растительных комплексов на тропах этого вида заканчивается лишь на четвертый вегатационный период, при условии полного прекращения вытаптывания. К аналогичным выводам пришли исследователи ЦЧЗ [133, 134]. В отличие от пороев и троп кабана, покопки косули в значительно более короткий срок восстанавливаются как в аспекте видового богатства, так и по величине фитомассы и первичной продукции. Даже при значительной интенсивности зоогенного воздействия на травянистые сообщества процесс восстановления заканчивается во втором вегетационном периоде.

## 1.3.4. Воздействие диких парнокопытных на почву

Помимо воздействия животных на древесно-кустарниковую и травянистую растительность лесостепных экосистем, важным проявлением их жизнедеятельности, особенно наглядно проявляющимся в условиях высоких плотностей, характерных для рассматриваемого региона, является влияние диких парнокопытных на процессы деструкции органического вещества, физические свойства почв, а также их участие в формировании микроклимата [376, 470].

Разложение органического вещества является неотъемлемой частью

биологического круговорота в любой экосистеме [133, 134, 251, 5301. Традиционно, основными группами, разлагающими отмершую биомассу в экосистемах суши принято считать микроорганизмы, животных-фитофагов (беспозвоночных и позвоночных), а также сапротрофных животных [243, 312, 323, 325, 778]. В биогеоценозах гумидных зон функцию разложения практически полностью выполняют микроорганизмы и животные-сапрофаги. В аридных условиях, характеризующихся значительным превышением биомассы фитофагов, по сравнению с сапрофагами, первые в основном и осуществляют деструкцию органического вещества [133, 134]. Первый тип биогеоценозов обычно относят к детритному, а второй - в пастбищному типу. В условиях Среднерусской лесостепи на единице лесопокрытой площади концентрируется значительное количество фитофагов. Масса парнокопытных здесь достигает половины и даже более от величины всей зоомассы позвоночных [29, 30, 133, 134, 403, 457-459]. Влияние, оказываемое в этих условиях на процессы деструкции органического вещества, весьма значительно и идет в двух направлениях. Во-первых, потребление первичной продукции биогеоценоза, переработка с изменением ее физических и химических свойств, обогащение микроорганизмами. Во-вторых, стимуляция напочвенного разложения растительного опада, в результате его смешивания с экскрементами животных [133, 134, 477].

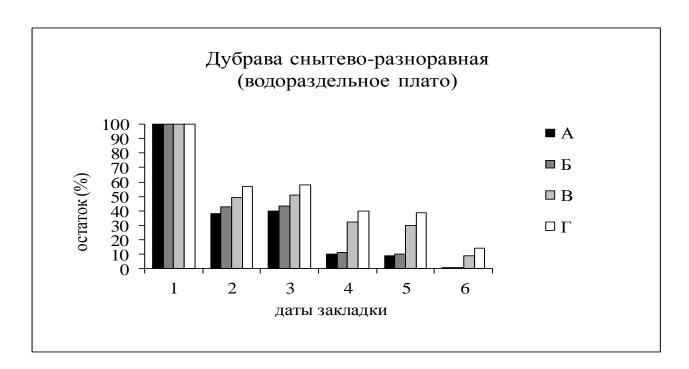
По данным Кузнецова Г.В. [254], потребление парнокопытными первичной продукции не превышает десятых долей процента от ее ежегодного прироста. В местах же повышенной (правильнее, на наш взгляд, сказать превышенной) плотности их популяций отчуждение фитомассы в результате кормления достигает 1,5-2,0 %. По наблюдения Гусева А.А. [133, 134], в период пика численности диких парнокопытных в ЦЧЗ они потребляли ежегодно в среднем на одном гектаре лесопокрытой площади более 66 кг растительной массы. Это составляет около 0,5 % ее ежегодного прироста [266]. Долевое участие разных видов как и суммарная масса выделенных экскрементов (твердая фаза) варьирует в весьма широких пределах в зависимости от особенностей межпопуляционных

группировок (сообществ) животных, а также основных растительных видов, служащих им кормом [133, 134, 254, 477, 645].

Прямое участие парнокопытных в разложении растительности невелико даже в условиях повышенных плотностей, характерных для заповедников. Так, масса экскрементов не превышает здесь 1,1-1,6 % от суммы растительного опада [133, 134, 205, 263, 423]. По нашим оценкам, в условиях незаповедных угодий Среднерусской лесостепи этот показатель редко превышает 1 % [477]. Однако, интенсивность разложения экскрементов превышает таковую опада на 7-10 % [133, 134]. Обычно в течение первого года разлагается не более 50 % лесной подстилки и степного войлока, на следующий сезон - еще около 25 %. Экскременты же за этот период разлагаются практически полностью [205, 263, 429, 686].

На рис. 1.4. представлена динамика разложения экскрементов диких парнокопытных, растительного опада, а также ИХ смесей процентным содержанием в условиях типичных местообитаний БО. Как видно из рисунка, наибольшей интенсивностью разложения обладают экскременты животных. В нашем исследовании использованы экскременты литературных же источников известно о статистической недостоверности различий (среди среднерусских парнокопытных) интенсивности разложения [133, 134, 205, , 686]. Незначительно медленнее, по сравнению с чистыми экскрементами происходит разложение их смеси с растительным опадом (70 % экскрементов + 30 % опада). Чистый растительный опад разлагается наиболее медленно, а его смесь с экскрементами в пропорции 7:3 занимает промежуточное положение по интенсивности напочвенного разложения.

Интенсивность разложения органического вещества в условиях суходольных лугов в целом несколько ниже, по сравнению с лесными биотопами. Это обусловлено, на наш взгляд, более значительными колебаниями температуры и влажности, что ухудшает условия микробиального разложения.



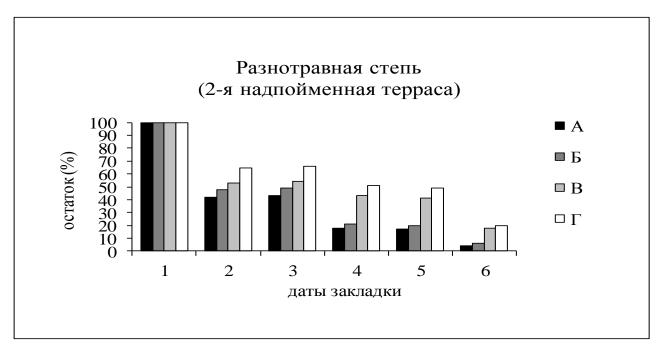


Рис. 1.4. Динамика разложения органического вещества типичных местообитаний парнокопытных в ЧРБО (в % от массы заложенных образцов). А – экскременты; Б- смесь из 70 % экскрементов и 30 % растительного опада; В – смесь из 30 % экскрементов и 70 % опада;  $\Gamma$  – растительный опад. 1 – апрель 1999 г.; 2 – октябрь 1999 г.; 3 – апрель 2000 г.; 4 – октябрь 2000 г.; 5 – апрель 2001 г.; 6 – октябрь 2001 г.

В аналогичных работах, проведенных в ЦЧЗ, получены сходные данные о закономерностях деструкционных процессов, происходящих с органическим веществом в условиях Курской лесостепи [133, 134, 205]. Отличием является то, что по данным Гусева А.А., наибольшей скоростью разложения обладают не чистые экскременты, а их смесь с растительным опадом. К сожалению, в его монографии не приведен процентный состав используемых в экспериментах смесей, который вполне вероятно отличался от состава, задействованного в наших работах. Другой вероятной причиной различий в полученных результатах, является особенности методик. Гусев А.А. с соавторами заклыдывали мешочки с образцами непосредственно на почву, предварительно удалив слой растительного опада. Мы же в наших натурных экспериментах укладывали образцы на лесную подстилку И степной войлок, полагая, что приближаем ЭТИМ МЫ экспериментальные условия к естественным.

По результатам работ предшествующих исследователей воздействия жизнедеятельности диких парнокопытных животных на физические свойства почвы и микроклиматические показатели, становится очевидным, что наиболее значимое влияние оказывает деятельность кабана. Воздействие косули менее значимо [53, 54, 133, 134]. В целом же оно подобно тому, которое оказывают на почву и микроклимат с.х. животные и животные в зоопарках [662].

Воздействие на почву и микроклимат обусловлено, в основном, роющей деятельностью и вытаптыванием на тропах. В результате роющей деятельности почва разрыхляется. При этом происходит увеличение порозности почвы и закономерное уменьшение ее плотности. На тропах кабана и косули наблюдается обратная картина. Здесь почва уплотняется, ее удельный вес повышается, скважность в газовой фазе падает. Запасы почвенной влаги также уменьшаются [481]. На рисунке 1.5. представлены результаты исследований, проведенных нами в ЧРБО в 1999-2001 гг.

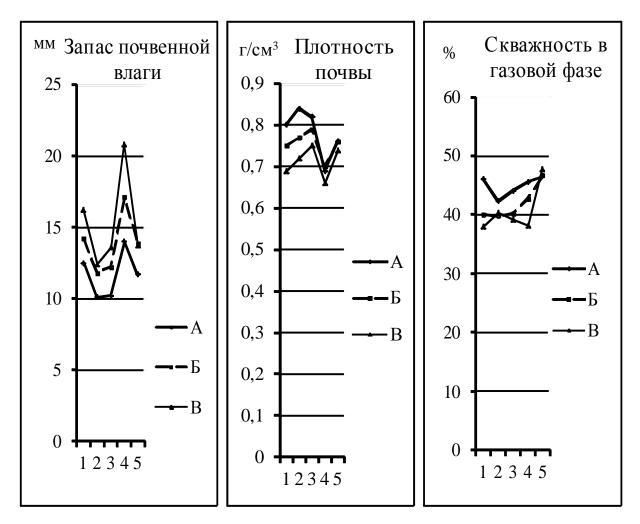


Рис. 1.5. Максимальные изменения дикими парнокопытными физических свойств почвы, зарегистрированные в дубравах ЧРБО за период с 1999 г. по 2001 г. 1-контроль; 2-тропы кабана; 3- тропы косули; 4- порои кабана; 5-покопки косули. А – водораздельное плато, Б – склон, В – днище балки.

Очевидно, что наиболее значимые изменения физических свойств почвы (запаса влаги, плотности и скважности в газовой фазе) происходят на пороях и тропах кабана. Так, плотность верхнего слоя почвы в пределах диффузных пороев на водораздельном плато уменьшается на 0,08 г/см<sup>3</sup>, запас влаги возрастает на 1,3 мм, а скважность в газовой фазе на 0,1 %. В условиях склонов и днища балок эти изменения еще значительнее.

На тропах кабана зарегистрированные нами изменения физических свойств почвы столь же значительны, хотя и идут в противоположном направлении. По нашим наблюдениям, интенсивность происходящих на тропах кабана и косули изменений зависит, главным образом, не от срока использования (1 год, 2, 3 и т.д.), как считает Гусев А.А. [133, 134]. Главным критерием для отнесения конкретного участка тропы к тому или иному классу может служить лишь интенсивность использования его животными. В условиях современной агрокультурной лесостепи сеть троп диких парнокопытных, особенно в опушечных участках лесных островов год от года меняется коренным образом. Старые набитые тропы забрасываются, а в других местах возникают новые, через 1,5-2 месяца достигающие по своей набитости и масштабам происходящих изменений физических свойств почвы уровня многолетних троп, проходящих в центральных частях лесных массивов. В данном случае мы наблюдаем закономерный процесс смены миграционных направлений, изменением кормовых стаций копытных, в данном случае – с.х. культур. В этом явлении, как и во многих других, проявляется косвенное влияние человеческой деятельности на природные экосистемы.

Влияние на микроклиматические показатели лесостепных дубрав, в целом, незначительно. По нашим наблюдениям и данным других авторов [133, 134, 543, 481] изменения освещенности при этом не превышают 5 %. Изменения суточных амплитуд влажности и температуры приземного слоя воздуха практически не поддаются достоверному определению.

Исследования изменений, происходящих с микроклиматическими показателями на тропах, пороях и покопках животных, проведенные нами в июнеавгусте 2000 г. в урочищах «Афонин лес» и «Окунёвский лог» ЧРБО, показали, что деятельность животных способна оказывать здесь значительное воздействие на температурный режим и влажность верхних горизонтов почвы и приземного слоя воздуха. Это происходит, главным образом, в результате изменения освещенности земной поверхности (табл. 1.3.).

Таблица 1.3. Отклонения микроклиматических показателей на тропах, пороях и покопках диких парнокопытных (в % от величин на контрольных участках)

	Освещенность		Амплитуда		Амплитуда	
	земной		влажности		колебаний	
Участок	поверхнос	сти <sup>а</sup>	приземного слоя воздуха <sup>б</sup>		температуры в	
	М±м	Cv, %	М±м	Cv, %	М±м	Cv, %
Диффузные	218±23	33,8	54±15	13,7	28±3	14,6
порои кабана						
Покопки косули	261±18	40,2	41±13	17,6	19±4	17,6
средней						
интенсивности						
Средние по	363±19	36,2	37±18	16,6	17±4	16,3
набитости						
тропы кабана						
Средние по	197±16	38,4	25±12	21,3	14±2	12,9
набитости						
тропы косули						

 $<sup>^{</sup>a}$  - под сомкнутым пологом леса, в полдень, при отсутствии облачночти, в июле;  $^{6}$  - под сомкнутым пологом леса, в течение суток, через три дня после дождя, в июле;  $^{B}$  - под сомкнутым пологом леса, в течение суток, при суточной амплитуде температуры воздуха в тени около  $10\,^{0}$  С.

## 1.4. Биологическая роль химических элементов и проблема микроэлементозов

В геохимической экологии взаимодействие между организмами и средой рассматривается через поток атомов химических элементов и их соединений. Последние, поступая в организм через БГХ пищевые цепи, выполняют различные функции, частично трансформируются в процессе метаболизма, аккумулируются тканями или выводятся с экскрементами и выдыхаемым воздухом. При этом существенная роль принадлежит биологической роли макро- и МЭ.

Несмотря на современные попытки создания новой классификации химических элементов, мы придерживаемся количественной характеристики, данной В.И. Вернадским [64] и затем – А.П. Виноградовым [71-73]: макроэлементы, МЭ и ульрамикроэлементы. По функциональному признаку химические элементы могут быть необходимыми, полезными и пассивными на современном этапе эволюции биосферы и наших знаний о их биологических функциях [6, 32, 201, 226]. Следует заметить, что учение о макро- и МЭ в настоящее эволюционировало. Появилось время заметно понятие «микроэлементозы» животных и человека, а общие знания о биологической роли элементов концентрируются в новом научном «элементологии», прообраз которой заложен в бионеорганической химии.

Высокий уровень токсичных химических элементов в кормах для с.х. животных может быть вызван их поступлением в пастбищные и кормовые растения около рудных месторождений, в результате техногенного загрязнения вблизи заводов и комбинатов, возделыванием кормовых трав на неизвестных по составу территориях (например, в зоне орошения), применения новых удобрений и кормовых добавок (в частности, продуктов микробиологического синтеза, криля, отходов пищевых заводов, премиксов, минеральных солей), передозировкой лекарственных препаратов (селенит натрия, сульфат меди), попаданием пестицидов, содержащих токсичные химические элементы, в корма

[183].

Формирование пула макро- и МЭ зависит от многих факторов, главным из которых является уровень содержания химических элементов, форма соединений и особенности всасывания [34]. Параметры всасывания, накопления и выведения некоторых химических элементов в организме животных освещены недостаточно. Тем не менее, в этом отношении представляют интерес указанные параметры в отношении условного человека, приведенные в табл. 1.4. По сравнению с неметаллами (селен, мышьяк, фтор, йод) большинство катионов металлов слабо всасывается в ЖКТ. Так, степень всасывания меди и цинка равна 0,5, кобальта - 0,3, а никеля и кадмия — 0,05. Однако, несмотря на низкую всасываемость ряда соединений металлов в ЖКТ животных, их высокое сродство к SH-, -S-S-, аминогруппам, и особенности циркуляции приводят к длительному пребыванию металлов в организме животных. Регуляция всасывания МЭ — одна из актуальных и нерешенных проблем в кормлении животных и питании человека.

Таблица 1.4. Параметры всасывания, накопления и выведения некоторых химических элементов в организме человека [183, 305]

Химичес-	Степень	Кратность	Кратность	Период
кий элемент	всасывания	накопления	накопления в	полувыведения,
	в ЖКТ	во всем	мышечной	Тб, сутки
		организме	ткани	
Мышьяк	1,0	18	18	12,5
Селен	0,9	107	87	11
Молибден	0,8	32	15	27,5
Фтор	1,0	1450	16	608
Йод	1,0	5,5	6,5	138
Медь	0,5	20,5	18,5	28-30
Цинк	0,5	177	138	245

Ртуть (орг.)	0,4	-	865	576-600
Кобальт	0,3	5	4	11,5
Свинец	0,2	120	11	60*
Олово	0,2	17	15,8	35-36
Железо	0,1	262	206	800-1800
Хром	0,1	44	12	83
Сурьма	0,1	158	117	20-35*
Никель	0,05	25	14,2	350-667
Кадмий	0,05	333	253	2306-4612

\* В опытах на крысах. Всасывание — доля элемента, поступающего в кровь из ЖКТ от общего количества в пище; кратность накопления — отношение количества элемента во всем организме (или в ткани) к количеству элемента, потребляемому за сутки;  $T_6$  — биологический период полувыведения элемента (сутки), или время, в течение которого содержание элемента в органе или организме уменьшается вдвое.

С процессами всасывания химических элементов непосредственно связана биологическая доступность минеральных веществ для животных. Последняя зависит OT возраста, генотипа, пола, физиологического состояния факторов. Например, поступление интерференции кормовых организм животных кальция и фосфора из рациона зависит не столько от их соотношения, сколько от абсолютного количества, а также концентрации витамина D. Оптимальное соотношение Са:Р важно в том случае, когда содержание в кормах обоих макроэлементов или одного из них недостаточно. Использование же фосфора из кормов зависит от соотношения Са:Р в большей степени, чем усвоение кальция [183]. Это точку зрения разделяет также профессор Кабыш А.Г. [212].

В результате БГХ исследований таксонов биосферы установлено проявление реакций у животных и человека на геохимические факторы среды

(содержание химических элементов в почвах, водах, растениях, растительных кормах и пищевых продуктах). Особенно большое значение в реакциях организмов на химические элементы среды приобретает близость их содержания к нижним или верхним пороговым концентрациям. Согласно В.В. Ковальскому [226], между нижними и верхними пороговыми концентрациями содержание химических элементов в почвах и кормах, соответствующее норме, может изменяться в несколько раз, например, содержание йода в почвах, в среднем в 8 раз, в кормах, в среднем в 17 раз, содержание молибдена в почвах - в 3 раза, в кормах - в 12 раз и т.д. При изменении в несколько раз в кормах концентрации отдельных МЭ организм способен во многих случаях регулировать процессы обмена веществ, но напряжение регуляторных механизмов в таком случае все время возрастает по мере приближения к пороговым концентрациям и может наступить срыв нормальной их функции при дальнейшем понижении или повышении содержания в кормах химических элементов.

При этом у животных организмов могут развиваться заболевания обмена веществ, которые благодаря их причинной связи со средой данной местности названы эндемическими. Еще недостаточно изучены заболевания животных организмов, вызываемые недостатком бора, стронция, свинца, но установлено, что избыток этих элементов в естественной среде может вызвать эндемические болезни животных и человека. Заболевания, вызываемые недостатком кобальта, цинка или йода, недостатком или избытком меди, фтора, марганца, селена, напротив, в настоящее время достаточно глубоко изучены (табл. 1.5.). Достоверно установлена зависимость от дозы характера действия химического элемента на отдельные системы и на организм в целом. В природных условиях, несмотря на сложность обычно химического состава среды, ведущее значение возникновении эндемических заболеваний имеет один химический элемент, который находится в среде в особенно дефицитном или избыточном количестве. В ряде случаев может сказываться на возникновении зндемии одновременное низкое или повышенное содержание в пище нескольких химических элементов

или их соотношений, например кобальта и меди, кобальта и йода, меди, марганца и йода, стронция и кальция. В этих случаях эффект действия МЭ может определяться параллельным нарушением нескольких обменных процессов, в каждом из которых один элемент имеет ведущее значение. Как правило, этиологическая роль химических элементов в патогенезе БГХ эндемий носит сложный характер. Для понимания реакций организмов геохимической среды необходимо выяснить основные точки приложения химических элементов к биохимическим процессам и установить их звенья, целый организм в реакции на недостаток или избыток вовлекающие определенных элементов, т .е. установить причинные зависимости и объяснить значение каждой стадии в интегральном проявлении реакции организма [226].

Таблица 1.5. Краткая характеристика некоторых эндемических болезней сельскохозяйственных животных

		Участие химических	
Заболевание	Симптомы	элементов	
		Дефицит	Избыток
Эндемический	Нарушение синтеза и	I, Cu, Se	Ca, Sr, Pb, F,
зоб	метаболизма гормонов		S
	щитовидной железы		
Гипокупроз	Нарушение регенерации	Cu	Mo
(алиментарная	эритроцитов, образования		
анемия)	Hb, снижение тканевого		
	дыхания, отек и размягчение		
	мозга		
Энзоотическая	Снижение активности	Cu, Co, I	B, Mo, Pb,
атаксия	оксидаз, энцефаломаляция		Mn, Zn, S
Гиперкупроз	Гемоглобинурия,		Cu

	паренхиматозная желтуха		
Гипокобальтоз	Анемия, анорексия,	Со	Mn, Sr, B, Ca,
(сухотка,	нарушение эритропоэза,		P
болотная	обмена белков и углеводов		
болезнь)			
Гиперкобальтоз	Хронический токсикоз,		Co
	анорексия, нарушение роста,		
	полицитемия, нефросклероз		
Паракератоз	Поражение кожи, слизис-	Zn	Ca
	тых оболочек, дерматит,		
	алопеции, анемия, отек		
	конечностей		
Эндемический	Стоматит, разрушение	F	*
кариес зубов	дентина и эмали, молочно-		
	белая крапчатость		
Флюороз	Поражение зубов, пигмен-		F
	тация, нарушение оссифи-		
	кации, остеодистрофия		
Гипомагниемия	Недостаток магния, нервно-	Mg, Ca	
	мышечные расстройства,		
	нарушение ионного		
	равновесия		
	Тетания, спазмы скелет-	Ca	
Гипокальцие-	ных мышц, гортани, ЖКТ		
мия			
Борный энтерит	Диарея, исхудание, анемия	Cu	В
Молибденовый	Гастрит, анемия, утолщение	Cu, S, Co, Zn,	Mo
токсикоз	суставов, нарушение обмена	Fe	

(молибденоз)	азота		
Остеодистро-	Нарушение Са-Р обмена,	P, Ca, Co, Mn, I	Mg, F, S, Sr,
фия	функций и строения костной		Ba, B, Ni
	ткани		
Уровская	Нарушение	Se, I, Co, Cu, Ca	Ba, Sr, Zn, Cr,
болезнь	нейрогуморальной		Mn, Pb, Li, P
	регуляции, дистрофические и		
	дегенеративные изменения в		
	костной ткани, хряще		
Беломышечная	Нарушение минерального,	Se (Co, Cu, I)	Ca, Mo
болезнь	углеводного и белкового		
	обмена, поражение		
	сердечной и скелетной		
	мышц, их ригидность		
Энзоотическая	Дистрофия поперечно-	Se (Mn, I, Co,	
миоглобинурия	полосатой мускулатуры	Ca, P)	
лошадей			
Свинцовый	Расстройство центральной		Pb
токсикоз	нервной системы, парез или		
	паралич задних конечностей,		
	анемия		
Кадмиевый	Нефроз, нарушение Са-Р	Zn, Cu	Cd
токсикоз	обмена, остеопороз,		
	остеолиз, анемия		
Литиевый	Выпадение шерсти, ги-	Cu, Co, I, P	Li
токсикоз	перкальциемия, гипер-		
	гликемия		
Никелевый	Ni-экзема, потеря зрения,		Ni (Ba, Fe, F)

токсикоз	гастроэнтерит, тромбоз	
	сосудов	

<sup>\*</sup> Множество других факторов, включая БГХ.

При геохимических эндемиях, кроме специфических признаков нарушения обмена веществ, проявляются общие расстройства жизнедеятельности. К ним относятся у с.х. животных падение продуктивности, нарушение воспроизводительной способности, понижение иммунно-биологических свойств организма.

Вопрос проявлении микроэлементозов среди диких животных недостаточно изучен. Существуют данные, что в пределах некоторых районов Болгарии, бедных медью, кобальтом и йодом, у серн обнаружен эндемический зоб. Выявлены также случаи паракератоза среди диких и домашних животных в условиях недостатка цинка [100]. По мнению Т.Г. Дерябиной, нарушение МЭ баланса может быть причиной заболеваемости зубров гнойно-некротическим баланопоститом (с ярко выраженной патологией в генитальных органах) [143]. Данное предположение основано на фактическом умеренно повышенном уровне содержания ряда МЭ (кадмий, свинец, хром, никель) в организме зубров, снижении концентраций меди и кобальта в органах и тканях и косвенных данных о влиянии ТМ на различные физиолого-биохимические процессы у других видов животных.

Наряду с моногипер- и моногипомикроэлементозами животных в настоящее время возникает проблема комплексных элементозов, проявляющихся в результате экстенсивного ведения сельского хозяйства и касающаяся преимущественно высоко продуктивных животных. По мнению академика В.Т. Самохина, главными причинами расстройств здоровья животных всех видов и пород со всеми неблагоприятными последствиями являются экологически факторы: то есть условия окружающей среды, среди которых первостепенное значение имеет - дисбаланс питательных веществ в рационах кормления

животных. Главным образом — дефицит МЭ: меди, цинка, марганца, кобальта, йода, селена [412]. При длительном дефиците возникает патологическое состояние - хронический комплексный гипомикроэлементоз, наносящий значительный экономический и экологический ущерб. У всех видов животных и человека он проявляется расстройством течения всех видов обмена веществ, и прежде всего, снижением биосинтеза и функциональной активности нуклеиновых кислот, которые выполняют важнейшую биологическую роль - синтез белков (гормонов, ферментов, иммуноглобулинов).

В зависимости от степени, продолжительности и сочетания дефицита отдельных МЭ интенсивность проявления патологических процессов в обмене веществ бывает различной и протекает в скрытой форме или с проявлением видимых клинических признаков патологий. Нарушения в обмене веществ, накопление промежуточных и конечных токсичных продуктов обмена (мочевины, кетоновых тел, свободных радикалов и других метаболитов) выявляются в лабораториях биохимическими методами исследований крови, мочи, молока. В тканях всех органов и систем наступают субклеточные и патоморфологические изменения, которые сопровождаются резким нарушением их функциональных отправлений выявляются гистологическими тканей исследованиями пораженных органов [6. 226. 4121. Снижение показателей обшей неспецифической резистентности и иммунобиологической реактивности в результате нарушений обмена веществ резко ограничивают адаптационные способности организма сопротивляться биологическим (микробы, вирусы и др.) и абиотическим (ксенобиотики) факторам, которые в последние годы интенсивно накапливаются и активизируются во внешней среде. По этой причине в хозяйствах у животных повышена заболеваемость не только незаразными, но также и инфекционными болезнями в результате наслаивания различных токсикозов, вызванных грибками, ТМ, пестицидами и другими веществами).

В связи с развитием комплексных микроэлементозов отметим роль МЭ в патогенезе вирусных и инфенкционных заболеваний. В частности, представляет

интерес связь недостатка МЭ с этиологией вирусных заболеваний. Установлена трансформация невирулентного РНК-ового вируса Коксаки типа ВЗ (CVB3/0) в вирулентный у мышей при содержании их на рационе с недостатком селена в результате необратимой мутации, связанной с видоизменением структуры генома [581, 697]. В этой связи проблема оценки недостаточности МЭ приобретает особую актуальность.

Существует попытка систематизировать связи между биологически активными химическими элементами (рис. 1.6.). При этом важную роль в усвоении макро- и МЭ играют пищевые компоненты (фитат, уровень углеводов, органические кислоты, гуминовые кислоты и др.).

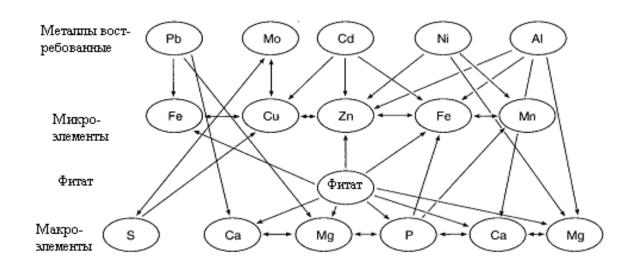


Рис. 1.6. Взаимодействие между некоторыми макро, микро- и ультрамикроэлементами [563, 566].

Рассмотрим вкратце биологические функции и роль в обмене веществ наиболее значимых MЭ.

При содержании 370 мг/кг в 16-км толще Земной коры стронций занимает по распространенности 18 место [439]. Наземные растения содержат стронция от 1 до 170 мг/кг сухого вещества (среднее 36 мг/кг), а наземные животные около 14 мг/кг [230]. При этом основная масса МЭ сосредоточена в костной ткани.

Растения, обогащенные кальцием, как правило, аккумулируют и много стронция. Отношение Ca:Sr довольно стабильно в организмах большей части континентов. Однако в зоне степей и в районах засоления концентрации стронция резко возрастают, что обусловливает низкое значение отношения Ca:Sr [39].

Главные различия в поведении стронция и кальция заключаются в степени ЖКТ, экскреции с мочой, всасывания из молоком и трансплацентарного перехода. Там, где имеется метаболически контролируемый переход ионов через мембраны, Са транспортируется более активно, чем Sr. Меньшее процессы дискриминации значение имеют при движении щелочноземельных элементов между кровью И костями, секреции циркулирующих жидкостей в просвет ЖКТ. Величина всасывания растворимых соединений Sr составляет 0,1-0,6, а плохо растворимых (например, SrTiO<sub>3</sub>)  $\leq 0,01$ . Всасывание Sr из ЖКТ снижается с увеличением возраста. Для разных видов млекопитающих у взрослых животных всасывание колеблется от 0,05 до 0,25, у очень молодых животных - от 0,9 до 1,0, а у старых индивидов < 0,01. Изменение соотношения Ca:Р в диете влияет на всасывание Sr [305].

Точкой приложения стронция к обменным процессам в условиях избыточного его содержания в рационах служит эпифизарный хрящ и костная ткань, содержащиеся в них фосфатазы, а также обмен лимонной кислоты в трикарбоновом цикле, протекающем в эпифизарном хряще. Наиболее важной стороной этих процессов является их обратимость. Они постоянно находятся в состоянии подвижного равновесия, которое смещается то в сторону усиления созидательных, то обратных им процессов. Нарушение обратимости могут вызвать патологические изменении в образовании и жизнедеятельности костной ткани. Изменения эти зависят, в основном от изменения соотношения витамина D образование парат-гормона, которые регулируют цитрата, активность фосфатазы, активность остеобластов и остеокластов, повышение или уменьшение величины рН эпифизарного хряща и образующейся костной ткани. Повышенная при щелочном рН и остеобластов активность фосфатазы

активированию костной матрицы и фиксации ею кальция, фосфора и цитрата, что приводит к формированию минерального вещества кости. условиях стронциевой БГХ провинции, при поступлении в животный организм повышенных количеств стронция, под влиянием витамина D усиливается его всасывание в кишечнике и несколько повышается содержание в крови. Отсюда стронций частично выводится почками с мочой (в зависимости от дозы витамина D реабсорбция может уменьшаться или увеличиваться), частично фиксируется костной матрицей, хотя витамин D мало влияет на последний процесс. Стронций, несомненно, повышает фосфатазную активность эпифизарного образующейся кости, повышает активность матрицы, что является важным фактором ее жизнедеятельности. К настоящему времени выяснены только некоторые важные звенья обменных процессов, в которых действует стронций при повышенном его содержании в рационе [226].

В настоящее время соединения стронция используют в качестве терапевтических средств при остеопорозе. Полагают, что стронций усиливает процессы оссификации, а при высоком его содержании в ткани зубов риск проявления кариеса минимален [763].

В целом, миграция стабильного стронция в окружающей среде – подземных водах, почве, растениях, пищевой цепи человека и животных мало изучена. Вопрос геохимической оценки территорий, в том числе и почв с.х. предприятий по стронцию при техногенной деятельности человека является назревшей и требует решения, особенно в связи с возрастанием роли подземных (артезианских) вод, которые часто являются носителями стронция.

Медь – типичный металл, склонный к комлексообразованию. Содержание меди в Земной коре составляет 47 мг/кг, а в морской воде – 3 мкг/л. В наземных растениях присутствует меди 4-9 мг/кг сухого вещества, а в наземных животных – 5-30 мг/кг [226]. Существуют организмы, концентрирующие медь, например асцидии, членистоногие и ракообразные. В крови моллюсков содержится

гемоцианин, осуществляющий перенос кислорода к клеткам. Обнаружение меди в организме моллюсков было сделано В. Віzіо в 1833 г. [71].

Медь — незаменимый МЭ, необходимый для нормальной жизнедеятельности организмов, включая растения, животных и человека. Соединения меди легко всасываются в кровь из ЖКТ (5-10% - у взрослых животных и 15-30% - у молодняка). Для меди характерен гомеостаз, регулируемый физиологически за счет ее всасывания и выделения. Концентрация меди в сыворотке крови животных практически равны 1000 мкг/л, а в цельной крови приближается к 1200-1300 мкг/л [182].

Значение меди в обменных процессах животного организма начало выявляться в результате работ висконсинской группы исследователей в США, показавших, что недостаток меди является причиной так называемой молочной анемии у крыс. Это наблюдение привело к установлению значения меди для процессов кроветворения и использования железа в организме [660].

Метаболизм меди и синтез медьсодержащих биополимеров регулируется генетически. Генетические нарушения обмена меди: болезнь Вильсона-Коновалова, гепатоцеребральная дистрофия, медный токсикоз у собак, семейный цирроз, синдром Менкеса, трихополидистрофия, синдром затылочного рога, заболевание расслабленной кожи, семейная доброкачественная медная недостаточность [395].

Для большей части территории Нечерноземья характерен недостаток меди (распространение «лизухи»). При этом содержание ее в растениях пастбищ и кормах не превышает 2-4 мг/кг сухого вещества. Известны также субрегионы биосферы (Дагестан, Прикаспий) с резким дефицитом меди в среде и проявлениями особой формы энцефалопатии у мелкого рогатого скота (энзоотической атаксии) в результате снижения активности оксидаз головного мозга. Нарушение обмена меди и окислительных процессов в тканях ЦНС, а также патолого-морфологические изменения в них отражают клинические

симптомы эндемической атаксии: при стоянии ягнят неустойчивость задней части туловища, при ходьбе – нарушение координации движений, судороги, параличи [228, 229].

Медная недостаточность - это преимущественное нарушение синтеза ферментов. Благодаря ЭТОМУ происходит окислительных вовлечение патологический процесс многих обменных процессов, весь организм охватывается заболеванием. Эндемия поражает 1-27 % (максимум 46 %) всего поголовья овец, а смертность достигает 70-80 % от числа заболевших. Введение в организм солей меди может предупредить развитие болезни.

С другой стороны, существуют патологии животных, связанные с избытком меди в кормах и среде. Это различные формы «медной желтухи». (энзоотической желтухи). При избытке меди происходит ее аккумуляция в печени с последующим внезапным разрушением эритроцитов и резким повышением концентрации билирубина. Заболевание является хроническим и характеризуется высоким внезапным летальным исходом, желтухой, анемией, гемоглобинией, гемоглобинией, метгемоглобинией и глубокой пигментацией почек. При этом концентрация меди у павших животных (овец) повышается до 700 мкг/г. С профилактической целью эффективны соли молибдена [578].

На территории России известны Южно-Уральский субрегион биосферы с избытком меди, а также ряд БГХ гипермедных провинций в Башкортостане, Челябинской области и Карелии. В ЗБК в экстремальных геохимических условиях (рудники, отвалы, месторождения), как правило, биогенная миграция меди ослаблена [436].

Цинк как металл был открыт в Индии в XIII столетии, а в Европе он стал известен только в XVI веке [322]. Его концентрации в Земной коре оцениваются различными авторами от 0,004 до 0,02% [84, 439]. В наземных растениях уровень металла обычно составляет 30-60 мг/кг, а в органах и тканях наземных животных – 30-100 мг/кг сухого вещества [226]. ЖКТ является основным путем поступления его в организм.

Соединения металла умеренно всасываются в тонком отделе кишечника. Так, у крыс доля всасывания цинка составляет 43%, у овец — 10-20%, у крупного рогатого скота — 3-10%. В некоторых случаях абсорбция цинка может достигать 90%. Величину всасывания цинка из всех соединений принято считать равной 0,5 (50%). При дефиците железа поступление цинка в кровь и органы крыс возрастает в 1,6 раза. Всасывание цинка снижается при избытке в рационе кальция и фосфора. У молодых животных абсорбция цинка из кормов заметно выше, чем у взрослых. Введение гонадотропина стимулирует всасывание цинка. Как кальций и магний, так и цинк в кислой среде взаимодействуют с фитиновой кислотой, образуя недиссоциирующие комплексы [282, 305].

Цинк содержится во всех органах и тканях животных. До 80-85% общего цинка сосредоточено в мышцах, скелете, коже и печени. Концентрация цинка в крови животных приближается к 3500 мкг/л, а в сыворотке 1100-1300 мкг/л. При этом на территориях, обогащенных металлом, уровень цинка в крови возрастает. В крови цинк в основном аккумулируется эритроцитами (до 85%) в составе карбонат-дегидратазы, а также в виде комплексов с белками, и лишь малая его часть (менее 0,01%) содержится в свободной форме. Транспорт в крови осуществляется в виде комплексов с  $\alpha$ - и  $\gamma$ -глобулинами. Формирование пула цинка и его перенос в организме происходит при участии металлотионеинов [6].

Высокое содержание Zn в предстательной железе (в 35 раз выше, чем в крови) рассматривается как указание на непосредственное участие ионов Zn в ферментативных процессах этой железы. В костной ткани содержится до 20% всего Zn, присутствующего в организме, т. е. в концентрации Zn она уступает только предстательной железе. Скорость и величина включения <sup>65</sup>Zn в костную ткань выше, чем Ca. В волосяном покрове животных концентрация цинка равна 120-140 мг/кг [183, 305].

Существуют природные и природно-техногенные полиметаллические БГХ провинции, обогащенные металлами, в том числе и цинком. В России известны цинковые провинции в бассейне р. Ардон (Северная Осетия, Садонский рудный

пояс), ЗБК, Иркутской области и других регионах. Подобные БГХ провинции выявлены и в Кыргызстане [183].

Техногенные цинковые аномалии формируются, как правило, вокруг заводов. В металлургических ЭТОМ случае контакт животных с территориями весьма опасен. Так, в Чехии установлено, что концентрации цинка в организме коров, выпасавшихся около завода, были повышены по сравнению с фоном в 2 раза. Содержание металла в почках практически не отличалось и составляло 18 и 20 мг/кг. У кур уровень цинка в печени и мышечной ткани возрастал в 3,6 и 7,2 раза. Цинк был обнаружен также в молоке и яйцах (значительно выше МДУ) [731]. В западных районах Австралии диагностирован токсикоз овец и крупного рогатого скота, обусловленный избытком цинка в кормах. Для подтверждения диагноза проведены эксперименты по скармливанию соединений цинка животным. Ягнятам в возрасте 9 мес. назначали корма с добавкой сульфата цинка (2 г в течение 13 дней на животное), а взрослым овцам скармливали оксид цинка (0,8 г /сутки, или 2000 мг цинка/кг рациона). Развитие сопровождалось отказом от корма, слабостью, диареей с токсикоза дегидратацией и подкожными отеками, желтухой, анемией. В органах и тканях овец повышались концентрации цинка, особенно в поджелудочной железе (в 10-20 раз по сравнению с контролем). Патогистологические исследования показали нарушения в поджелудочной железе, печени, рубце, сычуге, тонком кишечника и надпочечниках. Дегенеративные изменения в поджелудочной железе касались в основном секреторной части органа и были обратимы. По мнению авторов, изменения в поджелудочной железе и аккумулирование ею МЭ являются важными признаками при диагностике отравлений животных соединениями цинка [562].

Несмотря на слабую токсичность соединений данного МЭ (кроме фосфида), его концентрации в кормах животных нормируют. Так, в кормах яйценоской птицы и дойного скота концентрации цинка не должны превышать 50 мг/кг сухого рациона. Для других видов животных и птиц МДУ цинка в кормах

составляет 100 мг/кг [183]. Кроме того, имеются данные об активирующем влиянии повышенных концентраций цинка на патогенез рака желудка и рака простаты [24, 183, 823].

Марганец известен в глубокой древности как диоксид, окрашенный в темно-коричневый или черный цвет. Плинием описана марганцевая руда (повидимому, пиролюзит), ошибочно именуемая железной рудой. Несмотря на то, что Gahn удалось получить металлический марганец, его название как «марганец» было введено Виttman только в 1808 г. [758]. Это один из немногих химических элементов, имеющий 8 степеней окисления. Однако в организмах преобладают формы марганца в степени окисления +2 и +3. По среднему содержанию в Земной коре марганец превосходит все ТМ, уступая только железу. Его средняя концентрация в Земной коре составляет 0,1% (1 г/кг). В наземных растениях содержание Мn составляет 40-500 мг/кг, а в наземных животных 0,5-8 мг/кг сухого вещества [242].

Поступая в организм животных с кормами, марганец освобождается в отделе кишечника. желудке и всасывается преимущественно В ТОНКОМ Ассимилированный марганец общий поступает В кровоток, частично задерживается печенью и другими органами и тканями. Заметное количество МЭ связывается костями, поджелудочной железой, почками, мозгом, сердечной мышцей, селезенкой, скелетными мышцами и опорно-покровными тканями. В процессе жизненного цикла в организме животных возможно перераспределение элемента между органами. Содержание марганца в крови коров различных регионов России составляет 37-157 мкг/л и зависит от геохимических факторов. Концентрации элемента в волосяном покрове КРС изменяются в широком диапазоне от 2 до 130 мг/кг, но наиболее типичны концентрации марганца 12-15  $M\Gamma/K\Gamma$  [500].

В тканях марганец связан с проявлением активности ряда ферментов (пируваткарбоксилазы, оксалатдекарбоксилазы). Он участвует в карбоксилировании пировиноградной и щавелевоуксусной кислот в цикле

трикарбоновых кислот. При этом марганец входит в состав пируваткорбаксилазы и аргиназы, катализирующей расщепление аргинина на орнитин и мочевину. Другие ферменты (пептидазы, некоторые киназы, дегидрогеназы) активируются ионами марганца (II). В большинстве ферментов, активируемых этим элементом, он может быть заменен другими двухвалентными катионами, в первую очередь магнием, цинком, иногда кобальтом. Исключение составляют большинство гликозилтрансфераз и ксилозилтрансфераз, принимающих участие в биосинтезе муцинов и протеогликанов и активируемых только марганцем. Генетические дефекты этих ферментов у человека в настоящее время неизвестны, хотя вполне вероятны, учитывая часто встречающуюся патологию хрящевых и костных структур у детей раннего возраста, сходную с аналогичными нарушениями у животных при дефиците этого элемента.

Металлоферменты, содержащие марганец, включают у млекопитающих два ключевых фермента глюконеогенеза — фосфоэнолпируват-карбоксикиназу (ЕС 4.1.1.32) и пируваткарбоксилазу (ЕС 6.4.1.1), а также аргиназу (ЕС 3.5.3.1), для которых обнаружены генетические дефекты с характерной патологией и менее изученную в этом отношении Мп-супероксидисмутазу [395].

Большое количество марганца содержится в митохондриях клеток, особенно в гепатоцитах. Он участвует в тканевом дыхании, процессах окислительного фосфорилирования. Он обладает специфическим липотропным действием, стимулирует синтез жирных кислот и холестерина, повышает использование жиров в организме и предотвращает жировое перерождение печени. Под влиянием марганца нормализуется азотистый и кальциевофосфорный обмены. Он – один из компонентов систем, поддерживающей оптимальное число панкреатических островков, синтеза гликозаминогликонов хрящевой ткани. Марганец является кофактором в реакции образования связи между гликозамином и остатками серина, активатором синтеза мукополисахаридов в матрице костной и хрящевой тканей. Полагают, что данный МЭ стимулирует кроветворение, эритропоэз, образование гемоглобина,

положительно влияет на рост животных, поддерживает нормальное состояние структур половых органов, воспроизводительную функцию, лактацию [758]. Выводится из организма в большей мере через пищеварительный тракт с секретами, калом, в меньшей мере почками с мочой, у лактирующих животных с молоком.

При недостатке марганца в рационе снижается концентрация его в крови и тканях. У животных задерживаются рост и развитие, нарушается функция половой системы, У свиней происходит резорбция плодов. Появляются дефекты костеобразования. У быков производителей отмечены симптомы системного поражения конечностей, хромота, поза «сидячей собаки», у птиц - явления перозиса [527].

Изменения обмена в растущей кости и эпифизарном хряще при недостатке марганца и его роль в регуляции обмена в этих тканях оценивались в связи с заболеванием птиц перозисом. При исследовании реакции организма на добавки марганца к рациону основной задачей являлось определение точек приложения марганца к обменным процессам в эпифизарном хряще и растущей кости [226].

В эпифизарном хряще происходит развитие хрящевых клеток, накопление костного вещества и образование матрицы. В оптимальных концентрациях марганец (и цинк) повышает активность фосфатазы в эпифизарном хряще в период формирования кости. Деятельность фермента зависит от величины рН. По мнению ряда авторов, щелочная фосфатаза и марганец, как ее активатор, участвуют в транспорте продуктов обмена и в синтезе мукополисахаридов, которые в виде комплекса входят в состав коллагена и основного вещества кости (полимераза-Мп —— уридинфосфат-N-ацетил-галактозамин —— полимер уридинфосфат-глюкуроновая кислота), галакто-трансфераза-Мп (уридинфосфат-галактоза —— галактозо-галактозо-ксилозо-трисахарид) [228, 527].

Полагают, что в остеобластах цикл Кребса направлен в сторону большего образования α-кетоглутаровой кислоты, которая затем преобразуется в глутаминовую, пролин, оксипролин (последние входят в состав коллагена в

количестве до 30 %); в остеокластах - в обратную сторону, с преобладающим образованием изолимонной кислоты, которая способствует растворению костного вещества. Так как образование α-кетоглутаровой кислоты из изолимонной и активность цикла зависят от содержания марганца (кетоглютаратдегидрогеназа-Мп, изоцитратдегидрогеназа-Мп), то при его недостатке следует ожидать снижения остеобластической активности. Высокое содержание элемента и активность фосфатазы в зоне образующейся кости можно рассматривать как факторы, усиливающие остеобластическую активность.

При избыточном поступлении марганца в организм повышается его концентрация в крови и тканях. Развивается гипогемоглобинемия, поражаются кости. избытке марганца появляются признаки так называемого марганцевого рахита. БГХ провинции с избытком марганца в среде существуют в Грузии, в пределах Чиатурского рудного поля. Тем не менее, патологий среди животных в данном субрегионе биосферы не выявлено [242]. Уровень марганца в кормах животных не нормирован. В.В. Ковальский приводит следующие критические концентрации марганца в растениях пастбищ и кормах животных: до 20 мг/кг (дефицит), 20-60 мг/кг – оптимальный интервал, ≥ 500 – верхняя критическая концентрация [228, 230].

Молибден был открыт в 1778 г. Scheele как металл, подобный графиту и свинцу. Его содержание в Земной коре составляет 1,1-1,5 мг/кг [322]. Наземные растения содержат Мо 0,2-8 мг/кг сухой массы, а животные организмы — 0,2-2 мг/кг [40]. В конце XIX - начале XX столетия была открыта биологическая фиксация азота с участием молибдена. Виноградски в 1893 г. показал, что некоторые виды Clostridium способны фиксировать атмосферный азот. А в 1901 г. Вејегіпк установил, что этим свойством обладают штаммы *Acetobacter sp.*[564].

Молибден относится к микроэлементам, биологическая важность которых считается неоспоримой. Особенно большое значение этот элемент имеет в азотном обмене растений, животных и человека. Необходимость и специфичность молибдена доказана для ряда окислительно-восстановительных ферментных

систем, участвующих в процессах восстановления нитратов и биологической азотфиксации у растений и микроорганизмов, а также в реакциях пуринового обмена в животном организме. Последующие интенсивные исследования роли молибдена в питании растений как в России, так и за рубежом, раскрыли физиологическую функцию этого МЭ: было установлено, что молибден входит в состав нитратредуктазы и тем самым участвует в восстановлении нитрата до аммиака. Роль Мо в обмене веществ у животных обусловлена включением его в состав нескольких ферментов: ксантиноксидазы, участвующей в окислении пуринов, и, возможно, в высвобождении Fe из ферритина, альдегидоксидазы и сульфитоксидазы. Баланс Мо для условного человека, мг: суточное поступление с пищей и жидкостями 0,3, содержание в организме 9,5 [305].

Растворимый в воде  $Mo^{6+}$ , вводимый в виде солей (молибдатов натрия и аммония) и молибден из нерастворимых соединений, таких как  $MoO_3$ ,  $CaMoO_4$ , а также из трав и пищевого рациона быстро и практически полностью всасывается в ЖКТ различных лабораторных и с.х. животных. Лишь в небольших количествах MЭ всасывается при введении его в форме  $MoS_2$ . При введении крысам раствора молибдата натрия ( $Na_2MoO_4$ ) (pH 7,0-7,5) всасывание его из ЖКТ крыс составляло примерно 85%.

Всасывание <sup>99</sup>Мо после перорального введения молибдата из желудочнокишечного тракта крыс осуществляется очень быстро. Уже через 15 мин после введения значительные количества <sup>99</sup>Мо циркулируют в крови (11,6%), накапливаются в мышцах (9,12%), коже (6,76%), скелете (5,14%), печени (3,19%), легких (1,12%) и почках (0,92%). Это примерно в 2 раза меньше, чем после внутривенного введения, значения которых для перечисленных выше органов составляли 29,14; 12,8; 14,4; 9,67; 8,23; 2,37; 3,14% соответственно, что свидетельствует о всасывании к этому времени около 50% Мо [305].

В опытах на овцах показано, что всасывание Мо зависит от содержания неорганических сульфатов в пищевом рационе. Величину всасывания для  $MoS_2$ 

принимают равной 0,05, а для всех других соединений элемента - 0,8. Мо обнаруживается во всех органах млекопитающих, но наиболее богата им печень.

Среднее содержание МЭ в крови 14,7 ± 1,2 мкг/л [500]. По результатам наших исследований содержание молибдена в крови КРС зависит от региона и изменяется от 10 до 30 мкг/л. Последняя цифра характерна для коров из молибденовой БГХ провинции Северного Кавказа (Тырныауз). Соединения молибдена, всасываясь в ЖКТ, выводятся из организма животных с однокамерным желудком в основном с мочой. Причем степень экскреции зависит от уровня сульфатов. Повышенные концентрации сульфатов тормозят или блокируют реабсорбцию Мо в почечных канальцах. Из организма коров и овец молибден экскретируется с мочой. Для человека общая кратность накопления МЭ равна 32, а период полувыведения — 27,5 суток [305].

Необходимость молибдена для млекопитающих была экспериментально доказана М. Анке в опытах на козах, содержавшихся на рационе с очень низкими концентрациями молибдена. При этом животные не только теряли в массе тела, но и отмечались летальные исходы. На 91 день эксперимента число павших коз в опытной и контрольной группе составляло 28 и 3, а число летальных случаев относительно козлят – 61 и 25 [564].

Дефицит молибдена вызывает снижение активности Мо-содержащих ферментов: альдегидоксидазы, ксантиноксидазы и сульфитоксидазы и может быть причиной болезней почек. К настоящему времени описаны 13 патологий, связанных с молибденом (8 с избытком и 5 с недостатком).

У ряда термофильных бактерий молибден может быть замещен на вольфрам. Из 15 Мо-содержащих оксидоредуктаз, известных на сегодняшний день, в тканях млекопитающих присутствуют только три: альдегидоксидаза (ЕС 1.2.3.1), сульфитоксидаза (ЕС 1.8.3.1) и ксантиндегидрогеназа/оксидаза (ЕС 1.1.1.204; ЕС 1.1.3.22). Помимо Мосо эти ферменты содержат также дополнительные простетические группы, такие как флавин, гем или кластеры Fe/S. Ксантиноксидаза животных тканей может превращаться в дегидрогеназу. В

печени она существует преимущественно в форме дегидрогеназы, но превращается в оксидазу при хранении при  $-20^{\circ}$ С, обработке протеолитическими ферментами, органическими растворителями или тиоловыми реагентами, такими как  $\mathrm{Cu}^{2+}$ , N-этилмалеимид или 4-меркурибензоат. Действие тиоловых реагентов может быть обращено тиолами, например 1,4-дитиоэритритолом. В последнее время появились также данные, что альдегидоксидаза может быть идентична ксантиноксидазе.

Наследственные нарушения обмена молибдена, как и в случае кобальта, затрагивают либо синтез белковой части ферментов, либо молибдоптеринового кофактора, вызывая соответственно их изолированную или совместную недостаточность. Изолированная недостаточность альдегидоксидазы неизвестна. Генетические дефекты двух других молибденсодержащих ферментов млекопитающих хорошо изучены, в связи с вызываемой ими патологией. К особенно тяжелым последствиям приводит дефект синтеза сульфитоксидазы аутосомно-рецессивной мутации, проявляющейся прогрессирующими спастическими параличами, умственной отсталостью, подвывихом хрусталика и летальным исходом в возрасте 2-3 лет. Из биохимических сдвигов характерно повышенное содержание в моче сульфитов. Изолированная недостаточность ксантиндегидрогеназы, вызванная мутацией в гене XDH, характеризуется выделением с мочой очень больших количеств ксантина, тенденцией к образованию ксантиновых камней и очень низким уровнем уратов в сыворотке крови и моче. Сочетанная недостаточность всех трех ферментов, вызванная дефектом синтеза Мосо, характеризуется комбинацией описанных нарушений: тяжелыми нейрологическими аномалиями, подвывихом хрусталика, умственной отсталостью, ксантиновыми камнями, повышенным выделением с мочой сульфита, тиосульфата, S-сульфоцистеина, таурина, гипоксантина и ксантина и значительным снижением содержания в ней сульфатов и уратов. Как свидетельствуют опыты ПО комплементации, существуют формы недостаточности Мосо - одна, связанная с дефицитом предшественника Мосо

(тип А, \*252150) и другая - вызванная дефектом синтеза конвертирующего фермента, завершающего биосинтез молибдоптерина (тип В, \*252160) [395].

В длительных опытах В.В. Ковальского, И.Е. Воротницкой и Г. Цой с содержанием коров на пищевом рационе, обогащенном медью, наблюдалось включение в КСО молока меди и уменьшение содержания молибдена. При подкормке коров молибденом была получена ксантиноксидаза, относительно обогащенная молибденом и не содержащая меди [231, 232]. Фермент, содержащий медь, был также обнаружен в слизистой телят.

В исследованиях различных авторов показана изменчивость в молочной КСО соотношения между железом, молибденом и медью. На основания имеющихся данных можно считать, что основным фактором активности ксантиноксидазы является ФАД. Только его удаление ведет к потере ферментом окислительных свойств И превращению ксантиноксидазы К ксантиндегидрогеназу. Показана сохранения свойств также возможность ксантиноксидазы путем замены ФАД на ФМН [546]. Содержание металлов железа, молибдена и меди в молекуле КСО влияет на ее активность. При увеличении в ксантиноксидазе ФАД и железа активность фермента повышается, что еще заметнее при одновременном увеличении содержания молибдена или появления в ферменте меди. При подкормке животных медью и при снижении в ферменте железа и молибдена активность фермента обычно держится на среднем уровне. Возможно, что на активность ксантиноксидазы влияет также резерв металлов в тканях [231]. Так при повышении содержания молибдена или меди в рационе, вместе с нарастанием содержания этих металлов в тканях, увеличивается активность фермента, которая, как и содержание, зависит от многих факторов рибофлавина, железа, наличия высококачественного белка, витаминов В<sub>12</sub>, Е и др.

потребление избыточных Mo Длительное количеств приводит нарушению фосфорно-кальциевого обмена, деформации костей, слабости конечностей, нарушению способности животных передвижению. В К

повышенных количествах Мо тормозит активность сульфитоксидазы и тем самым способствует накоплению большого количества сульфитов в тканях. При избытке Мо в пище ксантиноксидаза повышает интенсивность азотистого, в частности пуринового, обмена в организме. В результате распада пуринов образуется мочевая кислота. При избытке этой кислоты почки не успевают выводить ее из организма, в результате чего в суставах и сухожилиях мышц накапливаются ее соли - развивается подагра.

Доказательством активного участия молибдена в метаболизме тканей человеческого организма являются наблюдения над людьми, проживающими в БГХ провинциях с повышенным либо с пониженным содержанием МЭ в почвах, воде, пищевых продуктах. Так, по данным В.В. Ковальского и Г.А Яровой, повышенное поступление молибдена с водой и пищей у людей, проживающих в Анкаванской молибденовой провинции (Армения), обуславливает возникновение эндемической подагры, распространение которой среди взрослого населения этой местности составляет 31%. Эта болезнь в настоящее время еще называется болезнью Ковальского [232]. В отношении КРС проявление «подагрических» признаков не установлено в результате различий пуринового обмена у человека и жвачных животных [19]. Однако увеличение содержания молибдена в рационе коров приводит к резкому возрастанию активности КСО молока.

Таким образом, молибден не только жизненно важный элемент, но одновременно и токсичный. Хронический профессиональный молибденоз характеризуется повышением мочевой кислоты и молибдена в крови, полиартралгиями, артрозами, гипотонией, анемией и лейкопенией [6]. Поэтому его уровень в кормах нормирован на уровне 2-3 мг/кг сухого рациона для различных видов животных [183].

Не являясь элементом, необходимым для нормальной жизнедеятельности животных и растений (так ранее считалось), кадмий в течение почти полутораста лет со времени своего открытия не привлекал внимание биологов. Развитие

промышленности востребовало этот рассеянный МЭ и привело к заметному увеличению его концентрации в биосфере.

Заметим, что первое количественное определение кадмия в организмах (водоросли и водные животные) осуществил Д.П. Малюга — сотрудник Биогеохимической лаборатории, возглавляемой в то время В.И. Вернадским. По его данным содержание кадмия в живом веществе составило 0,15 мг/кг, а соотношение Cd:Zn оказалось равным 1:20. У лиц, умерших от сердечных заболеваний концентрация кадмия в почках, по его данным, составляет 3,8 мг/кг. Средняя концентрация кадмия в растительности суши составляет 35 мкг/кг, в мертвом органическом веществе — 500 мкг/кг, в океаническом веществе (растворенная часть) — 110 мкг/кг и осадочной толще 3емли — 390 мкг/кг. Таким образом, кадмий не концентрируется растениями суши (его  $K_6 < 1$ ) [183].

В настоящее время существует огромный массив данных о токсическом действии кадмия и его соединений. Из аспектов биологической роли кадмия следует отметить этиологическое значение кадмия в патогенезе ряда заболеваний (итаи-итаи, кадмиоз с.х. животных, нефриты, опухолевые заболевания, остеомаляция, гипертоническая болезнь и др.). В ряде городов России выявлены кадмиевые гипермикроэлементозы у детей [426]. Дефицит кадмия еще недостаточно ясен. Однако снижение роста козлят и воспроизводительных функций коз были установлены на рационе с концентрацией кадмия < 15 мкг/кг [566].

Степень всасывания кадмия в ЖКТ равна 0,05, кратность накопления во всем организме — 333, в мышечной ткани — 253, а период полувыведения металла из организма животных и человека достигает 2306-4612 суток [306]. Соединения кадмия обладают широким спектром действия на биологические процессы. Прежде всего, это специфическое действие на углеводный обмен, конформацию макромолекул, действие на ряд окислительно-восстановительных ферментов, метаболические взаимодействия с Са, Zn, Fe, Cu, Se, I и индукция синтеза металлотионеинов (МТ) и образование прочных Cd-МТ комплексов [183].

В естественных условиях нередко кадмий накапливается в грубых кормах одновременно со свинцом, например, в районе металлургических заводов, в зоне разработки СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫХ месторождений И хвостохранилищ, что затрудняет развитие животноводства. Так, содержание кадмия в грубых кормах и пастбищных растениях относительно фоновых участков поймы р. Воронеж, лесных и лесостепных ландшафтов Забайкалья, бассейна р. Ардон и Челябинской области изменялось от < 10 мкг/кг до 70-150 мкг/кг сухого вещества. В пределах техногенных участков (Липецкий металлургический завод, Мизурский ГОК, полиметаллические месторождения) концентрации ТМ возрастали до 363-1800 мкг/кг [183]. В районе цинкового завода (Владикавказ) в рудеральных растениях нами обнаружено Cd до 3400 мкг/кг сухого вещества.

Несмотря на то, что высокие концентрации ТМ в кормах встречаются редко, тем не менее, иногда возникает необходимость обезвреживания ценных кормов с повышенным содержанием кадмия и свинца. В этом случае обычно применяют тиосульфат натрия [401].

В экспериментах на крысах по скармливанию кормов с добавками Сd и Pb в дозах 0,91 и 18,3 мг/кг комбикорма в течение 30-60 дней было установлено слабое аккумулирование металлов мышечной тканью. Однако, несмотря на отсутствие кумуляции кадмия и свинца мышечной тканью крыс, сдвиги в клинико-биохимических параметрах (прирост биомассы, снижение уровня гемоглобина, активности порфобилиногенсинтетазы, уровня тиогрупп сыворотки, увеличение активности у-глутамилтрансферазы и синтеза металлотионеинов) свидетельствовали об определенной интоксикации соединений кадмия и свинца в используемых дозах. При этом тиосульфат натрия вызывал в большинстве случаев нормализацию указанных параметров [401].

Соединения кобальта применялись уже в Древнем Египте и Китае для окраски стекол и глазурей в красивый и устойчивый синий цвет. Металлический кобальт был впервые получен в 1735 г. Ю. Брандтом [322]. Среднее содержание Со в Земной коре по оценкам различных авторов составляет 0,002% (20 мг/кг)

[84]. В растениях континентов присутствует металла 0,05-0,3 мг/кг сухого вещества, а в наземных животных -0,02-0,3 мг/кг [225, 230].

Кобальт поступает в организм с кормами и минеральными добавками в виде солей и витамина  $B_{12}$ . Всасывается он преимущественно в тонком кишечнике из растворимых солей в виде ионов. При этом микроорганизмы используют кобальт для синтеза витамина  $B_{12}$ , который месте с аналогами вступает в связь с гастромукопротеином (внутренним фактором Кэстла), после чего всасывается в кровь, где связывается с альфа- и бета-глобулинами. Всосавшийся кобальт поступает в печень, где в значительных количествах задерживается. Остальная часть кобальта включается в общий кровоток и разносится по организму [212, 255, 527]. Содержание МЭ в печени в форме витамина  $B_{12}$  зависит от его содержания в рационе животных (рис. 39). Концентрация кобальта в крови коров из различных регионов России изменяется от 10 до 80 мкг/л, в среднем приближаясь к 50 мкг/л [500], а в волосяном покрове животных — 0,017-0,090 мг/кг [183].

Биологическая роль данного МЭ связана с включением его в молекулу витамина  $B_{12}$  - кобаламина, антианемического фактора. Он был выделен в кристаллическом виде в 1948 г. Задолго до этого было известно, что в печени животных присутствует вещество, регулирующее процесс кроветворения и оказывает лечебный эффект при пренициозной анемии у людей. И только в 1955 г. Д. Ходжкином была расшифрована его структура как своеобразного порфирина. В молекуле витамина  $B_{12}$  центральный атом соединен с атомами азота четырех восстановленных пиррольных колец, образующих порфириноподобное корриновое ядро, и с атомом азота 5,6-диметилбензимидазола.

Кобальтсодержащая часть молекулы витамина представляет собой планарную (плоскостную) фигуру; по отношению к ней перпендикулярно расположен нуклеотидный лиганд, который, помимо 5,6-диметилбензимидазола, содержит рибозу и остаток фосфата у 3-го атома углерода.

У животных и человека недостаток витамина  $B_{12}$  приводит к развитию злокачественной макроцитарной, мегалобластической анемии. Помимо нарушения кроветворной функции, для авитаминоза  $B_{12}$  специфичны также расстройство деятельности нервной системы и резкое снижение кислотности желудочного сока. Для активного процесса всасывания витамина  $B_{12}$  в кишечнике обязательно присутствие в желудочном соке особого белка — гастромукопротеина (транскоррина), получившего название внутренний фактор Касла, который специфически связывает витамин в новый сложный комплекс, способный всасываться в кишечнике [282].

Витамин  $B_{12}$  обладает широким спектром действия. Он активирует синтез протопорфирина, гемопоэз. Витамин В<sub>12</sub>, является коферментом катализирующих реакции трансметилирования и биосинтеза гемоглобина. В качестве кофермента витамин  $B_{12}$  участвует в реакциях трансметилирования, связанных с синтезом метионина, нуклеиновых кислот, ацетата из СО<sub>2</sub>, образования метана, переноса кислорода во многих реакциях. Он участвует в азотистом, нуклеиновом, углеводном и минеральном обменах и в составе других комплексных соединений. Собственно кобальт активирует ряд ферментов: аргиназу, глицинглицилдепептидазу, щелочную фосфатазу, карбоангидразу, альдолазу, декарбоксилазу щавелево-янтарной кислоты, дезоксирибонуклеазу и в меньшей мере дипептидазу. Однако он понижает активность пепсина и уреазы. В сочетании с магнием кобальт активирует связанную с мембранами фосфатазу в кишечнике и костной ткани. С участием кобальтсодержащих ферментов у жвачных осуществляется реакция трансформации метилмалонил-кофермента А в сукцинил-кофермент А, играющий важную роль в обмене органических кислот. При дефиците кобальта (витамина  $B_{12}$ ) у животных развивается анемия, резко снижаются продуктивность и выживаемость потомства. В среднем суточная потребность животных в МЭ равна 1-2 мг на 50-60 кг массы животного [282]. Кобальт выводится из организма через ЖКТ в основном печенью с желчью, а также почками с мочой, у лактирующих животных с молоком.

Как дефицит, так и избыток кобальта в рационе ведут к нарушению обмена веществ и заболеванию животных. При недостаточном поступлении в организм кобальта возникает гипокобальтоз, «сухотка». Последняя встречается в ряде регионов Нечерноземья в России и в Австралии. Болезнь характеризуется снижением упитанности и продуктивности животных, развитием гипопластической анемии [226]. В настоящее время известны, по меньшей мере, 12 аутосомных мутаций, нарушающих метаболизм кобаламина, которые можно подразделить на две группы: мутации, затрагивающие всасывание и транспорт кобаламина и мутации, нарушающие его внутриклеточный обмен [395].

Кобальт может быть катализатором реакций гидрогенизации, гидратации, десульфуризации, окислительно-восстановительных реакций. Он может замещать цинк в карбоангидразе, карбоксипептидазе, в щелочной фосфатазе, а также марганец в аргиназе без потери активности ферментов. При включении кобальта в карбоксипептидазу увеличивается скорость гидролиза пептидов. Известны также ферменты, для которых МЭ является активной группой - это глицилглициндипептидаза и транскарбоксилаза (последняя, кроме кобальта, содержит цинк).

Эффект кобальтовой недостаточности или нормализации процессов обмена веществ при введении в организм кобальта зависит от многих условий: содержания в рационе белка, других МЭ, витаминов, насыщенности тканевых депо витамином  $B_{12}$  и др. [226]. При недостатке Со развивается дисфункция обменных процессов и эндемические гипо- или авитаминоз  $B_{12}$ . При нормализации кобальтового питания повышается активность регулирующих функциональных систем организма и, благодаря этому, адаптационные его возможности.

При избыточном поступлении кобальта в организм возникает гиперкобальтоз. Болезнь характеризуется появлением эритроцитоза и развитием полицитемии. У животных расстраиваются функции пищеварения и дыхания, нарушается обмен веществ. Существуют БГХ провинции с избытком кобальта и никеля на территории Челябинской области [126, 127]. Уровни содержания

кобальта в кормах для с.х. животных нормированы. МДУ кобальта в кормах составляет 1-3 мг/кг для различных видов животных [183], что совпадает с верхними критическими концентрациями кобальта в растениях, предложенными В.В. Ковальским [226].

Селен — халькофильный рассеянный элемент. Он был открыт шведским химиком Я. Берцелиусом в 1817 г. в шламах свинцовых камер сернокислотного завода в Грипсхолме. Его среднее содержание в Земной коре равно  $5 \times 10^{-6} \%$  (0,05 мг/кг). Растения континентов содержат селена, как правило, 0,03-0,2 мг/кг сухого вещества, а органы и ткани наземных животных — 0,3-1,7 мг/кг. Как необходимый МЭ селен стал известен только в 1957 г. [178].

Особенность обмена селена состоит в том, что он всасывается в организме животных на протяжении всего пищеварительного канала. Усвояемость соединений селена достигает 70-80%. У жвачных он в основном абсорбируется слизистой оболочкой преджелудка, а у лошадей - слепой кишки. Транспорт селена, избирателен и регулируется организмами. Транспортируется МЭ в организме в соединении с α- и β-глобулинами крови. Около 79% селена поглощается эритроцитами, а остальное его количество депонируется клетками почек, печени и других тканей. В зависимости от состава рациона Se выводится и с мочой и с фекалиями. Кратность накопления селена в мягких тканях равна 87, а биологический период полувыведения – 50-60 суток [305].

При дефиците данного МЭ в рационе у животных развиваются мышечная дисторофия и ряд других патологий. Полагают, что суточная потребность в селене для животных 0,1 мг/кг сухого корма [183]. Согласно БГХ критериям нормальное (фоновое) содержание селена в растительных кормах составляет 0,05-0,5 (1) мг/кг. Состояние риска недостаточности оценивается как 0,03-0,05 мг/кг сухого вещества [252]. Наиболее типичные концентрации микроэлемента в крови крупного рогатого скота — 90-120 мкг/л, а в сыворотке — в 1,4-1,5 раза меньше. При этом в сыворотке молодых животных уровень селена намного меньше, чем

взрослых. Содержание МЭ в волосяном покрове КРС (дойных коров) из различных регионов России составляет 260-700 мкг/кг [500].

История изучения биологической роли селена включает 3 периода. До 1957 г. МЭ и его соединения считали исключительно токсичными для организмов. Причина этого — массовые отравления скота в некоторых районах Великой равнины США. Следующим этапом интереса к селену является открытие К. Шварца и С. Фольца в 1957 г. по предотвращению развития некроза печени крыс и экссудативного диатеза цыплят очень низкими дозами селенита натрия. Это послужило началом использования соединений МЭ в терапии беломышечной болезни животных и других заболеваний [178, 183]. Третий этап — открытие Se-содержащего фермента глутатионпероксидазы, регулирующего антиоксидантное состояние организма и выявление обширных территорий с недостатком МЭ в среде, кормах и продуктах питания. Дефицит селена в среде был установлен практически одновременно в 60-е гг. в Новой Зеландии, Австралии, США и Восточном Забайкалье.

В настоящее время Se относится к жизненно важным МЭ с уникальными биологическими функциями и широким спектром биологического действия его соединений. Он играет важную роль в биосфере. Обладая антиоксидантным свойствами, соединения селена предохраняют от окисления негеминовое железо. Вместе с витамином Е Se защищает также липиды мембран от перекисного окисления, от лизиса этих органоидов. Селен повышает иммунобиологическую реактивность организма и выработку устойчивости его к анафилактическому шоку, ингибирует активность цитратгидролазы, повышает восприятие сетчаткой глаза световых лучей. С дефицитом МЭ связывают проявление различных патологий животных и человека, но наиболее тесно — с сердечно-сосудистыми, костно-суставными и опухолевыми заболеваниями [599].

Se-содержащие белки и пептиды контролируют в организме человека и животных не только уровень перекисных соединений, синтез нуклеиновых кислот и протеинов, липидный обмен, процессы сперматогенеза, остроту зрения и

внимания. Они также предупреждают развитие эндемической хондродистрофии, простатита, панкреатита, обладают канцеростатическим и радиопротекторными свойствами [113, 465].

Уровень селена в пище регулирует экспрессию генов, кодирующих селенопротеины и некоторые другие белки, не содержащие МЭ, как, например, сульфотрансфераза эстрона (ЕС 2.4.2.8), α-2U-глобулин печени крысы, а возможно и глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа (ЕС 1.1.1.49) и синтаза жирных кислот (ЕС 2.3.1.85). Аналогичным образом действует на последние два фермента и ванадий. Низкий уровень селена ассоциируется с риском возникновения рака в включая простату. Защитное действие Se-протеинов некоторых органах, объясняют их способностью улавливать свободные радикалы. В частности, установлено, что в нормальных тканях простаты, на которые МЭ оказывает защитное действие, наблюдается активная экспрессия гена, кодирующего селенопротеин, обозначенный ими hSP56 [730].

Особый интерес представляют БГХ и метаболические взаимоотношения между I и Se. Эндемический зоб и кретинизм сложно профилактировать одними добавками йода в рацион на фоне недостаточности селена. В этом случае дефицит данного МЭ обусловливает снижение синтеза 5 5'-дейодиназы и коррекция йодом оказывается малоэффективной. Семейство дейодиназ осуществляет тканеспецифическое дейодирование тироксина, превращая его либо в Т3, либо в гТ3-метаболит, а также инактивирует Т3. Выделены и клонированы 3 дейолиназы, из которых наиболее чувствительна к дефициту селена тип I 5'-дейодиназа йодтиронина печени и почек [730]. Подобные синергические взаимоотношения существуют также между кобальтом и йодом, селеном и медью. В отношении селенодефицитных патологий такие взаимодействия очень характерны.

Чрезвычайно важным является связь недостатка МЭ с этиологией вирусных заболеваний. Установлена трансформации невирулентного РНК-ового вируса коксаки типа ВЗ (CVB3/0) в вирулентный у мышей при содержании их на рационе с недостатком селена в результате необратимой мутации, связанной с

видоизменением структуры генома [581, 697]. Это имеет, по-видимому, отношение к миопатии - эндемической кешанской болезни, распространенной в ряде районов Восточного Забайкалья и КНР, дефицитных по Se. Остается неясным отношение недостатка селена к проявлениям уровской Кашина-Бека болезни [183].

Территории с недостатком МЭ наиболее часто встречаются в обширной зоне Нечерноземья. Это явление связано как с низким содержанием селена в горных породах, так и со слабой ассимиляцией его растениями, произрастающими на подзолистых и торфяных почвах [144, 178, 183]. Существенную роль играют техногенные факторы (применение фосфорных и азотных удобрений, усиленная миграция металлов в результате интенсивного землепользования).

Еще в 60-х гг. прошлого столетия хрому придавали большое значение в метаболизме сердечной мышцы, а также как МЭ, способствующему снижению сахара в крови, то есть как антидиабетическому фактору. В 1969 г. Мерц [711] описал опыты с добавлением хрома к культуре жировых клеток яичника, полученных от крыс, получавших диету с низкими концентрациями МЭ. Оказалось, что такие клетки были способны стимулировать потребление глюкозы в присутствии добавляемого инсулина. [804]. Впоследствии хром получил название «глюкозотолерантный фактор».

Хром активирует фосфоглюкомутазу, трипсин, гликогенсинтетазу и образует комплексы с РНК. В связи с этим считают, что он стимулирует биосинтез гликогена и белка, а также нормализует липидный обмен. Биологический эффект зависит от степени окисления МЭ. Сравнительно недавно в организме животных был обнаружен низкомолекулярный Ст-связывающий белок. Он представляет собой олигопептид, содержащий глутамат, аспартат, глицин и цистеин и известен как «хромодулин». Последний усиливает активность тирозинкиназы в рецепторах инсулина с последующим усилением инсулиновой сигнализации. Эффект зависит от содержания хрома в диете животных.

Установлено, что добавки МЭ в форме пиколината в рацион цыплят-бройлеров (от 200 до 1200 мкг/кг) приводили к заметному увеличению массы тела, потреблению и эффективности кормов. При дозе 1200 мкг/кг наблюдалось также снижение чувствительности животных к стрессу. У свиней, содержавшихся на рационе с добавками хрома до 1 мг/кг, было больше опоросов, чем у животных на обычном рационе [771].

Содержание хрома в крови изменяется от 60 до 200 нг/л [183], а в тканях организма колеблется от 100 до 500 нг/кг с максимумом в печени и железах внутренней секреции. Суточная потребность животных в хроме составляет 300-500 мкг/кг сухого корма (0,5-1 мкг/кг массы тела в сутки) [6, 321]. В то же время соединения соли  $Cr^{+6}$  сильно токсичны [93, 95].

Токсичность мышьяка известна с древнейших времен [93, 95, 322]. Следует отметить, что в последние годы внимание ученых вновь привлечено к мышьяку как МЭ. Еще в 1975-1976 гг. в опытах на цыплятах, козах, морских свинках и крысах было установлено неблагоприятное влияние дефицита мышьяка [83]. Последующие эксперименты на козах, проведенные российскими и немецкими учеными подтвердили этот факт [212, 527, 566]. Недостаток МЭ в рационе отрицательно влиял на функции воспроизведения животных, а в ряде случаев вызывал гибель потомства. Установлено, что в организме крыс и хомяков, содержавшихся на диете с недостатком мышьяка, снижались как синтез S-аденозилметионина в печени, так и трансформация метионина в таурин [72, 803]. Дефицит Аѕ связывают также с нарушением беременности, лактации самок, формированию недостатка метионина в организме и витамина В<sub>6</sub>. Заметим, что дуализм биологической роли мышьяка и благоприятное действие малых доз его препаратов на организм человека и животных был известен еще до новой эры. Для человека потребность в мышьяке составляет 20-50 мкг/сутки, или 0,4-0,9 мкг/кг массы тела. По-видимому, для животных этот порядок сохраняется и приближается к 1 мкг/кг массы. Токсическое действие соединений мышьяка хорошо известно. Существуют БГХ провинции, обогащенные мышьяком,

например, в Южно-Ферганском субрегионе биосферы [179]. В КНР описана БГХ провинция, где его избыток в среде и продуктах питания вызывал специфические дерматозы среди населения [131].

Вольфрам - химический элемент VI группы периодической системы Д.И. Менделеева, порядковый номер 74, атомная масса 183,85; тугоплавкий тяжёлый металл светло-серого цвета. В природе состоит из смеси пяти стабильных изотопов с массовыми числами 180, 182, 183, 184 и 186. Открыт и выделен в виде вольфрамового ангидрида WO<sub>3</sub> в 1781 шведским химиком К. Шееле из минерала тунгстена, позднее назван шеелитом. В 1783 испанские химики братья д'Элуяр выделили WO<sub>3</sub> из минерала вольфрамита и, восстановив WO<sub>3</sub> углеродом, впервые получили сам металл, названный ими Вольфрамом. Минерал же вольфрамит был известен ещё Агриколе (XIV в.) и назывался у него «Spuma lupi» — волчья пена (нем. Wolf — волк, Rahm — пена) в связи с тем, сопровождая оловянные руды, вольфрам мешал выплавке олова, переводя его в пену шлаков («пожирает олово как волк овцу»). В США и некоторых других странах элемент назывался также "тунгстен" (по-шведски — тяжёлый камень).

Вольфрам мало распространён в природе; его содержание в земной коре  $1 \cdot 10^{-4}$ % по массе. В свободном состоянии не встречается, образует собственные минералы, главным образом вольфраматы, из которых промышленное значение имеют вольфрамит (Fe, Mn) WO<sub>4</sub> и шеелит CaWO<sub>4</sub>.

Вольфрам не играет значительной биологической роли. У некоторых архебактерий и бактерий имеются ферменты, имеющие вольфрам в своем активном центре. Существуют облигатно-зависимые от вольфрама формы архебактерий-гипертермофилов, обитающие вокруг глубоководных гидротермальных источников. Присутствие вольфрама в составе ферментов физиологический может рассматриваться как реликт раннего существуют предположения, что вольфрам играл важную роль на ранних этапах возникновения жизни [590]. Пыль W, как и большинство других видов металлической пыли, раздражает органы дыхания.

Существуют данные об антагонизме молибдена и вольфрама на молекулярном уровне, при действии их на активность ксантиноксидазы (КСО - EC 1.17.3.2) [448].

Полагают, что в период дефицита кислорода в начальной биосфере этот элемент широко использовался микроорганизмами, но в последующем в кислородной атмосфере многие организмы утратили использование вольфрама в каталитических процессах [534]. Тем не менее, существует группа термофильных бактерий, где W-содержащие ферменты играют важную роль в их жизнедеятельности [672].

#### 1.5. Стойкие хлорорганические пестициды в пищевых цепях

Наряду с выбросами в окружающую среду ТМ и других токсичных элементов, загрязнение естественных биогеоценозов пестицидами, в частности, хлорорганическими соединениями, также весьма существенно. Несмотря на непрекращающийся поиск путей уменьшения их отрицательного воздействия на природные комплексы [49, 303], стойкие ХОП до настоящего времени играют нарушении экологического важную роль равновесия, уменьшении биоразнообразия и ухудшении качества природной среды. Если проводить аналогии между ТМ и XOП, то, во-первых, необходимо отметить, что последние сохраняют наиболее опасные свойства первых - кумулятивный эффект и высокую миграционную способность по трофическим звеньям. Во-вторых, они являются опасными для жизни человека и животных ксенобиотиками, крайне медленно воздействием разлагающимися ПОЛ физических, химических микробиологических факторов окружающей среды. К этому следует добавить, что, в отличие от ТМ, являющихся естественными составляющими объектов живой и неживой природы, и проявляющих токсические свойства лишь в результате увеличения концентрации, ХОП - полностью антропогенные агенты в

окружающей среде, совершенно чуждые ее геологическим компонентам и биоте.

В связи с глобальным распространением ХОП возникла необходимость постоянного наблюдения за степенью загрязнения природных сред, выявления наиболее уязвимых компонентов экосистем, прежде всего - представителей фауны, с точки зрения накопления в их организмах ХОП и отдаленных эффектов токсического воздействия. Исследования распространения ХОП в природных средах, циклов их миграции и трансформации в биосфере имеют большое значение для оценки и прогноза экологических последствий их массового применения. Повсеместно и неопровержимо доказанное загрязнение этими соединениями атмосферы, гидросферы, педосферы и населяющей их биоты свидетельствует о том, что они находятся в постоянном движении, переходя из одной природной среды в другую. Важную роль в их миграции играет воздух, где они легко рассеиваются и переносятся на значительные расстояния [62, 289, 290, 3961.

В водоемах, куда ХОП попадают с атмосферными осадками и в результате смыва с обработанных ими территорий, существенная часть этих соединений интенсивно поглощается и затем метаболизируется гидробионтами, другая часть подвергается захоронению в донных отложениях. Кроме того, некоторая доля пестицидов испаряется и снова попадает в атмосферу или же подвергается небиологическому разложению.

Попадая в почву при обработке территории ХОП, а также с атмосферными разнообразные соединения вовлекаются В осадками, данные обуславливающие их миграцию в смежных средах природных экосистем (воздух, биота). вода. также детоксикацию результате химического микробиологического разложения. Разные пестициды имеют существенные различия в путях и относительной интенсивности миграционных циклов. Так, основным путем попадания ДДТ в растительные организмы является поглощение его в газовой фазе листьями и побегами растений. В отличие от ДДТ, различные широко распространенного пестицида - ГХЦГ изомеры другого

проникают (особенно в период интенсивной вегетации) в корневую систему растений [92, 290].

В природных экосистемах у представителей низших трофических уровней накопление токсикантов в большей степени зависит от их физико-химических свойств (водорастворимость и липофильность). Кумуляция же этих веществ, их метаболитов или изомеров в организмах высших трофических уровней метаболизма определяется особенностями длительностью животных, жизненного цикла и способностью загрязняющих агентов к биодеградации. В ходе обмена веществ в организме животного жирорастворимые пестициды обычно трансформируются в полярные сравнительно более водорастворимые метаболиты, которые затем выделяются с мочой, желчью и фекалиями. Способность метаболизировать чужеродные соединения у животных зависит от типа питания. Полагают, что по сравнению с хищниками, растительноядные животные имеют более действенные энзиматические системы, поскольку в их пищу входят растения множества видов. Однако особенно эффективной системой энзимов обладают некоторые всеядные животные [62, 396].

Данные о загрязнении наземных млекопитающих ХОП ограничены результатами спорадических и весьма немногочисленных обследований, в основном, в странах Северной Америки и Западной Европы. Еще меньшее число исследований касается содержания этих соединений в организме диких парнокопытных и с.х. животных [16, 62, 81, 631, 699, 757]. Обследования млекопитающих, как правило, не включаются в программы национального и международного мониторинга, и лишь в последние годы в Швеции, Германии и Франции хищные и насекомоядные стали регулярно обследоваться на содержание ХОП.

Имеющиеся данные показывают, что в организме наземных млекопитающих почти повсеместно встречаются такие пестициды как ДДТ с метаболитами, изомеры ГХЦГ, альдрин, дильдрин, эпоксид гептахлора и некоторые другие. В целом же млекопитающие наземных экосистем

характеризуются меньшими концентрациями ХОП, по сравнению с птицами, особенно рыбоядными. Из литературных источников известно, что уровень загрязнения ДДТ растительноядных животных (грызуны, копытные) в Северной Америке даже в период массового его применения (60-е -70-е годы XX столетия) в основном, не превышал 1 мг/кг, в то время как у хищных животных (куница, норка) обнаруживалось ДДТ до 25 мг/кг массы тела. В указанный период случаи высоких концентраций ХОП (на уровне известны загрязнения, характерного для хищных): чернохвостый олень - до 27 мг/кг, вапити - до 22 мг/кг. Более поздние обследования млекопитающих (конец 70-х годов) выявили понижение уровня ДДТ до сотых и тысячных долей мг/кг, лишь в некоторых случаях олень и косуля характеризовались загрязнением выше 1 мг/кг. В 80-х годах прошлого века данный пестицид был все еще широко распространен у млекопитающих Западной Европы и встречался чаще и в больших концентрациях, чем ГХЦГ [289, 290, 396].

В связи с проведением настоящего исследования следует отметить еще одну закономерность, установленную предыдущими учеными, а именно ту, которая связывает относительный «возраст» загрязнения экосистемы с отношением количеств ДДТ и одного из его метаболитов - ДДЭ - в организме животных. С течением времени уровень ДДТ понижается, а содержание ДДЭ, наоборот, увеличивается. Интересно еще и то, что это отношение мало изменяется в зависимости от трофического уровня консументов [290].

# 1.6. Методы биогеохимической индикации и экологического мониторинга

Традиционно под понятием «биоиндикации» в экотоксикологии понимается ответная реакция популяции (например, мелких грызунов), выражающаяся в снижении численности вплоть до полного исчезновения особей данного вида на определенной территории [1, 10, 35, 85, 86, 146]. В отличие от

индикаторных видов, виды-биомониторы не сокращают своей численности, а продолжают благоденствовать на территории обследования. Применительно к нашей работе, свои свойства мониторов они проявляют в изменении химического состава своих органов и тканей [183, 445]. Виды, используемые для БГХ индикации, также не сокращают свою численность, но у растений могут проявляться видимые патологии (хлороз, повышение уровня асимметрии листьев) [342, 343, 346].

Сущность БГХ индикации состоит в отслеживании изменений параметров биологических объектов и систем в условиях различных состояний и изменений условий среды обитания организмов. При этом основное внимание сосредоточено на биологических реакциях (последствиях) в ответ на факторы окружающей среды [183].

Примеры БГХ индикации известны еще с XVII в. Именно тогда английские горняки научились отыскивать рудные месторождения цинка по наличию на ореолах рассеяния особых растительных форм — галмейской фиалки Viola calaminaris L. и галмейской ярутки Thlaspi calaminaris L. [284].

В настоящее время появилось огромное количество публикаций по биоиндикации и экомониторингу на молекулярном, клеточном, тканевом, организменном, популяционном и биоценотическом уровнях. Экологическую оценку таксонов биосферы проводят на основании типа и плотности организмов в экосистемах, их пространственного распределения, показателей сообществ рыб и беспозвоночных, видовому разнообразию. Используют данные по структуре популяций земноводных, скорости деградации листового опада, численности бактериобентоса, параметры генетической и генотипической структуры популяций видов [183].

В биоиндикацию вовлечены микроорганизмы, водоросли (хлорелла, почвенные водоросли, бурые, диатомовые), насекомые (пихтовая тля, личинки комаров, жужелицы, дафнии), мхи, лишайники, макрофиты и травянистые растения, деревья (береза повислая, лиственница, ель европейская, липа, сосна

обыкновенная), рыбы, моллюски, ракообразные, наземные пойкилотермные животные, птицы, олигохеты, дождевые черви и др.

Мониторинг осуществляют на основании аномалии жабр водных организмов, гематологических и гистологических показателей рыб, параметров фотосинтеза растений, прироста боковых отростков корней. Биоиндикаторами являются клеточные культуры человека и животных, индекс β-адренорецепторов, эритроцитов, параметры кислотного гидролиза а также активность ряда ферментов (супероксиддисмутаза, каталаза почв, ацетилхолинэстераза, пероксидаза). В практику экологического мониторинга внедряются новые биосенсорные технологии на основе ферментных биосенсоров, молекулярных биомаркеров, биосенсоров на основе ДНК и РНК, включая репортер-гены люциферазы. Все они в разной степени позволяют определить загрязнения окружающей среды: воды, почвы, воздушного бассейна и других сред и степень экологического неблагополучия для определенной группы или их сочетаний в данных конкретных условиях среды обитания.

В ряде случаев экологическая оценка лесных экосистем проводится на основании состояния древостоя, а линейный прирост деревьев служит индикатором состояния среды. При этом часто используют параметры распределения токсических веществ, особенно ТМ по годичным кольцам срезов деревьев. Однако в этом случае необходимо учитывать физиологические особенности деревьев. Важно знать нормальный характер распределения химических элементов по годичным кольцам в связи с возрастом, так как некоторые МЭ (марганец, железо и др.) аккумулируются более старыми организмами. Определенную информацию о влиянии состава среды можно получить на основании химического элементного состава золы органов и тканей организмов.

Следует также остановиться на использовании морфометрических параметров организмов. Один из них — флуктуирующая асимметрия, используемый при анализе растений, земноводных, рыб и грызунов. Несмотря на

определенные достоинства метода, он требует определенной доработки в связи со сложностью биологического признака, недостаточной степенью его изученности у организмов и зависимостью от множества факторов и условий среды обитания.

Ряд технологий биоиндикации и экомониторинга запатентован. Известны способы экологического мониторинга регионов, путем создания системы слежения за экологическим состоянием населенных пунктов и целых регионов, осуществляющих мониторинг всех сред в широком диапазоне их параметров, независимо от источников загрязнения. В систему сбора информации входят: группы датчиков экологического контроля состояния среды, контрольные и диспетчерские пункты промышленных стоков предприятий, центральный диспетчерский пункт, станция космической связи с сетью спутников космической экологической разведки, а также автомобильные комплексы оперативного действия с соответствующими группами датчиков, связанные с диспетчерским пунктом [338]. Указанные технические системы сбора информации позволяют оценить экологическое состояние целого региона, однако являются трудоемкими, многостадийными, продолжительными чрезвычайно ПО времени И дорогостоящими.

Запатентован также способ установления техногенной загрязненности почв ТМ, включающий отбор проб почв на исследуемой территории и их химический анализ с последующим сопоставлением полученных данных с фоновыми (на фоновой территории) и нормативными величинами содержания загрязняющих веществ [334]. Недостатком способа является сложная предварительная подготовка проб для анализа. Более того, химический состав почв в зонах техногенного загрязнения отличается пространственно-временной неоднородностью, что обуславливает необходимость организации длительных геохимических наблюдений за распределением загрязняющих веществ.

Аналогично вышеизложенному проводят экомониторинг ТМ в водоемах путем химического анализа воды и донных отложений [444]. Следует отметить, что в настоящее время наряду с химическими методами определения различных

токсикантов в природных объектах разработан ряд способов биологической оценки токсичности различных сред. По литературным данным, наиболее распространены способы биотестирования вод, где в качестве тест-организмов используют дафний [668]. Однако дафнии не обладают достаточной резистентностью к действию токсикантов. Кроме того, в данном случае токсичность вод оценивается косвенно. Качество вод оценивается также по поведенческим реакциям моллюсков *Ampulla gigas* [336], численности инфузорий *Paramecium caudatum* [337], развитию морских ежей [335].

### 1.7. Методы диагностики микроэлементозов крупного рогатого скота 1.7.1. Проблемы диагностики микроэлементозов

До разработки нами метода диагностики микроэлементозов КРС по ХСВ, ее осуществляли по содержанию элементов в крови и моче животного, а потребность животных в макро- и микроэлементах – по содержанию в кормах. Однако анализ всех используемых кормов трудоемок и часто не отражает интегрированный статус элемента, т.к. набор кормовых компонентов часто меняется, а степень усвояемости отдельных МЭ крайне сложно оценить без постановки длительных балансовых опытов. Уровень валового содержания макро- и микроэлементов в кормах и кормовых добавках еще не дает представления об их статусе, поскольку только часть их может всасываться и превращаться в организме в метаболически активную форму. Кроме того, уровень ряда химических элементов регулируется в крови гомеостатическими процессами [183, 348, 674].

При сложной экологической ситуации и оценке региональных и глобальных природных изменений обычные методы диагностики нарушений минерального обмена у животных становятся неэффективными и слабо информативными. С целью отслеживания происходящих в природе локальных и глобальных геохимических процессов и диагностики микроэлементозов

животных и человека необходимы интегрированные методы оценки состояния организма. Поскольку для проведения профилактики и лечения заболеваний необходимо как можно более точно поставить диагноз, важнейшей задачей является разработка экспресс-метода системной диагностики микроэлементозов с.х. животных, что при современном уровне инструментальных методов исследования вполне реально [574, 607, 618, 703, 717, 744]. Следует отметить, что в медицинской практике данные по химическому элементному составу волос способствуют оздоровлению населения на разных по экологической напряженности территориях [268, 372, 426, 725].

Волосы являются доступным биологическим субстратом, отражающим процессы, происходящие в организме. Результаты исследований по ХСВ полезны при диагностике ряда хронических заболеваний и состояний, предшествующих болезни. Концентрации большинства химических элементов, присутствующих в организме животного и человека, в волосяном покрове значительно выше, чем в привычных для анализа жидкостях – крови и моче. Полагают, что ХСВ отражает интегрированное состояние минерального обмена и химического состава кормов, воды и воздуха. По-видимому, ХСВ отражает также глобальные БГХ изменения в биосфере и может использоваться также для оценки экологической ситуации отдельных территорий, определения экологического статуса микроэлементов (Se, AS, Hg и ее соединения, Pb и др.) [183, 226, 462, 579, 602, 634, 635, 723, 725, 746]. Так, еще в 70-х гг. Ермаковым В.В. было установлено, что в районах с различной обеспеченностью животных селеном (Латвия, Читинская область, Ферганская долина) коэффициент биологического накопления селена положительно коррелирует с уровнем содержания селена в шерсти овец [178, 602]. Индикаторная роль волос оказалась весьма эффективной и при выявлении гиперртутных БГХ провинций [183].

В настоящее время существуют попытки использовать ХСВ для решения экологических проблем и оценки статуса ряда элементов: Al, Cd, Hg, Pb, Se [23, 144, 192, 348, 462, 618, 746]. Однако для того, чтобы разработать специальный

метод для системной диагностики микроэлементозов с.х. животных, необходимо знать варьирование XCB в зависимости от вида животного, локализации, возраста, условий содержания, влияния факторов кормления, от физиологического состояния организма. Необходимо сопоставление XCB с патологическими состояниями животных, с составом кормов и пастбищных растений различных территорий.

#### 1.7.2. Использование волос для диагностики и биомониторинга

При злоупотреблении лекарств или наркотических средств пациентами анализ волос становится эффективным аналитическим тестом. Установлено, что лекарства проникают в волосяной матрикс при корне и несколько выше к поверхности кожи. Волосы используют для индикации как органических, так и неорганических соединений: производных амфетаминов, опия, кокаина, каннабиноидов, кортикостероидов, ряда токсинов, терапевтических средств (антибиотики, теофилин, седативные средства), пестицидов и различных минеральных веществ [183, 462, 582, 606, 618, 703, 721, 741, 762]. Волосы могут заболеваний служить ДЛЯ диагностики человека (бронхиальная психические расстройства, сердечно-сосудистые заболевания) [569, 602, 655, 703, 790, 799]. Таким образом, волосы как биосубстрат (маркер) используются для эпидемиологических, клинических и судебных целей.

В последнее время все больший интерес, наряду с исследованиями цельной крови, сыворотки и плазмы крови, а также мочи, представляет исследование волос для выявления состояния обмена МЭ в организме и токсического воздействия отдельных ТМ [183, 575, 683, 710, 727, 759, 767, 781, 782, 816]. Имеющиеся данные определенно показывают, что содержание микроэлементов в волосах в ряде случаев отражает МЭ статус организма в целом, и пробы волос являются интегральным показателем минерального обмена (табл. 1.6.).

Таблица 1.6. Индикаторная эффективность в отношении статуса микроэлементов шести органов и тканей [567].

Орган, ткань	Zn	Mn	Cu	I	Se	Mo	Cd	Ni	Li	As
Печень	-	++	++	++	++	++	++	+	+	++
Почки	-	+	-	++	+	++	++	++	-	++
Мозг	-	-	++	-	-	-	-	+	-	+
Ребро	++	-	-	-	-	+	-	++	+	-
Сыворотка	+	-	+	++	++	++	-	+	++	-
Волосы	+	+	+	++	++	++	+	++	++	++

Правомерность и эффективность использования волос в анализе экологотоксикологических корреляций доказана результатами нескольких международных координационных программ, выполненных под эгидой Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) [710, 753]. Во многих отношениях волосы являются благоприятным материалом для такого рода исследований и имеют ряд преимуществ:

- проба может быть получена, не травмируя животное,
- для хранения материала не требуется специального оборудования,
- волосы не портятся и сохраняются в течение длительного времени.

Очень перспективным является использование проб волос как архивного материала в историческом биомониторинге. При постоянном совершенствовании аналитической базы это открывает новые возможности для данного вида контроля уровня элементов в организме животных и человека, в том числе и как одного из критериев оценки загрязнения окружающей среды (рис.1.7.).

Тем не менее, диагностическое значение элементного состава волос в ряде случаев оспаривается, в особенности волос человека в связи с использованием моющих средств, периодической стрижки, а иногда из-за использования

красящих средств [569, 674]. В отношении волосяного покрова животных информативность XCB оказывается более эффективной, но недостаточно обоснованной [183, 268, 355, 446, 573].

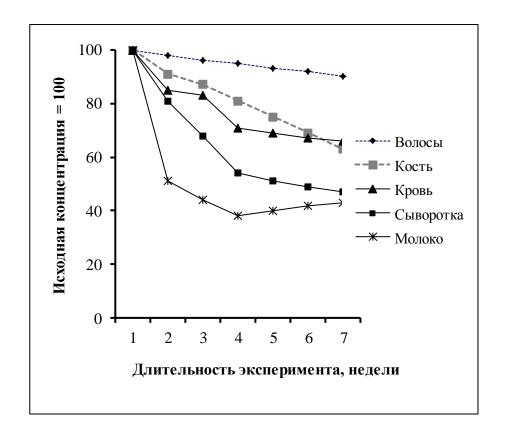


Рис. 1.7. Изменение концентрации цинка (относительно исходного уровня) в сыворотке крови, молоке, цельной крови, костной ткани и волосах КРС при их содержании на рационе с недостатком МЭ [780].

### Глава 2. ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Характеристика районов исследования

#### 2.1.1. Фоновый регион

В соответствии с поставленной целью и задачами исследования фоновым регионом работ были выбраны типичные территории Центрально-Черноземного района [152, 301]: ЧРБО и ВГБЗ (рис.1) [22, 48, 71, 72, 112, 258, 386].



Рис.1. Регионы исследования

Чернянский район расположен в северо-восточной части Белгородской области. Административный центр - поселок Чернянка, находящийся от Белгорода на расстоянии 110 км [375]. Общая площадь района - 122748 га. Земли района используются в основном под с.х. угодьями - 93675 га (76,3%), в том числе площадь пашни - 74691 га (60,8%). Площадь под многолетними насаждениями незначительна — 0,3%. Кормовые угодья занимают 18646 га (15,2%). Основным производственным направлением хозяйства является производство продукции земледелия и животноводства: зерно, сахарная свекла, подсолнечник, кориандр,

картофель, овощи, мясо, молоко, шерсть и яйцо. Климат района умеренно континентальный.

Воронежский государственный биосферный заповедник расположен в северной части Воронежской области. Территория, составляющая около 31 тысячи гектаров, относится к западной окраине Рязанско-Тамбовской низменности [20, 316]. Климат лесостепной зоны, в которую входит территория ВГБЗ, является переходным от умеренного влажного климата лесной полосы к засушливому степному юго-востока. Леса представлены, в основном, борами с соответствующим флористическим составом [102].

# 2.1.2. Регионы с нарушениями микроэлементного статуса природно-техногенной природы

#### Центральный регион

В Московской области исследовательские работы осуществлялись на трех экспериментальных полигонах: хозяйство «Немчиновка», «Совхоз Москворецкий» и «Совхоз им. Ленина».

Экспериментальное хозяйство «Немчиновка» имеет общую площадь с.х. угодий около 1000 га. Сенокосы и пастбища занимают около 100 га. Хозяйство имеет молочно-товарную ферму, где содержится 120 дойных коров черно-пестрой породы, возраст которых не превышает 5-6 лет. Средняя продуктивность одной коровы достигает 8000 кг молока в год. Рационы кормления зависят от сезона года и, в целом, удовлетворительно обеспечивают потребности КРС в питательных веществах и энергии. Зимой в основном скармливают грубые, сочные и концентрированные корма — сено (6-8 кг на корову в сутки), силос или сенаж (до 20 кг на корову в сутки), комбикорм (5-6 кг на корову в сутки). В качестве минеральных и кормовых добавок используют поваренную соль, фелуцен, комбикорм. Летние рационы состоят из пастбищной травы при выпасе скота, сена (2-3 кг на голову в сутки), комбикорма (4-6 кг на голову в сутки).

Предприятие «Совхоз Москворецкий» имеет общую площадь с.х. угодий 4450 га. Площади, занятые кормовыми культурами (многолетние и однолетние травы, вико-овсяные смеси, природные сенокосы и пастбища), достигают 2300 га. Специализация хозяйства – производство молока. Порода скота – черно-пестрая. Ежегодно проводится выбраковка животных. Надой на одну фуражную корову в среднем составляет свыше 4500 кг молока в год. Летом скармливаются травянистые корма (пастбищная трава, зеленая подкормка), сено (3-4 кг на голову в сутки), комбикорм или отруби (2-3 кг на голову в сутки). Зимой в основном скармливают грубые, сочные и концентрированные корма.

«Совхоз им. Ленина» имеет 400 голов дойных коров в возрасте 3-4 года черно-пестрой породы. Содержание животных – стойловое. Условия кормления – стандартные. Основное направление – производство молока. Коровы получают сено, сенаж и комбикорм. Основной рацион сбалансирован по макроэлементам и питательным веществам. В этом хозяйстве по методу аналогов было подобрано 50 коров для наблюдений [183].

#### Забайкальский регион

Территория хозяйства «Беклемишевское» расположена в Читинском районе ЗБК, в 80 км на северо-запад от г. Читы. Это озерная котловина, в пределах которой сосредоточена Ивано-Арахлейская система озер. Основное направление хозяйства – производство молока и мяса. Стадо дойных коров насчитывает 1200 голов черно-пестрой породы. Содержание животных зимой – стойловое. Летом животных выпасают на естественных пастбищах. Особое внимание уделяется профилактике эндемических заболеваний – беломышечной болезни и зобу. С этой целью разработаны специальные рецептуры кормовых добавок с учетом местных экологических условий. Наиболее часто используют премиксы на основе цеолита, обогащенного недостающими в кормах макро- и микроэлементами.

В этом хозяйстве по методу аналогов было подобрано 50 коров черно-пестрой породы для наблюдений. В 2002 и 2003 гг. на территории хозяйства,

включая пастбища, проведены эколого-БГХ исследования с отбором проб кормов, вод, почв, крови и волос кисти хвоста коров. Данный полигон выбран в качестве контрольного с коррекцией эндемических заболеваний животных (профилактика микроэлементозов – введение в премиксы цеолита, обогащенного селеном, медью и другими макро- и микроэлементами).

Хозяйство «Трубачевское» расположено в Газимуро-Заводском районе ЗБК, в 600 км от г. Читы на юго-восток. Территория хозяйства охватывает луговые участки поймы р. Газимур и ее притоков, пастбища долин и склонов гор. Стадо состоит из 200 дойных коров черно-пестрой породы в возрасте от 5 до 12 лет разной масти. Животные выпасаются с мая по ноябрь месяцы. Кормление коров приближается существующим зоотехническим Хозяйство нормам. «Трубачевское» входит в зону распространения уровской Кашина-Бека болезни, беломышечной болезни молодняка c.x. животных, кешанской болезни (кардиомиопатии) человека и эндемического зоба. С целью профилактики беломышечной болезни в весенний период животным вводится раствор селенита натрия. Для Газимуро-Заводского района получены данные по химическому элементному составу почв, вод, растений, которые характеризуются в случаев повышенными концентрациями фосфора, марганца, пониженными уровнями содержания селена. В этом хозяйстве подобрано для исследований 30 коров разного возраста и окраски [183].

#### Северо-Кавказский регион

В качестве экспериментальных полигонов для изучения и диагностики микроэлементозов крупного рогатого скота выбраны территории БГХ провинций, обогащенные свинцом (Северная Осетия) и молибденом (Кабардино-Балкария). Полиметаллические БГХ провинции Северной Осетии находятся в пределах бассейна р. Ардон. Здесь сосредоточена Садонская группа ряда свинцовоцинковых месторождений. Разработка этих месторождений, деятельность Мизурского ГОКа и складирование отходов (пульпы) в Нижне-Унальском

хвостохранилище связаны с рассеиванием ТМ и сильным загрязнением растений, где концентрации свинца иногда достигают 300 мг/кг. В соответствии с БГХ критериями эти провинции отнесены к зонам экологического риска и кризиса по Рb и к зонам риска по Cd.

БГХ провинции Кабардино-Балкарии находятся в долине реки Баксан. В районе г. Тырныауз разрабатывается месторождение молибдена и расположен ГОК. Территория провинции загрязнена молибденом [183].

### 2.2. Постановка исследований крови и волосяного покрова сельскохозяйственных животных

С целью оценки концентраций МЭ в крови животных было выбрано несколько полигонов в России: молочно-товарные фермы и хозяйства в Воронежской, Кировской, Московской областях, Забайкальском крае, Кабардино-Балкарской республике, а также в републике Северная Осетия - Алания. В Воронежской, Кировской и Московской областях, а также в Забайкальском крае кровь отбирали у дойных коров в возрасте от 3 до 9 лет местной черно-пестрой породы, содержавшихся в коллективных хозяйствах. На молочно-товарных фермах Воронежской области, в с. Беклемишево ЗБК и в хозяйствах Подмосковья получали минеральные подкормки, коровы регулярно соответствующие зоотехническим нормам. При этом в ЗБК, а также в ОПХ «Немчиновка» разработаны местные рецептуры премиксов и технологии их применения. В с. Трубачево ЗБК коровы получали в основном естественные корма (сено), как и животные частного сектора на Северном Кавказе.

Пробы цельной крови были отобраны общепринятым способом у 323 дойных коров 3-9-летнего возраста. В качестве коагулянта использовали 1%-ный раствор гепарина. В некоторых случаях кровь брали без коагулянта, чтобы получить сыворотку.

Все популяции животных географически и «геохимически» разнородны. В последнем случае имеется в виду характер БГХ обстановки. Хозяйство Воронежской области относится к зоне Черноземья с относительно нормальным фоновым содержанием МЭ, в среде и кормах. Фермы Кировской области, ЗБК и Подмосковья принадлежат к зоне Нечерноземья и характеризуются в ряде случаев недостатком селена, меди и кобальта. Хозяйства КБР находятся в пределах W-Мо рудного поля, а личные подсобные хозяйства п. Мизур (РСО) — в полиметаллической аномалии, обогащенной свинцом и Zn. При этом в с. Былым (КБР) среди КРС отмечены случаи проявления беломышечной болезни, а в п. Мизур — умеренная свинцовая интоксикация [183].

Образцы волосяного покрова у КРС отбирали в ветеринарном расколе или с помощью хозяина, в случае частной принадлежности животных, методом состригания ножницами. Топографические особенности и разработка метода первичной пробоподготовки волос представляют предмет собственного исследования и описаны в главе 3.

#### 2.3. Объем и характер полученного материала

Основными объектами наших исследований являлись представители трех видов диких парнокопытных: лось (Alces alces L.), косуля (Capreolus capreolus L.) и кабан (Sus scrofa L.), обитающие в двух типичных субрегионах Среднерусской лесостепи - ЧРБО и ВГБЗ. Полевые работы выполнены в период 1999-2013 гг. Основой послужили популяционные и биоценотические исследования, проведенные в Чернянском районе Белгородской области, где автор ранее работал в должностях егеря, а затем старшего егеря приписного охотничьего хозяйства Росохотрыболовсоюза. БГХ обследование региона работ выполнялось автором в составе экспедиций лаборатории биогеохимии окружающей среды ГЕОХИ РАН в 2000-2010 гг.

Базовыми данными по экологии популяций диких парнокопытных и их взаимодействию с почвенно-растительным комплексом естественных местообитаний, а также деятельности волка и волко-собачьих гибридов на территории Среднерусской лесостепи района послужили материалы «Летописей природы» Воронежского, Центрально-Черноземного и Хоперского заповедников. Определенный вклад в исследование внесли опросные данные работников лесного и охотничьего хозяйства. Значительное внимание уделено анализу публикаций заповедников и других литературных источников в контексте исследуемых проблем, а также статистических ведомственных материалов.

Обследованию на содержание в органах и тканях ТМ, МЭ и ХОП подвергались животные, добытые в охотничьи сезоны 1999-2010 гг. Периоды отстрела - с начала октября до начала февраля (для мониторинговых работ лицензионный отстрел в течение всего года); способ добычи - загонная облава (для мониторинга – выборочный отстрел с подхода). Специфика таких сроков и способов охоты позволяет получить репрезентативную выборку особей. Как показывает многолетний опыт облавных охот, принадлежность добытых зверей к различным половозрастным группам в наибольшей степени отражает ситуацию в популяции, обитающей на данной территории, чего не достигается при охоте с подхода и из-под собаки. Для целей настоящего исследования немаловажен также тот факт, что при таком методе добычи животное проходит не более 1- 1,5 км (считая от момента подъема с лежки и до решающего выстрела), причем идет со сравнительно небольшой скоростью. Это позволяет получить ткани различных органов, подвергшиеся минимальным биохимическим изменениям в результате воздействия физического напряжения и нервного стресса.

Возраст зверей колебался от 6 месяцев до 7 лет. Ткани органов отбирали у здоровых (по результатам внешнего осмотра и вскрытия), нормально упитанных животных, при консультации и участии ветеринарных специалистов заповедника и Чернянской районной ветеринарной лаборатории. Соотношение полов в представленной выборке примерно одинаково.

Кроме вышеописанных, свободно обитающих диких парнокопытных, в ЧРБО нами исследованы пробы тканей с.х. животных - КРС, свиней и овец. Учитывая характер их содержания в неволе, это позволило более полно оценить БГХ ситуацию в районе, а также провести дифференцированную экологическую оценку по содержанию ТМ, МЭ и ХОП в тканях различных групп животных. В данном случае обследованию подверглись здоровые (по ветеринарному заключению), нормально упитанные особи, забитые на Чернянском мясоптицекомбинате в 1999-2010 годах.

В лабораторном эксперименте по детоксикации стойких XOП было задействовано 30 лабораторных крыс (Rattus norvegicus L.) живым весом 150-200 г.

#### 2.4. Биогеохимические и биоценотические методы

Учет абсолютной численности животных проводили методами прогона, двойного оклада, маршрутного тропления и авиаучета [299, 354, 379, 399, 547]. Анализ половозрастной структуры популяций копытных проводили по бланкам встречаемости (по Калецкой М.Л. и Филонову К.П. [219]). Возрастные классы по Тимофеевой Е.К., Смирнову М.Н. и Козло П.Г. [236, 431, 432, 458, 459]. Число наблюдений —2311. По материалам «Летописей проведенных природы» обработано около 9000 наблюдений на территориях заповедников за период с 1934 по 2011 год. Анализ популяций осуществляли по Коли Г. [238], а Куликову А.И. пространственное размещение -ПО [259]. Стациальное размещение, а также кормовую, роющую, гнездостроительную и миграционную активность фиксировали на схематических картах. Посещаемость животными контрольных участков определяли ежемесячно.

Поскольку отличительной чертой лесных местообитаний Среднерусской лесостепи является островной характер [20, 37, 261] и лесоустройство по І-му разряду, все лесонасаждения в регионе имеют квартальную сетку со сторонами

0,5 км × 1 км и соответственной площадью 50 гектаров. Это в значительной степени облегчает систематизацию сбора полевых данных для описания территориальной организации сообществ парнокопытных животных, определения характера их пространственного распределения, а также оценки степени сопряженности и других математических индексов состояния. В связи с этим, для решения задач настоящего исследования целесообразно в качестве дискретной пробы использовать лесной квартал [296]. Использованы следующие индексы.

Видовое разнообразие - число видов диких парнокопытных, входящее в данное сообщество.

Видовое богатство - отношение числа обитающих видов к условной единице площади.

Численность и (плотность) - абсолютное число обитающих на данной территории особей (отнесенное к условной единице площади).

Биомасса вида (сообщества) - общий вес особей вида (сообщества), обитающих на данной территории.

Посещаемость - интенсивность посещения каким-либо видом парнокопытных конкретного лесного квартала.

Стадность - величина среднего размера групп. Обычно рассчитывается путем деления числа встреченных в группах животных на общее число групп [275]. При этом не учитываются единичные особи.

Агрегированность - отношение дисперсии к среднему размеру группы. Данный индекс иллюстрирует особенности распределения особей по территории [41, 275]. При групповом размещении его значения больше единицы, при случайном они близки к единице, и при равномерном - меньше единицы.

Индекс доминирования Симпсона - характеризует интенсивность доминирования одного или нескольких видов над остальными [37, 234]. Рассчитывается по формуле:

$$C=\Sigma_*(n_i/N),$$
 (2.1.)

где C - индекс доминирования Симпсона,  $\Sigma$  - математический символ «сигма»,  $n_i$  - оценка значимости каждого вида (обычно выражается в долях численности или биомассы), N - сумма оценок значимости.

Индекс Шеннона (H) - индекс видового разнообразия, зависящий от вероятности вклада каждого вида [764]:

$$H=\Sigma_*(P_i*logP_i), \qquad (2.2.)$$

где H - индекс Шеннона,  $\Sigma$  - математический символ "сигма",  $P_i$  - вероятность вклада каждого вида.

Индекс выровненности - позволяет оценить саму равномерность распределения [275]:

$$e=H/logS,$$
 (2.3.)

где е - индекс выровненности, H - индекс выровненности, S - число видов в сообществе.

Отношение потребленной фитомассы - отношение потребленного в пищу корма к доступным запасам корма.

Отношение выделенных экскрементов - отношение массы экскрементов к массе съеденного корма.

Доля в зоомассе - отношение живой массы одного или нескольких видов парнокопытных к суммарной зоомассе данной территории.

Доля в фитомассе - отношение биомассы парнокопытных к общей фитомассе.

Расчет доступных запасов кормов проводили по Злотину Р.И., Ходашовой К.С., Шмальгаузену В.И. и Динесману Л.Г. [147, 205, 543]. Доступные запасы кормов травянистой растительности определены параллельно БГХ опробованию территорий ЧРБО и ВГБЗ методом пробных укосов.

Оценка влияния парнокопытных на подлесок и подрост древеснокустарниковой растительности проводили по общепринятым методикам [88, 90, 91, 205, 217, 218, 328, 329]. Влияние животных на травянистую растительность изучали на местах пороев, покопок и троп, огораживая типичные участки и проводя периодические (через 2 месяца в течение вегетационного периода) наблюдения за процессом восстановления растительности.

Наблюдения за разложением смесей и отдельных проб экскрементов парнокопытных и растительного опада проводили в апреле и октябре в течение 1999-2001 гг. в ЧРБО. Использовали мешки из капроновой сетки с ячейкой 8 мм, в которые помещали навески экскрементов и опада по 50 г каждая и укладывали непосредственно на лесную подстилку и степной войлок в типичных участках местообитаний диких парнокопытных.

Воздействие животных на формирование микроклимата и почвы [53] оценивалось на основании сравнительных данных, полученных на пробных площадках, подвергшихся воздействию парнокопытных и соседних контрольных участках.

#### 2.5. Отбор образцов почв, вод, растений и органов парнокопытных

Отбор образцов почв, природных вод и растений производили способом пробных площадок, расположенных на профилях, заложенных с учетом ландшафтно-геохимических, метеорологических условий района и особенностей биологии диких парнокопытных, обитающих на данной территории [61, 77, 79, 80]. За основу была принята методика полевых работ, разработанная в лаборатории биогеохимии окружающей среды ГЕОХИ РАН [176, 226, 284], использовались также другие методические рекомендации, касающиеся полевого изучения ландшафта, особенностей кормового поведения диких парнокопытных и биогеоценоза в целом [2, 33, 136, 147, 269, 374].

Пробы почв, природные воды, средние укосы растений, растительный опад и образцы наиболее представленных растительных видов отбирали на обследуемых площадках во время экспедиционных работ на территориях экспериментальных полигонов. Почвы и растительные образцы высушивали до воздушно-сухого состояния и в хлопчатобумажных мешках доставляли в

лабораторию. Образцы природных вод транспортировали в герметичных полиэтиленовых сосудах.

С биоматериалом, взятым от парнокопытных поступали следующим образом. В течение 6 часов с момента добычи (убоя) животного осуществлялась предварительная пробоподготовка образцов. От органа отбирали навеску 10 г, которую помещали в герметичный полиэтилленовый пакет и фиксировали 48%-ным раствором этанола. Пробы печени, почек, мышечной и эмбриональных тканей, а также околопочечного жира в таком виде транспортировали в лабораторию, где производили дальнейшую пробоподготовку и определение валовых количеств химических элементов и ХОП.

Выделение стронция проводили следующим образом. Отбирали от высушенной квартованной пробы навеску 1 г и измельчали ее в лабораторной мельнице IKA A11 basic с частотой оборотов 25000 в минуту до размера частиц 0,001-0,1 мм.

От измельченной массы на аналитических весах брали навеску 100 мг, которую помещали в полиэтиленовую коническую пробирку объемом 50 мл (типа Rustech) и заливали концентрированной азотной кислотой объемом 1 мл. В таком виде анализируемый образец выдерживали не менее 1 часа. Затем объем дистиллированной водой доводили до 50 мл; осадок отфильтровывали, а экстракт анализировали на содержание валового стронция методом атомной абсорбции на атомном спектрофотометре «ААС Квант Z.ЭТА».

# 2.6. Методы подготовки и аналитического определения состава биоматериалов

При подготовке проб и аналитическом определении МЭ и ТМ пользовались апробированными способами атомной абсорбции и атомной флуоресценции (ГОСТированные методы) [117, 125, 722]. Аналитическую пробоподготовку осуществляли методом «мокрого» озоления. Растения (0,5 г), а также кровь и

сыворотку (по 10 мл) разлагали смесью концентрированных азотной и хлорной кислот, почва (200 мг) – смесью концентрированных азотной, плавиковой и хлорной кислот.

Ртуть определяли методом «холодного пара» на отечественном анализаторе «Юлия-2» [116, 123]. Селен анализировали на спектрофлюориметре японского производства фирмы Hitachi (модель MPFS-2A) [189].

Анализ свинца, кадмия, меди, цинка, железа и марганца проводили методом пламенной атомной абсорбции с дейтериевым корректором фона на отечественном приборе «Квант-2А» производства ООО «Кортэк». А определение молибдена, кобальта, стронция и мышьяка — на приборе этого же производителя модели «Квант-Z.ЭТА» методом атомной абсорбции с электротермической атомизацией и зеемановским корректором фона [118, 119, 120, 121, 122, 124, 381].

Вольфрам определяли по действующим МУК [307] на хромато-массспектрометре с индуктивно-связанной плазмой в атмосфере аргона (модель 7500 СЕ фирмы «Aglient Technologis», производство США).

Погрешность измерений не превышала 5%. Воспроизводимость методик контролировали посредством анализа стандартных образцов почв, растений и волос.

При оценке уровней накопления МЭ и ТМ руководствовались установленными государственными органами санитарно-эпидемиологического контроля нормативными документами [97, 108, 377, 378].

Микроколичества ХОП анализировали по общепринятым методикам [295, 298] с использованием газо-жидкостной хроматографии на отечественном газо-жидкостном хроматографе с электронно-захватным детектором производства московского завода «Хроматограф» (модель 3700). Оценку уровней содержания ксенобиотиков проводили, руководствуясь утвержденными нормативами [413].

### 2.7. Статистическая обработка результатов

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли общепринятыми в биометрии методами [36, 264, 538] в программе Ms-Excel 2010. Во всех не оговоренных особо случаях, уровень значимости при распределении по нормальному закону принят равным 5% (вероятность P=0,95).

#### Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

#### 3.1. Эколого-геохимическая оценка фоновых субрегионов

В геохимической экологии взаимодействие между организмами и средой рассматривается через поток атомов химических элементов и их соединений. Последние, поступая в организм через БГХ пищевые цепи, выполняют различные функции в организме, частично трансформируются в процессе метаболизма, аккумулируются тканями или выводятся с экскрементами и выдыхаемым воздухом.

#### 3.1.1. Чернянский район Белгородской области

Территория района расположена в бассейнах рек Оскол, Халань и Ольшанка. Рельеф представляет собой пологоволнистую равнину, которая расчленена долинами рек и густой глубоковрезанной овражно-балочной сетью. Основными формами рельефа на территории района являются междуречные плато, водоразделы, долины ручьев и рек, поймы, террасы, балки и овраги. Вся территория района с севера на юг расчленена долиной реки Оскол на две сравнительно равные части. Правобережье наиболее возвышено, оно представлено четырьмя основными водоразделами

При исследовании содержания макро- и микроэлементов установлено, что концентрации кадмия во всех опробованных нами водоисточниках (рис. 3.1.) оказались меньше нижней границы определения этого металла (0,5 мкг/л). В артезианских водах, по сравнению с речными, значительно меньше ртути (19  $\pm 2$ ,1 нг/л), стронция (28  $\pm 3$ ,8 мг/л) и, особенно, марганца (2,7 $\pm 3$ ,0 мг/л). В реках Оскол и Халань концентрации этих элементов значительно выше: ртути - в 1,8 раза, стронция - в 1,5-1,8 раза и марганца - в 7,6-9,8 раза.

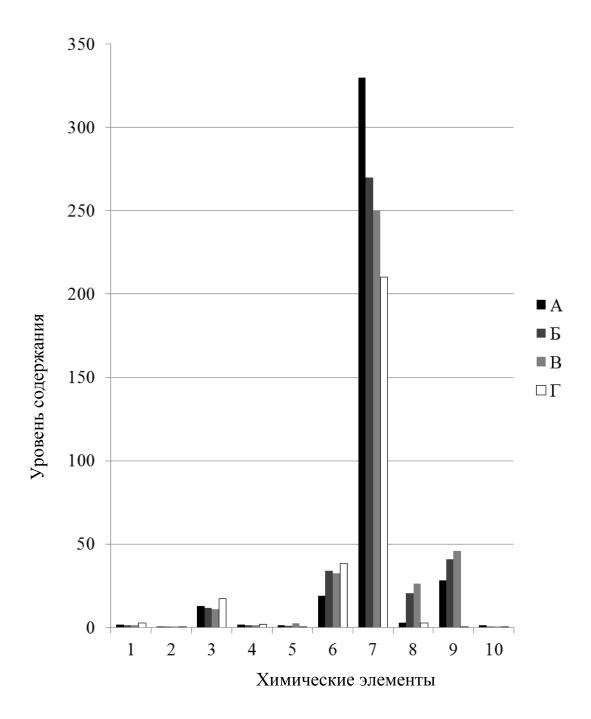


Рис. 3.1. Спектрограмма содержания химических элементов в природных водах ЧРБО. А – артезианские скважины п. Чернянка; Б – р. Оскол (среднее течение); В – р. Халань (в районе устья); снег (п. Чернянка); 1- Рb (мкг/л) , 2 - Сd (концентрации ниже предела обнаружения), 3 – Zn (мкг/л) , 4– Cu (мкг/л), 5 – Cr (мкг/л) , 6 – Hg (нг/л), 7 – Se (нг/л), 8 – Mn (мкг/л), 9 – Sr (мкг/л) , 10 – Co (мкг/л).

Это явление связано, по-видимому, с типом вод. Известно, что поверхностные воды переносят значительные массы марганца, а в застойных условиях или на других барьерах может происходить выпадение соединений марганца и железа в осадок и формирование конкреций (например, болотной руды).

Снеговые воды вносят существенный вклад в массу рассматриваемых химических элементов, переносимых с поверхностными водами. Это касается прежде всего свинца  $(2,7\pm2,2 \text{ мкг/л})$ , цинка  $(11\pm1,0 \text{ мкг/л})$ , меди  $(2\pm0,2 \text{ мкг/л})$  и ртути (38±4,2 нг/л). В целом же концентрации элементов в водах Чернянского субрегиона соответствуют химическому составу вод Центрального Черноземья. Для них характерны более высокие минерализация и уровни как ТМ, так и МЭ. Bce опробованные воды укладываются В существующие гигиенические нормативы по всем химическим элементам. Ни в одном случае не выявлено превышения ПДК, установленного для питьевой воды по официальным материалам [94, 95, 377].

На рисунке 3.2. приведены данные по элементной характеристике типичных почв ЧРБО. Уровни содержания практически всех рассматриваемых элементов в типичном слабо выщелоченном черноземе, используемом под пашню, весьма низок. Это касается цинка (4,8 мг/кг) и стронция (1,6 мг/кг). Для черноземов данной зоны, согласно районирования почв ЦЧР [387] концентрации Zn и Sr, как правило, соответствуют интервалам: 30-60 (Zn) и 70-100 (Sr) мг/кг. Лишь кобальт и медь достигают типичных значений 10-15 мг/кг (Co) и 6-24 мг/кг (Cu). Повидимому, это связано с интенсивным с.х. использованием этих земель и выносом элементов за счет биомассы культивируемых растений.

Более оптимальная элементная ситуация наблюдается в серых лесных почвах района, в особенности, в светло-серых лесных и дерново-луговых почвах. Концентрации цинка в них достигают 80-100 мг/кг, меди - 19-33 мг/кг, стронция - 14-42 мг/кг, а марганца - 160-600 мг/кг.

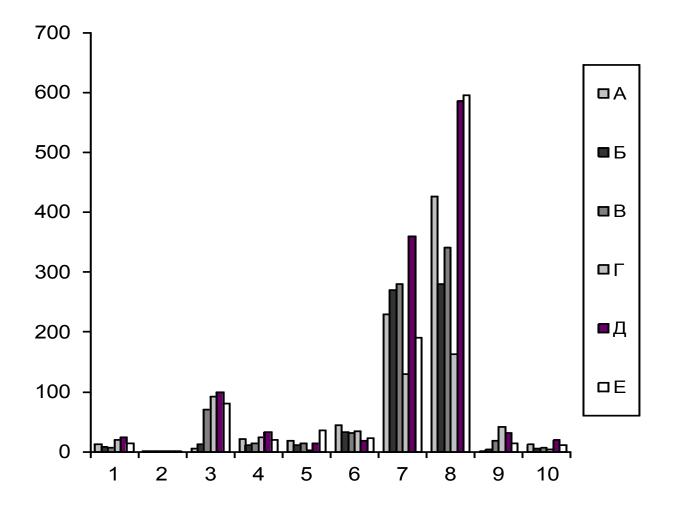


Рис. 3.2. Спектрограмма содержания химических элементов в почвах чернозем типичный слабовыщелоченный, ЧРБО. Α пашней, под водораздельное плато, пахотный горизонт; Б – серая лесная, дубрава, водораздельное плато, горизонт А; В - серая лесная, дубрава, водораздельное плато, горизонт В; Г – светло-серая лесная, дубрава, конус выноса оврага, горизонт А; Д - светло-серая лесная, дубрава, конус выноса оврага, горизонт В; Е – дерново-подзолистая, суходольный луг, 2-я надпойменная терраса, горизонт АВ. 1 - Pb (мг/кг), 2 - Cd (концентрация ниже предела обнаружения), 3 - Zn (мг/кг), 4- Cu (μγ/κγ), 5 - Cr (μγ/κγ), 6 - Hg (μκγ/κγ), 7 - Se (μκγ/κγ), 8 - Mn (μγ/κγ), 9 - Sr  $(M\Gamma/K\Gamma)$ ,  $10 - Co (M\Gamma/K\Gamma)$ .

Несмотря на то, что в серых лесных почвах концентрации марганца не достигают фоновых (1000 мг/кг) в целом по России, они по накоплению этого МЭ практически приближаются к почвам ЦЧР [387] - 550-900 мг/кг. Уровень содержания селена практически равен средней концентрации элемента в почвах России (0,3 мг/кг) [178] и изменяется от 0,13 до 0,36 мг/кг. Концентрации ртути во всех исследованных образцах почв ниже среднего уровня для большинства почв России (60 мкг/кг) и варьируют от 18 до 44 мкг/кг. Учитывая также весьма низкие концентрации в почвах кадмия (< 0,3 мг/кг) и свинца (4,6-20 мг/кг), можно отметить, что почвенный статус по наиболее токсичным нормируемым ТМ является экологически благоприятным.

Результаты исследований по элементному анализу растений и растительных кормов ЧРБО приведены на рис. 3.3. Как и в почвах, уровень содержания ТМ является низким: 0,9-1,9 мг/кг (Pb), < 0,05 мг/кг (Cd), 10-14 мкг/кг (Hg). Концентрации МЭ (Zn, Cu, Se) можно рассматривать как оптимальные: 37-50 мг/кг (Zn), 4,5-9,3 мг/кг (Cu) и 0,17-0,28 мг/кг (Se). Только в одном случае уровень цинка в укосах растений достигает довольно высокого значения - 70 мг/кг, но не является критическим.

Уровень содержания марганца в укосах растений изменяется от 20 до 130 мг/кг, что также не достигает критических величин [226, 252]. Причем наиболее высокое значение (130 мг/кг) характерно для луговых растительных ассоциаций.

В связи с тем, что в рационе диких парнокопытных значительную долю составляют древесные компоненты и водные растения, были проанализированы рогоз, ольха и растительные опады в лесных массивах. Ряд химических элементов (Pb, Hg, Zn, Se, Co) в растениях этой группы находится на том же уровне, как и в травянистых кормах. В листьях и ветвях ольхи и опадах появляется кадмий (0,06-0,11 мг/кг). Содержание стронция возрастает до 47-70 мг/кг.

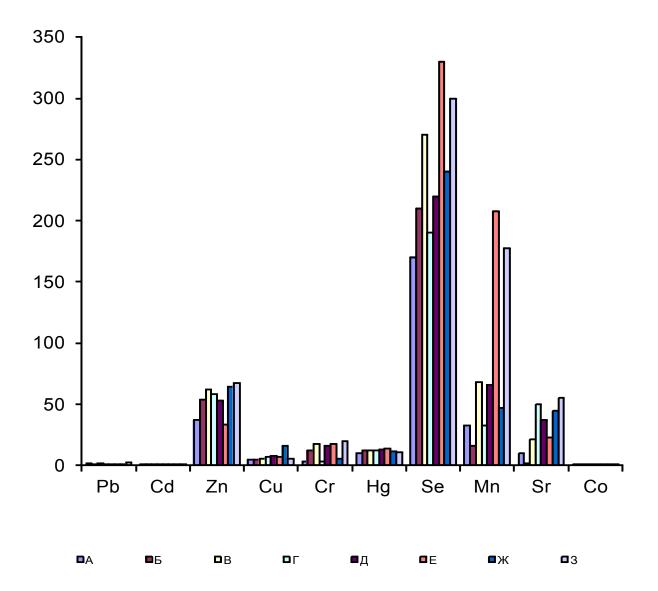


Рис. 3.3. Спектрограмма содержания химических элементов в растениях ЧРБО. А - кукуруза (листья); Б - кукуруза (початки); В - люцерна (трава); Г - клевер (трава); Д - средний укос растительности с сенокосных угодий; Е - рогоз (корневища), акватория реки Оскол; Ж - ольха (ветви с листьями), пойма реки Оскол; З - опад лесной, водораздельные дубравы. 1 – Рb (мг/кг), 2 - Сd (концентрация ниже предела обнаружения), 3 – Zn (мг/кг), 4 – Cu (мг/кг), 5 – Cr (мг/кг), 6 – Hg (мкг/кг), 7 – Se (мкг/кг), 8 – Mn (мг/кг), 9 – Sr (мг/кг), 10 – Co (мг/кг).

Таким образом, содержание рассматриваемых ТМ и МЭ в природных водах, почвах, растениях и растительных кормах Чернянского субрегиона не превышают установленных ПДК [92-97, 288, 324]. Исключение составляет лишь хром, содержание которого во всех без исключения растительных образцах довольно высокое. В то же время, содержание таких нормируемых МЭ как цинк, медь, марганец, кобальт и селен в почвах и кормах с. х. животных укладывается в оптимальный интервал концентраций и, В соответствии принятыми Министерством экологии «Критериями» [252], позволяет отнести данную территорию к зонам относительно удовлетворительной экологической ситуации по содержанию данных МЭ в кормах и окружающей среде. Полученные в ходе исследований результаты согласуются с литературными данными по фоновым содержаниям ТМ и МЭ в исследуемых компонентах биогеоценозов [7, 8, 10, 22, 28, 48, 63, 226, 258, 374, 386, 415, 445, 540].

Исходя из цели и задач настоящего исследования для достижения более комплексного подхода к экологической оценке ситуации в исследуемом регионе, почвы ЧРБО были проанализированы на содержание остаточных количеств ряда ХОП и их метаболитов (п,п'-ДДТ, п,п'-ДДД, п,п'-ДДЭ, ү-ГХЦГ, альдрин, дильдрин, гептахлор, эпоксид гептахлора). Однако, в связи с тем, что ряд соединений в последнее десятилетие запрещен к применению в сельском и лесном хозяйстве, а остальные пестициды применяются в ограниченном количестве, фоновых (незагрязненных) условиях удалось достоверно определить лишь п,п'-ДДЭ и у-ГХЦГ (рис. 3.4.). Полученные нами данные значительно ниже ПДК и результатов предыдущих исследователей [62, 288-290, 396] и представляют интерес в плане изучения аспектов трансформации и деградации XOП в экосистемах с течением времени с момента загрязнения.

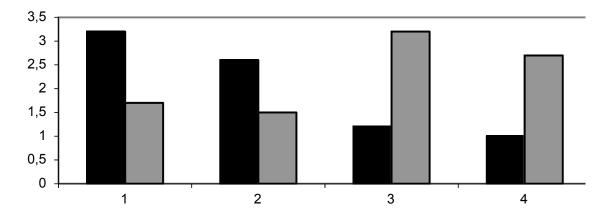


Рис. 3.4. Спектрограмма содержания стойких ХОП в почвах ЧРБО (в мкг/кг возд.-сух. массы). А - п,п'-ДДЭ, Б -  $\gamma$ -ГХЦГ; 1 — чернозем типичный слабовыщелоченный, пахотный горизонт; 2 - намывной горизонт делювиальной почвы; 3 - серая лесная, горизонт А; 4 - серая лесная, горизонт В.

Из представленных данных следует, что природные воды, почвы и растения ЧРБО характеризуются фоновыми уровнями химических элементов. Концентрации МЭ, в основном, укладываются в интервал оптимальных величин. Накопление ТМ не превышает установленные ПДК. Концентрации ХОП в почвах незагрязненных местообитаний значительно ниже ПДК.

#### 3.1.2. Воронежский государственный биосферный заповедник

Воронежский государственный биосферный заповедник расположен в северной части Воронежской области. Территория, составляющая около 31 тысячи гектаров, относится к западной окраине Рязанско-Тамбовской низменности [20, 316]. Климат лесостепной зоны, в которую входит территория Воронежского заповедника, является переходным от умеренного влажного климата лесной полосы к засушливому степному юго-востока. Гидрографическую сеть заповедника составляют несколько мелких речек: р. Усмань, заходящая на территорию заповедника своим средним течением; р.

Ивница, берущая начало в центре заповедника и почти до самого устья проходящая по его территории. По юго-западной окраине заповедника на протяжении 4 км проходит русло р. Воронежа.

Содержание химических элементов в поверхностных природных водах Воронежского государственного биосферного заповедника (ВГБЗ) отражено на рис. 3.5. Обращает внимание довольно высокое содержание в них ТМ (Pb, Cd, Cu, Zn) в старице р. Воронеж в юго-западной части заповедника: Pb -  $4,5\pm0,5$  мкг/л, Cd -  $2,5\pm0,3$  мкг/л, Cu -  $25\pm2,8$  мкг/л и Zn -  $250\pm29$  мкг/л. Это заметно выше, чем в водах собственно р. Воронеж.

Концентрации цинка довольно высокие и в воде, отобранной из рек Усмань (198±20,5 мкг/л) и Ивница (60±6,1 мкг/л). Повышенный уровень металлов в поверхностных водах заповедника, с одной стороны, связан с региональными особенностями, а с другой, - с возможными техногенными факторами. Повидимому, в старице, где течение воды медленнее, чем в основном русле, застойные явления способствуют накоплению металлов. Возможно, что процесс аккумулирования происходил ранее во время наиболее мощной активности металлургических комбинатов региона или других промышленных предприятий. Несмотря на то, что по большинству химических элементов воды ВГБЗ более обогащены, чем природные воды ЧРБО, они удовлетворяют гигиеническим нормативам [92-95]. Уровень же содержания ртути и селена практически совпадает в обоих субрегионах.

Интересен также факт повышенного содержания мышьяка в воде р. Усмань (32±5 мкг/л), в центральной части ВГБЗ. В настоящее время причину этого трудно установить. Это требует специальных гидрогеохимических и БГХ исследований, связанных с детальным обследованием акватории р. Воронеж.

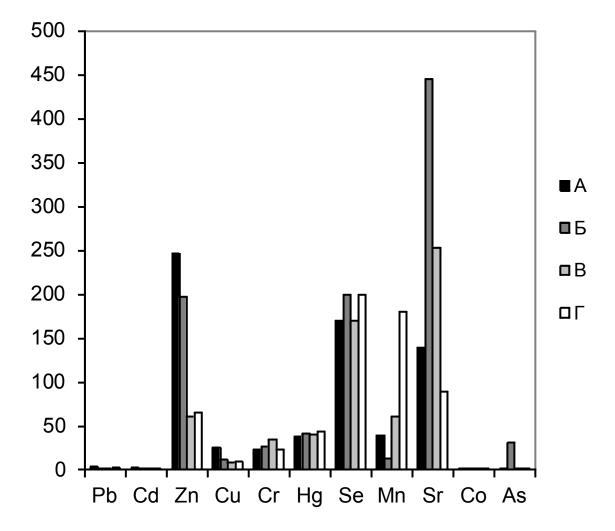


Рис. 3.5. Спектрограмма содержания химических элементов в природных водах ВГБЗ. А — старица реки Воронеж, юго-западная часть заповедника; Б — р. Усмань, центральная часть заповедника; В — р. Ивница, центральная часть заповедника; Г — р. Воронеж, юго-западная граница заповедника. 1- Рb (мкг/л) , 2 - Сd (концентрации ниже предела обнаружения), 3 — Zn (мкг/л) , 4— Cu (мкг/л), 5 — Cr (мкг/л) , 6 — Hg (нг/л), 7 — Se (нг/л), 8 — Mn (мкг/л), 9 — Sr (мкг/л) , 10 — Co (мкг/л).

Обращает внимание и тот факт, что в почвах заповедника концентрации всех рассматриваемых химических элементов являются низкими (рис. 3.6.). Даже содержание цинка иногда опускается до 4 мг/кг в горизонте А светло-серой лесной почвы. Причем это явление характерно как для серых лесных, так и для подзолистых примитивных почв. В основном это связано с характером почвообразовательного процесса и свойствами почвообразующих Последние представляют собой мощные песчаные наносы, на которых и формировались почвы ВГБЗ в течение длительного процесса формирования лесных массивов. По сравнению с почвами легкого механического состава из ВГБЗ, почвы ЧРБО, как правило, являются средне- и тяжелосуглинистыми, что и определяет их аккумулятивный характер. В ряде случаев в светло-серых лесных почвах заповедника присутствуют следы меди (0,4 мг/кг), что в 75 раз ниже фоновых значений для почв России [229]. Концентрации селена здесь также значительно ниже (0,14-0,26 мг/кг), чем в ЧРБО.

Что же касается растений ВГБЗ, то уровени содержания элементов их них не являются низкими (рис. 3.7.), как можно было бы предполагать, учитывая незначительный уровень МЭ и ТМ в почвах. Концентрации достигают 9,2±1,0 мг/кг (Pb), 1,7±0,2 мг/кг (Cd), 130±15,2 мг/кг (Zn) и 11±1,0 мг/кг (Cu). Это может быть связано как с повышенной подвижностью металлов в почвеннорастительном комплексе, так и с проявлением антропогенных факторов. Концентрации селена снижаются иногда до 0,12±0,01 мг/кг в клевере, а ртутиизменяются от 13,8 до 15,2 мкг/кг. По сравнению с ЧРБО, травы и корма ВГБЗ более обогащены марганцем. Например, тимофеевка луговая накапливает марганец до 740±85 мг/кг.

Растения лесных биогеоценозов в меньшей мере обогащены ТМ. В растительном опаде из лесных массивов, листьях ольхи и сныти весьма высок уровень хрома. По другим химическим элементам резких отличий элементного состава лесных растений и кормовых трав не наблюдается.

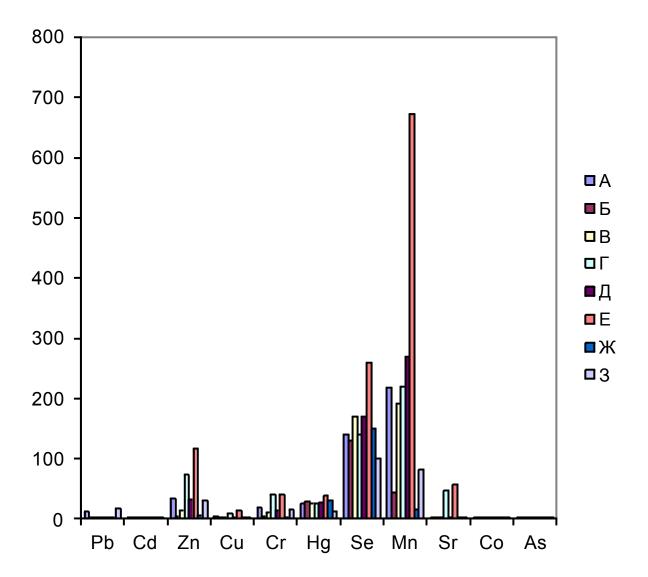


Рис. 3.6. Спектрограмма содержания химических элементов в почвах ВГБЗ. А - дерново-луговая, горизонт  $A+A_{\pi}$ ; Б - светло-серая лесная, горизонт A; В - светло-серая лесная, горизонт A; Светло-серая лесная, горизонт A; A - светло-серая лесная, горизонт A; A - светло-серая лесная, горизонт A; A - подзолистая примитивная, горизонт A; A - подзолистая примитивная, горизонт A; A - A

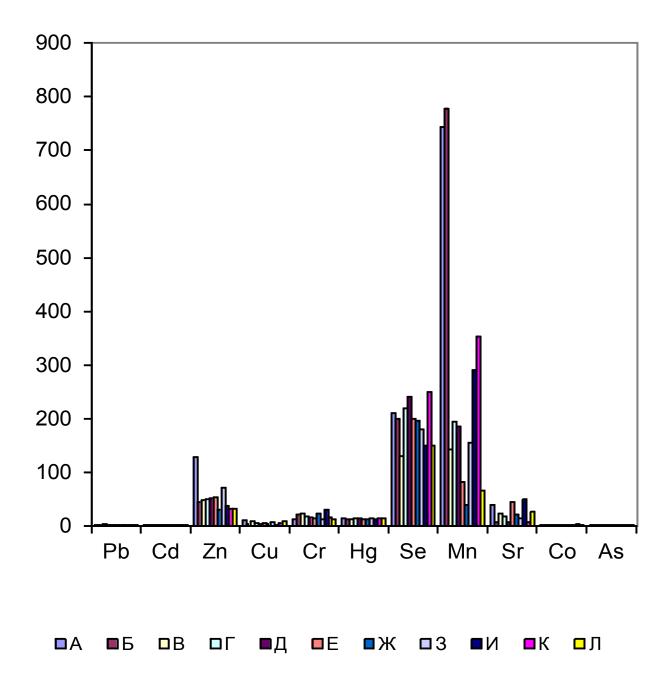


Рис. 3.7. Спектрограмма содержания химических элементов в растениях ВГБЗ. А - тимофеевка луговая; Б - люцерна; В - клевер; Г - средний укос луговой растительности; Д - сныть; Е - ольха; Ж - опад растительный; З - телорез (надводные побеги); И - рогоз (надводные побеги); К - рогоз (корневища); Л - сбор поверхностных водорослей. 1 — Pb (мг/кг), 2 - Cd (концентрация ниже предела обнаружения), 3 - Zn (мг/кг), 4 - Cu (мг/кг), 5 - Cr (мг/кг), 6 - Hg (мкг/кг), 7 - Se (мкг/кг), 8 - Mn (мг/кг), 9 - Sr (мг/кг), 10 - Co (мг/кг).

Уровень меди несколько ниже (3,4-5,5 мг/кг) в растениях лесных биогеоценозов, а содержание селена находится в пределах нормальных значений и изменяется от 0,19 до 0,24 мг/кг. Элементный состав водных растений ВГБЗ приближается к таковому растений лугов и лесов. Настораживает несколько повышенное содержание мышьяка в корневище рогоза (0,96±0,1 мг/кг).

В целом, содержание токсичных элементов в природных водах, почвах и растениях биогеоценозов ВГБЗ в большинстве случаев ниже ПДК (МДУ), принятых для соответствующих объектов окружающей среды, животных кормов и пищевого сырья [92-97, 288, 324]. Исключение составляет лишь медь, содержащаяся в повышенных количествах в природных водах заповедника, а также в ряде случаев - в клевере, свинец, накапливающийся в биомассе клевера и растительном опаде некоторых лесных участков, и кадмий, аккумулируемый надземной фитомассой ряда растительных сообществ. Уровни содержания МЭ нормируемых соответствующих незаменимых ДЛЯ компонентов биогеоценоза, также как и в ЧРБО, находятся в оптимальном интервале концентраций [252].

Отличия окружающей В элементном составе компонентов среды объясняются, по-видимому, комплексом физико-географических и эколого-БГХ факторов. В первую очередь, имеет значение состав почвообразующих пород и гидрологический режим территории, оказывающие решающее влияние на тип почвообразовательного процесса, который в конечном счете определяет концентрацию и интенсивность миграции химических элементов в системе: растение [392-394, 417, 418]. Не исключена также возможность почва антропогенного влияния, в частности, увеличения подвижности токсических элементов в результате уменьшения рН почвы, связанного с кислотными дождями [374, 380, 529].

Сравнение результатов определения остаточных количеств ХОП в почвах ВГБЗ (рис. 3.8.) с данными по ЧРБО позволяет отметить более значительное содержание в них п,п'-ДДЭ, а также характерный для обоих исследуемых районов

относительно более высокий уровень γ-изомера ГХЦГ в почвах лесных участков. Эти особенности объяснимы, учитывая массовое применение в прошлом обоих пестицидов в лесном хозяйстве [62, 289, 290].

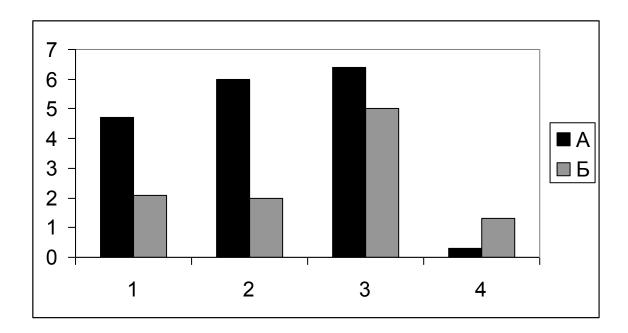


Рис. 3.8. Спектрограмма содержания ХОП в почвах ВГБЗ (в мкг/кг сухого вещества). А - п,п'-ДДЭ, Б -  $\gamma$ -ГХЦГ; 1 — светло-серая лесная, горизонт А; 2 - светло-серая лесная, горизонт АВ; 3 — серая лесная, горизонт АВ; 4 — дерноволуговая, горизонт А+А $_{\rm Л}$ .

Таким образом, накопление стойких XOП почвами ВГБЗ не превышает установленных ПДК, хотя оно и более значительно, чем в ЧРБО. Наименьшие уровни п,п'-ДДЭ, Б -  $\gamma$ -ГХЦГ характерны для дерново-луговых почв заповедника. Это вполне объяснимо, учитывая, что в прошлом обработкой ДДТ подвергались, в основном, пахотные земли, а ГХЦГ – лесные массивы.

# 3.2. Химические элементы и стойкие хлорорганические пестициды в организме диких и сельскохозяйственных парнокопытных фоновых территорий

Данные о содержании ТМ и МЭ в мышечной и эмбриональной тканях, а также в почках, печени и мышечных ножках диафрагмы у исследуемых видов животных ЧРБО и ВГБЗ получены нами в ходе исследований 1999-2004 гг. [504, 505, 508]. Наиболее полно изучены три органа: почки, печень и скелетная мускулатура у трех видов диких парнокопытных животных (лось, кабан и косуля). В Чернянском районе дополнительно была проанализирована ткань эмбрионов, отобранных у самок исследуемых животных. Кроме того, здесь были исследованы органы и ткани ряда видов с. х. животных (КРС, свиньи, овцы и кролики). Полученный в результате проведенных исследований материал позволяет выявить особенности накопления химических элементов различными тканями в зависимости от вида и возраста животного, а также от региона его обитания [183, 471].

Учитывая большой массив и относительное разнообразие данных и исходя из цели и задач работы, мы считали целесообразным при обсуждении полученных результатов подразделить их на 3 категории: а) результаты наших исследований превышают литературные данные; б) статус элемента, определенный другими исследователями, близок к выявленному нами фоновому статусу; в) концентрации элемента в тканях парнокопытных, определенные другими исследователями, значительно превосходят таковые в ЧРБО и ВГБЗ.

Так, уровни свинца, кадмия и ртути в органах и тканях диких парнокопытных и с. х. животных, характерные для Среднерусской лесостепи ЦЧР, являются нормальными для большинства фоновых территорий мира [3, 529, 611, 623, 632, 661, 700, 701, 705, 755, 757, 783, 817, 820]. В ряде районов Центральной Европы, Северной Америки и Австралии, территории которых подверглись антропогенному загрязнению, концентрации ТМ в тканях диких

парнокопытных и с. х. животных значительно превышают таковые в ЧРБО и ВГБЗ [3, 527, 613, 617, 633, 635, 638, 650, 661, 664, 665, 679, 687, 693, 696, 700, 701, 719, 724, 745, 757, 783, 806, 820]. Для таких жизненно важных нормируемых МЭ как медь, цинк, селен, марганец и кобальт рядом исследователей отмечаются или очень низкие [244, 527, 634, 665, 669, 691, 709, 755, 800] или, напротив, высокие [244, 253, 527, 584, 587, 635, 670, 679, 691, 696, 708, 726, 755, 761, 766, 768, 773] содержания в органах и тканях животных, что часто наблюдается в условиях БГХ провинций и аномалий, где у животных развиваются эндемические заболевания. Концентрации указанных МЭ, близкие к полученным в наших исследованиях, приводятся рядом авторов, изучавшим естественный статус этих химических элементов у животных, обитающих на фоновых территориях [253, 350, 368, 400, 632, 712, 757].

Данные о содержании в организме исследуемых групп животных хрома, стронция и мышьяка в естественных фоновых условиях очень ограничены [621, 622], описанные в литературе концентрации этих элементов значительно ниже [527, 755, 814] или выше [382, 398, 400, 584, 755, 766, 776, 806] определенных в ЧРБО и ВГБЗ, обычно сопровождаются различными нарушениями обмена веществ.

ХОП (п,п'-ДДТ, п,п'-ДДД, п,п'-ДДЭ, альдрин, дильдрин, γ-ГХЦГ, гептахлор, эпоксид гептахлора) определяли в околопочечном жире диких парнокопытных (лось, кабан, косуля) и с. х. животных (КРС, свиньи, овцы) ЧРБО и ВГБЗ. В связи с тем, что ряд пестицидов в течение последних 40 лет не применялся, а использование других хлорорганических соединений резко снижено, достоверно удалось определить лишь два соединения: п,п'-ДДЭ и γ- ГХЦГ. Их содержание в околопочечном жире всех изученных видов в фоновых условиях не превышает нескольких микрограммов на килограмм сырой массы ткани (рис. 3.9.), что значительно ниже данных, полученных рядом отечественных и зарубежных исследователей 20-25 лет назад [62, 81, 289, 396, 664, 678, 812] и согласуется с более свежими результатами [700]. Проведенные нами исследования ТМ, МЭ и

ХОП в органах группы видов животных позволяют сделать анализ кумулятивных свойств тканей разных органов и особенностей накопления химических элементов и ХОП, связанных с видовой принадлежностью животных.

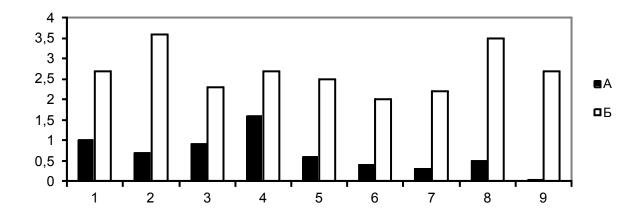


Рис. 3.9. Содержание ХОП в околопочечном жире животных (в мкг/кг сырого вещества). А – п,п'-ДДЭ, Б -  $\gamma$ -ГХЦГ; 1 – КРС; 2 – свиньи; 3 – овцы; 4 – лоси ЧРБО; 5 – кабаны ЧРБО; 6 – косули ЧРБО; 7 – лоси ВГБЗ; 8 – кабаны ВГБЗ; 9 – косули ВГБЗ.

Так, свинец у кроликов и овец накапливается, в основном, в почках. Меньшие его концентрации обнаруживаются в печени и минимальные - в скелетной мышечной ткани. У КРС и свиней этот ТМ в наибольшем количестве находится в скелетной мускулатуре, а в печени и почках его меньше. Абсолютный же максимум концентрации свинца среди исследуемых тканей овец и свиней наблюдается в диафрагмальной мышечной ткани. Видовой особенностью овец является наибольшая загрязненность свинцом различных органов. У КРС, наоборот, данный металл присутствует в следовых количествах.

Для организма лося характерно то, что концентрация свинца в тканях невелика и лишь в печени наблюдается незначительное увеличение. В отличие от лосей, кабаны имеют ярко выраженный максимум ТМ в почках, меньшее его

количество обнаруживается в печени, уровень в скелетной мускулатуре незначителен. На общую картину распределения свинца в организме косули решающее влияние оказывает региональный фактор, рассматриваемый ниже. Содержание Рb в эмбриональной ткани диких парнокопытных минимально, в сравнении с другими тканями; эта особенность присуща всем трем видам диких животных.

В отличие от литературных данных [635, 670, 696, 745], мы отмечали максимальный уровень содержание кадмия не в почках, а в печени КРС. В незначительном количестве он присутствует и в скелетной мышце. Характерная картина распределения Сd наблюдается у свиней, овец и кроликов: минимум - в скелетной мышечной ткани, среднее содержание - в печени, максимум - в почках. Ткань мышечных ножек диафрагмы у овец и свиней загрязнена кадмием в большей степени, чем скелетная мускулатура. Исключая региональные и возрастные различия, картина распределения рассеянного элемента в организме лося, кабана и косули, обитающих в районе исследований, типична для большинства диких и домашних млекопитающих: максимум - в почках, минимум - в мышцах [3, 197, 611, 632]. Эмбриональная ткань у всех трех видов диких парнокопытных аккумулирует кадмий в меньшей степени по сравнению со скелетной мускулатурой.

Картина распределения меди в тканях КРС, свиней, овец, кроликов и кабанов является вполне типичной для данного МЭ [253, 350, 368, 400, 632, 712]. Максимальное содержание отмечается в печени, среднее - в почках минимальное - в скелетной мускулатуре (рис. 3.10.). Исключение составляют лишь косуля и лось, в большей степени проявляющие региональные особенности накопления этого химического элемента. При ранжировании органов с.х. животных (КРС, свиньи и овцы) по валовому содержанию в них меди, выявляется, что ткань мышечных ножек диафрагмы занимает промежуточное положение между скелетной мускулатурой И почками. Несмотря общепризнанную биологическую роль Си и потребность молодых организмов в

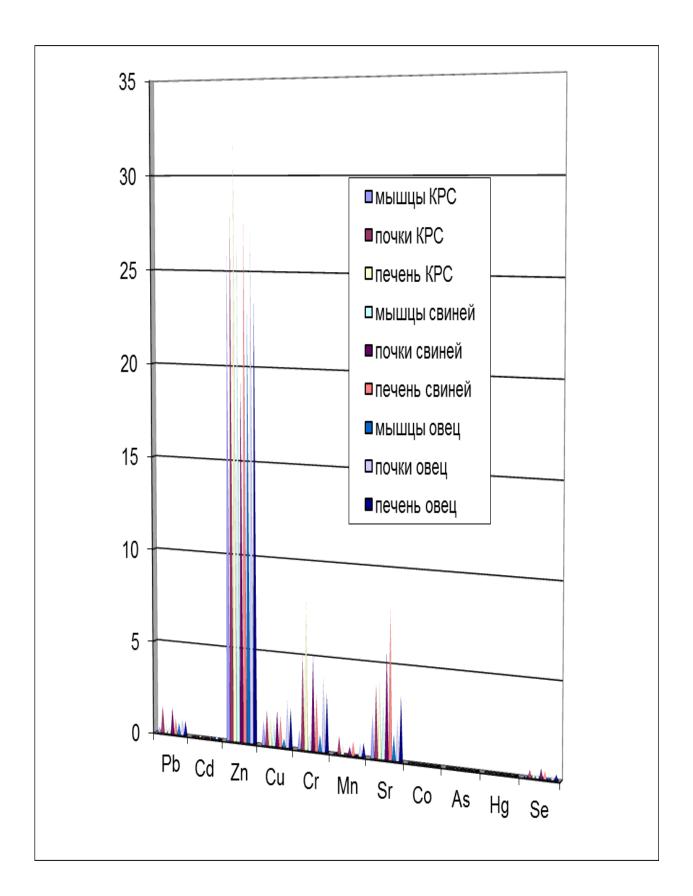


Рис. 3.10. Спектрограмма средних фоновых концентраций ТМ и МЭ в тканях с.х. парнокопытных ЧРБО (в мг/кг сырой массы ткани).

этом нормируемом МЭ [83], его содержание в тканях эмбрионов лося, кабана и косули оказалось даже ниже, чем в скелетной мускулатуре.

Ртуть в незначительных количествах присутствует во всех исследованных тканях диких копытных и с. х. животных ЧРБО и ВГБЗ. Наиболее интенсивно она аккумулируется в почках. За ними в порядке убывания следуют печень и мышцы. Подобный характер распределения ртути типичен для многих видов животных [3, 614, 615, 745, 757, 806]. Наименее обогащена ртутью эмбриональная ткань. В эмбрионах кабана и косули присутствует значительно меньшее количество элемента по сравнению со скелетной мышцей. Видовой особенностью лося среди диких животных является TO. что особи ЭТОГО вида накапливают диафрагмальной мышце столько же и даже несколько больше ртути, чем в скелетной. Это характерно и для с. х. животных. Концентрация общей Нд в ткани мышечных ножек диафрагмы у этой группы видов (КРС, свиньи и овцы) занимает промежуточное положение между скелетной мышечной тканью и печенью.

Внутри групп животных четко прослеживаются видовые различия. Так, из трех видов диких парнокопытных наибольшие количества ртути в почках накапливает кабан (до  $26,2\pm9,0\,$  мкг/кг), лось занимает промежуточное положение (до  $18,\pm4,1\,$  мкг/кг). Минимальные количества отмечены у косули (до  $14,9\pm2,5\,$  мкг/кг).

Распределение такого важного для жизнедеятельности организма животных МЭ, каким является селен, подвержено ряду факторов, в том числе, видовому и региональному влиянию. У некоторых видов с. х. и диких животных, таких как КРС, свиньи, кролики и лоси, максимальные его концентрации характерны для почек, в печени селена несколько меньше, и в скелетной мышечной ткани наблюдается минимальное содержание. У других - кабана и косули - картина его аккумулирования тканями различных органов преимущественно зависит от района исследований. У овец максимальное содержание рассеянного элемента наблюдается в печени, средний уровень характерен для почек и минимум - для скелетных мышц. Концентрации МЭ в ткани мышечных ножек диафрагмы у КРС

и свиней несколько выше, а у овец незначительно ниже, чем в скелетной мускулатуре. Концентрации селена в эмбрионах лося, кабана и косули в 3-4 раза ниже, по сравнению с таковыми в скелетной мышечной ткани.

Марганец у диких парнокопытных и с. х. животных из ЧР и ВГБЗ распределяется следующим образом: максимальная концентрация наблюдается в печени, в почках уровень средний, минимальное содержание установлено в скелетной мускулатуре. Такая картина аккумулирования является характерной для данного элемента [400, 632] и нарушается лишь у лосей, у которых на статус марганца решающее влияние оказывает региональный фактор. В мышечной ткани скелетной и диафрагмальной мускулатуры с. х. животных марганец обычно присутствует в следовых количествах. Исключение составляют лишь овцы, накапливающие его в мышечных ножках диафрагмы до 0,88 мг/кг сырой массы. Статус МЭ заметно выше в организме диких парнокопытных, сравнительно с с. х. животными. В эмбриональной ткани лося, кабана и косули марганец находится в концентрациях, несколько меньших по сравнению со скелетной мышцей.

Уровень кобальта в органах и тканях диких парнокопытных и с. х. животных ЧРБО и ВГБЗ весьма низок (незначительное превышение предела обнаружения аналитичнского метода). Исходя из имеющихся данных, можно говорить лишь о тенденции его относительно более высокой концентрации в ткани мышечных ножек диафрагмы КРС, по сравнению с другими исследованными тканями животных данного вида. Картина распределения этого незаменимого МЭ в организме диких парнокопытных в значительной степени определяется региональными особенностями.

Несмотря на довольно низкие фоновые уровни ХОП в околопочечном жире исследуемых групп животных (рис. 3.9.), имеется возможность проследить видовые закономерности их накопления [476]. Так, среди с. х. животных жвачные (КРС и овцы) накапливают более значительные содержания п,п'-ДДЭ, а свиньи, наоборот, аккумулируют несколько больше γ-ГХЦГ. Характерной видовой особенностью косули является то, что в околопочечном жире особей этого вида

наблюдаются наименьшие концентрации  $\gamma$  -ГХЦГ среди трех видов диких парнокопытных.

Анализ полученных данных по содержанию ТМ, МЭ и ХОП в тканях различных органов диких парнокопытных животных ЧРБО и ВГБЗ позволяет проследить влияние района обитания на кумуляцию вышеназванных веществ. Так, свинец присутствует в тканях лосей ЧРБО в значительно превосходящих количествах по сравнению с органами особей данного вида, обитающих на территории ВГБЗ. В наибольшей степени различается содержание тяжелого металла в печени лосей, где отношение соответствующих концентраций составляет 12 раз и более. Органы кабанов, обитающих в Чернянском районе, также характеризуются уровнями элемента, значительно превосходящими соответствующие показатели воронежских особей. Региональные же особенности накопления свинца косулями практически не выражены. Лишь в печени чернянских животных накапливается в 3 раза большие концентрации ТМ по сравнению с их воронежскими сородичами. Выявить достоверную зависимость содержания свинца в органах животных от их возраста не удается.

В отличие от свинца, аккумулирование кадмия органами диких парнокопытных животных в ВГБЗ значительно выше, чем в ЧРБО. Так для лосей различие валовых содержаний элемента в почке достигает семикратного значения, а уровень данного ТМ в печени воронежских особей превосходит соответствующий показатель их чернянских сородичей в две тысячи раз и более. При таких значительных различиях уровней рассеянного элемента в почках и, особенно, в печени, его содержание в скелетной мускулатуре лосей обоих субрегионов примерно одинаково, а у воронежских особей даже несколько ниже.

Интересная картина распределения кадмия наблюдается у кабанов ВГБЗ. Максимум концентрации этого ТМ у них отмечается не в почках, а в печени. В связи с этим, содержание элемента в скелетной мускулатуре и печени воронежских кабанов значительно превосходит соответствующие показатели чернянских зверей, а в почках средние уровни элемента сопоставимы и

наблюдается даже обратная картина. У косуль, обитающих в обоих районах исследований, выявлено характерное распределение кадмия в организме, - с максимумом в почках и минимумом в скелетной мышечной ткани. Концентрации Cd в этих тканях у воронежских косуль превышают уровень металла чернянских особей, в среднем, в 20 раз, а в почках различаются в два с половиной раза.

Для кадмия ярко выражена закономерность увеличения его концентрации в почках с возрастом животного. В отличие от некоторых иностранных авторов, считающих косулю наилучшим индикатором кадмия [664, 701, 760], особи данного вида в Среднерусской лесостепи накапливают незначительные концентрации этого металла [183, 513-515]. У домашних животных Чернянского района наибольшие концентрации элемента обнаружены в почках кроликов.

Различия по содержанию меди у лосей и кабанов ЧРБО и ВГБЗ не столь значительны, как в случае со свинцом и, особенно, с кадмием. Картина распределения этого жизненно важного МЭ у чернянских лосей и кабанов, обитающих в обоих районах, типична: максимум - в печени, минимум - в скелетной мускулатуре [253, 350, 368, 400, 632, 712]. Особи этих видов, обитающие в ВГБЗ, содержат лишь незначительно превосходящие количества МЭ по сравнению с чернянскими зверями. В наибольшей степени региональные особенности накопления меди выражены у косули. В условиях Чернянского субрегиона этот вид характеризуется невысокими уровнями Си и типичной картиной его распределения в организме. Воронежские особи более интенсивно аккумулируют медь, причем наибольшие концентрации наблюдаются в почках и скелетной мускулатуре.

В отношении возрастной зависимости содержания меди в организме диких парнокопытных следует отметить сравнительно более высокое содержание МЭ в печени молодых особей. Однако это наблюдается лишь в случае нормального распределения металла и при содержаниях ниже ПДК для соответствующих органов. Чернянские свиньи накапливают в печени наибольшие концентрации меди среди всех исследованных тканей диких и с. х. животных, что связано с

характером их кормления и составом кормов.

Средняя концентрация цинка в органах и тканях диких и с. х. животных из ЧРБО приближается к 20 мг/кг с колебаниями от 13,2±2,0 (печень свиньи) до 41,7±5,1 мг/кг (печень лося). Аккумулятивная способность тканей (мышечная, диафрагменная, эмбриональная) и органов (печень, почки) по отношению к цинку практически одинакова. Однако региональные отличия четко выражены. Так, если в ЧРБО средние концентрации цинка в мышцах, почках и печени кабана равны  $33\pm5,7$ ;  $20\pm3,9$  и  $38\pm8,2$  мг/кг, то в ВГБЗ -  $6,1\pm1,9$ ;  $9,8\pm2,0$  и  $11\pm2,9$  мг/кг, то есть в 2-5 раз меньше. В мышечной ткани, почках и печени косули из ЧРБО содержание цинка также в 2-4 раза выше, чем в органах и тканях животных, обитающих в ВГБЗ. Эти различия не согласуются с уровнем цинка в БГХ пищевых цепях обоих субрегионов. По-видимому, усвоение цинка животными в условиях ЧРБО более высокое, чем в ВГБЗ. Это до некоторой степени согласуется с более высокими коэффициентами биологического поглощения Zn в системе: растение - животное (табл. 3.1.), так как по этому параметру цинк наряду с ртутью и кадмием входит в число химических элементов, интенсивно аккумулируемых животными в этом субрегионе.

Таблица 3.1.  $K_6$  диких парнокопытных в системе: растение-животное

Вид животного	Химический	К <sub>б</sub> в системе растение-животное			
	элемент	ЧРБО	ВГБ3		
Лось	Pb	0,97	0,28		
	Cd	7,31	1,67		
	Zn	2,74	0,01		
	Cu	0,65	2,09		
	Hg	1,40	2,32		
	Se	4,2	1,93		
	Mn	0,01	0,03		

Кабан	Pb	0,47	0,2
	Cd	1,95	1,86
	Zn	3,06	0,52
	Cu	0,69	2,17
	Hg	3,88	2,77
	Se	7,05	6,65
	Mn	0,01	0,20
Косуля	Pb	1,62	0,48
	Cd	0,09	3,72
	Zn	104,7	0,51
	Cu	5,18	6,73
	Hg	0,03	3,29
	Se	0,87	9,78
	Mn	1,61	0,04

Картина распределения ртути в органах животных всех исследуемых видов наименьшей степени среди всех химических элементов подвержена региональному влиянию. Органы кабанов из обоих районов исследования содержат ртуть примерно в одинаковых количествах. Воронежские лоси и косули накапливают ртуть в несколько больших количествах, чем чернянские. Четкой возрастной зависимости в уровнях этого ТМ не наблюдается, по-видимому, из-за довольно низких его концентраций. Возрастные особенности аккумулирования селена и корреляция содержания его с ртутью, описанные в условиях БГХ провинций у других классов позвоночных, в частности, у рептилий и амфибий [144], нами не выявлены.

Содержание марганца в тканях органов копытных ВГБЗ в 1,5-2 раза превышает этот показатель у чернянских особей. Возрастные особенности накопления МЭ в органах диких парнокопытных и с. х. животных не

установлены.

Кобальт в тканях диких парнокопытных животных ВГБЗ определен в незначительных количествах во всех органах кабана и косули, а также в печени лося. Содержание этого незаменимого МЭ в организме лося, кабана, косули, овец, свиней и кроликов в ЧРБО оказалось ниже предела чувствительности метода.

Остаточные микроколичества ХОП и их метаболитов ( $\gamma$ -ГХЦГ и п,п'-ДДЭ) установлены в околопочечном жире всех исследуемых диких парнокопытных и с. х. животных района исследований, за исключением косуль из ВГБЗ, у которых содержание п,п'-ДДЭ оказалось ниже предела чувствительности метода. Уровни этих соединений в обоих регионах сопоставимы, за исключением чернянских лосей, накапливающих сравнительно большие количества п,п'-ДДЭ, и воронежских кабанов, у которых более значительным оказалось содержание  $\gamma$ -изомера ГХЦГ.

На рис. 3.11. и 3.12. показана взаимосвязь фоновых средневзвешенных концентраций химических элементов в БГХ пищевой цепи. Зависимость уровней в биомассе диких парнокопытных от концентраций в растительности значительно больше (r=0,47), чем от уровней в почве (r=0,24).

Таким образом, аккумуляция МЭ и ТМ в мышечной ткани, печени и почках диких и с.х. парнокопытных ЧРБО и ВГБЗ отражают принадлежность этих субрегионов биосферы к фоновым территориям, несмотря на их различия в геологическом строении, почвенно-климатических особенностях и хозяйственном использовании. Связь уровней накопления химических элементов дикими животными с растительностью достоверно более тесная, чем с почвенным комплексом. При обитании диких парнокопытных в незагрязненных биотопах, стойкие ХОП в их околопопечном жире обнаруживаются в незначительных количествах, а в почках и печени — на уровне, близком к пределу обнаружения методом ГЖХ.

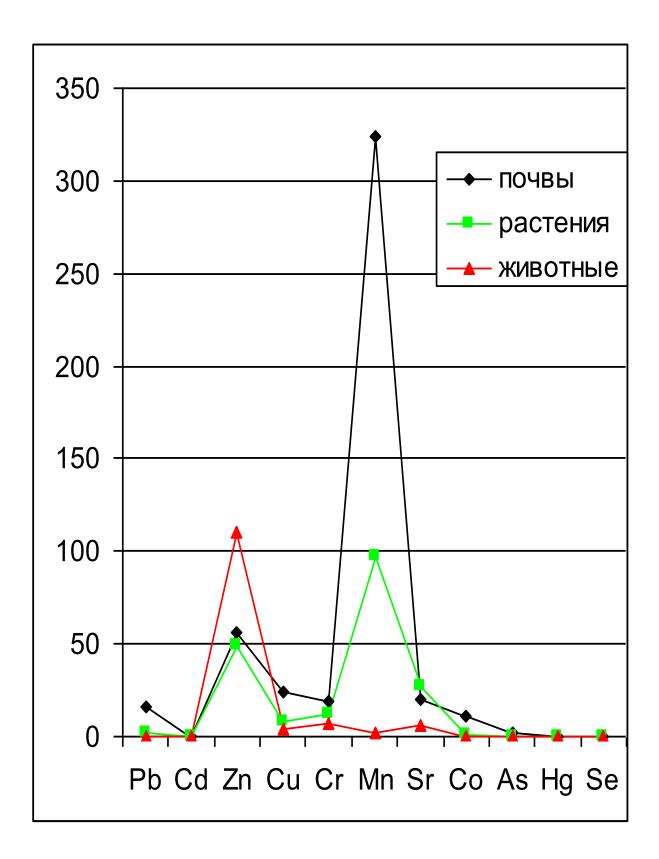


Рис. 3.11. Средневзвешенные фоновые концентрации ТМ и МЭ в почвах, растительных кормах и биомассе диких парнокопытных ЧРБО (почвы и растения – в мг/кг возд.-сух. массы, животные – в мг/кг сырой массы).

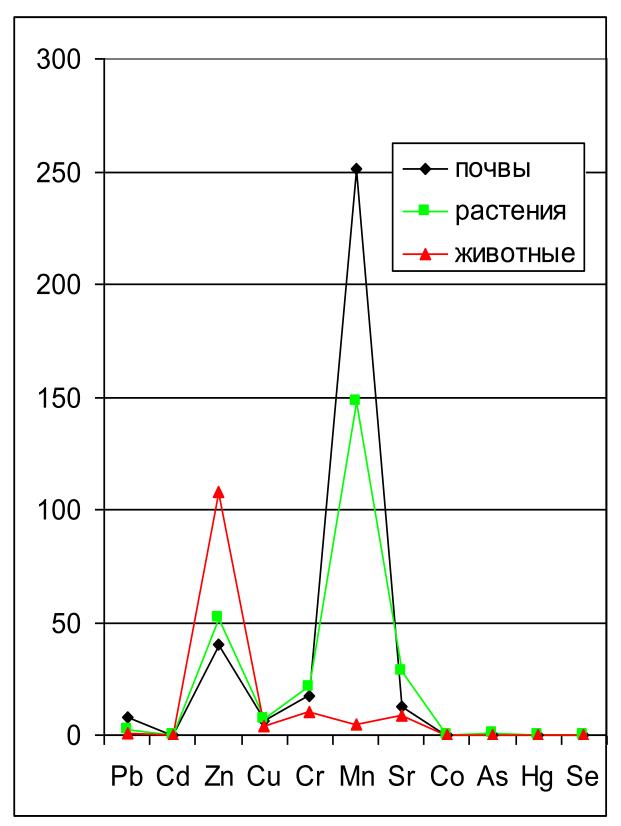


Рис. 3.12. Средневзвешенные фоновые концентрации ТМ и МЭ в почвах, растительных кормах и биомассе диких парнокопытных ВГБЗ (почвы и растения – в мг/кг возд.-сух. массы, животные – в мг/кг сырой массы).

## 3.3. Региональная специфика микроэлементного состава крови крупного рогатого скота

Заболевания животных и человека, связанные с дефицитом жизненно важных МЭ в продуктах питания и кормах весьма обширны. Среди них наиболее массовое распространение получили сердечно-сосудистые, костно-суставные и опухолевые заболевания человека и животных. Их генезис во многом обусловлен дефицитом таких незаменимых элементов как селен, йод, медь, марганец и ряд других. Дискретность рассеяния МЭ, экстенсивные с.х. технологии и эволюция питания — основные причины комплексных гипо- и гипермикроэлементозов, широко распространенных у КРС в Нечерноземной зоне России и других регионах.

Коррекция микроэлементозов осуществляется посредством внесения микроудобрений и применения специальных агротехнологий, использования МЭ препаратов, кормовых и пищевых добавок, регулированием питания и кормления. В условиях массовых микроэлементозов принципиальную роль играют местные технологии приготовления премиксов на основании БГХ оценки территорий хозяйств, а также другие БГХ технологии, включая реконструирование с.х. ландшафтов за счет внесения в почвы недостающих МЭ [183, 226].

Осуществление профилактических мероприятий связано с необходимостью оценки концентраций МЭ в биологических жидкостях (крови, сыворотке, моче) КРС и их ранжирования при различных физиологических состояниях. Данное исследование касается особенностей изменения концентраций химических элементов в крови коров из различных регионов России. Результаты определения МЭ в крови животных приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Концентрации микроэлементов в крови крупного рогатого скота, в мкг/л ( $\overline{X} \pm s$ )

Место	Zn	Cu	Mn	Mo	Co	As	Se
отбора проб							
Воронежская	3806±2396	1295±187	157±36	21±9	84±31	208±92	148±25
обл. (115)*							
Кировская	3560±1287	944±202	34±12	6±5	35±18	50±24	96±28
обл. (75)*							
ЗБК, с. Бек-	4536±1572	1235±123	45±42	10±6	36±21	90±81	95±53
лемишево							
(25) *							
ЗБК, с. Тру-	4448±1897	1250±80	43±19	11±2	10±7	63±34	122±62
бачево (40)*							
КБР, г. Тыр-	4833±1754	1107±188	65±28	35±7	81±24	64±35	89±19
ныауз (8) *							
КБР, с. Бы-	4510±912	1011±257	70±42	23±22	85±23	52±48	75±17
лым (15) *							
РСО, с. Ми-	5236±5000	1183±194	781±35	10±9	71±34	58±30	97±17
зур (10) *							
РСО, г. Ала-	3063±414	1041±97	43±29	10±7	65±40	60±29	103±12
гир (5) *							
Московская	3033±670	844±102	80±20	-	-	-	91±5
обл. (30) *							

<sup>\*</sup> В скобках количество проб при определении селена, для анализа на другие микроэлементы использовали по 10 образцов цельной крови, кроме Алагира (5) и Тырныауза (8).

Наиболее высокое содержание МЭ характерно для цинка. Средние его концентрации по отдельным полигонам изменяются от 3033±670 (Подмосковье) до 5236±5000 мкг/л (с. Мизур, РСО). При этом обращает внимание сильный разброс данных, особенно в районе с повышенным содержанием металлов (с. Мизур). Наиболее вероятными фоновыми уровнями цинка могут быть концентрации от 3000 до 4500 мкг/л. В хозяйствах Читинской области и у животных с Северного Кавказа (за исключением г. Алагира) наблюдается более высокое содержание Zn по сравнению с хозяйствами Центральной России, а максимальное значение приходится на п. Мизур в районе полиметаллической БГХ провинции.

Следует заметить, что в крови коров из данного поселка было обнаружено повышенное содержание свинца (до 154 мкг/л) при региональном фоне 15-30 мкг/л (г. Алагир), что связано с высокими концентрациями металла в растениях пастбищ аномальных территорий (50-100 мг/кг с колебаниями от 2 до 100 мг/г). Достоверность различий не достигает уровня вероятности 95%.

Проведенные нами БГХ исследования крови КРС, обитающего в бассейне р. Ардон показали, что уровень гемоглобина у животных из п. Мизур был несколько выше (123-203 мг/л), чем у телят из г. Алагир (145-177 мг/л). Но в обоих случаях это выше нормальных значений для КРС равнинных территорий (95-125 мг/л), что связано с высотным фактором. Активность глутатионпероксидазы в обоих случаях находилась в пределах нормальных физиологических значений. Активность же δ-АЛК у животных обоих населенных пунктов являлась низкой (ниже нормы). Активность этого фермента у коров и телят из п. Мизур оказалась почти в 2 раза ниже, чем у телят из г. Алагир. Полученные данные указывают на интоксикацию животных свинцом, особенно в п. Мизур.

При анализе цельной крови КРС установлено снижение концентраций кальция у животных, обитающих в зоне Мизурского ГОКа (33,6-41,6 мг/л) по сравнению с содержанием кальция в крови коров из поселка Алагир (38,0-53,0 мг/л). В целом, концентрации кальция в данной провинции оказались заметно

ниже уровня кальция в крови животных из хозяйств Московской области (43,9-50,0 мг/л). Существенных различий по уровню Mg и Se не обнаружено. Возможно, снижение концентраций кальция в цельной крови и сыворотке у животных, обитающих в районе выхода известняков, связано с влиянием свинца на уровень гормонов, регулирующих обмен кальция. Однако это предположение требует дополнительных исследований.

В меньше степени варьирует содержание других МЭ в крови животных. Так, средние концентрации меди изменяются в крови коров отдельных полигонов от 844±102 (Подмосковье) до 1295±187 мкг/л и в большинстве приближаются к 1100-1200 мкг/л. Уровень марганца изменяется от 34±12 (Кировская область) до 781±35 мкг/л (РСО). В других регионах в крови присутствие МЭ составляет 43-71 мкг/л. Наиболее высокое содержание Мо отмечено в крови животных из молибденовой БГХ аномалии (г. Тырныауз) – 35±7 мкг/л, а самый низкий уровень кобальта характерен для хозяйства «Трубачевское» (Читинская область) – 10±6 мкг/л

Обращает внимание в ряде случаев повышенное содержание МЭ (марганец, молибден, мышьяк, селен) в крови коров из Воронежской области. По-видимому, в данном случае сказывается применение премиксов с высоким содержанием указанных химических элементов. Известно, что фосфаты часто содержат высокий уровень мышьяка и других МЭ.

Данные по распределению концентраций селена в крови дойных коров Черноземья представлены на рис 3.13.А. Среднее содержание МЭ в крови коров из Воронежской области составило 148 ± 25 мкг/л (n= 115) с колебаниями от 102 до 224 мкг/л. То есть размах варьирования превысил 2 раза. Уровни содержания селена в крови распределены крайне неравномерно, а общая картина не подчиняется статистическому закону нормального распределения. Обращает внимание максимальная частота концентраций селена в интервале 131-140 мкг/л. Следующий максимум приходится на интервал 161-170 мкг/л. По-видимому, уровень селена в крови является сложной функцией, зависящей от возраста,

физиологического состояния животных и других факторов. Это прослеживается и для других регионов России. Варьирование концентраций селена в крови особенно характерно для Трубачевского полигона, где для предупреждения беломышечной болезни применяют внутримышечные инъекции «неоселена» (водный раствор селенита натрия). Эта обработка сказывается как на уровне селена в крови, так и в волосяном покрове коров.

Изменение концентраций селена в крови дойных коров из хозяйств Кировской области (Нечерноземье) представлено на рисунке 3.13.Б. Нетрудно заметить, что в данном случае картина распределения концентраций МЭ также является сложной. Наиболее часто встречаются концентрации селена в интервале 71- 110 мкг/л (первый максимум). Второй максимум приходится на интервал 131- 140 мкг/л. Среднее содержание селена в цельной крови коров Кировской области составляет 96 ± 28 мкг/л с колебаниями от 33 мкг/л (минимум) до 181 мкг/л (максимум). То есть размах варьирования достигает 6 единиц. Полученные данные приближаются к уровню содержания селена в других районах Нечерноземья (Северная Осетия 75-117 мкг/л и Московская область 80-125 мкг/л).

Обращает внимание сравнительно низкое содержание селена в цельной крови коров из хозяйств Кировской области. В среднем оно в 1,54 раза ниже концентраций селена в крови животных из Воронежской области. При этом разница достоверна с высокой вероятность (Р = 0,999). По-видимому, различия обусловлены и геохимическими факторами. Известно, что Кировская область представляет собой регион с недостатком селена в кормах. Таким образом, в данном случае прослеживается четкая связь уровней содержания селена в крови животных с БГХ особенностями таксонов биосферы. Однако для более детального рассмотрения данного вопроса необходимо ранжировать животных, концентрации селена относительно возраста продуктивности, физиологических особенностей, а также факторов кормления и БГХ ситуации в пелом.

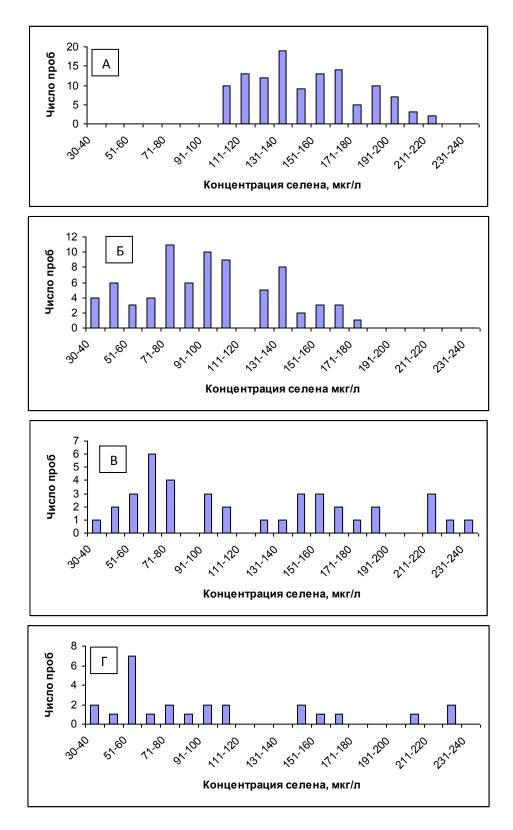


Рис. 3.13. Распределение концентраций селена в крови коров из различных регионов России. А — Воронежская обл., Б — Кировская обл., В — Забайкальский край (Беклемишево),  $\Gamma$  — Забайкальский край (Трубачево).

Возрастные особенности четко прослеживаются в отношении селена. Как правило, у телят уровень содержания МЭ в крови в несколько раз ниже, чем у лактирующих коров. Например, в крови телят из хозяйств Подмосковья концентрации селена в крови изменялись примерно от 20 до 30 мкг/л, а у коров – от 80 до 125 мкг/л. Подобная закономерность прослеживается и в отношении других животных [178].

Наименьшее содержание селена обнаружено в крови коров из п. Былым (Кабардино-Балкария) — 75±17 мкг/л. Именно в этом поселке зарегистрированы случаи беломышечной болезни у телят. Слабая кормовая база в с. Былым определяет низкую продуктивность животных (плохая упитанность, низкие надои молока, низкая концентрация белка). Указанные неблагоприятные условия наряду с низкими концентрациями Se в растениях, по-видимому, способствуют проявлению беломышечной болезни молодняка с.х. животных. В Тырныаузе, в окрестностях рудника, горные пастбища являются хорошей кормовой базой КРС, а низкий уровень селена в кормах и почвах компенсируется техногенным его потреблением в результате сноса и рассеивания рудного материала.

# 3.4. Диагностика хронических микроэлементозов крупного рогатого скота по химическому составу волос

С целью отслеживания и оценки происходящих в природе локальных и глобальных геохимических процессов и диагностики микроэлементозов животных и человека необходимо привлечение интегрированных методов. Волосы являются доступным биологическим субстратом, отражающим процессы, происходящие в организме. Концентрации большинства химических элементов, присутствующих в организме животного и человека, в волосяном покрове значительно выше, чем в привычных для анализа биологических жидкостях —

крови и моче. Полагают, что XCB отражает интегрированное состояние минерального обмена и химического состава кормов, воды и воздуха.

#### 3.4.1. Сущность метода диагностики хронических микроэлементозов

Метод, разработанный нами и защищенный патентом на изобретение, включает следующие стадии [183, 345]:

- 1. Сбор информации о животном и особенностях его содержания.
- 2. Осмотр животного.
- 3. Отбор волосяного покрова.
- 4. Очистка волос от загрязнений.
- 5. Высушивание очищенных волос.
- 6. Измельчение волос, их минерализация.
- 7. Инструментальный анализ волос.
- 8. Сравнение полученных данных с интервалом концентраций химических элементов, ранжированных по степени экологического статуса (дефицит, норма, избыток).
- 9. Заключение о статусе макро- и микроэлементов и возможная коррекция экологического неблагополучия.

В начале необходимо получить информацию о животном: вид, порода, пол, возраст, масть (окраска), состояние животного (упитанность, стадия лактации), тип кормления и содержания (пастбище, стойловый период и т.п.). Эти данные заносят в специальную карту отбора пробы, где указывают особенности материала (место отбора волос, степень загрязнения), дату сбора, хозяина животного, адрес и фамилию специалиста, отбиравшего материал [497, 498, 501].

Отбор волосяного покрова проводится, как правило, в специальном загоне. Допускается отбор пробы волос хозяином животного. Место пробоотбора: загривок, середина спины, огузок, бок под загривком, середина бока тела, бок тела под огузком, грудь, середина брюха, брюхо под огузком, локоть, запястье,

колено, пятка, кисть хвоста (хвостовой пучок). На основании проведенных исследований рекомендуется использовать хвостовой пучок, так как волосы хвостовой части длинные, редко содержат включения, их удобно отбирать, когда необходима большая навеска. Кроме того, концентрации ряда металлов в волосах хвоста выше, чем в остальных видах волос.

Однако в результате медленной смены волос из кисти хвоста, информативность по изменению их химического состава во времени является слабой. Тем не менее, для диагностики хронических микроэлементозов животных это явление имеет положительное значение.

Проба волос (около 1,5-2 г) отбирается из кисти хвоста по всей длине. Выстригается участок кисти на расстоянии 1-2 см от кожных покровов посредством ножниц (лучше с титановым покрытием). Пробу помещают вместе с этикеткой в бумажный или полиэтиленовый пакет и доставляют в лабораторию.

Очистка волос от загрязнений является одной из ответственных стадий метода [345, 717]. Следует заметить, что в настоящее время не существует унифицированных способов очистки волос от загрязнений. Эта стадия зависит от решаемой задачи и вида исследуемых волос. При элементном анализе волос человека образцы очищают от примесей (загрязнений) посредством промывания детергентами, органическими растворителями (ацетон, этанол, диэтиловый эфир, бензол), дистиллированной водой в различном сочетании с последующим °C. 60-110 высушиванием при Наиболее приемлемы методики, предусматривающие анализ проб волос до и после обработки «мягкими» реагентами.

Нами проведены специальные эксперименты по подготовке и анализу проб волосяного покрова КРС. Оценивалось изменение концентраций химических элементов в зависимости от степени гомогенизирования волос (длина разрезанных фрагментов), температуры высушивания, длительности промывания и других факторов. Проведено несколько опытов по очистке волос от экзогенных примесей. С этой целью оценивалось промывание волос дистиллированной водой

в течение различного периода времени. Изучалось также влияние разной концентрации детергента (гидроксида триметилбензиламмония), времени и способа (ультразвуковая обработка и встряхивание) взаимодействия моющего раствора и пробы на характер выхода элементов в растворы. В растворах определялись макро- и микроэлементы, в том числе K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Sr, Cu и другие. В промывных водах измерялась степень мутности. Распределение химических элементов по длине отдельных волос оценивалось посредством рентгено-флуоресцентного метода. Морфологическая характеристика отдельных волокон производилась посредством гистологической техники и световой микроскопии [183, 221, 802].

Установлено, что потери цинка отмечались при возрастании времени взаимодействия моющих растворов с пробой волос, не зависимо от их концентрации, а также при смыве детергента бидистиллированной водой. В некоторых случаях наблюдались потери меди. Элементы-индикаторы экзогенного загрязнения (Pb, Cd) отмывались с первой порцией моющих экстрактов, не зависимо от используемых режимов обработки. Характер выхода в растворы K, Na, Ca, Mg был различным, причем при последовательном встряхивании выход элементов в моющие растворы был более равномерным, чем при ультразвуковой обработке.

Исследовали также процесс поглощения ионов металлов отмытыми волосами из их водных растворов. В ряде случаев обнаружена необратимая абсорбция металла.

Таким образом, на стадии «промывания» волос имеются определенные трудности. В данном случае заметное влияние оказывает место взятия пробы (туловище, голова, хвост), возраст животных и пигментация волос. Для таких химических элементов как Ca, Mg, Fe, P, Cu различия достигают 50% даже при длительном промывании волос дистиллированной водой [528]. Тем не менее, промывание проб волос водой признано нами наиболее перспективным способом их очистки.

Противоречивость данных, по-видимому, связана с особенностями структуры и формирования волос, степенью полимеризации и характером внутренних включений. После высушивания минерализация волос проводится в смеси особо чистой азотной кислоты и пероксида водорода. На этой стадии для повышения точности анализа и гомогенности образца целесообразно увеличить массу пробы до 0,5 г.

МЭ состав образца определяется обычными аналитическими методами. Для изучения локализации химических элементов в отдельных волосах опробован рентгено-флуоресцентный анализ в сочетании с микрозондовой техникой. Показано, что изменения интенсивностей для отдельных волос по их длине незначительны. По данным световой микроскопии установлена заметная морфологическая дифференциация волокон как в продольном направлении, так и на поперечных срезах [528].

Количественное определение химических элементов В волосах осуществляется различными методами: ИСП-масс-спектрометрии OT электрохимических методов [577, 606, 607, 713, 782, 810]. Используются также нейтронно-активационный анализ, атомно-абсорбционная спектрометрия, эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-АЭС), вольтамперометрия [810], спектрофотометрия.

Для элементного состава волос рекомендуется в основном атомная абсорбция (пламенный и беспламенный варианты). При определении йода и фтора возможно использование ионоселективной потенциометрии, а при измерении концентраций селена — спектрофлуориметрический метод [345]. Для повышения надежности результатов рекомендуется каждый раз проводить анализ очищенной пробы волос и стандартного образца.

### 3.4.2. Интервалы концентраций химических элементов в волосах

Существенным этапом наших исследований являлось определение интервалов концентраций химических элементов в волосяном покрове здоровых животных с учетом возраста (телята, взрослые животные), пола, масти и физиологического состояния, а также животных, обитающих в условиях избытка и недостатка макро- и микроэлементов.

Мы определили такие интервалы на основании имеющихся литературных данных и собственных результатов. Выявлена четкая зависимость ХСВ по кальцию, магнию, фосфору и марганцу от сезонов года и цвета волос (рис. 3.14., табл. 3.3.).

В меньшей степени это наблюдается в отношении меди, цинка и других МЭ (табл. 3.4.). Обращает внимание малочисленность данных по концентрации селена, молибдена, йода, фтора в волосяном покрове животных.

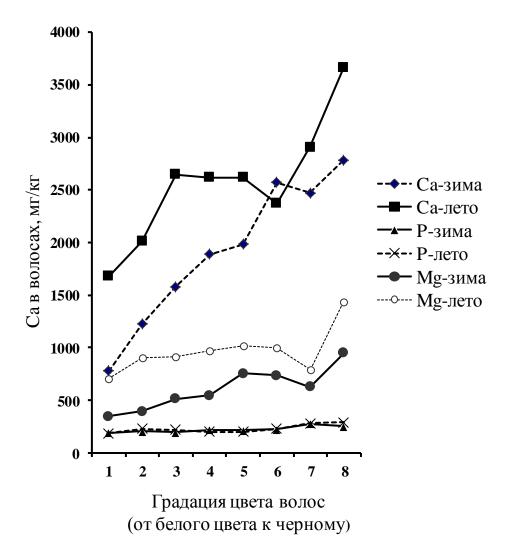


Рис. 3.14. Графическое представление изменений концентраций макроэлементов в волосах крупного рогатого скота в зимний и весенний периоды, ранжированных по степени их окраски (в мг/кг). Градация цвета волос: 1 — белый, 2-7 — от желтого до темно-красного, 8 - черный [807, 808].

Таблица 3.3. Максимальные и минимальные концентрации некоторых химических элементов в волосяном покрове крупного рогатого скота и волосах человека (мг/кг)

Химический	Крупный рогатый		Крупны	й рогатый скот	Человек	
элемент	скот (Рос	есия)*	(Зарубех	жные	(разные с	страны)***
			страны)	**		
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Ca	480	3148	780	3794	50	7100
Mg	232	287	257	1447	9	252
P	180	590	174	282	94	273
Fe	33	403	15	72	4	750
Zn	70	297	59	223	15	961
Mn	5	59	1	26	0.2	7
Cu	4	25	2	14	3	91
Sr	3.4	11.7	-	-	0.1	18
Pb	1.0	1.7	-	-	0.2	13.4
I	0.13	0.20	0.06	1.65		

## По материалам:

- \* Животные (Россия) [23, 154, 171, 183, 268, 348, 528];
- \*\* Животные (Зарубежные страны) [183, 203, 355, 563-567, 569, 616, 682, 683, 710, 748, 780, 789, 807, 808];
- \*\*\* Человек (разные страны) [6, 144, 196, 280, 283, 327, 373, 426, 462, 567, 569, 573-575, 579, 602, 605, 618, 655, 657, 658, 680, 682,-684, 703, 704, 713, 725, 727, 728, 741, 744, 746, 750, 754, 759, 762, 767, 780, 781, 790, 799, 816].

Таблица 3.4. Концентрации микроэлементов в волосах крупного рогатого скота в зимний и весенний периоды, ранжированные по цвету (в мг/кг) (n = 50) [по  $807,\,808$ ]

Степе	Степень окраски		Mn		Cu		Zn	
	волос*	зима	лето	зима	лето	зима	лето	
1	$\overline{X}$	4.46	9.01	7.83	8.00	119	134	
	± s	1.59	4.69	1.56	2.03	30	48	
2	$\overline{X}$	6.73	8.99	7.71	8.16	170	223	
	± s	2.97	3.98	1.51	1.59	47	86	
3	$\overline{X}$	6.35	8.42	8.04	8.68	172	181	
	± s	3.81	3.77	1.09	1.38	75	78	
4	$\overline{X}$	8.30	10.00	7.77	8.76	161	155	
	± s	5.30	4.69	1.65	1.40	64	66	
5	$\overline{X}$	8.84	9.98	8.61	9.32	140	140	
	± s	5.47	5.22	1.28	1.34	37	42	
6	$\overline{X}$	11.45	10.63	8.39	8.31	131	139	
	± s	8.4	7.75	1,23	1,36	17	43	
7	$\overline{X}$	9.57	13.01	7.43	8.24	123	157	
	± s	6.29	8.99	1.32	1.65	30	76	
8	$\overline{X}$	13.11	19.77	7.73	9.25	145	138	
	± s	7.34	12.30	1.65	1.76	29	50	

<sup>\*</sup> градация цвета волос: 1 - белый, 2-7 – от желтого до темно-красного, 8 – черный.

В работе Патрашкова С.А. [348] показано, что накопление ТМ в волосяном покрове животных зависит от видовой и породной принадлежности. Изучен волосяной покров крупного рогатого скота следующих пород: черно-пестрой, красной степной, симментальской, айрширской, галловейской, якутской и серой

украинской. Коэффициенты накопления ТМ располагались в следующем порядке по убывающей: красная степная, якутская, серая украинская, симментальская, галловейская, черно-пестрая, айрширская, т.е. выявлено заметное варьирование в степени аккумуляции тяжелых металлов (цинка, меди, свинца, кадмия) в волосе крупного рогатого скота.

Следует отметить, что в отличие от волос человека, элементный состав волосяного покрова животных в литературе представлен слабо. Это касается как числа биологически активных макро- и микроэлементов, так и диапазона «нормальных концентраций» отдельных химических элементов. Поэтому важным этапом разработки нами метода являлось определение такого диапазона для КРС с учетом возраста, пола, локализации волос, сезона отбора, условий кормления и ряда других факторов.

### 3.4.3. Полигоны и постановка экспериментов

Метод индикации БГХ аномалий отрабатывался на конкретных территориях с различным экологическим статусом. В качестве экспериментальных полигонов выбраны Подмосковье [202], Восточное Забайкалье, Северный Кавказ и Воронежская область [183]. Летом 2003-2004 гг. проведены эколого-БГХ исследования на территории Тырныаузского рудного поля, в районе горнообогатительного молибденового комбината, отобраны образцы почв, растений, вод, крови и волосяного покрова, выявлены специфические реакции животных на конусе выноса рудных элементов.

В этот же период получены образцы волос КРС и из других регионов РФ (Московская область, ЗБК, Владимирская область). Для некоторых районов Восточного Забайкалья получены данные по химическому элементному составу почв, вод, растений, которые характеризуются в ряде случаев повышенными концентрациями фосфора, марганца, стронция и пониженными уровнями содержания селена.

Отбор волосяного покрова массой 2-3 г проводился, как правило, в специальном загоне у дойных коров 4-9 летнего возраста на молочно-товарных фермах из хвостовой части в течение 2002-2004 гг. Этот участок был выбран потому, что волосы хвостовой части длинные, редко содержат включения, их удобно отбирать, когда необходима большая навеска. Кроме того, концентрации ряда ТМ и МЭ в волосах хвоста выше, чем в остальных видах волос. Пробу помещали вместе с этикеткой в бумажный или полиэтиленовый пакет и доставляли в лабораторию. Волосы очищали одним и тем же специально разработанным способом [221, 528]. Следует отметить, что к моменту проведения нами исследования не существовало унифицированных способов очистки волос от загрязнений.

После разложения навески волос (0,5 г) смесью минеральных кислот и пероксида водорода в микроволновой печи, разбавленный дистиллированной водой минерализат анализировали посредством атомной абсорбции (пламенный и беспламенный варианты) [183]. При измерении концентраций селена спектрофлуориметрический вариант [174]. Для использовали надежности результатов каждый раз проводили анализ очищенной пробы волос и стандартного образца.

Для проверки правильности разработанной методики проведен анализ двух стандартных образцов волос человека CRM NCS DC 73347 Hair (China National Analysis Center for Iron & Steel 1997) и CRM 397 (Commission of the European Communities, BCR, CRM No 397, Human hair) (табл.3.5.). В минерализате стандартного образца CRM NCS DC 73347 Наіг оставался белый осадок. Установлено, что этот осадок содержит в основе алюминий. Все измерения проводили методом стандартных добавок.

Таблица 3.5. Результаты анализа стандартных образцов волос (в мг/кг) [183]

	CRM NO	CS DS 73347		CR	CRM 397			
Элемент	Аттестованное	Найденное	Элемент	Аттестованное	Найденное			
	значение	значение		значение	значение			
Ca	2900±200	2930±500	Fe	580±10	525±25			
Mg	360±30	400±150	Mg	200±5	193±10			
Na	152±10	160±20	Zn	199±5	203±20			
K	20±5	23±5	Mn	11.2±0.3	9,1±1,2			
Zn	190±5	210±50	Cd	0.521±0,024	0,55±0,06			
Mn	6,3±0,5	5,9±2,2	Mo	6,6±0,2	7,5±1,6			
Sr	24±1	21,5±4,5	Pb	33,0±1,3	29,5±3,5			
Cd	0,11±0,02	$0,10\pm0,02$	Ni	39,0±1,4	46±5			
Ni	0,83±0,15	1,1±0,4	Co	0,55±0,03	0,40±0,18			
Co	0,071±0,008	0,055±0,025						
Pb	8,8±0,9	8,6±1,1						
P	170±7	161±6						
Se	0,60±0,03	0,61±0,02						

Расхождения аттестованных и найденных значений в большинстве случаев незначительны. Учитывая разнонаправленность этих расхождений при анализе различных стандартных образцов, разработанная нами методика признана правильной.

# 3.4.4. Изменение концентраций макро- и микроэлементов в волосяном покрове в зависимости от географических особенностей

Анализ массива полученных данных свидетельствует о заметных различиях химического элементного состава волос КРС отдельных регионов и хозяйств по

содержанию K, Na, Ca, Sr, Fe, Mn, Cu, Co и Se. Так, в ЗБК волосы коров из хозяйства «Трубачевское» (отбор 2003 г.) содержали мало калия (23 - 255 мг/кг), натрия (121 - 430 мг/кг) и более высокие концентрации стронция (9,6 - 41,4 мг/кг), железа (64 - 700 мг/кг) и марганца (13,6 - 64,8 мг/кг). Однако концентрации стронция оказались высокими и в волосах коров «Совхоза им. Ленина» (13,6 - 102 мг/кг). В этом же хозяйстве отмечали необычно высокие концентрации меди: 18-196 мг/кг (региональный фон — около 7 мг/кг), что, по-видимому, связано с интенсивным использованием кормовых добавок, обогащенных медью и стронцием. Пробы волос из этого хозяйства содержали также меньше кальция (660 - 1950 мг/кг), железа (13,5 - 34,0 мг/кг), кобальта (0,003 - 0,007 мг/кг), но больше калия (230 - 3100 мг/кг) по сравнению с биоматериалом, отобранным в ЗБК. В районе распространения уровской Кашина-Бека болезни наряду с низким содержанием селена в ряде хозяйств наблюдается повышенное содержание и стронция, что согласуется с уровнем содержания этих элементов в почвах и растениях.

В табл. 3.6. представлены сравнительные данные о концентрациях макроэлементов в волосах коров, отобранных на Северном Кавказе, Московской области и ЗБК, а также в Центре полевых исследований (Сендаи, Япония).

Таблица 3.6. Сравнительное содержание макроэлементов в волосах кисти хвоста КРС \*

Место и вре-		Элемент						
мя отбора	K	Ca	Mg	Ca:Mg				
Чегем (2004)	2530±654	1954±111	1244±124	1,57				
Тырныауз	2296±526	3161±436	1833±381	1,73				
(2003)								
Тырныауз	1800±615	1939±225	906±127	2,14				
(2004)								

Былым	1817±530	2347±159	1819±231	1,29
(2004)				
Унал (2003)	1562±741	3228±277	1125±266	2,86
Сендаи	802±104	1442±142	851±51	1,69
(2004)				
Московская	1303±78	1365±37	1035±26	1,32
Область				
(2003-2004)				

<sup>\*</sup> - Данные представлены как  $\overline{X} \pm s$  в мг/кг.

Следует отметить заметное варьирование содержания макроэлементов в биоматериале из «фоновых» территорий, в особенности калия (1000-кратный данных). Для кальция и разброс магния отношения максимальных минимальным концентрациям составляют 21 и 15 раз, соответственно. Результаты по макросоставу волос из Японии практически приближаются к «фону» для России. А на территории Северного Кавказа выявлен высокий уровень кальция и отношения Ca:Mg, что, вероятно связано с выходом карбонатных пород в Н.Унале (Северная Осетия). По-видимому, особенности химического состава преобладающих почвообразующих пород отражаются и на составе волосяного покрова. Подобная картина проявляется и в отношении микроэлементов (табл. 3.7.).

Так, уровень стронция в волосах коров из Центра полевых исследований (Сендаи, Япония) весьма низок ( $2,6\pm0,3\,$  мг/кг) по сравнению с  $8-9\,$  мг/кг из районов Северного Кавказа. Для условно-фоновых территорий средняя концентрация еще выше и составляет  $13,7\pm0,7\,$  мг/кг.

Более высокое содержание железа наблюдается в волосах КРС из Н.Унала (Северная Осетия) и некоторых районов Восточного Забайкалья, где встречается

уровская Кашина-Бека болезнь. Повышенный уровень марганца характерен для проб волос из Японии и Забайкалья.

Таблица 3.7. Сравнительное содержание микроэлементов в волосах кисти хвоста КРС \*

Место и		Элемент							
время	Sr	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	Со		
отбора									
Чегем	8,9±	26,9±	10,1±	134±5	7,6±0,2	$0,09\pm0,02$	0,027±0,010		
(2004)	0,8	3,7	1,8						
Тырныауз	12,3±	30,7±	12,1±	128±6	7,3±0,5	1,33±0,26	0,021±0,007		
(2003)	2,1	3,4	4,6						
Тырныауз	8,5±	34,0±	8,3±	143±4	8,2±0,4	0,61±0,09	0,016±0,004		
(2004)	1,2	4,1	1,4						
Былым	9,1±	23,5±	8,5±	129±	7,5±0,4	0,30±0,11	0,027±0,005		
(2004)	1,3	2,8	1,9	10					
Унал (2003)	8,8±	62,4±	16,5±	142±9	8,5±0,3	0,43±0,12	0,090±0,027		
	2,7	8,3	2,9						
Сендаи	2,6±	38,2±	31,9±	116±3	6,8±0,2	$0,06\pm0,02$	0,017±0,002		
(2004)	0,3	6,5	3,1						
Московская	13,7±	38,7±	15,2±	125±1	7,8±0,7	0,18±0,02	0,036±0,002		
область	0,7	1,9	0,7						
(2003-2004)									

<sup>\* -</sup> Данные представлены как  $\overline{X} \pm s$  в мг/кг.

Это может быть связано с преобладанием вулканических пород (Япония), и с мерзлотными процессами и заболачиванием территорий (Восточное Забайкалье). С типом пород и рудного материала, по-видимому, связаны

вариации уровней содержания молибдена и кобальта в волосах. Именно в Тырныаузе волосяной покров обогащен молибденом (1,3  $\pm$  0,3 мг/кг). Содержание цинка в волосах коров из Н. Унала повышено в связи с проявлениями полиметаллических месторождений [139]. Это подтверждается повышением уровня свинца в волосах из кисти хвоста, отобранных в Северной Осетии, где почвы и растения обогащены этим химическим элементом. При этом сопровождаются концентрации повышенные металлов В волосах коров снижением активности дегидратазы б-аминолевулиновой кислоты (тест на субтоксикоз свинцом и другими металлами), а также резким увеличением (в 7-8 раз) уровня металлотионеина в плазме крови животных.

Географические особенности ХСВ КРС выявляются и при распределения селена и фосфора. По содержанию селена волосы располагаются в следующий убывающий ряд: «Совхоз им. Ленина» (Московская область), Центр полевых исследований Сендаи (Япония), Тырныауз (КБР), «Немчиновка» (Московская область), «Москворецкий» (Московская область), Н.Унал (РСО), «Трубачевское» (ЗБК) и Нерчинский Завод (ЗБК). Так, если содержание МЭ в волосяном покрове коров из Японии достигало иногда 0,7-1 мг/кг, то в пробах волос из Нерчинского Завода иногда присутствовало селена 90 мкг/кг. В волосы часто содержали Se 0,15-0,3 мг/кг. Следует хозяйстве «Немчиновка» заметить, что на уровень содержания этого МЭ в волосах влияет обработка животных (в особенности, телят) растворами селенита натрия или потребление ими кормов с добавками соединений селена. Это затрудняет интерпретацию статуса Se. Тем не менее, при анализе концентраций МЭ в волосах в зависимости от его содержания в кормах и пастбищных растениях выявлена положительная корреляция. Так, для n = 97 коэффициент корреляции r = +0.83 при  $P \le 0.01$ . В этом случае учитывалось среднее содержание селена в сене и пастбищных растениях из Нерчинского Завода, Догъе, Трубачево, Н.Унала и Тырныауза, изменяющееся от 20 до 463 мкг/кг, и средние концентрации селена в волосах животных, варьирующие от 261 до 463 мкг/кг.

Условно-фоновые концентрации ртути в волосах коров из хозяйства «Беклемишево» изменялись от 29 до 83 мкг/кг (среднее  $61 \pm 5$  для n = 49), а в волосах коров из «совхоза им. Ленина» содержание элемента варьировало от 13 до 83 мкг/кг (среднее  $72 \pm 6$  мкг/кг для n = 35). Различий между группами не выявлено ( $t = 1,41, P \le 0,1$ ). Уровень содержания мышьяка в 36-ти проанализированных образцах волос коров из «Совхоза им. Ленина» изменялся от 48 до 427 мг/кг (среднее –  $101\pm13$  мкг/кг), а в хозяйстве «Беклемишево» - от 48 до 84 мкг/кг (среднее –  $69\pm5$  мкг/кг). При этом разница по мышьяку в волосах коров этих хозяйств была существенной (t=2,29, P<0,02). Более высокий уровень мышьяка в волосах коров из «Совхоза им. Ленина», по-видимому, связан с использованием минеральных добавок (фосфатов) с повышенным содержанием Аѕ. Определенное влияние оказывает также техногенный фактор, так как хозяйство расположено рядом с МКАД.

## 3.4.5. Определение критических концентраций химических элементов

Поскольку при выявлении зависимости между уровнем содержания МЭ в волосах КРС разного возраста, физиологического состояния (кроме патологии) и цвета не обнаружено существенной разницы, для ХСВ по всем контролируемым элементам с вероятностью P=0,99 установлены диапазоны нормальных концентраций (доверительные интервалы средних значений) элементов для условно-фоновых территорий (табл. 3.8.). Они несколько отличаются между собой по калию, кальцию, а также по стронцию и молибдену, что, по-видимому, связано с большими различиями их содержания в среде обитания.

Таблица 3.8. Варьирование нормальных концентраций химических элементов в волосяном покрове крупного рогатого скота условно-фоновых территорий

Субрегион	Содержание химических элементов, мг/кг							
обследования	Zn	Cu	Mn	Sr	Co	Mo		
Московская область(n = 147)	110-130	7-8	10-20	7-11	0,02-0,04	0,14-0,26		
ЗБК, «Беклеми- шево» (n = 102)	120-130	7-8	16- 20	9-12	0,04-0,08	0,08-0,14		
Воронежская Область (n = 133)	110-120	8-10	6-8	11-15	0,02-0,04	0,02-0,08		
КБР, г. Чегем (n=11)	120-150	7-8	4-16	6-11	-	0,02-0,15		

Примечание: При числе степеней свободы  $f \geq 30$   $s \approx \sigma$ . Доверительный интервал среднего значения составляет  $\overline{X} \pm n \cdot \sigma$  (где n=1 при P=68%; n=2 при P=95%; n=3 при P=99,8%). При f < 30  $\sigma = t \cdot s$ . В этом случае с заданной вероятностью доверительный интервал среднего значения составляет  $\overline{X} \pm t \cdot s$  (где t-коэффициент Стьюдента).

Данные по XCB крупного рогатого скота с признаками микроэлементозов приведены в табл. 3.9.

Таблица 3.9. XCB дойных коров из районов с проявлениями микроэлементозов

Субрегион обследования	Пара-	Определяемый элемент, мг/кг					
	метр	Zn	Cu	Mn	Sr	Co	Mo
КБР, с. Былым	$\overline{\mathbf{X}}$	118	6,0	9,1	11,4	0,026	0,19
(n=31)	± s	4	0,32	0,84	1,1	0,004	0,044

КБР, г. Тырныауз	$\overline{\mathbf{X}}$	134	6,6	9,1	10,2	0,019	0,80
(n=33)	± s	3	0,4	1,5	0,9	0,003	0,11
PCO,	$\overline{\mathbf{X}}$	142	8,5	16,5	8,8	0,089	0,43
Н. Унал (n=8)	± s	9	0,3	2,9	2,7	0,027	0,12
ЗБК, поселок Унда	$\overline{\mathbf{X}}$	148	0,9	22	33	0,10	0,037
(n=12)	± s	13	0,3	5	8,9	0,02	0,007
ЗБК, Нерчинский завод	$\overline{\mathbf{X}}$	116	6,0	4,4	11,2	0,013	0,024
(n=13)	± s	5,4	0,5	0,4	3,0	0,007	0,004
ЗБК,	$\overline{\mathbf{X}}$	110	7,0	20,4	24,7	0,088	0,043
«Трубачевское» (n=60)	± s	2	0,1	1,0	1,2	0,006	0,005

Сравнение районов с проявлениями микроэлементозов (Тырныауз, Н. Унал, «Трубачевское», Нерчинский Завод) с условно-фоновыми территориями показывает различия по стронцию, меди, молибдену. Существует тенденция различий по марганцу, но она недостаточно выражена.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что диапазон нормального содержания МЭ в волосах кисти хвоста взрослых особей КРС не зависит от их возраста и физиологического состояния, а зависит от географических факторов среды обитания, т.е. от содержания элементов в почвах и кормах. Кроме того, ХСВ варьирует в зависимости от типа кормления и является важным индикатором качества кормления и содержания животных (табл. 3.10.).

Таблица 3.10. Содержание селена в волосах кисти хвоста КРС

Место отбора проб		Se, мкг/кг							
Место отоора проо	$\overline{X} \pm s$	Min	Max	n					
«Москворецкий»	$328 \pm 19$	141	434	26					
«Немчиновка»	$413 \pm 25$	275	490	16					
«Совхоз им. Ленина»	484 ± 19	300	892	47					
«Беклемишево»	$304 \pm 18$	110	460	23					
«Трубачевское»	$256 \pm 34$	120	488	11					
Нерчинский Завод	$261 \pm 29$	93	357	8					
Н. Унал, РСО	298 ± 17	246	349	6					
Тырныауз, КБР	$463 \pm 41$	247	677	10					

Полученные нами и литературные данные, свидетельствуют о возможности эффективного использования XCB при диагностике некоторых гипо- и гипермикроэлементозов. Так, в условиях гипермолибденовых, гипермедных и гипоселеновых БГХ провинций уровень содержания МЭ является определяющим при диагностике микроэлементозов. Менее информативны данные по концентрациям в волосах марганца и цинка. Тем не менее, в экстремальных геохимических условиях уровень этих элементов в волосах также меняется.

При сопоставлении элементного химического состава волос с клиническими и субклиническими формами проявления хронических микроэлементозов на территории РФ установлено умеренное индикационное значение микроэлементов Sr, Cu, Mo, и Se в волосяном покрове КРС в части диагностики гипо- и гипермикроэлементозов. Оценка эффективности разработанного нами способа приведена в табл. 3.11. [345].

Таблица 3.11. Эффективность ХСВ-мониторинга микроэлементозов КРС

Химический	Дефицит	Избыток
элемент		
Zn	Средняя	Оценка не
		проводилась
Cu	Средняя	Высокая
Mn	Средняя	Средняя
Sr	Оценка не	Высокая
	проводилась	
Со	Средняя	Высокая
Mo	Средняя	Высокая
Se	Высокая	Высокая

Остается сложным реализация метода в отношении фоновых территорий. необходимость Результаты исследований указывают на регионального нормирования XCB животных. Это означает, что для каждого региона и даже субрегиона (Центрально-Черноземный регион, степи Европейского Юга России, горные и северные территории и т.п.) необходимо проводить отбор и элементный чтобы фоновое анализ волос, определить варьирование нормальных физиологических концентраций отдельных химических элементов. Подобная стадия необходима и для отдельных хозяйств, чтобы в последующем контролировать изменение ХСВ в связи с оптимизацией и изменением состава рационов животных [507].

Проведенные нами исследования позволили выявить тесную взаимосвязь химического состава органов и тканей у группы видов ARTIODACTYLA со средой обитания, а также обосновать возможности их использования в качестве биологических мониторов. Так, для диагностики хронических гипо- и гипермикроэлементозов КРС целесообразно использовать ХСВ-мониторинг.

Учитывая отсутствие достоверных различий в МЭ составе волос с разных участков тела животного, рекомендуется брать настриг с кисти хвоста. Необходимо также помнить о различиях в эффективности метода для оценки избыточных и недостаточных состояний разных химических элементов.

#### 3.5. Геоботанические методы экологического мониторинга

В ходе работы по тематике настоящего диссертационного исследования нами были разработаны несколько методов экологического мониторинга без использования в качестве биомониторов парнокопытных животных. Целесообразность их рассмотрения состоит в том, что в совокупности с методами зоомониторинга они существенно расширяют возможности оценки территорий как по спектру химических элементов, так и по селективности оцениваемых биогеопенозов.

# 3.5.1. Способ использования ивы в биогеохимическом мониторинге загрязнения среды кадмием

Данное изобретение относится к исследованиям в области охраны окружающей среды, а именно к способам БГХ мониторинга объектов окружающей среды [181, 346]. Способ может быть использован для экологического картирования, выявления неблагоприятных участков исследуемых регионов и дифференцированной оценки загрязнения регионов кадмием.

До разработки нами данного метода уровень развития техники характеризовался нижеследующими аналогами нашего изобретения.

Известен способ комплексного мониторинга обследуемой земной поверхности [338], включающий ее дистанционное зондирование (космическую

и/или аэросъемку в видимом и/или невидимом диапазонах электромагнитного излучения), взятие проб и определение по ним состояния почвы, воды, воздуха с предварительным разделением территории на зоны, одинаковые по ландшафтным и/или физико-географическим характеристикам среды обитания. Способ включает оценку экологического состояния почв по интегральной токсичности (гибель тест-организмов), а также концентрации ряда токсичных химических элементов (в том числе и кадмия).

Способ многостадиен, продолжителен по времени, трудоемок, требует наличие специализированной микробиологической лаборатории с персоналом и, соответственно, дорог. Он не дает возможности оценивать небольшие по площади участки земной поверхности, тем более поймы рек.

Известен, разработанный нами ранее «Способ экологической оценки загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами» [339], подробно рассмотренный в разделе 3.6. диссертации. Он включает отбор образцов органов и тканей диких парнокопытных животных с последующим определением в них содержания ряда токсичных химических элементов (в том числе и кадмия). Способ позволяет производить БГХ мониторинг загрязнения среды кадмием в том случае, если имеется достаточно многочисленная популяция диких парнокопытных животных и ведется их регулярная или выборочная лицензионная добыча. Однако это происходит не повсеместно.

Наконец, известен «Способ получения информации о загрязнении местности ТМ с помощью пыльцевой обножки медоносных пчел» (183), взятый нами за прототип. Данный метод мониторинга основан на получении информации о степени загрязненности территории тяжелыми металлами с помощью обножки пчел, собираемой с цветковых растений, произрастающих на данной территории. Способ позволяет оценить загрязнение территории рядом токсичных химических элементов (в том числе и кадмием).

Недостатком способа, как и предыдущего аналога, является ограниченная доступность его применения, поскольку пчеловодство развито далеко не

повсеместно. Более того, как раз на территориях, подвергающихся наибольшему техногенному загрязнению ТМ (шахты, отвалы, ГОКи, хвостохранилища и т.п.), пчеловодство практически не ведется.

Задача, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, является повышение репрезентативности результатов мониторинга, обеспечение возможности регулярной мониторинговой оценки практически не ограниченного по площади региона при одновременном снижении трудозатрат. Характерным преимуществом предлагаемого способа, относительно аналогов, является возможность оценки таких сложных объектов среды, какими являются речные поймы, имеющие значительную протяженность и сравнительно небольшую ширину. Задачей изобретения является также расширение видов биологических методов адекватной оценки суммарной токсичности различных объектов окружающей среды на кадмий.

Поставленная задача решается тем, что при проведении БГХ мониторинга загрязнения территории кадмием производится отбор образцов листьев ивы козьей (Salix caprea L.) и/или ивы ломкой (ивы-ракиты) (Salix fragilis L.), высушивание их до постоянного веса, выделение усредненной пробы, определение в ней содержания кадмия, сравнение полученных значений с установленными данными, по выходу за пределы которых определяют степень загрязненности территории кадмием. Отбор образцов возможен в течение всего вегетационного периода. Определение концентрации кадмия в отобранных пробах проводят методом атомно-абсорбционной спектроскопии согласно по ГОСТа [121].

Для оценки территории крупного региона (десятки тысяч га) достаточно отобрать по 1 пробе на 1000-5000 га с распределением мест отбора равномерно по территории; для оценки речной поймы производится отбор по 1 пробе через каждые 100 метров; для оценки небольшого по площади участка территории (порядка 1000 га) производится отбор по 1 пробе на каждые 100 га с распределением мест отбора равномерно по территории. Разложение образцов

проводят смесью концентрированных азотной и хлорной кислот в соотношении 3:1 путем нагревания в конических колбах термостойкого стекла на «песчаной бане», определение валового кадмия методом пламенной атомной адсорбции, а сравнение полученных значений ведут с установленными значениями в воздушно-сухой массе листьев ивы козьей и/или ивы ломкой (ракиты).

На основании многолетних исследований лаборатории биогеохимии окружающей среды ГЕОХИ РАН, нами принята следующая градация территорий по степени загрязненности кадмием:

- 1. условно фоновые территории (уровень содержания кадмия в листьях ивы не превышает 0,6 мг/кг воздушно сухого вещества;
- 2. территории риска (уровень содержания кадмия в листьях ивы находится в пределах от 0,6 мг/кг до 1,2 мг/кг воздушно- сухого вещества;
- 3. территория кризиса (уровень содержания кадмия в листьях ивы находится в пределах от 1,2 мг/кг до 2,8 мг/кг воздушно сухого вещества.

Существуют также территории экологического бедствия, характеризующиеся уровнями содержания кадмия более 2,8 мг/кг (до нескольких десятков мг/кг воздушно-сухого вещества). Однако постановка мониторинговых работ на таких территориях не имеет смысла ввиду очевидности проявления деградации растительности (хлороз листьев, уродливость форм и т. п.).

Таким образом, предлагаемый метод позволяет производить градированную оценку степени загрязнения кадмием как локальных, так и значительных по площади территорий, включая такие сложные для мониторинга участки земной поверхности, какими являются поймы рек.

# 3.5.2. Способ определения экологического статуса территорий по содержанию селена

Изобретение относится к исследованиям в области охраны окружающей среды, а именно к способам биологического тестирования объектов окружающей среды. Способ может быть использован для экологического картирования, выявления неблагоприятных участков исследуемых регионов и дифференцированной оценки экологического статуса территорий по содержанию селена [343, 756].

Наиболее точным количественным методом определения селена является спектрофлуориметрический. После разложения биоматериала смесью хлорной и азотной кислот шестивалентный селен восстанавливают соляной кислотой до Se (IV) с образованием диазоселенола в реакции селенита с 2,3-диаминонафталином [174].

До разработки нами данного метода уровень развития техники характеризовался нижеследующими аналогами нашего изобретения.

Известен способ биотестирования воды, почвы, биологически активных веществ [337], в котором для контроля загрязнения окружающей среды используются микробиологические объекты. Способ заключается в регистрации изменчивости характера колониеобразования двух штаммов дрожжей *Saccharomyses cerevisae* различной плоидности под влиянием среды.

Недостатком способа является то, что данные организмы реагируют, кроме недостатка жизненноважных МЭ, также на загрязнение среды различными токсикантами. Вследствие этого, возможность селективной оценки достаточности содержания в среде селена отсутствует.

Известен способ оценки загрязнения экосистем методом биоиндикации антропогенного влияния на окружающую среду, а также выявления синергических биологических эффектов поллютантов в среде [334]. Способ

заключается в извлечение из оцениваемой природной среды животныхиндикаторов — *Elasmucha grisea* — с последующим проведением анализа частоты проявления ассиметричных морфологических признаков. Как и в случае с предыдущим аналогом, возможность селективной оценки экологического статуса селена практически отсутствует.

Известен способ оценки загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами [183]. Способ включает сбор, сушку и измельчение пробы биоиндикатора, сухую минерализацию, определение содержания ТМ с последующей оценкой. В качестве индикатора используют надземные части полыни Artemisia austriaca. Метод страдает недостатком предыдущих аналогов.

Известен способ комплексной оценки экологической обстановки и эффективности экологического менеджмента в регионе [338], разработанный для оценки достаточно крупных районов, разделенных на административнотерриториальные образования, включающие города, в том числе промышленные центры. Для сбора первичных данных используют дистанционные методы. Локальный мониторинг проводят по показателям качества окружающей среды с территорий, характеризующихся различной определением экологической обстановкой. При проведении комплексных работ осуществляют оценку изменения ситуации во времени. Затем для каждого административнотерриториального образования определяют интегральный показатель оценки эффективности экологического менеджмента и их суммарное значение в целом по региону по заданной формуле.

Помимо вышеотмеченного недостатка предыдущих аналогов, указанный метод чрезвычайно многостадиен, трудоемок и, соотвестственно, дорог. Кроме того, он не позволяет вычленить в «экологическом менеджменте» природную составляющую.

Известен способ комплексного мониторинга окружающей среды региона [335]. Способ сходен с предыдущим аналогом. Различие заключается в том, что помимо дистанционных, в данном случае используются также и контактные

методы контроля различны параметров. Кроме того, на локальных средствах контроля формируются базы данных, которые затем в форме унифицированных графических и табличных протоколов передаются в центр управления и обработки.

Способ страдает недостатками всех вышеперечисленных аналогов.

Наиболее близким техническим решением к предложенному является разработанный нами ранее способ оценки микроэлементного статуса региона [341], который подробно рассматривается в разделе 3.6. диссертации. Способ позволяет получить достоверные данные о состоянии среды (статусе селена – в частности) как локального биогеоценоза, так и крупного региона в целом. Однако, для его реализации необходимо привлечение в качестве биомониторов диких парнокопытных, что не везде возможно.

Задача, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, является повышение репрезентативности результатов биотестирования, обеспечение возможности оценки экологического статуса селена в пределах как локального, так и значительного по площади региона при одновременном снижении трудозатрат. Задачей изобретения является также расширение числа методов биотестирования и объектов-мониторов, применяемых для адекватной оценки экологического статуса селена.

Поставленная способ определения задача решается тем, что экологического статуса территорий содержание на селена путем ee биотестирования включает отбор проб биоиндикаторов, выделение усредненной пробы методом квартования (от 1 до 5 раз в зависимости от количества первоначального материала), фиксацию измельченной пробы (взятой в трех повторностях) концентрированным этиловым спиртом, определение в ней содержания общего Se, сравнение полученных значений с установленными данными. По выходу за пределы этих данных определяют экологический статус При этом, в качестве биоиндикаторов используют территории. дикорастущих растений лугово-степной растительности или однолетних и многолетних с.х. растений, отбор проб производят во время фенофазы цветения путем полного выкашивания растительности с 1 м² в количестве, равном для территории крупного региона 1 проба (в трех повторностях) на 1000-5000 га, а для локального агроценоза в количестве 1 проба (в трех повторностях) на 100 га. При этом определение селена проводят согласно методики В.В. Ермакова спектрофлуориметрическим методом. Сравнение полученных значений ведут с минимальным критическим содержанием селена в воздушно-сухой массе средних укосов дикорастущей растительности, равным для лесной зоны — 20 мкг/кг нативной массы, для лесостепной зоны — 30 мкг/кг, а для степной зоны — 50 мкг/кг

Выбор указанных критических уровней селена обусловлен результатами многолетних исследований, проводимых в лаборатории биогеохимии окружающей среды Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН. Установлено, что естественное (фоновое) содержание общего селена в средних укосах дикорастущих видов лугово-степной растительности, а также надземной биомассе однолетних и многолетних с.х. травянистых растений составляет не менее 20 мкг/кг нативного вещества для средних укосов травянистой растительность лесной зоны, не менее 30 мкг/кг - для лесостепной зоны и не менее 50 мкг/кг — для степной.

Обычно, в качестве индикаторов экологического статуса селена в агроценозах используют надземную биомассу однолетних либо многолетних с.х. травянистых растений, например, клевера, люцерны или вико-овсяной смеси.

Для проведения биотестирования крупного региона (10 000 – 50 000 га) достаточно исследовать 10 образцов средних укосов дикорастущих видов луговостепной растительности, отбирая их равномерно по территории региона. Для биотестирования локального агроценоза достаточно исследовать по 1 образцу надземной биомассы монокультур однолетних и многолетних с.х. травянистых растений на каждые 100 га.

Для проведения биотестирования предлагаемым способом не требуется

особых трудозатрат на содержание штата микробиологов и микробиологической лаборатории. Пробоотбор образцов средних укосов дикорастущих видов луговостепной растительности, а также надземной биомассы однолетних либо многолетних с.х. травянистых растений легко проводится в ходе однодневных командировок. В результате проведения биотестирования предлагаемым способом достигается возможность адекватной оценки экологического статуса как локального агроценоза, так и значительного по площади региона.

Таким образом, предлагаемый способ проведения биотестирования экологического статуса селена позволяет получить репрезентативные данные об общем состоянии окружающей среды как относительно крупного (порядка 10000 – 50000 га) региона в целом, так и локального (от 100 га) агроценоза. Способ прост в исполнении, трудозатраты на его реализацию невелики.

## 3.5.3. Способ определения экологического статуса территорий на содержание стронция

Изобретение относится к исследованиям в области охраны окружающей среды, а именно к способам биологического тестирования объектов окружающей среды. Способ может быть использован для экологического картирования, выявления неблагоприятных участков исследуемых регионов и дифференцированной оценки загрязнения регионов стронцием [342].

До разработки нами данного метода уровень развития техники характеризовался нижеследующими аналогами нашего изобретения.

Известен способ определения стронция-90 (<sup>90</sup>Sr) в геологических материалах, пробах почв, золе растений, заключающийся в выделении радионуклида из кислотных вытяжек проб сложного химического состава, его очистки от мешающих радионуклидов на волокнистом полиэфирном сорбенте VS-15, иммобилизированным органическим реагентом и последующим

элюировании 0.2 - 0.4 M раствором трилона Б с pH 8-12 [183].

Указанный способ позволяет определить лишь радиоактивный изотоп Sr-90. Он является трудоемким, многостадийным, продолжительным по времени.

Известен способ определения стронция-90 в твердых образцах, включающий переведение пробы в раствор после озоления и добавления стабильных носителей стронция, осаждения оксалата стронция, его взвешивание, измерение на бета-радиометре и последующий расчет по математической зависимости [338].

Данный способ также обладает недостатками предыдущего аналога.

Известны способы определения радионуклидов стронция, заключающиеся в выделении из пробы определяемого элемента путем твердофазной экстракции на сорбенте из азотнокислого раствора, содержащего водный раствор додецилсульфоната натрия и спиртовой раствор дициклогексил-18-краун-6. Выделение стронция производится путем динамической сорбции при скорости пропускания раствора 20 мл/мин через силикагель с привитыми гексадецильными группами с последующим количественным элюированием 3М азотной кислотой [335].

Указанные способы пригодны лишь для определения Sr-89 и Sr-90. Оба способа страдают теми же недостатками — они многостадийны, достаточно дорогостоящи, узкоспециализированы и потому — малопригодны для широкомасштабных экологических исследований.

Известен способ установления техногенной загрязненности почв ТМ, включающий отбор проб почв на исследуемой территории и их химический анализ с последующим сопоставлением полученных данных с фоновыми и нормативными величинами содержания загрязняющих веществ [334].

Недостатком способа является сложная предварительная подготовка проб для анализа. Более того, химический состав отобранных проб в зонах техногенного загрязнения отличается пространственно-временной неоднородностью, что обуславливает необходимость организации длительных

геохимических наблюдений за распределением загрязняющих веществ и получение не всегда достоверных результатов.

Наряду с химическими способами определения загрязняющих элементов в природных объектах разработан ряд способов биологической оценки загрязненности различных сред.

Известен способ определения токсичности окружающей среды [335], используемый для объективного относительно быстрого получения информации об уровне суммарной вредности почвы, воздуха, речной и питьевой воды, пресноводных донных отложений. Токсичность окружающей среды определяют с помощью развивающихся эмбрионов и личинок морских ежей, которые для своей среды обитания служат естественным индикатором уровня техногенного загрязнения и являются высокочувствительными к токсическому действию радионуклидов, пестицидов, ТМ и ряда других токсикантов. Суммарную вредность отдельных химических и физических токсикантов, а также их сочетаний выражают в биологических эквивалентах стронция-90.

Основным недостатком способа является тот факт, что морские ежи не обладают достаточной резистентностью к действию многих токсикантов. Кроме того, токсичность исследуемых сред оценивается опосредованно. Данный способ не дает возможности производить оценку экологического статуса стабильного стронция при его содержаниях в среде, сопоставимых в фоновыми.

Известна «Методика ускоренного радиохимического приготовления счетных образцов проб растительности для определения активности Sr-90», разработанная в ГНМЦ «ВНИИФТРИ»; а также «Методики отбора и подготовки образцов, применяемые службой радиационного контроля в лесном хозяйстве», утвержденные Приказом Россельхоза от 31.03.97 г.№ 40 [394]. Данные методики касаются исключительно оценки загрязнения среды радиоактивным стронцием.

Наиболее близким техническим решением, к предложенному нами, является способ биотестирования экологического статуса лесного биогеоценоза по содержанию стронция, включающий отбор равномерно по территории региона

одной или нескольких проб в структурных частях древесины на высоте 1 м от поверхности земли, отбор почвенных образцов (подстилка) и растительного материала над ними в пределах среза растений не менее 3 см от поверхности почвы и приготовление счетных образцов для измерения активности радионуклидов в них. Структурные части древесины измельчают на истирателе до фракции не более 0,5 см, а почву и растительную часть проб высушивают до воздушно-сухого состояния в течение 3 ч при 105°C до постоянного веса и просеивают через сито с ячейками 1 мм. Минерализацию материала пробы осуществляют методом сухого озоления в муфельной печи.

Счетный образец получают из пробы (2-15 г) приготовлением таблетки равной толщины. Содержание изотопа стронция-90 измеряют на бетаспектрометре с последующей машинной обработкой результатов измерений.

Дополнительно определяют содержание стронция-90 по дочернему иттрию-90 по стандартной методике выделения иттрия-90 в виде оксалата, радиометрию осадкой которого проводят на малофоновой установке [394]

Оценку экологического статуса лесного биогеоциноза проводят путем сравнения полученных данных с данными гигиенических нормативов ГН 2.6.1.670.-97 «Допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90 в продукции лесного хозяйства» [394], выход за пределы которых говорит о неблагополучном положении данного региона.

Недостатками методики является: во-первых, отсутствие возможности оценки лугово-степных экосистем; во-вторых отсутствие учета влияния на экологическую ситуацию стабильного стронция; и, в-третьих, сложность самой методики и затруднительность проведения с ее использованием оценочных работ больших регионов.

Задача, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, является повышение репрезентативности результатов биотестирования, обеспечение возможности оценки экологического статуса стронция в пределах как локального, так и значительного по площади региона при одновременном

снижении трудозатрат. Задачей изобретения является также расширение числа методов биотестирования, применяемых для адекватной оценки экологического статуса стабильного стронция.

Поставленная задача решается тем, что способ определения территорий экологического статуса на содержание стронция путем биотестирования включает отбор проб биоиндикаторов, высушивание их до постоянного веса, выделение усредненной пробы, определение в ней содержания общего стронция, сравнение полученных значений с установленными данными, по выходу за пределы которых определяют экологический статус территории. При этом в качестве биоиндикаторов используют укосы дикорастущих растений лугово-степной растительности или однолетних и многолетних с.х. растений. Отбор проб производят во время фенофазы цветения путем полного выкашивания растительности с 1 м<sup>2</sup> в количестве равном для территории крупного региона 1 проба на 1000 га, а для локального агроценоза в количестве 1 проба на 100 га, при этом выделение стронция из усредненной пробы проводят концентрированной азотной кислотой с последующим определением его в экстракте методом атомной адсорбции, а сравнение полученных значений ведут с фоновым содержанием стронция в воздушно-сухой массе средних укосов дикорастущей растительности.

Для сравнения получаемых данных используют значения фонового содержания стронция в воздушно-сухой массе средних укосов дикорастущей растительности в пределах от 20 до 500 мг/кг. Выбор такого диапазона уровней стронция, характерных для фоновых содержаний (природных, относящихся к территории, неподверженной антропогенному воздействию) стронция от 20 мг/кг до 500 мг/кг обусловлен многолетними исследованиями, проводимыми в лаборатории биогеохимии окружающей среды Института геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского РАН [226].

Исследования показали, что низкое значение (значительно ниже фонового минимального содержания стронция 20 мг/кг) в средних укосах монокультур с.х. растений приводит к нарушению формирования костной ткани животных и

человека, а превышение его концентрации в средних укосах дикорастущих растений лугово-степной растительности от фонового максимального содержания стронция 500 мг/кг и более приводит к развитию у с.х. животных стронциевого рахита и развитию ахондроплазии животных и человека. При избытке стронция прежде всего поражаются костная ткань, печень и кровь. Содержание элемента нормировано. Так, ПДК стронция в воде - 8 мг/л, в воздухе для гидроксида, нитрата и оксида стронция - 1 мг/м³, для карбоната, сульфата и фосфата - 6 мг/м³.

Обычно, в качестве индикаторов экологического статуса стронция в агроценозах используют надземную биомассу однолетних либо многолетних с.х. травянистых растений, например, клевера, люцерны или вико-овсяной смеси.

Для проведения биотестирования крупного региона (10 000 – 50 000 га) достаточно исследовать по 1 образцу средних укосов дикорастущих видов луговостепной растительности на 1000 га, отбирая их равномерно по территории региона. Для биотестирования локального агроценоза достаточно исследовать по 1 образцу надземной биомассы однолетних и многолетних с.х. травянистых растений на каждые 100 га.

Для проведения биотестирования предлагаемым способом не требуется особых трудозатрат на содержание штата микробиологов и микробиологической лаборатории. Пробоотбор образцов средних укосов дикорастущих видов луговостепной растительности, а также надземной биомассе однолетних либо многолетних с.х. травянистых растений легко проводится в ходе однодневных командировок. В результате проведения биотестирования предлагаемым способом достигается возможность адекватной оценки экологического статуса как локального агроценоза, так и значительного по площади региона.

Таким образом, предлагаемый способ проведения биотестирования экологического статуса стронция позволяет получить репрезентативные данные об общем состоянии окружающей среды как относительно крупного (порядка 10 000 – 50 000 га) региона в целом, так и локального (от 100 га) агроценоза. Способ прост в исполнении, трудозатраты на его реализацию невелики.

# 3.6. Экологический зоомониторинг и методы коррекции 3.6.1. Экологический мониторинг тяжелых металлов

С конца прошлого столетия с расширением глобальной сети экологического мониторинга загрязнения биологических объектов и абиотических компонентов окружающей среды антропогенными поллютантами во всем мире активно ведется поиск биомониторов, активно накапливающих те или иные загрязнители и дающих возможность адекватной оценки экологической ситуации [445]. Выбор для целей биомониторинга ТМ диких парнокопытных обусловлен рядом факторов. Во-первых, эти животные являются традиционными объектами охотничьего промысла практически на всей территории России, а также в Западной Европе и Северной Америке, следовательно, отбор образцов их органов и тканей сравнительно дешев и организационно прост. Во-вторых, уступая многим видам растений и животных в интенсивности биокумуляции токсичных элементов [183, 467], дикие парнокопытные наиболее подходят в качестве биомониторов благодаря тому, что представляют собой предпоследнее перед хищниками и человеком звено экологической пищевой пирамиды. И, наконец, в-третьих, данные, полученные на диких видах более репрезентативны в силу того, что с.х. животные (КРС, овцы, свиньи) потребляют корма, выращенные на полях, в то время как дикие включают в свой рацион самые разнообразные виды дикорастущих и культурных растений [489, 490, 499].

На рис. 3.15. представлены сравнительные данные по содержанию наиболее опасных нормируемых в продуктах питания и кормах ТМ в укосах травянистой растительности и органах диких парнокопытных ЧРБО в условиях фона и при аэрозольном загрязнении. Установленные нами различия в концентрациях ТМ в почвах в условиях фона и загрязнения оказались статистически недостоверными. На основании полученных данных, нами разработан способ экологического мониторинга.

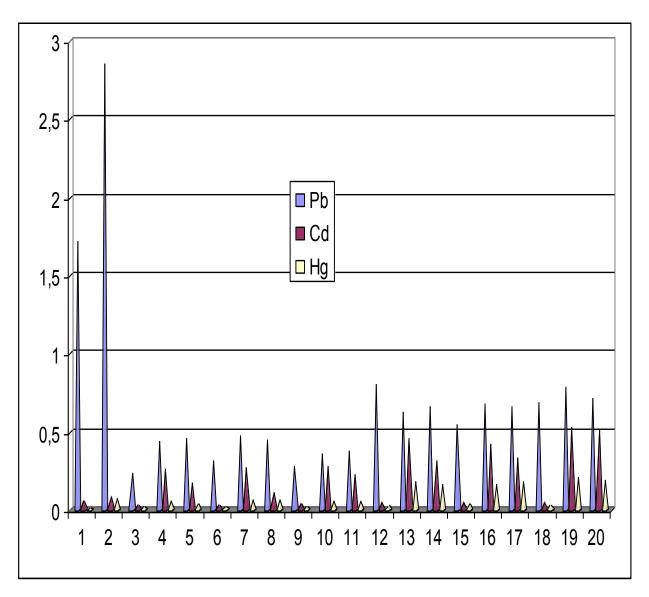


Рис. 3.15. Средние концентрации Pb, Cd и Hg (фон и краткосрочное загрязнение) органах диких парнокопытных травянистой укосах растительности ЧРБО. Для животных все данные приведены в мг/кг сырой массы ткани, для растений – в мг/кг воздушно-сухом массы. 1 – укосы трав (фон), 2 укосы трав (загрязнение), 3 - мышцы лося (фон), 4 - почки лося (фон), 5 - печень лося (фон), 6 - мышцы кабана (фон), 7 - почки кабана (фон), 8 - печень кабана (фон), 9 - мышцы косули (фон), 10 - почки косули (фон), 11 - печень косули (фон), 12 - мышцы лося (загрязнение), 13 - почки лося (загр.), 14 - печень лося (загр.), 15 - мышцы кабана (загр.), 16 - почки кабана (загр.), 17 - печень кабана (загр.), 18 мышцы косули (загр.), 19 - почки косули (загр.), 20 - печень косули (загр.).

Сущность предлагаемого метода заключается в отборе проб органов и тканей диких парнокопытных животных, определении валовых количеств токсичных элементов и градированной оценке экологической ситуации в регионе, сообразно с утвержденными Госсанэпиднадзором максимально допустимыми уровнями элементов.

Отбор образцов органов и тканей лося, косули и кабана для целей планового ежегодного мониторинга целесообразно приурочить к периоду проведения коллективных облавных охот на эти виды парнокопытных (октябрь-ноябрь). Данные, полученные в ходе анализа этой выборки, наиболее представительны и универсальны, то есть применимы для оценки хронического (в течение года и более) и краткосрочного (в течение последних недель) поступления ТМ в экосистемы. Кроме того, допустимо использование в качестве биомониторов органов и тканей животных, добытых в ходе регуляторных отстрелов, проводимых с июля по февраль. Недопустимо лишь использование органов самцов, убитых во время гона, вследствие того, что в этот период коренным образом изменяется пищевое поведение и потребляемые корма, из-за чего возникает возможность получения недостоверной информации в обследуемом регионе.

Образцы мышечной ткани (обычно используют флексоры позвоночного столба), печени, почек, мышечных ножек диафрагмы и эмбриональных тканей отбираются у здоровых нормально упитанных животных. В целях предотвращения «загрязнения пробы» недопустимо использование обычных скальпелей и ножниц из легированной стали. Необходимо пользоваться специальными обсидиановыми или пластиковыми инструментами.

От каждого органа берут навеску 10 г, помещают ее в полиэтиленовый контейнер-капсулу и фиксируют 48%-ным раствором этилового спирта. В таком виде образцы транспортируют в лабораторию, где производят дальнейшую пробоподготовку и анализ.

Наиболее сложным вопросом в экологическом мониторинге ТМ следует

признать интерпретацию аналитических данных с целью градированной оценки ситуации в обследуемом регионе. Принятая в настоящее время 4-бальная градация (I - зона относительного благополучия; II - зона риска; III - зона кризиса; IV - зона экологического бедствия) достаточно удобна и позволяет в первом приближении оценить масштабы антропогенного воздействия на природные сообщества [252, 292, 474, 486, 492, 495, 503, 510, 526]. Очевидно, что для отнесения территории к четвертой и третьей категории (соответственно: зоны бедствия и кризиса) совершенно излишне привлечение таких чувствительных биомониторов, как дикие парнокопытные животные. Практика показывает, что в зонах экологического бедствия уровни ТМ в поверхностных водах, атмосферном воздухе и верхнем слое почвы могут превышать установленные санитарные нормы на порядок и выше. Гораздо труднее определить начальный этап нарушения естественной саморегуляции экосистем переход ≪зоны ОТ благополучия» к «зоне риска». Именно здесь целесообразно привлечение живых индикаторов чистоты окружающей среды [293].

В табл. 3.12. показаны установленные нами индикаторные возможности парнокопытных. Для дифференциации различных органов ДИКИХ загрязнения разовый выброс поллютантов среды или долгосрочное поступление - наиболее удобно пользоваться уровнями токсичных элементов в скелетной мышечной ткани лося, косули и кабана. Пробелы в таблице не означают полного отсутствия химического элемента в исследуемом образце, а минимальный уровень, не представляющий индикаторного значения. В связи с тем, что в последние десятилетия санитарные нормы ТМ в продуктах питания постоянно пересматривают в сторону их увеличения, в настоящей работе мы рекомендуем пользоваться действующими на сегодняшний день МДУ (для мышечной ткани и внутренних паренхиматозных органов, в мг/кг сырой массы ткани, соответственно: Pb - 0.5 и 0.6; Cd - 0.05 и 0.3; Hg - 0.03 и 0.1). При незначительных концентрациях (не более установленного МДУ для мышечной ткани) мощный разовый выброс загрязнителей в окружающую среду отсутствует.

Таблица 3.12. Виды диких парнокопытных и органы-индикаторы загрязнения среды токсичными элементами

Виды диких	Органы – индикаторы						
парнокопытных	Мышечная	Почки	Печень				
	ткань						
	Долговременное (х	кроническое) загряз	нение				
Лось	-	Pb, Cd	-				
Косуля	-	Cd	-				
Кабан	-	Hg	Pb				
	Кратковременное	(разовое) загрязно	ение				
Лось	Pb	Hg, Cd	Hg,Pb,Cd				
Косуля	Pb, Cd	Hg, Cd	Hg,Pb,Cd				
Кабан	Hg	Hg, Cd	Hg,Pb,Cd				

Таким образом, предлагаемая методика проведения экологического мониторинга позволяет получить репрезентативные данные об общем состоянии природных сообществ в аспекте их загрязнения ТМ [183]. Для обнаружения долгосрочного (хронического) загрязнения территории естественных местообитаний диких парнокопытных свинцом целесообразно использовать почки лося и печень кабана; кадмием - почки лося и косули; ртутью - почки кабана.

При оценке краткосрочного (разового) загрязнения территории естественных местообитаний диких парнокопытных свинцом возможно использование мышечной ткани лося и косули, а также печени всех трёх видов; по ртути информативна мышечная ткань кабана, а также печень и почки всех трех видов; по кадмию – почки всех трёх видов [521].

#### 3.6.2. Мониторинг микроэлементного статуса и его коррекция

Наряду с экологическим мониторингом по уровням ТМ крупных регионов экологическая оценка МЭ статуса как крупных районов, так небольших по площади агропедоценозов, в настоящее время становится неотъемлемой частью охраны природы и рационального природопользования [274, 445, 632, 787, 788]. В отличие от ТМ, МЭ обладают четко выраженной биологической ролью, обусловленной их участием в физиологических процессах растительного и животного организмов. Исходя из этого, а также учитывая тот факт, что в процессе интенсивного агропромышленного производства из агропедоценозов (почвенно-растительный комплекс полей, и сенокосов) выносится значительное количество подвижных форм МЭ, вследствие чего происходит обеднение угодий, оценка МЭ статуса является хотя и сложным, но необходимым мероприятием, позволяющим адекватно оценивать ситуацию и дающим возможность выбора тех или иных путей ее улучшения. С этой точки зрения предлагаемая методика является частью регионального экологического мониторинга окружающей природной среды и одновременно практическим руководством в области интенсивного агропроизводства.

Сущность предлагаемого метода сводится к определению МЭ статуса территории региона (административный район или область) посредством экологического мониторинга с использованием органов и тканей диких парнокопытных [320, 474, 491, 510, 526], аналогичного мониторинга локального агропедоценоза с использованием с. х. животных (КРС, овцы, свиньи) и последующей интегральной оценки наблюдаемой ситуации. В случае кризисной оценки нами предлагается комплекс мероприятий, направленный на коррекцию МЭ статуса агропедоценоза зависимости otстепени экологического В неблагополучия.

В ходе первичной пробоподготовки используются те же реактивы и посуда, что и в методике, описанной в предыдущем подразделе. Дополнительно

необходимы концентрированная соляная кислота (х. ч.), диаминонафталин (спектрально чистый), ацетон (спектрально чистый), гексан (х. ч.), нашатырный спирт (чистый), тимоловый синий (лабораторный), трилон Б (лабораторный), гидроксиламиногидрохлорид (х. ч.), сульфат натрия безводный (х. ч.)[183].

Условия отбора, фиксации и первичной подготовки образцов органов и тканей диких парнокопытных соответствуют описанным в предыдущем разделе. С.х. животных необходимо алиментарно «привязать» к оцениваемому агропедоценозу, то есть их кормление должно осуществляться кормами с данного агрепедоценоза. Аналитическое определение осуществляют согласно общепризнанным методикам.

Оценку экологического статуса МЭ целесообразно начать с определения их уровней в мышечной ткани диких парнокопытных животных. Микроэлементы, в отличие от ТМ, обладают как верхним так и нижним критическим уровнем. Иными словами, качество продукции охотничьего промысла, определяемое качество природной среды, ухудшается как в случае повышенного содержания микроэлемента в органах, так и в случае его недостатка (содержание ниже нижнего критического уровня). Нами приняты следующие критические (нижний критический уровень/ верхний критический уровни нахождения МЭ в мышечной ткани (в мг/кг сырой массы): Cu - 0.5/5.0; Zn -10,0/70,0 Mn -0,1/2,5; Se -0,05/1,0 [183]. Учитывая особенности питания диких парнокопытных, осуществляемого главным образом на территории естественных биогеоценозов, сравнение фактического содержания МЭ в их мышечной ткани с нормативными данными позволяет адекватно оценить микроэлементный статус При достаточно полной алиментарной региона целом. «привязке» анализируемому агропедоценозу, полученные данные более представительны, чем если бы анализировался уровень МЭ в почвенно-растительном комплексе.

Очевидно, что при уровнях МЭ в мышечной ткани с.х. животных, не укладывающихся в интервал оптимальных концентраций между верхним и нижним критическими уровнями, МЭ статус агропедоценоза нуждается в

коррекции тем более значительной, чем сильнее фактический уровень элементов отклоняется в ту или иную сторону.

Мировая и отечественная практика экомониторинга показывает, что при превышении уровней МЭ в мышечной ткани в 1,5-2 раза выше верхнего критического уровня эксплуатацию данного агропедоценоза необходимо прекратить [274, 297, 384, 493, 512, 516, 526, 630, 632] из-за несоответствия продукции санитарным нормам [288]. Для установления причин загрязнения среды целесообразно воспользоваться соответствующими методиками экологического мониторинга [167-170, 175, 180, 294].

В случае недостаточного уровня одного или нескольких МЭ в мышечной нормальном содержании ткани с.х. животных при ИХ мясе диких парнокопытных (ситуация, характерная агроценозов, подвергшихся ДЛЯ интенсивной эксплуатации) для выбора необходимых мер по коррекции МЭ статуса агропедоценоза необходим градированный подход. В противном случае весьма вероятен эффект передозировки минеральных удобрений и загрязнения сельхозугодий избытком биологически активных химических элементов.

Прежде всего необходимо установить коэффициент недостатка микроэлемента в мышечной ткани с.х. животных. Рассчитывают его по формуле:

$$K = Hy/\Phi c,$$
 (3.1.)

где К - коэффициент недостатка, Ну - нижний критический уровень элемента в мышечной ткани (в мг/кг сырой массы ткани), Фс - фактическое содержание элемента в мышечной ткани с.х. животных с обследуемого агропедоценоза (в мг/кг сырой массы ткани).

Эксперименты, проведенные нами в АОЗТ «Нива» ЧРБО в 1999-2003 гг. позволили определить меры по коррекции МЭ статуса агропедоценоза. В зависимости от величины коэффициента недостатка производится выбор тех или иных мероприятий по коррекции микроэлементного статуса агропедоценоза. По мере увеличения недостатка МЭ в агропедоценозы необходимо вносить их начале в виде органических, а затем минеральных и специализированных

микроудобрений. В ряде случаев положительных результатов удается достичь путем изменения режима использования с.х. угодий. Пользование таким крайним средством как микроудобрения необходимо снизить до минимума. Оптимальной же мерой по коррекции МЭ статуса агропедоценозов следует признать внесение достаточного количества органических удобрений на фоне умеренной эксплуатации угодий (табл. 3.13.).

Таблица 3.13. Выбор мероприятий по коррекции МЭ статуса агропедоценоза

Тип	Значение коэффициента недостатка							
агропедоценоза	0,5 и менее	От 0,5 до 1,5	От 1,5 до	Более 2,0				
			2,0					
Пашня	Прекращение	Внесение	Внесение	Внесение				
	внесения	органических	минераль-	специализи-				
	минеральных	удобрений	ных	рованных				
	удобрений;		удобрений	микро-				
	известкование			удобрений				
	почвы							
Сенокос	Засев	Умеренная	Внесение	Внесение				
	многоукос-	эксплуатация	органи-	минеральных				
	ными		ческих	удобрений				
	многолетника-		удобрений					
	ми							
Пастбище	Введение	Умеренная	Внесение	Внесение				
	режима	эксплуатация	органи-	минеральных				
	сенокоса		ческих	удобрений				
			удобрений					

Внесение специализированных микроудобрений допустимо лишь в условиях пашни при значениях K более 2, во всех остальных случаях возможен эффект передозировки и загрязнения агропедоценоза биологически активными химическими элементами. При значениях менее 1 для пашни полезно прекращение внесения минеральных удобрений и известкование. Наиболее приемлемым решением для сенокосов и пастбищ при средних значениях K (0,5-1,5) является внесение органических удобрений на фоне умеренной эксплуатации.

Таким образом, для определения статуса меди, цинка, марганца и селена на территории крупного (порядка 100 000 гектаров и более) района целесообразно определять уровни МЭ в мышечной ткани диких животных; для мониторинга локального агропедоценоза — в мышечной ткани с.х. животных. Коррекция МЭ статуса агропедоценоза возможна как путём внесения (или его отмены) органических, минеральных и специализированных микроудобрений, так и за счёт изменения режима использования (пашня, сенокос, пастбище).

## 3.6.3. Мониторинг и детоксикация стойких хлорорганических пестицидов

Для целей проведения мониторинга по стойким ХОП нами был разработан соответствующий способ [340, 473]. Разработанная методика основана на извлечении анализируемых соединений из измельченных проб органическими растворителями, очистке полученных экстрактов, ИХ концентрировании, определении посредством газожидкостной хроматографии с использованием электроннозахватного детектора уровней стойких ХОП, с последующим их сравнением с существующими МДУ [391, 480]. Учитывая отсутствие на сегодняшний день нормативных документов по диким парнокопытным, рекомендуем ориентироваться на нижеследующие. Допускается присутствие в жировой ткани ДДТ с метаболитами до 1,0 мг/кг сырой массы ткани, ГХЦГ (сумма изомеров) - до 0,2 мг/кг; в мышцах, почках и печени - обоих пестицидов

до 0,1 мг/кг.

Пробы органов животных для планового мониторинга отбирают у здоровых, нормально упитанных особей, добытых в периоды, соответствующие цели и задачам конкретного вида исследований (табл. 3.13.). От каждой туши отбирают навески тканей массой 100 г. Пробы помещаются в герметичные полиэтиленовые контейнеры и фиксируются 48%-ным раствором этилового спирта. Наиболее целесообразно направлять образцы на исследование в аккредитованную Госстандартом лабораторию.

Использование В качестве биологических индикаторов загрязнения стойкими окружающей среды хлорорганическими пестицидами диких парнокопытных животных (лось, косуля, кабан) целесообразно по ряду причин. Во-первых, указанные виды представляют собой один из высших трофических уровней лесостепных экосистем, предшествующий хищникам (волк и волкособачьи гибриды) и человеку. Известно, что кумулятивный эффект проявляется особенно сильно на высших ступенях пищевой пирамиды. И, несмотря на то, что с этой точки зрения выгоднее было бы привлечь для мониторинга волка, учитывая значение диких парнокопытных в охотничьем хозяйстве и масштабы потребления их продукции населением, целесообразнее использовать именно эти виды.

Во-вторых, свободно перемещаясь по территории местообитаний, эти животные (особенно лось) позволяют получить опосредованную информацию о загрязнении среды пестицидами. Известно, что в летне-осенний период в условиях Среднерусской лесостепи пищевой рацион парнокопытных включает корма антропогенного происхождения (сахарная свекла, подсолнечник, кукуруза), в то время как в зимний и ранне-весенний сезоны эти животные практически полностью питаются естественными кормами. Эти особенности кормового поведения животных при соответствующем выборе времени отбора образцов (отстрел диких особей и фиксация их тканей) и подборе индикаторных органов и тканей позволяют провести многоплановое исследование региональной ситуации

по уровням ХОП в естественных и агрокультурных угодьях.

Интегральная оценка загрязнения обследуемой территории стойкими ХОП может проводиться в течение всего года (табл. 3.14.). Наиболее подходящим видом для этого исследования является лось (практически, возможно использование любого из трех видов). Объективную информацию можно получить, определив уровни ХОП в околопочечном жире животных. Это связано с тем, что данная ткань является одним из наиболее интенсивных накопителей пестицидов. Колебания их уровней в околопочечном жире в наименьшей степени, среди всех тканей, подвержены сезонным изменениям.

Таблица 3.14. Выбор оптимального периода пробоотбора, индикаторного органа и вида диких парнокопытных для мониторинга XOП

Вид мониторинга	Период	Орган (ткань)	Вид животного
	пробоотбора		
Общая оценка	В течение всего	Околопочечный	Лось
крупного района	года	жир	
Оценка лесного	Март-апрель	Печень	Косуля
массива			
Оценка	Август-октябрь	Печень, почки	Кабан
агропедоценоза			

Оценку локального лесного массива целесообразно проводить в период с марта по апрель. Ему предшествует несколько месяцев, в течение которых животные практически полностью питаются естественными кормами, что вызывается отсутствием или труднодоступностью (глубокоснежье) кормов на с.х. полях. Для оценки локального лесного массива наиболее подходит косуля. Кабан также может быть использован. Лишь органы и ткани лося не способны отражать локальную ситуацию в достаточно полной мере, поскольку даже в самые суровые

и многоснежные зимы в условиях Среднерусской лесостепи особи этого вида в течение всего года активно перемещаются по территории местообитаний. Оптимальным индикаторным органом для данного исследования следует признать печень, поскольку она в более активной мере, по сравнению с околопочечным жиром реагирует на поступления ХОП в период, непосредственно предшествующий анализу. Уровни же ХОП в околопочечном жире отражают их накопление в течение более продолжительного периода времени.

Исследование степени загрязнения стойкими хлоорганическими пестицидами полей сахарной свеклы, подсолнечника, кукурузы и других технических и кормовых культур является наиболее сложным. В период созревания таких технических культур в Среднерусской лесостепи их доля в кормовом балансе диких парнокопытных составляет до 80 % и более [133, 134, 473, 474, 478]. Для получения адекватной информации необходимо, кроме использования соответствующего вида- и органа-индикатора, привлечение квалифицированных кадров среди экологической службы района проведения работ, а также работников охотничьего и лесного хозяйства. Наиболее подходящими органами для целей данной оценки являются печень и почки кабана. Сложность заключается в организации пробоотбора, а точнее - в отстреле именно тех особей, которые потребляют корма непосредственно с данного агроценоза. В связи с этим, необходимо четко организовать наблюдение за кормовой активностью диких парнокопытных вблизи обследуемого с.х. поля. На практике это выражается в учете кабаньих семей, регулярно посещающих данное поле и отстреле тех особей, которые в наибольшей степени осуществляют здесь кормление.

Наиболее информативны данные, полученные как можно позднее по сезону года. Обычно, это период с августа по октябрь - в зависимости от сроков уборки с.х. культур. Таким образом, применение диких парнокопытных (лося, косули и кабана) в зооиндикации стойких ХОП позволяет исследователям достичь ряда

ценных результатов. Основными из них являются репрезентативность, связанная с экологической близостью этих животных к человеку, и возможность проведения с помощью парнокопытных многоплановой оценки территории региона [241, 474, 477, 478, 502, 526].

Актуальность проблемы утилизации и минимизации воздействия пестицидов на все звенья экологической пищевой цепи очевидна. Особый интерес представляет выбор средств для обезвреживания стойких ХОП непосредственно в организме высших млекопитающих, в том числе диких и с.х. парнокопытных, дающих основную часть мясной продукции, потребляемой человеком. На момент разработки нашего способа [344] подобные методики в мировой и отечественной практике отсутствовали.

Разработка предлагаемого способа стало возможным в результате проведенных нами исследований метаболизма стойких ХОП в животных организмах. Установлено, что п,п'-ДДТ, линдан и гептахлор при их алиментарном поступлении в организм теплокровных животных, вовлекаются в два основных биохимических процесса: окисление и гидроксилирование. Активирование последнего процесса проводится путем введения в организм животных метионина и фенилаланина. Это, в свою очередь, ведет к усиленному выведению ХОП из организма, за счет усиления действия ферментов дегидрохлорирования. При этом метионин действует в качестве активатора дегидрохлориназ, а фенилаланин активирует гидроксилазы, поэтому для детоксикации ХОП рекомендованы именно эти аминокислоты.

В лабораторном эксперименте трем группам крыс живым весом 150-200 г (по 10 голов) в течение 30 дней скармливали комбикорм с добавками пестицидов и выпаивали воду с аминокислотами, а также без добавок по схеме, представленной в табл. 3.15.

Таблица 3.15. Схема скармливания стойких ХОП и аминокислот крысам

	Добавки								
Группа	мг на	1 л воды	МГ Н	мг на 1 кг комбикорма					
животных	Метионин	Фенилаланин	п,п'-ДДТ	Линдан	Гептахлор				
I опытная	50	50	1	1	1				
II опытная	-	-	1	1	1				
III	-	-	-	-	-				
контроль									

Аминокислоты - фенилаланин, метионин в количестве по 50 мг каждого растворяли в 1 л воды.

Основной раствор пестицидов готовили на ацетоне в концентрации 1 мг/мл. Затем пипеткой вводили 1 мл раствора пестицидов в 50 мл 50%-ного раствора этилового спирта в воде. Этим раствором обрабатывали 1 кг комбикорма 1 раз в неделю. Таким образом, готовили корм для I и II группы животных. Животным I группы выпаивали воду с аминокислотами.

Животных II группы выпаивали обычную воду.

Для животных III группы корм обрабатывали 50 %-ным этиловым спиртом, а выпаивали также обычную воду.

Крысам скармливали по 25 г комбикорма в сутки в течение 30 дней.

В конце опытного периода мышечную и жировую ткани исследовали на содержание остаточных количеств ХОП. Результаты исследований приведены в табл.3.16.

Таблица 3.16. Результаты опыта по детоксикации ХОП в организме крыс

Группа	Содержание пестицидов (мг/кг сырой ткани)							
животных/		Жировая т	кань	Мышечная ткань				
показатель	Линдан	Эпоксид	п,п'-	Линдан	Эпоксид	п,п'-ДДТ		
		гепта-	ДДТ		гепта-			
		хлора 1			хлора			
Ι	0,65±	3,47±	7,67±	0,033±	0,193±	Следы п,п'-ДДД,		
	0,25	0,53	0,54	0,004	0,022	п,п'-ДДЭ		
II	1,73±	6,97±	13,63±	0,13±	0,300±	Следы п,п'-ДДД,		
	0,17	0,37	1,46	0,017	0,048	п,п'-ДДЭ <sup>3</sup>		
III	следы <sup>2</sup>	следы	следы	следы	следы	следы		
Коэф. раз-	3,60	2,92	3,82	5,39	2,02	-		
й (t <sub>2,1</sub> )								
Достовер-	≤0,02	≤0,05	≤0,02	≤0,01	≤0,05	-		
ность (Р)								

Примечание:

 $^1$  - Эпоксид гептахлора — нормальный метаболит гептахлора в животных организмах;  $^2$  - Содержание менее 0,02 мг/кг;  $^3$  - п,п'-ДДД и п,п'-ДДЭ — естественные метаболиты п,п'-ДДТ.

Экспериментальными работами установлено, что к истечению месячного периода достигается необходимый эффект снижения токсичности ХОП и «кривая детоксикации» выходит на плато. Дальнейшее потребление аминокислот экономических нецелесообразно.

Использование предлагаемого способа детоксикации рекомендовано в случае возникновения критической ситуации с потреблением животными кормов с повышенным содержанием ХОП (обнаружение в кормах повышенного количества ХОП) и обязательно его использование в периоды плановых убоев

скота за 1 месяц до его проведения. В охотничьем хозяйстве также целесообразно проведение детоксикации стойких ХОП в случае загрязнения угодий этими опасными ксенобиотиками.

Исходя из полученных нами данных, можно сделать вывод, что для общей оценки загрязнения стойкими ХОП территории крупного (порядка 100 тысяч гектаров и более) района наиболее информативен околопочечный жир лося; для оценки локального лесного массива — печень косули; для оценки агропедоценоза — печень и почки кабана. Для каждого вида мониторинга необходимо придерживаться определенных сроков пробоотбора.

В критических ситуациях, связанных с потреблением с.х. животными кормов, загрязненных стойкими ХОП, за месяц перед убоем рекомендуется проводить детоксикацию путем выпаивания воды с аминокислотами фенилаланином и метионином в количестве по 50 мг на 1 л воды.

# 3.6.4. Мониторинг медь-молибдененового и молибден-вольфрамового дисбаланса в организме крупного рогатого скота и среде

Как указывалось в главе 1, на молекулярном уровне молибден и медь конкурируют за активный центр в ксантиноксидазе (ЕС 1.17.3.2) [546, 590, 600, 646]. В экспериментах доказана активация фермента оксидом молибдена [822]. Оказалось, что изоферментный спектр энзима в различных БГХ провинциях меняется, а в условиях избытка меди появляется КСО, содержащая Си. При этом степень замещения молибдена медью зависит от концентрации металлов в рационе животных и среде [496, 681].

Нами было проведено определение МЭ в почвах, водных растениях и животных организмах (молоко, кровь и волосяной покров) в условиях ряда открытых месторождений и фоновых территорий Северного Кавказа и Забайкалья [506, 627, 628]. Цель данной работы состояла в выяснении особенностей

аккумулирования меди и молибдена в организме животных на фоне различного содержания вольфрама в среде и кормах и возможного включения вольфрама в КСО молока коров. При этом одна из задач исследования состояла в поиске территорий, обогащенных в разной степени молибденом, медью и вольфрамом.

Полевые исследования были проведены летом 2009-2011 гг. на территории рудных ландшафтов медно-молибденовых месторождений и фоновых территорий Восточного Забайкалья (Жирекенский, Бугдаинский, Шахтаминский карьеры) и Северного Кавказа (Тырныаузский ГОК) с отбором пород, почв, растений, природных вод, растений, волосяного покрова и крови КРС, а также молочных продуктов. Молоко, айран, сливки и пахта были предоставлены нам жителями п. Кудиново (Московская обл., фон), п. Заюково и г. Прохладный (КБР, фон), а также с. Былым и г. Тырныауз (КБР, территории с повышенным содержанием молибдена и вольфрама в среде и кормах).

Определение меди, молибдена и железа в образцах проводилось методом атомной абсорбции по стандартным методикам. Биоматериал минерализовали смесью азотной кислоты и пероксидом водорода как в открытых системах, так и в закрытых (микроволновое разложение). При анализе почв пробы обрабатывали фтористоводородной, азотной и хлорной кислотами. Измерение концентраций меди осуществляли методом атомной абсорбции в пламенном варианте на приборе «Квант-2А», a молибдена – методом абсорбции атомной электротермической атомизацией на приборе «Квант-Z.ЭТА » с зеемановским корректором фона. Погрешность измерений не превышала 5%. Точность методик контролировали посредством анализа стандартных образцов почв, растений и волос. При элементном анализе почв, растений, тканей и жидкостей животных и фракций растворов на содержание W использовали хромато-масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой (модель 7500 CE фирмы «Aglient Technologis», США). Измерения проводили в сканирующем режиме и количественно, используя стандартные растворы Cu, Mo, W и Fe.

Проводились эксперименты с целью оценки воздействия металлов на активность КСО молока. Использовали фермент, выделенный из пахты. В этом случае применяли известный метод [646], модифицированный Цой Г.Г. [546] и предусматривающий трехкратное высаливание фермента сульфатом аммония и очистку посредством ситовой хроматографии на геле сефадекса G-200 (колонка 2,5 см х 30 см). 1 л пахты концентрировали до 50 мл обессоленного экстракта. В колонку вносили 5-10 мл раствора белка. При элюировании 0,1 М фосфатным буфером получали достаточно чистый фермент, что оценивалось на основании фракций, содержания молибдена и других параметров. измерения активности Последующую очистку КСО осуществляли на препаративной колонке (2,5 см х 30 см с TSKGEL HW-65F) и на полупрепаративной колонке TSKGEL G3000SW (0,78х30 см, зернение сорбента 10 мкм). Фракции анализировали посредством гель-эксклюзионной ВЭЖХ на колонке BioSep-SEC-2000 (5 мкм, 145 A, 0,6 x 30 см, ООН-2145-ЕО) с УФ-детектированием (212, 220, 260 и 280 нм). Элюент – 0,1 М фосфатный буфер (рН=6,8), расход – 0,35 мл/мин. Часть фракций с этой колонки анализировали посредством ААС и ИСП-масс-спектрометрии.

Определение флавинадениндинуклеотида (ФАД) проводили посредством ВЭЖХ, используя колонку Jupiter (0,45 x 15 см) и хроматограф со спектрофлуориметрическим детектором RF-530 (Shimadzu). Возбуждающий свет с максимумом при длине волны 450 нм; максимум флуоресцентного света при 525 нм. Использовали кислый элюент, содержащий уксусную кислоту, ацетонитрил (рН=3) с добавкой органического основания, расход – 0,75 мл/мин. В качестве стандарта использовали рибофлавин и его производные. Экстракт или раствор **KCO** обрабатывали 11%-ной трихлоруксусной кислотой И после центрифугирования 20 надосадочной инъецировали МКЛ жидкости непосредственно в камеру ввода образца.

Обнаружено обогащение почвообразующих пород микроэлементами (Си, Мо, W) в районе Жирекенского рудника, Тырныауза и Бугдаинского месторождения. При этом содержание металлов соответствует их рудным

характеристикам [304]. В отличие от Жирекенского месторождения, Тырныаузская и Бугдаинская аномалии содержат повышенные концентрации вольфрама. Нетрудно заметить, что уровень содержания вольфрама в грунтах Тырныаузского карьера заметно превосходит концентрации молибдена и меди.

Содержание элементов здесь выше на 2 порядка по сравнению с породами фоновых территорий. Установлено, что почвы долины р. Баксан также заметно обогащены и молибденом и вольфрамом (К<sub>к</sub> составляет 44-85 и 35-100, соответственно), что связано с рудной минерализацией. В целом, почвы отражают химический состав пород. Однако почвенный процесс накладывает свой отпечаток. В частности, пойменные торфянистые и луговые почвы, как правило, обогащены медью в результате взаимодействия с гуминовыми кислотами. Это особенно четко прослеживается при анализе почвенных профилей (от высотного карьера до пойменных низинных участков горных ландшафтов). Латеральная же миграция молибдена (и возможно вольфрама) связана с увеличением водорастворимых форм МЭ и экстрагируемых ацетатным буфером соединений [624, 646].

Таким образом, как почвообразующие породы, так и почвы аномальных участков в различной степени обогащены медью, молибденом и вольфрамом. При этом наиболее высокими концентрациями вольфрама характеризуются породы и почвы Тырныаузского рудного поля. При БГХ исследованиях вольфраммолибденовых рудных ландшафтов Северного Кавказа (Тырныауз) и фоновых территорий (Подмосковье) установлено не только аккумулирование металлов почвами, но и пастбищными растениями (табл. 3.17). Концентрации железа в растениях отдельных территорий не имеют резких отличий и изменяются в пределах 200-500 мг/кг. По уровню содержания меди также не наблюдается заметных отличий между обследуемыми территориями. Однако по содержанию молибдена и вольфрама отличия весьма существенны. Наиболее интенсивно вольфрам и молибден аккумулируются в пределах рудной аномалии (Тырныауз, Былым). При этом Былым представляет собой вторичную БГХ провинцию в

результате сноса большого объема терригенного материала с рудных карьеров и участков Тырныауза.

Таблица 3.17 Уровень содержания металлов в укосах растений из различных районов (в мг/кг возд.-сухой массы)

Место отбора	Fe	Mo	Cu	W
Кудиново	390±137	0.32±0,12	3.3±0,9	0.01±0,006
Заюково	341±77	1,8±0,3	10,1±6,8	12,2±2,1
Былым	628±95	2,9±0,5	7,9±1,0	0,79±0,12
Тырныауз	350±78	2,5±0,4	10,1±1,7	3,6±0,7

Указанные металлы были обнаружены не только в молоке коров, но и в пахте. При этом содержание их в пахте увеличивалось в 5-10 раз как в рудных, так и в контрольных районах. Так, в пахте из контрольного района (Кудиново) обнаружено (в мкг/л): Cu - 130, Mo - 93, W - 0.4, а в пахте, полученной из молока коров в Тырныаузе: Cu - 684, Mo - 556, W - 4.3 мкг/л (табл. 3.18.).

Таблица 3.18. Содержание элементов в молоке и пахте животных из аномальных (Тырныауз, Былым) и фоновых (Кудиново, Заюково) территорий (мкг/л)

Место	Молоко					Пахта		
отбора	Fe	Cu	Mo	W	Fe	Cu	Mo	W
Кудиново	22±	13±2,0	8±2,9	0.05±	84±11	130±	93±11	$0.4\pm0,1$
	2,9			0,01		16		
Заюково	29±	12±2,8	14±3,9	0.08±	102±	148±	189±23	0.1±0,1
	4,1			0,01	15	18		
Былым	34±	52±7,5	42±7,6	0.22±	68±9	110±	174±19	2.0±0,3
	4,9			0,03		15		

Тырныауз	56±	60±8,0	56±	0.50±	112±	684±	556±79	4.3±0,6
	7,9		10,0	0,08	17	88		

Учитывая известную связь молибдена и меди с ферментом КСО молока, данный энзим был выделен из пахты животных из контрольных районов (Кудиново, Заюково) и аномальных по молибдену и вольфраму территорий (Тырныауз, Былым). Был использован известный способ выделения и очистки фермента [546, 646], модифицированный нами, с учетом современных технических возможностей. Для очистки фермента применяли последовательное хроматографирование экстракта на препаративной и полупрепаративной колонках TSKGEL HW 65F и TSKGEL G3000SW, поставляемых фирмой TOSOH BIOSCIENCE (Япония). Данный сорбент обладал большей эффективностью при разделении белков по сравнению с сефадексом G-200: число теоретических тарелок возрастало в несколько раз.

Ряд фракций фермента был очищен посредством колоночной хроматографии на сорбенте TSKGEL и проанализирован на содержание белка, активность фермента КСО и содержание металлов. При фракционировании фермента были обнаружены 2 фракции, содержащие преимущественно молибден и медь, а также молибден и вольфрам.

При хроматографировании очищенных фракций на колонке BioSep-SEC-2000 было установлено изменение характера хроматограмм в процессе элюирования их из колонки сорбента. Фракция, содержащая медь имела время удерживания значительно меньше, чем фракция, содержащая молибден и вольфрам. При этом максимуму пиков соответствовали молекулярные массы в 230 и 200 КДа, равные молекулярной массе КСО. Практически все фракции с максимальным содержанием белка обладали высокой КСО активностью. При этом в опытах *in vitro* было установлено определенное влияние металлов на активность КСО молока коров. Внесение ионов металлов даже в количестве 1 мкг на 4 мл раствора оказывало заметное ингибирующее влияние на активность

фермента. При этом в большинстве случаев активность КСО снижается. Особенно сильное влияние оказывает ртуть и вольфрам. Таким образом, эффект дифференцированного включения металлов в фермент КСО сопровождается изменением ее активности, что необходимо учитывать при физиологической оценке состояния млекопитающих, обитающих в экстремальных геохимических условиях.

Очищенный фермент имел параметры, свойственные КСО молока (табл. 3.19.). В табл. приведены сравнительные данные по характеристике образцов КСО, выделенных нами и другими исследователями [506, 546]. В последнем случае результаты исследований фермента на содержание вольфрама отсутствуют. Авторы использовали фотометрический метод определения молибдена с цинк-дитиолом, который не позволял дифференцировать содержание молибдена и вольфрама, так как оба металла реагировали с цинк-дитиолом аналогично.

Таблица 3.19. Сравнительный химический состав КСО молока из различных районов (мкг/мг белка)

Местообитание	ФАД	Fe	Mo	Cu	W
Сибай*	0,70±0,09	0,26±0,03	0,12±0,02	0,02±0,01	-
Армения*	1,20±0,14	$0,40\pm0,05$	0,40±0,06	<0,01	ı
Кудиново	1,15±0,13	$0,44\pm0,06$	0,31±0,04	$0,03\pm0,01$	0,002±0,001
Заюково	1.50±0,21	$0.64\pm0,08$	$0.47\pm0.07$	$0.06\pm0,01$	$0.005\pm0,002$
Былым	$0.80\pm0,09$	$0.60\pm0,09$	0.44±0,09	$0.01\pm0,01$	$0.010\pm0,007$
Тырныауз	$0.80\pm0,10$	$0.56\pm0,08$	$0.60\pm0,12$	$0.03\pm0,02$	$0.080\pm0,013$

<sup>\*</sup> По данным Цой Г.Г. [546]

Следует заметить, что содержание вольфрама в ферменте сравнительно меньше, чем молибдена, но оно практически сравнимо с количеством меди.

Количество W в очищенной фракции фермента снижается по сравнению с содержанием его в субстрате (пахте). Если учесть общее содержание вольфрама в пахте и во всей фракции очищенного фермента, то возникает предположение, что не весь метал включается в КСО молока. Возможно также, что часть W теряется в процессе очистки фермента. Кроме того, в процессе хранения выделенного фермента часть его гидролизуется до субъединиц, так как при ВЭЖХ энзима на хроматограммах появляются пики, соответствующие молекулярной массе 130 и 40 КДа, что согласуется с существующими данными [448].

Можно предположить, что существуют другие белки, близкие по молекулярной массе КСО, которые содержат вольфрам. Тем не менее, повидимому, проявляется ферментная интерференция белков активаторов и ингибиторов КСО. Кроме того, возможно ген, ответственный за образование W-содержащей КСО или других металлсодержащих белков, сохранился в процессе эволюции организмов и существует не только у термофильных бактерий, но и у млекопитающих. Тем не менее, включение вольфрама, наряду с молибденом и медью в КСО молока установлено. При этом дальнейший анализ КСО позволит установить дифференциацию фермента на изоформы и подтвердить ответ о существовании W-содержащей КСО.

Таким образом, при биогеохимических исследованиях вольфраммолибденовых рудных ландшафтов Северного Кавказа (Тырныауз) и фоновых территорий впервые установлено аккумулирование вольфрама не только растениями и почвенными микроорганизмами [448, 534], но и включение вольфрама в фермент млекопитающих КСО. При увеличении уровня содержания Мо и W в среде, в рудных районах, миграция последнего резко усиливается. Полученные данные существенно меняют существующие представления о биологической роли вольфрама в организме млекопитающих. Однако механизм включения W в КСО млекопитающих еще предстоит выяснить.

На основании результатов проведенных исследований, нами разработан способ мониторинга медь-молибдененового и молибден-вольфрамового

дисбаланса в организме КРС и среде их обитания [347]. Изобретение относится к области ветеринарии и охраны среды обитания человека, поскольку получение экологически чистой продукции животноводства непосредственно влияет на качество продуктов питания людей. Способ может быть использован для ранней диагностики, в том числе при стертых клинических проявлениях, затрудняющих постановку диагноза обычными диагностическими методами.

Задача, на решение которой направлено изобретение, заключается в прижизненной экспресс-диагностике хронических состояний дисбаланса меди с молибденом и молибдена с вольфрамом у с.х. парнокопытных (ARTIODACTYLA) и среде их обитания различной этиологии без применения сложной биопсии внутренних органов и связанных с этим материальных затрат и потерь продуктивности животных. Ввиду сравнительной простоты метода вполне возможно его применение для целей широкомасштабного обследования крупных регионов с последующим картированием.

Поставленная задача решается тем, что в способе биохимической диагностики МЭ дисбаланса у с.х. парнокопытных животных, включающем подготовку проб биоиндикаторов, определение в них содержания микроэлементов и оценку полученных результатов. В качестве биоиндикаторов используют образец пахты, выделенный из молока, определяют в нем валовое содержание меди, молибдена и вольфрама, находят отношение валовых содержаний Си/Мо и Мо/W, причем при значениях отношения Си/Мо не превышающих 1, а отношения Мо/W не превышающих 250 считают, что дисбаланс микроэлементов в организме животных и среде их обитания отсутствует, а при превышении указанных значений диагностируют наличие МЭ дисбаланса.

У лактирующих самок с.х. парнокопытных, обычно это КРС, берется образец молока объемом не менее 500 мл. Для статистически достоверного диагностирования микроэлементного дисбаланса у животных достаточно отобрать образцы молока у 1% лактирующих особей дойного стада (но не менее 3 особей — в случае небольшого хозяйства). Для уверенной констатации

регионального МЭ дисбаланса необходимо исследовать не менее чем по 3 образца молока на каждую 1000 га с.х. угодий (сенокосы и выпасы). При этом алиментарная привязка животных должна быть максимальной - полное отсутствие привозных комбикормов.

В полиэтиленовой или стеклянной таре с завинчивающейся крышкой образец доставляется в лабораторию, где производится его дальнейшая пробоподготовка и аналитическое определение химических элементов.

Пробоподготовку производят в два этапа:

Первый этап (первичная пробоподготовка):

- 1. Молоко выдерживают в холодильнике в течение не менее 24 часов при температуре от +3 до +7  $^{0}$ C.
  - 2. Аккуратно снимают сливки в количестве не менее 50 мл.
  - 3. Используя шюттель-аппарат отделяют сливочное масло.
- 4. Отбирают образец пахты (полупрозрачная белесая жидкость, остающаяся после отделения масла) объемом не менее 20 мл, который поступает на второй этап аналитической пробоподготовки.

Пахта стоит отдельно от других молочных продуктов. А все потому, что получают ее не из молока, как все остальную кисломолочную продукцию, а путем сбивания (или пахтанья) масла из сливок или сметаны. В результате этого процесса получается мутная, кисловатая на вкус жидкость, которая многими своими свойствами похожа на сыворотку. Она содержит полезные, биологически активные вещества.

В пахте есть белки, жиры, молочный сахар - лактоза, органические кислоты. Много в ней различных элементов - калия, натрия, кальция и магния, фосфора и железа, а также витамины группы В, витамины Е и РР, и даже немного витамина С. Пахта в большом количестве содержит Си- Мо-ксантиноксидазу, а также открытый нами новый (для высших млекопитающих) фермент — W-содержащую ксантиноксидазу [186].

Аналитическую пробоподготовку (второй этап) и приборное определение меди, молибдена и вольфрама производят согласно утвержденному методу масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой [307]. Полученные данные усредняют общепринятыми математическими методами и определяют отношение валовых содержаний Cu/Mo и Mo/W. При значениях Cu/Mo-отношения менее 1, а Mo/W-отношения менее 250, считают, что дисбаланс химических элементов в организме животных и среде их обитания отсутствует. При превышении указанных критических значений диагностируют наличие микроэлементного дисбаланса.

Разработанный нами метод диагностики позволяет прижизненно устанавливать наличие у животных МЭ дисбаланса различной этиологии, а равно и устанавливать нарушение естественных соотношений элементов в среде их обитания. Он сравнительно прост и позволяет практически единовременно обследовать значительное количество животных и крупный регион в целом. Способ может быть использован для экологического картирования, выявления неблагоприятных участков исследуемых регионов и дифференцированной оценки загрязнения регионов молибденом и вольфрамом.

Таким образом, для обнаружения медь-молибденового и молибденвольфрамового дисбаланса в организме КРС и среде обитания наиболее информативной биологической жидкостью является пахта молока. Метод позволяет получать репрезентативную информацию в условиях БГХ провинций природно-техногенного происхождения, характеризующихся повышенной мозаичностью содержания химических элементов в почвенно-растительном комплексе.

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Представленные данные свидетельствуют об огромной роли геохимических факторов в жизни организмов. Геохимическая роль животных в миграции химических элементов в биосфере чрезвычайно важна для поддержания состояния организованности и относительного гомеостаза таксонов биосферы [786]. Прежде всего, как гетеротрофные организмы животные перерабатывают значительную массу растений и живого вещества в целом. Если почвенные животные способствуют переработке детрита и формированию почвы как экосистемы и БГХ среды, то наземные растительноядные животные пропускают через свой организм огромные массы растительных кормов, выделяя в среду эквивалентное количество химических элементов в форме экскрементов. Животные в процессе жизнедеятельности осуществляют инвазию растений, а их роющая и двигательная активность отражается на облике среды обитания. В данном случае четко проявляется их средообразующая функции. Таким образом, животные являются одним из звеньев БГХ пищевой цепи, обеспечивающей вечное движение – биогенную миграцию химических элементов и их соединений в БГХ циклах. С другой стороны, животные являются естественным спутником человека. Кроме утилитарного значения, животные оказывают на человека эстетическое воздействие.

В современных условиях все возрастающего техногенного преобразования природы происходит эволюция химического элементного состава вещества. Биогенная миграция химических элементов меняется во времени. Она стремится к максимальному проявлению в определенных пределах, соответствующих гомеостазу биосферы как основному свойству ее устойчивого развития. Современное состояние биосферы характеризуется постоянным ростом энтропии. При этом совершенствование цивилизации в процессе перехода биосферы в ноосферу, связано со стадией «адаптации». Последняя состоит в приближении технологий производства и использования материалов к такому состоянию

миграции вещества и трансформации энергии, которое вписывается в природные БГХ циклы.

В настоящее время практически все животные испытывают антропогенный пресс, вызванный техногенезом биосферы. Усиливается миграция определенных химических элементов. Таксоны биосферы заметно преобразуются, как и потоки Прежде всего, атомов элементов. ЭТО уменьшение лесных массивов, территорий опустынивание И увеличение использования земель промышленных, городских, военных и энергетических объектов. Вырубка лесов непосредственно связано с сокращением численности животных, в особенности млекопитающих. Техногенные процессы влияют и на другие организмы. В ряде случаев сокращается численность видового состава растений и животных, нарушается биоразнообразие. Учитывая важность геохимических факторов среды, мы пытаемся оценить их значение для популяций и отдельных организмов, наиболее существенные факторы выделить связать ИХ co степенью экологической напряженности.

B обоснованных связи недостатком научно критериев оценки функционирования эндемичных биогеоценозов необходимо расширить работы по определению БГХ параметров организмов (концентрации и соотношения биологически активных МЭ, их потоки в экосистемах, суточное потребление, детализация БГХ трофических цепей, коэффициенты перехода МЭ). Особое внимание следует уделить ранжированию БГХ параметров и критериев в зависимости от степени проявления эндемических заболеваний, взаимодействию МЭ в процессах их миграции в окружающей среде и организмах, вопросам коррекции микроэлементозов и применению специальных пищевых добавок, БГХ прогнозу оценки состояния эндемичных территорий. Использование научнообоснованной системы критериев и параметров в мониторинге микроэлементозов позволит получить достоверную и объективную информацию об экологическом состоянии территорий, об особенностях химического элементного состава организмов и среды их обитания для принятия современных эффективных

решений ПО профилактике. OT знания тенденций И закономерностей функционирования биосистем, взаимоотношений организмов в природных процессах, обеспечивающих устойчивое функционирование крупных биогеоценозов на нашей планете, зависит направленность путей эволюции экосистем и биосферы в целом.

В настоящее время можно считать реализованными геохимические подходы к оценке экологического состояния территорий [792-798]. При наличии данных о биоте и массиве данных по МЭ и ТМ реально создание соответствующих ГИС, а также проведение БГХ моделирования процессов, протекающих в природнотехногенных комплексах. Однако реакции организмов на экстремальные геохимические факторы изучены явно недостаточно. При анализе патологии человека до сих пор преобладает общая заболеваемость и в очень редких случаях - специфическая диагностика микроэлементозов. Что же касается реакций других организмов, то за некоторым исключением относительно домашних животных, они слабо изучены. И в этом отношении предстоит еще много сделать. При этом наряду с существующими критериями оценки состояния здоровья человека, животных и других организмов - обитателей экосистем, необходима разработка интегрированных способов оценки c учетом эволюции техногенных «саморазвивающихся» и природно-техногенных систем (города, агроландшафты, лесные и другие биогеоценозы).

вариабельности элементного состава относительно здоровых организмов и соотнесения его с патологическими состояниями, прежде всего, ранжировать концентрационный фактор относительно трудно степени (норма, риск, кризис). В ряде случаев резкое экологического состояния увеличение концентрации одного МЭ в органах относительно здоровых животных является либо его индивидуальным признаком, либо свидетельством нарушения эндогенных процессов, которые трудно диагностировать (субклинические формы микроэлементозов).

И только в экстремальных геохимических условиях элементный состав органов и тканей животных подвержен таким резким изменениям, которые перекрывают фоновую вариабельность концентраций химических элементов в органах и тканях животных. Именно эти экстремальные геохимические ситуации являются причиной проявления БГХ эндемий, связанных с резким дефицитом, избытком или дисбалансом макро- и микроэлементов.

При этом и в БГХ провинциях распределение концентраций химических элементов в органах и тканях неравномерное. Существуют особи как с высокой степенью аккумулирования химических элементов, так и со сравнительно низким содержанием. То есть, популяция остается гетерогенной по этому признаку, но эта разнородность проявляется более четко. Это явление было прослежено при анализе распределения концентраций МЭ в волосяном покрове животных и, особенно, крови. Возможно, гетерогенность популяции также обусловлена появлением резистентных особей с выработкой определенных адаптационных механизмов. Например, снижение концентрации селена в крови животных может быть связано с более интенсивным расходом селеновых белков, участвующих в обезвреживании перекисных соединений и свободных радикалов, образующихся в процессе обмена веществ. И только при объединении большого числа данных по различным популяциям мы наблюдаем практически нормальное распределение концентраций МЭ в крови и тканях животных.

Современные техногенные процессы, как показывают существующие данные, меняют локальный химический состав среды и весьма существенно. При этом часть животных не выдерживает нагрузок и погибает. Однако большая часть популяции активирует эндогенные физиологические процессы, способствующие адаптации животных и их выживанию. И в случае с геохимическими факторами мы сталкиваемся с общебиологическими тенденциями — микроэволюционными процессами. Выяснение генетических трансформаций организмов в экстремальных геохимических условиях — одна из важнейших задач современной эволюционной экологии.

Практические аспекты геохимической экологии очевидны. Это выяснение механизмов адаптации животных к геохимическим факторам и использование полученных знаний для коррекции экологического дисбаланса. Это разработка технологий для оценки статуса МЭ, нормирование геохимических факторов, БГХ районирование территорий, поиск и применение новых БГХ маркеров, включая изотопный анализ и определение специфических биомолекул.

Среди актуальных вопросов, решаемых в рамках геохимической экологии, следует упомянуть дальнейшее изучение точек приложения МЭ в обмене веществ, ферментные адаптации организмов, оценку взаимодействия химических элементов, выяснение роли геохимических факторов в жизнедеятельности и эволюции микроорганизмов, изучение мутаций вирусов. К этой проблеме непосредственное отношение имеет также детализация БГХ цепей питания, включая расчет различных коэффициентов перехода. Решение этих задач позволит более детально осветить БГХ энергию организмов различных экосистем и способствовать получению новых данных в науках о питании (например, идея микроэлементозов), транс-региональной коррекции (разработка гигиене региональных МДУ химических элементов) и при оценке экологического состояния территорий. Особое внимание необходимо уделить формированию и реализации государственных и межгосударственных программ по преодолению гипо- и гипермикроэлементозов человека, с.х. животных и растений, используя весь арсенал современных знаний и технологий. Это особенно актуально в связи с большого неконтролируемым применением числа различных препаратов, пищевых добавок, продуктов питания и кормов, содержащих МЭ. При этом БГХ технологии коррекции микроэлементозов являются наиболее перспективными. По-видимому, более эффективно компенсировать дефицит МЭ за счет внесения удобрений, МЭ, содержащих ЭТИ производить профилактику чем микроэлементозов животных посредством применения микроэлементных препаратов.

Рассматриваемая проблема тесно связана с вопросами эволюции биосферы на Земле [101, 150, 157, 265, 371, 409, 416, 548, 556]. Развитие техносферы и увеличение продуктов техногенеза не беспредельно [191, 535], ибо оно стимулирует появление в биосфере — ноосферы — эпохи господства разума. В.И. Вернадский был первый, кто предсказывал в будущем переход биосферы в ноосферу. Определяя ноосферу как высшую стадию развития биосферы Земли, в условиях которой человеческая мысль становится действенной геологической планетарной силой, ученый вкладывал в это понятие гуманный, этический смысл. Именно в ноосфере должны гармонично слиться в единое целое все творения природы и человеческого ума. Однако процесс перехода биосферы в ноосферу через техногенез — исключительно сложный и длительный процесс.

### выводы

- 1. По результатам проведенных системных обследований субрегионов Центрального Черноземья (ЧРБО и ВГБЗ) установлено, что мышечная ткань, печень и почки диких парнокопытных адекватно отражают присутствие химических элементов в биомассе растений естественных местообитаний при менее выраженном уровне взаимосвязи с содержанием в почве.
- 2. Фоновые уровни ХОП в околопочечном жире диких и с.х. парнокопытных значительно ниже установленных МДУ, в печени и почках они ниже предела обнаружения либо обнаруживаются в следовых количествах.
- 3. При поступлении в организм высших млекопитающих с водой фенилаланина и метионина происходит снижение остаточных концентраций ДДТ, линдана, гептахлора и/или их метаболитов.
- 4. Средневзвешенные концентрации Cr, Zn, Se и Mn в кормовых растениях диких и с.х. парнокопытных различных субрегионов в пределах Центрально-Черноземного региона оптимальны. Содержание Pb и Cu в ЧРБО несколько превышает таковое в ВГБЗ. Ситуация с Cd и Hg противоположна.
- 5. Из анализа крови дойных коров различных регионов РФ установлено, что по концентрации среди микроэлементов Zn, Cu, Mn, Mo, Co, As, Se наибольшей вариабельностью отличается цинк. При этом концентрации цинка и молибдена повышены в крови животных из полиметаллических и гипермолибденовых биогеохимических провинций.
- 6. Экспериментальным путем установлено, что концентрационные характеристики МЭ крови КРС в пределах каждого региона РФ не подчиняются статистическому закону нормального распределения, а существенно дифференцированы. Выявлены группы животных как с низким, так и с повышенным содержанием МЭ.
- 7. В качестве биомонитора для диагностики хронических микроэлементозов КРС целесообразно использовать пробы волосяного покрова с кисти хвоста, в

- связи с тем, что различия в МЭ составе волос с разных участков тела статистически недостоверны. Различия ХСВ с кисти хвоста КРС в зависимости от цвета, пола и возраста для исследованных МЭ не достигают достоверного уровня.
- 8. Наибольшее диагностическое значение XCB проявляет в отношении гипермикроэлементозов Cu, Sr, Co, Mo и Se; а также гипомикроэлементоза Se. Для диагностики гипомикроэлементозов Zn, Cu, Mn, Co и Mo, а также гипермикроэлементоза Mn эффективность XCB-мониторинга средняя.
- 9. Накопление свинца в почках лося и печени кабана, кадмия в почках лося и косули, а ртути в почках кабана, связаны с долгосрочным (хроническим) загрязнением окружающей среды этими ТМ. О краткосрочном (разовом) загрязнении ТМ окружающей среды свидетельствуют высокие уровни свинца в мышечной ткани лося и косули, а также в печени всех трёх видов диких парнокопытных.
- 10. Установлено, что монитором краткосрочного (разового) загрязнения среды ртутью является мышечная ткань кабана, а также печень и почки всех трёх видов диких парнокопытных. При разовом загрязнении среды кадмием наиболее информативны почки любого вида животных.
- 11. Из результатов исследований следует, что пахта молока КРС является естественным индикатором медь-молибденового и молибден-вольфрамового дисбаланса в организме и среде обитания.
- 12. Установлено, что загрязнение крупного района стойкими ХОП сопровождается их накоплением в околопочечном жире лося; локального лесного массива печенью косули; агропедоценоза печенью и почками кабана. При этом мониторинг загрязнения стойкими ХОП локального лесного массива необходимо проводить в марте-апреле, а агропедоценоза в августе-октябре. Мониторинг крупного района возможен в течение всего года.
- 13. Уровни содержания меди, цинка, марганца и селена в мышечной ткани диких парнокопытных отражают статус этих МЭ в естественных местообитаниях, а с.х. животных агропедоценозов, с которых осуществляется их кормление.

Изменение коэффициента недостатка МЭ агропедоценозов связано как с внесением (или отменой) удобрений, так и с изменением режима использования агропедоценоза.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 1. Методические рекомендации по использованию диких копытных в экологическом мониторинге токсичных элементов/ С.Ф. Тютиков, В.В. Ермаков, Г.А. Дьякова, В.В. Сотников// Утверждены решением ученого Совета ВНИИ ветеринарной вирусологии и микробиологии РАСХН от 02.11.98г., протокол № 14. -Покров: ВНИИВВиМ. -1998. -16 с.
- 2. Методические рекомендации по оценке экологического статуса микроэлементов в агропедоценозах и мероприятия по его коррекции/ С.Ф. Тютиков, В.В. Ермаков, А.Ю. Гуров, Е.А. Карпова// Утверждены решением ученого Совета РГАЗУ МСХиП РФ от 10.02.99 г., протокол № 6 -Балашиха: РГАЗУ. -1999. -19 с.
- 3. Методические рекомендации по оценке состояния сообществ копытных животных в условиях Среднерусской лесостепи/ С.Ф. Тютиков, А.Ю. Гуров, В.В. Сотников// Утверждены решением ученого Совета РГАЗУ МСХиП РФ от 10.02.99 г., протокол № 6 -Балашиха: РГАЗУ. -1999. -14 с.
- 4. Рекомендации по использованию диких копытных (A. alces L., C. capreolus L., Sus scrofa L.) в зооиндикации загрязнения лесостепных экосистем стойкими хлорорганическими пестицидами/ С.Ф. Тютиков, А.Ю. Гуров, В.В. Сотников// Утверждены решением ученого Совета РГАЗУ МСХиП РФ от 26.05.99 г., протокол № 7 -Балашиха: РГАЗУ. -1999. -17 с.
- 5. Унифицированная методика использования парнокопытных (ARTIODACTYLA) в биоиндикации тяжелых металлов, микроэлементов и стойких хлорорганических пестицидов (Методические рекомендации)/ С.Ф. Тютиков, А.Т. Божанский, Л.Ю. Киселев, Н.Н. Новикова, Л.В. Проскурякова, А.Ю. Гуров, В.В. Сотников // Утверждены решением ученого Совета РГАЗУ МСХиП РФ от 01.03.2000 г., протокол № 7/ Одобрены Департаментом

ветеринарии Минсельхозпрода РФ 15.05.2000 г. (N 13-6-06/155). -Балашиха: РГАЗУ. -2000. -24 с.

- 6. Комплексная экологически безопасная система ветеринарной защиты здоровья животных: Методические рекомендации/ Отв. за вып. член-корр. РАСХН А.Г. Шахов. -М: ФГНУ «Росинформагротех». -2000. -300 с.
- 7. Методические рекомендации по использованию лося, косули и кабана для биоиндикации (экомониторинга) токсичных элементов в окружающей среде лесостепных экосистем/ С.Ф. Тютиков, В.В. Ермаков, Б.А. Мирошниченко и др.// Утверждены Департаментом ветеринарии Минсельхоза России 20.02.2004 г. Москва: Минсельхоз. -2004. -16 с.
- 8. Методические рекомендации по биоиндикации микроэлементного статуса угодий и его коррекции в условиях лесостепи/ / С.Ф. Тютиков, В.В. Ермаков, Б.А. Мирошниченко и др.// Утверждены Департаментом ветеринарии Минсельхоза России 23.03.2004 г. Москва: Минсельхоз. -2004. -17 с.

## Список сокращений и латинских названий

АТФ – аденозинтрифосфорная кислота;

БГХ - биогеохимический;

Благородный олень - Cervus elaphus L.;

БО – Белгородская область;

ВГБЗ – Воронежский государственный биосферный заповедник;

ВЭЖХ – высокоэффективная жидкостная хроматография;

ГЖХ – газо-жидкостная хроматография;

ГИС – геоинформационная система;

ГОК - горнообогатительный комбинат;

ЖКТ - желудочно-кишечный тракт;

ЗБК – Забайкальский край;

Кабан - Sus scrofa L.;

КБР – Кабардино-Балкарская Республика

Косуля -  $Capreolus\ capreolus\ L.;$ 

КРС – крупный рогатый скот - Bos taurus d. L.;

Крыса серая (лабораторная) -  $Rattus\ norvegicus\ L.;$ 

КСО – ксантиноксидаза;

Лось - Alces alces L.;

Лягушка озерная -  $Rana\ macronemis\ L$ .;

Лягушка травяная -  $Rana\ ridibunda\ L.;$ 

Мелкий рогатый скот (овцы) - Ovis aries L.;

МКАД – Московская кольцевая автомобильная дорога;

МДУ - максимально-допустимый уровень;

МО – Московская область;

МЭ – микроэлемент (ы)/ (ный);

ОПХ – опытно-производственное хозяйство;

ПДК – предельно-допустимая концентрация;

п,п'-ДДД - п,п'-дихлордифенилдихлорэтан;

п,п'-ДДТ - п,п'-дихлордифенилтрихлорметилметан;

п,п'-ДДЭ - п,п'-дихлор 2,2 бис(4 хлорфенил)этилен;

РСО – Республика Северная Осетия – Алания

Свинья домашняя - Sus scrofa d. L.;

сл.- следовые количества химического элемента или пестицида;

с.х.- сельскохозяйственные;

ТМ – тяжелые металлы;

ФАД – флавинадениндинуклеотид;

ФМН – флавинмононуклеотид;

ХОП – хлорорганические пестициды;

ХСВ – химический состав волос;

ЦНС - центральная нервная система;

ЦЧЗ – Центрально-черноземный заповедник;

ЦЧР – Центрально-Черноземный район;

ЧРБО – Чернянский район Белгородской области;

δ-АЛК - δ-изомер аминолинулиновой кислоты;

 $\gamma$ -ГХЦГ -  $\gamma$ -изомер 1,2,3,4,5,6 гексахлорциклогексана;

 $F_{m}-$  поток атомов химического элемента;

 $K_{\delta}$  – коэффициент биологического поглощения химического элемента;

 $K_{\kappa}$  – коэффициент концентрирования в системе: горные породы-почва;

 $m_a-$  массоперенос атомов химического элемента;

 $T_{\rm 6}$  — биологический период полувыведения элемента или время, в течение которого содержание элемента в органе или организме уменьшается вдвое.

## Список использованной литературы

- 1. Абалаков А. Д., Медведев Ю. О. Нормирование антропогенных нагрузок на экосистемы// Экологическое нормирование: проблемы и методы. Тез. докл. -М. -1992. -С. 215-221.
- 2. Абатуров Б. Д. Млекопитающие как компонент экосистемы. -М.: Наука, 1984. -322 с.
- 3. Аббас Д. А. Соединения тяжелых металлов в организме овец в промышленном и сельскохозяйственном регионах Ирака// Ветеринария. -1991. -№ 8. -C. 58-60.
- 4. Абдрашитова С.А., Айткельдиева С.А. Микробная трансформация неорганических ионов в природных экосистемах. -Алматы, 2002. -185 с.
- 5. Абдурахманов Г.М., Зайцев И.В. Экологические особенности содержания микроэлементов в организме животных и человека. -М.: Наука, 2004. -280 с.
- 6. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Риш М. А., Строчкова Л. С. Микроэлементозы человека. -М.: Медицина, 1991. -496 с.
- 7. Агафонов Е. В. Тяжелые металлы в черноземах Ростовской области// Материалы научно-практической конференции «Тяжелые металлы и радионуклиды в агроэкосистемеах». -М., 1994. С.22-26.
- 8. Адерихин П. Г., Копаева М. Т. Содержание меди и цинка в органическом веществе некоторых почв ЦЧО// Тез. докл. 12-й Всесоюзн. конф. по проблемам микроэлементов в биологии. –Кишинев. -1981. -С. 27-31.
- 9. Александров И. В. Лоси в сосняках// Охота и охотничье хозяйство. -1957. -№ 2. -C.35-39.
- 10. Александрова Т. Д. Нормирование антропогенно-техногенных нагрузок на ландшафты как научная задача// Научные подходы к определению норм нагрузок на ландшафты. -М.. -1988. -С. 167-178.
- 11. Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. -142 с.

- 12. Алексеева С.А. Вопросы экстремальной геохимической экологии микроорганизмов// Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы/ Мат. IV Российской биогеохимической школы (3-6 сентября 2003 г.)/ Отв. ред. проф. В.В. Ермаков. -М.: Наука. -2003. -С. 339-341.
- 13. Алексеева Т.И. Адапатация человека в различных экологических нишах Земли. -М.: изд.-во МНЭПУ, 1998. -280 с.
- 14. Алексеева-Попова Н.В. Внутривидовая дифференциация дикорастущих растений под влиянием избытка тяжелых металлов// Тр. Биогеохим. лаб. Т. 21. М.: Наука. -1990. -С. 62-71.
- 15. Алексеева-Попова Н.В. Клеточно-молекулярные механизмы металлоустойчивости растений// Устойчивость к тяжелым металлам дикорастущих видов. -Л.: Ботанический институт им. В.Л. Комарова АН СССР. 1991. -С. 5-15.
- 16. Аношин Р. М., Тюрин В. Н. Уровень загрязнения хлорорганическими пестицидами продукции охотничьего промысла// Ветеринария. -1995. -№ 7. -С. 48-52.
- 17. Антропогенные воздействия на популяции животных// Сб. науч. трудов Волгоградского гос. пед. ин-та им. А. С. Серафимовича/ Отв. ред. проф. Кубанцев Б. С. –Волгоград, 1986. -143 с.
- 18. Аржанова В .С., Елпатьевский П.В. Геохимия ландшафтов и техногенез. -М.: Наука, 1990. -197 с.
- 19. Арзуманян И. Ж. Содержание молибдена в кормах и его санитарнотоксикологическое значение// Автореф. ... к. в. н. -М., 1987. -32 с.
  - 20. Атлас Воронежской области -Киев, 1994. -48 с.
- 21. Ахмадеев А.Н., Колесников И.М., Лысов В.Ф. и др. Ветеринарная экология. -М.: Колос, 2002. -240 с.
- 22. Ахтырцев А. Б., Ахтырцев Б. П. О динамике и методологии изучения загрязнения почв пестицидами, тяжелыми металлами и радионуклидами в Среднерусском Черноземье// Тез. докл. междунар. научн. конф. «Биологические

- проблемы устойчивого развития природных экосистем». Часть II. –Воронеж. 1996. -С. 46-49.
- 23. Ашурбеков Т.Р. Содержание некоторых макро- и микроэлементов в волосах различных домашних животных// Судебно-медицинская экспертиза. 1975. -№ 1. -С. 37-38.
- 24. Бабенко Г.А., Вагилевич В.В., Гарбарец Б.А. и др. О роли нарушения обмена микроэлементов в патогенезе злокачественного роста// Микроэлементы в СССР –Рига: Зинатне. -Вып. 27. -1986. -С. 81-91.
  - 25. Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. -М.: МГУ, 1989. -336 с.
- 26. Базилевич Н. И., Гребенщиков О. С., Тишков А. А. Географические закономерности функционирования экосистем -М.: Наука, 1986. -217 с.
- 27. Бальчаускас Л. П. Использование территории древесноядными копытными: модель зависимости от плотности населения// Экология, морфология, использование и охрана диких копытных. -М., 1989. -Ч.1. -С. 6-8.
- 28. Балюк С. А., Головина Л. П., Носоненко А. А. Тяжелые металлы в орошаемом земледелии Украины// Материалы научно-практ. конф. «Тяжелые металлы и радионуклиды в агроэкосистемах». -М. -1994. -С.66-71.
- 29. Банников А. Г. Биомасса диких копытных различных природногеографических зон и методы ее определения// Оптимальная плотность и оптимальная структура популяции животных. -Свердловск, 1968. С. 46-51.
- 30. Банников А. Г. О биологических группах копытных// Учен. зап. Мос. пед. ин-та. -Зоология. -Т. 38. -Вып. 3. -1955. -С. 77-84.
- 31. Барабаш-Никифоров И.И. Звери юго-восточной части Черноземного центра. -Воронеж: Ворон. книжн. изд-во, 1957. -371 с.
  - 32. Барбье М. Введение в химическую экологию. -М.: Мир, 1978. -221 с.
  - 33. Баскин А. М. Поведение копытных животных. -М.: Наука, 1976. -296 с.
- 34. Башкин В.Н., Касимов Н.С. Биогеохимия. -М.: Научный мир, 2004. -648 c.
  - 35. Безель В.С. Экологическая токсикология: популяционный и

- биоценотический аспекты. -Екатеринбург: изд-во «Гошицкий», 2006. -280 с.
  - 36. Бейли Н. Статистические методы в биологии. -М.: Мир, 1964. -367 с.
- 37. Белгородская область. Топографическая карта. Масштаб 1:200000. -М.: Военно-топографическое управление Генерального штаба, 1997. -1 л.
- 38. Беляков В.В. Межвидовые отношения представителей семейства оленевых и влияние их на лес Калининградской области// Копытные фауны СССР. Экология, морфология, использование, охрана. -М.: Наука. -1975. -С. 157-158.
- 39. Березин Л.В., Токарева Т.М., Сабаева О.Б. Исследование накопления фтора и стабильного стронция в растениях в связи с мелиорацией солонцовых почв// Сибирский биологический журнал. -1991. -Вып. 3. -С. 52-59.
- 40. Бибиков Д. И., Приклонский С. Г., Филимонов А. Н. Численность и особенности образа жизни волков по регионам СССР//Волк -М.: Наука. -1985. -С. 452-467.
- 41. Бигон М., Харпер Д., Таусенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. -М.: Мир, 1989. Т. 1. -477 с.
- 42. Бинеев Р. Г., Логинов В. В., Доронин В. А., Казаков Х. Ш. Теоретическое и практическое значение хелатной концепции при оптимизации микроминерального питания в системе почва-растение-животное// «Микроэлементы в биологии и их применение в медицине и сельском хозяйстве»/ Тез. докл. 10-й всесоюзн. конф. по микроэлементам. -Чебоксары. -1986. -С. 89-92.
- 43. Биогеохимические основы экологического нормирования/ Отв. ред. академик РАН М. В. Иванов. -М.: Наука, 1993. -304 с.
- 44. Битюцкий Н.П. Микроэлементы и растение. -Сбп: изд-во Сбп университета, 1999. -232 с.
- 45. Бобринский Н. А., Зенкевич Л. А., Бирштейн Я. А. География животных. -М.: Советская наука, 1946. -452 с.
  - 46. Богалей Д. И. Очерки из истории колонизации степной окраины

- Московского Государства. -М., 1987. -247 с.
- 47. Богданов П. К., Куражковский Ю.П. Появление кабана в Воронежском заповеднике// Природа. -1955. -№ 9. -С. 32-35.
- 48. Богомазов Н. П., Акулов П. Г. Микроэлементы и тяжелые металлы в выщелоченных черноземах ЦЧЗ РФ// Материалы научно-практической конференции «Тяжелые металлы и радионуклиды в агроэкосистемах». -М. -1994. С. 18-21.
- 49. Бойко Н. И., Логвиновский В. Д. Применение пестицидов нового поколения как переходный элемент экологизации сельскохозяйственного производства// Тезисы докладов межд. научн. конф. «Биологические проблемы устойчивого развития природных экосистем». Часть І. —Воронеж. -1996. -С. 79-82.
- 50. Борисов М.С., Хабаров М.В., Хабаров В.Б. и др. Костно-суставная патология у крупного рогатого скота при гипермикроэлементозах// Ветеринария. 2008. -№ 11. -С.45-49.
- 51. Бородин Л. П. К вопросу о роли лося в лесном хозяйстве// Сообщение института леса АН СССР. -1959. -Вып. 13. -С.102-110.
- 52. Будыко М.И., Ронов А.Б., Яншин А.Л. История атмосферы. -Л.: Гидрометеоиздат, 1985. -208 с.
- 53. Булахов В. А. Влияние роющей деятельности кабана на физикохимические и биоценотические свойства почв лесных биогеоценозов// Копытные фауны СССР. -М. -1975. -С. 159-161.
- 54. Булкин В. А. 25 лет Воронежскому государственному заповеднику// Научно-методические записки. -М. -1948. -Вып. 10. -С. 219-226.
- 55. Буневич А. Н. Стациальное размещение и структура популяции волков Беловежской пущи// Экология, поведение и управление популяциями волка. -М. 1989. -С. 34-40.
  - 56. Бутурлин С. Е. Лоси. -М., -Л., 1934. -156 с.
  - 57. Валуйский П. П., Токобаев Э. М. Потребность с. х. животных в

- микроэлементах в зависимости от полноценности питания// Тез. докл. 12-й всесоюзн. конф. по проблемам микроэлементов в биологии. –Кишинев. -1981. -С. 105-108.
- 58. Вальтерра В. Математическая теория борьбы за существование. -М.: Наука, 1976. -132 с.
- 59. Варнаков А. П. Опыт селекционного отстрела кабана// Управление популяциями диких копытных животных. -М. -1985. -С. 122-147.
- 60. Варнаков А. П., Мошева Т. С. Роль кабана в сельском хозяйстве Московской области// Копытные фауны СССР -М. -1975. -С. 161-162.
- 61. Варшал Г. М., Велюханова Т. К., Кощеева И. Я. и др. Формы миграции тяжелых металлов в объектах окружающей среды и методология их изучения// Вторая российская школа «Геохимическая экология и биогеохимическое районирование биосферы» ( 25-28 января 1999 г.) -М. -1999. С. 39-41.
- 62. Васьковская Л. Ф. Циркуляция и трансформация хлор-, фосфор-, ртутьпроизводных препаратов в системе окружающая среда биологический объект. -Киев: Наукова думка, 1985. -156 с.
- 63. Ведина О. Т. Содержание и распределение мышьяка в черноземах// Тез. докл. конф. «Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине». —Самарканд. -1990. -С. 233-236.
- 64. Вернадский В. И. Биогеохимические очерки (1922-1932 гг.). -М.: Изд. АН СССР, 1940. -250 с.
- 65. Вернадский В. И. Биосфера: мысли и наброски. -М.: Изд-й дом Ноосфера, 2001. -244 с.
- 66. Вернадский В. И. Геохимическая энергия жизни в биосфере// В. И. Вернадский. Труды по биогеохимии и геохимии почв/ Отв. ред. д. г. н. проф. В. В. Добровольский. М.: Наука. -1992. -С.125-134.
- 67. Вернадский В. И. Живое вещество и биосфера/ От. ред. Академик А. Л. Яншин. -М.: Наука, 1994. -671 с.

- 68. Вернадский В. И. Труды по геохимии/ Отв. ред. д. г.-м. н., проф. А. А. Ярошевский. -М.: Наука, 1994. -495 с.
- 69. Винберг Г. Г. Энергетический принцип изучения трофических связей М.: Наука, 1976. -231 с.
- 70. Винник М. А. Биологическая аккумуляция микроэлементов в почвах под пологом леса// Труды ВГЗ. -1961. -Вып. 13. -С. 24-28.
- 71. Виноградов А.П. Биогеохимические провинции и их роль в органической эволюции// Геохимия. -1963. -№ 3. -С. 199-213.
- 72. Виноградов А. П. Биогеохимические провинции и эндемии// Докл. АН СССР. -1938. -Т.18. -№ 4-5. -С. 283-286.
- 73. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. -М.: изд.-во АН СССР, 1957. -298 с.
- 74. Виноградов А.П. О генезисе биогеохимических провинций// Тр. Биогеохим. лаб. Т. 11. -М.: Наука. -1960. -С.3-7.
- 75. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры// Геохимия. -1962. -№7. -С. 555-571.
- 76. Виноградов А.П. Технический прогресс и защита биосферы// Вестник АН СССР. -1973. -№ 9. -С.7-15.
- 77. Виноградов Б. В. Основы ландшафтной экологии. -М.: ГЕОС. -1998. 418 с.
- 78. Вишняков С.И. Обмен микроэлементов у сельскохозяйственных животных. –М: Колос. -1967. -256 с.
- 79. Владышевский Г. В. Экология лесных птиц и зверей. Кормодобывание и его биоценотическое значение. -Новосибирск: Наука, Сиб. отд-е. -1980. -261 с.
- 80. Власов А. А. Копытные Центрально-Черноземного заповедника как объекты экологического мониторинга// Проблемы сохранения разнообразия природы степных и лесостепных регионов. -М. -1995. -С.228-230.
  - 81. Влияние пестицидов на таежных животных: Сб. статей/ АН СССР, Сиб.

- отд., ин-т леса и древесины им. В. Н. Сукачева/ Отв. ред. Петренко Е. С., Владышевский Д. В. -Красноярск, 1979. -179 с.
- 82. Водковская И. К., Жук М. 3. Геохимическая характеристика растительного покрова Березинского биосферного заповедника// Микроэлементы в биологии и их применение в медицине и сельском хозяйстве// Тез. докл. 10-й всесоюзн. конф. по микроэлементам. -Чебоксары. -1986. -С. 35-38.
- 83. Войнар А. И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. -М.: Высшая школа. -1960. -544 с.
- 84. Войткевич Г.В., Кокин Ф.В., Мирошников А.Е., Прохоров В.Г. Справочник по геохимии. -М.: Недра, 1990. -191 с.
- 85. Волкова И. Н., Крылов М. П. Антропогенные нагрузки: нормирование ограничений и ограниченность нормирования// Нормирование антропогенных нагрузок/ Тез. докл. -М. -1988. -С.35-46.
- 86. Воробейчик Е. Л., Садыков О. Ф., Фарафонтов М. Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). -Екатеринбург: «Наука», 1994. -158 с.
- 87. Воронежский государственный заповедник и его природа/ Под общ. ред. И. И. Барабаш-Никифорова. -Воронеж: Ворон. обл. книгоизд-во, 1947. 211 с.
- 88. Воронин А. А. Суточная активность кабана на юге нечерноземья// Копытные фауны СССР. -М.: Наука. -1980. -С. 285-287.
- 89. Воронков М.Г., Кузнецов И.Г. Кремний в живой природе. -Новосибирск: Наука, 1984. -160 с.
- 90. Воронов А. Г. Роль млекопитающих в жизни биоценозов суши// Бюлл. МОИП, отд. биол. -1975. -Т. 80. -№ 1. -С. 91- 105.
- 91. Воронов Н. П. Влияние роющей деятельности млекопитающих на жизнь леса// Изв. Казанского филиала АН СССР. Сер. биол. наук. -1958. -Вып. 6. -С. 32-39.
  - 92. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков,

- инженеров и врачей. Изд-е 7-е, пер. и доп. В трех томах. Т. І. Органические вещества./ Под ред. засл. деят. науки проф. Н. В. Лазарева и д. мед. наук Э. Н. Левиной. Л.: Химия, 1976. -592 с.
- 93. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. Изд-е 7-е, пер. и доп. В трех томах. Т. III. Неорганические и элементорганические соединения/ Под ред. засл. деят. науки проф. Н. В. Лазарева и д. мед. наук Э. Н. Левиной. -Л.: Химия, 1977. -608 с.
- 94. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I-IV групп: Справ. изд./ Под. ред. Филова В. А. и др. -М.: Химия, 1988. -512 С.
- 95. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V-VIII групп: Справ. изд./ Под. ред. Филова В. А. и др. -М.: Химия, 1989. -592 с.
- 96. Временные гигиенические нормативы содержания некоторых химических элементов в основных пищевых продуктах. -М., 1981. -121 с.
- 97. Временный максимально-допустимый уровень (МДУ) содержания некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных и кормовых добавках. -М., 1987. -5 с.
- 98. Врублевский К. Н. Теоретическая дифференцировка некоторых жвачных на древесноядных (Fruticivora) и травоядных (Herbivora), и практическое ее значение// Арх. вет. Наук. -1912. -Кн. 8. -С.746-778.
- 99. Второва В.Н., Холопова Л.Б. Использование биогеохимических характеристик растений для оценки состояния окружающей среды// Проблемы континентальной биогеохимии// Материалы VII Биогеохимических чтений, посвященных памяти В.В. Ковальского. -М.: ГЕОХИ РАН. -2006. -С . 36-43.
- 100. Габрашанска М., Недкова Л. Вопросы геохимической экологии диких и охотничьих животных// Биологическая роль микроэлементов. -М.: Наука. -1983. С. 71-75.
- 101. Галимов Э.М. Феномен жизни: между равновесием и нелинейностью. Происхождение и принципы эволюции. -М.: Едиториал УРСС, 2001. -256 с.
  - 102. Галицын С. В. Список растений Воронежского заповедника// Труды

- ВГЗ. -1961. -Вып. 10. -С. 93-99.
- 103. Галкина Н. А., Паршиков В. П., Шаталов В. Г. О приоритете биогеохимической информации при реализации программы экологической безопасности// Тез. докл. междунар. научной конф. «Биологические проблемы устойчивого развития природных экосистем». Часть П. –Воронеж. -1996. -С. 26-29.
- 104. Гашев С.Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области)/ Автореф. ... д.б.н. Тюмень: изд-во ТГУ, 2003. 50 с
- 105. Георгиевский В.И., Анненков Б.П., Самохин В.Т. Минеральное питание животных. -М.: Колос, 1970. -471 с.
- 106. Гептнер В. Г., Насимович А. А., Банников А.Г. Млекопитающие Советского Союза. Парнокопытные и непарнокопытные. Т. 1 -М.: Высшая школа, 1961. -356 с.
- 107. Герасименко В. Г., Распутий А. И. Миграция тяжелых металлов в зоне функционирования промышленных животноводческих комплексов// Тез. докл. конф. «Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине». —Самарканд. -1990. -С. 134-135.
- 108. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов// Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.3.2.2354-08 к СанПиН 2.3.2.1078-01) –М.: Госкомсанэпиднадзор, 2008. -18 с.
- 109. Глушков В. М. Влияние лесохозяйственной деятельности на кормовые свойства угодий и сезонное размещение лосей// Влияние антропогенной трансформации ландшафта на население наземных позвоночных животных. -М. 1987. -Ч. 1. -С. 164-166.
- 110. Голиков А.Н. Адаптация сельскохозяйственных животных. -М.: Агропромиздат, 1985. -215 с.
- 111. Гололобов А.Д. Жизнеспособность и продуктивность сельскохозяйственных животных в районах с повышенным содержанием меди,

- никеля и кобальта в почвах, кормах и питьевой воде/ Автореф. дисс. ... к. б. н. М.: ВИЖ, 1953. -22 с.
- 112. Голубев И. М. Геохимические факторы и заболеваемость населения лесостепной зоны русской равнины/ Автореф. ... д. б. н. -Архангельск, 1995. 35 с.
- 113. Голубкина, Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании: растения, животные, человек. М., 2006. -255 с.
- 114. Гордиюк Н. М. Взаимоотношения диких копытных в Башкирском заповеднике// Роль крупных хищников и копытных в биоценозах заповедников. М. -1986. С. 70-81.
- 115. Гордиюк Н. М. Особенности использования зимних кормов лосями на заповедных и в урбанизованых ландшафтах// Влияние антропогенной трансформации ландшафта на население наземных позвоночных животных. -М. 1987. -Ч. 1. -С. 168-169.
- 116. ГОСТ 26927-86 «Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути». -М.: Госстандарт, 1987. -17 с.
- 117. ГОСТ 26929-86 «Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов». -М. : Госстандарт, 1987. -12 с.
- 118. ГОСТ 26930-86 «Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка». -М.: Госстандарт, 1987. -14 с.
- 119. ГОСТ 26931-86 «Сырье и продукты пищевые. Метод определения меди». -М.: Госстандарт, 1987. -17 с.
- 120. ГОСТ 26932-86 «Сырье и продукты пищевые. Метод определения свинца». -М.: Госстандарт, 1987. -12 с.
- 121. ГОСТ 26933-86 «Сырье и продукты пищевые. Метод определения кадмия». -М.: Госстандарт, 1987. -11 с.
- 122. ГОСТ 26934-86 «Сырье и продукты пищевые. Метод определения цинка». -М.: Госстандарт, 1987. -13 с.

- 123. ГОСТ 28612-90 Атомно-абсорбционный метод определения ртути. М.: Госстандарт, 1990. -5 с.
- 124. ГОСТ 30178-96. «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов». –М: ИПК Издательство стандартов, 1997. -13 с.
- 125. ГОСТ 72609-79 «Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести». -М.: Госстандарт, 1979. -15 с.
- 126. Грибовский Г.П. Ветеринарно-санитарная оценка основных загрязнителей окружающей среды на Южном Урале. –Челябинск, 1996. -225 с.
- 127. Грибовский Г.П., Грибовский Ю.Г. Биогеохимические провинции Урала с повышенным содержанием никеля// Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы (Тр. Биогеохим. лаб., т.24). -М.: Наука, 2003. С. 174-187.
  - 128. Громов Б.В., Павленко Г.В. Экология бактерий. -Л.: ЛГУ, 1989. -248 с.
- 129. Громова Н. Н., Демидович А. П. Состояние териофауны как показатель загрязнения воздушного бассейна// «Грызуны»/ Мат. 5-го всесоюзн. Совещания. -М. -1980. -С. 34-47.
- 130. Грулих И. Изменение природной среды дикими копытными в резервациях Павловских холмов в Южной Моравии// Зоол. журн. -1979. -Т. 58. -Вып. 3. -С. 419-428.
- 131. Гунн Цзитун, Ляо Губао. Почвенно-геохимическое районирование Китая и здоровье человека// Проблемы биогеохимии и геохимической экологии// Тр. Биогехим. лаб. Т. 23. -М.: Наука. -1999. -С. 100-106.
- 132. Гурский И. Г. Гибридизация волка с собакой в природе// Бюлл. МОИП. Отд. биол. -1975. -Т. 80. -№ 1. -С. 131-136.
- 133. Гусев А. А. Животные на заповедных территориях. -Воронеж: Ц.-Ч. книжное изд-во, 1989. -207 с.
- 134. Гусев А. А., Покаржевский А. Д. Роль копытных в потоке веществ биогеоценозов Центральночерноземного заповедника// Эколого-фаунистические

- исследования Центральной лесостепи Европейской части СССР. -М. -1984. -С. 139-152.
  - 135. Дажо Р. Основы экологии. -М.: Прогресс, 1975. -415 с.
- 136. Данилкин А.А. Дикие копытные в охотничьем хозяйстве (основы управления ресурсами). –М.: изд-во «ГЕОС», 2006. -366 с.
- 137. Данилов Д. Н. Основные кормовые растения промысловых зверей и птиц// Зоол. журн. -1958. -Т. 38. -Вып. 8. -С. 1205-1210.
- 138. Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора/ Сочинения. Т.3. -М., -Л: Изд-во АН СССР, 1939. -214 с.
- 139. Дегтярев А.П., Ермаков В.В. Эколого-геохимическая оценка бассейна р. Ардон (Северная Осетия)// Геохимия. -1998. -№ 1. -С. 88-94.
- 140. Дегтярев А.П., Кречетова Е.В., Тютиков С.Ф., Ермаков В.В. Биогеохимическая оценка природно-техногенных стронциевых провинций// Мат. IV междунар. совещ. «Геохимия биосферы». Новороссийск. -2008. -С.62-63.
- 141. Дежкин В. В. Научные основы рационального использования, охраны и воспроизводства ресурсов охотничьих животных/ Автореф. дисс. ... д. б. н. -М., 1989. -58 с.
- 142. Дерябина Т. Г. Копытные (ARTIODACTYLA) как индикаторы антропогенной нагрузки в природных экосистемах Беларуси/ Автореф. ... к. б. н. Минск, 1998. -18 с.
- 143. Дерябина Т.Г. Нарушение микроэлементного баланса возможная причина заболеваемости зубров гнойно-некротическим баланопоститом// Беловежская пуща на рубеже третьего тысячелетия/ Материалы научно-производственной конференции, посвященной 60-летию со дня образования государственного заповедника «Беловежская пуща» (22-24 декабря 1999 г., п. Каменюки Брестской обл.) -Каменюки, 1999. С. 277-278.
- 144. Дженбаев Б.М. Геохимическая экология наземных организмов Бишкек, 2009. 242 с.
  - 145. Джиллер П. Структура сообщества и экологическая ниша. -М.: Мир,

- 1988. -184 c.
- 146. Дзыбов Д. С. О некоторых методологических основах экологического нормирования// Экологическое нормирование: проблемы и методы. Тез. докл. М., 1992. С. 77-79.
- 147. Динесман Л. Г. Влияние диких млекопитающих на формирование древостоев -М.: Изд-во АН СССР, 1961. -78 с.
- 148. Дирш В. М. Геохимические константы v и e некоторых видов насекомых// Труды Биогеохимической лаборатории, Т. 3. -М., -Л.: Изд-во АН СССР, 1936. С. 45-49.
- 149. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. –М: Высшая школа, 1998. 158 с.
- 150. Докучаев В.В. Дороже золота русский чернозем. -М.: изд.- во МГУ, 1994. -544 с.
- 151. Домников Г. В. Зоогенная дефолиация и вторичная вегетация древостоев в Курских дубравах// Гетеротрофы в экосистемах Центральной лесостепи. -М., 1979. С. 105-123.
- 152. Дохман Г. И. Лесостепь Европейской части СССР. К познанию закономерностей природы лесостепи. -М.: Наука, 1968. -271 с.
  - 153. Дре Ф. Экология. -М.: Атомиздат, 1976. -168 с.
- 154. Дребицкас В. О содержании йода в волосах коров при различном поступлении его в организм// Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. Т.2. -М. -1966. -С. 577-578.
- 155. Дребицкая В. В. Некоторые аспекты физиологической роли йода, кадмия, никеля и лития// Тез. докл. 12-й Всесоюзн. конф. по проблемам микроэлементов в биологии. -Кишинев: Штиинца, 1981. С. 88-91.
- 156. Дробков А.А. Микроэлементы и естественные радиоактивные элементы в жизни растений. -М.: Изд-во АН СССР, 1958. -210 с.
- 157. Дудкин Ю. И. Определение экологического качества черноземов, загрязненных тяжелыми металлами// Тез. докл. Межд. научн. конф.

- «Биологические проблемы устойчивого развития природных экосистем», Часть II. -Воронеж, 1996. С. 68-71.
- 158. Дунин В. Ф., Янушко А. Д. Оценка кормовой базы лося в лесных угодьях -Минск: Ураджай, 1979. -95 с.
- 159. Дьяков Ю. В., Дьякова Г. А., Комов Н. М. Современное состояние популяции кабана в Воронежском биосферном заповеднике// Проблемы охраны генофонда и управления экосистемами в заповедниках лесной зоны. -М., 1986. С. 35-39.
- 160. Дэвис Д. Е., Кристиан Д. Дж. Популяционная регуляция у млекопитающих// Успехи современной терриологии. -М.: Наука, 1977. С. 24-29.
- 161. Европейская и сибирская косули: систематика, экология, поведение, рациональное использование и охрана/ Отв. ред. акад. Соколов В. Е. -М.: Наука, 1992. -339 с.
- 162. Евстафьева Е.В. Физиологическое и биогеохимическое обоснование проблемы адаптации человека в различных условиях среды обитания/ Автореф. ... д.б.н. -М.: ОНТИ ПНЦ РАН, 1996. -31 с.
  - 163. Егоров О. В. Дикие копытные Якутии. -М.: Наука, 1965. -259 с.
- 164. Елисеева В. И. Список млекопитающих и птиц Центральночерноземного заповедника и некоторые данные по фенологии их миграций и размножению// Труды Центральночерноземного гос. заповедника. М., 1959. Вып. 4. С. 377-418.
- 165. Елькина Г.Я. Эколого-агрохимические особенности минерального питания и продуктивность сельскохозяйственных культур на подзолистых почвах Европейского Северо-Востока/ Автореф. дисс. ... д. с.х. н. -Пермь: ПГУ, 2006. -50 с.
- 166. Ермаков В. В. Биогенная миграция ртути в условиях техногенеза биосферы// Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. Труды 2-го Всесоюзн. совещания. -Л.: Гидрометеоиздат, 1980. С. 20-28.
  - 167. Ермаков В. В. Биогеохимическая дифференциация континентальных

- биогеоценозов// Геохимические процессы в биогеоценозах// Доклады на XVI ежегодном чтении памяти акад. В. Н. Сукачева. -М.: Биоинформсервис, 1999. С. 4-46.
- 168. Ермаков В.В. Биогеохимическая эволюция таксонов биосферы в условиях техногенеза// Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы/ Тр. Биогеохим. лаб. Т.24. -М.: Наука, 2003. С. 5-22.
- 169. Ермаков В. В. Биогеохимические провинции: концепция, классификация и экологическая оценка// Основные направления геохимии. -М.: Наука, 1995. С. 183-196.
- 170. Ермаков В.В. Биогеохимическое районирование континентов// Биогеохимические основы экологического нормирования. -М.: Наука. 1993. С. 5-24, с. 274-280.
- 171. Ермаков В.В. Биологическая трансформация хлорорганических и ртутьсодержащих пестицидов/ Автореф. ... д. б. н. -М.: МВА, 1986. -34 с.
- 172. Ермаков В.В. Геохимическая экология как следствие системного изучения биосферы// Проблемы биогеохимии и геохимической экологии/ Тр. Биогеохим. лаб. Т. 23. -М.: Наука, 1999. С. 152-183.
- 173. Ермаков В.В. Геохимические процессы в биогеоценозах// Докл. на XVI ежегодном чтении памяти академика В.Н. Сукачева. -М.: Биоинфорсервис, 1999. С. 4-46.
- 174. Ермаков В. В. Флуориметрическое определение селена в продуктах животноводства, органах (тканях) животных и объектах окружающей среды// Методические указания по определению пестицидов в биологических объектах. М.: ВАСХНИЛ, 1987. С. 8-18.
- 175. Ермаков В. В., Алексеева С. А., Дегтярев А. П., Замана С. П., Карпова Е. А., Кречетова Е. В., Петрунина Н. С., Тютиков С. Ф. Биогеохимические критерии и проблемы взаимодействия микроэлементов: экологические аспекты// Научные аспекты экологических проблем России. Тезисы докладов всероссийской конференции, посвященной памяти академика А.

Л. Яншина в связи с 90-летием со дня рождения. (Москва, 13-16 июня 2001 г. - СПб: Гидрометеоиздат, 2001. С. 54.

176. Ермаков В. В., Алексеева С. А., Гаранина Н. С., Дегтярев А. П., Дегтярева О. В., Дикарева А. В., Карпова Е. А., Кречетова Е. В., Петрунина Н. С., Методические указания для выявления зон экологического Тютиков С. Ф. биогеохимическим критериям бедствия и кризиса по оценки почвенно-УДК 550.7.574.4/ Согласовано: растительного комплекса/ Руководитель организации-исполнителя, директор ГЕОХИ РАН, академик Галимов Э. М. -М.: Мин-во охраны природы и прир. ресурсов, 1994. -58 с., -9 табл., -48 ист., (компьютерная версия).

177. Ермаков В. В., Дженбаев Б. М., Тютиков С. Ф. Геохимическая экология амфибий и рептилий в условиях биогеохимических провинций// Экология популяций: динамика и структура. М.: РАСХН. Часть 2., 1995. С. 815-825.

178. Ермаков В. В., Ковальский В. В. Биологическое значение селена -М.: Наука, 1974. -300 с.

179. Ермаков В. В., Летунова С. В., Алексеева С. А. и др. Геохимическая экология организмов в условиях Южно-Ферганского субрегиона биосферы// Труды Биогеохимической лаборатории, 1991, Т. 21. С. 24-99.

180. Ермаков В. В., Петрунина Н. С., Алексеева С. А., Гаранина Н. С., Дегтярев А. П., Дегтярева О. В., Дикарева А. В., Карпова Е. А., Кречетова Е. В., Тютиков С. Ф., Устенко В. В. Биогеохимические критерии оценки изменения биогеоценозов// Проблемы изучения И охраны заповедных природных Материалы научной конференции, посвященной 60-летию комплексов. Хоперского заповедника (пос. Варварино, Воронежская область, 21-25 августа 1995 г.). -Воронеж: Изд-во ВГУ, 1995. С. 167-169.

181. Ермаков В. В., Петрунина Н.С., Тютиков С.Ф. и др. Концентрирование металлов растениями рода Salix и их значение при выявлении кадмиевых аномалий// Геохимия. -2015. -№ 11. -С. 978-990. DOI:

## 10.7868/S0016752515110023

- 182. Ермаков В.В., Сафонов В.А., Тютиков С.Ф. Географические особенности варьирования микроэлементов в крови крупного рогатого скота// Биогеохимия элементов и соединений токсикантов в субстратной и пищевой цепях агро- и аквальных систем. Тюмень: ТГСХА, 2007. С. 100-103.
- 183. Ермаков В.В., Тютиков С.Ф. Геохимическая экология животных/ Отв. ред. акад. Россельхозакадемии В.Т. Самохин. –М.: Наука, 2008. -315 с.
- 184. Ермаков В.В., Тютиков С.Ф. Дикие копытные индикаторы экологического состояния территорий// Сб. мат. II междунар. конф. «Современные проблемы геоэкологии и сохранение биоразнообразия» —Бишкек. 2007. -С. 84-86.
- 185. Ермаков В.В., Тютиков С.Ф. Химический элементный состав живого вещества// Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. -2008. -№ 3 (7). С. 3-16.
- 186. Ермаков В.В., Тютиков С.Ф., Данилова В.Н. и др. Особенности аккумулирования молибдена, меди и рения в биогеохимической пищевой цепи// Вестник РФФИ. -2013. -№1 (77). -С. 34-38.
- 187. Ермаков В. В., Тютиков С. Ф., Карпова Е. А., Петрунина Н. С., Кречетова Е. В., Алексеева С. А., Дегтярёв А. П., Дегтярёва О. В., Дикарева А. В., Масалыкин А. И., Дьякова Г. А., Трегубов О. В. Биологически активные химические элементы в биогеохимических пищевых цепях Воронежского биосферного заповедника// Материалы научно-практической конференции, посвященной 70-летию Воронежского биосферного государственного заповедника «Проблемы сохранения и оценки состояния природных комплексов и объектов», (8-11 сентября 1997 г., Воронеж, ст. Графская). -Воронеж, 1997. С. 58-59.
- 188. Ермаков В. В., Тютиков С. Ф., Петрунина Н. С. и др. Вопросы биогеохимического экстремальной геохимической экологии И изучения биосферы// Материалы Всероссийской научной конференции «Научное

- наследие П.П. Семенова-Тян-Шанского и его роль в развитии современной науки», 22-25 апреля 1997 г., г. Липецк. Часть 2. Зоология. Экология. Ботаника./ Под общ. ред. проф. Э. Н. Вайнера. -Липецк, 1997. С. 9-10.
- 189. Ермаков В.В., Тютиков С.Ф., Хушвахтова С.Д. и др. Особенности количественного определения селена в биоматериалах// Вестник Тюменского гос. университета. -2010. -№ 3. -С. 206-214.
- 190. Ермохин Ю.И., Бобренко И.А. Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных культур на основе системы «Прод» Омск: изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. -284 с.
- 191. Ершов Ю. А., Плетнева Т. В. Механизм токсического действия неорганических соединений. -М.: Медицина, 1989. -272 с.
- 192. Жаворонков А.А, Михалева Л.М., Авцын А.П. Микроэлементозы новый класс болезней человека, животных и растений// Проблемы биогеохимии и геохимической экологии/ Тр. Биогеохим. лаб. Т.23. –М.: Наука. -1999. -С.183-199.
- 193. Животный мир лесов, его использование и охрана// Межвуз. сб. науч. трудов Моск. обл. пед. ин-та им. Н. К. Крупской/ Отв. ред. Иноземцев А. А. -М., 1989. -109 с.
- 194. Житенко П. В. Товароведческая характеристика и ветеринарносанитарная экспертиза мяса копытных животных (лось, дикий северный олень, косуля, сайгак )/ Автореф. ... д. б. н. -М., 1969. -35 с.
- 195. Жолнин А.В. Влияние фосфорсодержащих комплексонатов металлов на микроэлементный и антиоксидантный гомеостаз и их биорегуляторные свойства// Биогеохимическая индикация аномалий. –М, Наука. -2004. -С. 195-221.
- 196. Жук Л.И.., Хаджибаева Г.С., Кист А.А. и др. О состоянии выбросов алюминиевого завода на элементный состав биосубстратов человека// Гигиена и санитария. -1991. -№ 10. -С. 12-15.
- 197. Жуленко В. Н., Малярова М. А. Распределение соединений кадмия в органах и тканях животных// Ветеринария. -1987. -№ 5. -С. 72-75.
  - 198. Жулидов А. В. Зоологические особенности накопления тяжелых

- металлов животными в Европейской лесостепи/ Автореф. дисс. ... к. б. н. -М., 1982. -25 с.
- 199. Заблоцкая Л. В. Причины гибели лосей в различных географических районах// Биология и промысел лося. -М.: Россельхозиздат. -1967. -Вып. 3. -С. 105-152.
- 200. Загрязнение окружающей среды. Проблемы токсикологии и эпидемиологии// Тез. докл. междунар. конф. (Москва Пермь, 11-19 мая 1993 г.)/ Отв. ред. чл.-корр. РАН Черешнев В. А. -Пермь, 1993. -339 с.
- 201. Зайцев С.Ю., Конопатов Ю.В. Биохимия животных. Фундаментальные и клинические аспекты: Учебник. –СПб.: Издательство «Лань», 2004. -384 с.
- 202. Замана С.П., Соколов А.В., Федоровский Т.Г., Шахпендерян Е.А. Эколого-биогеохимическая оценка территорий хозяйств Московской области// Мат. V Биогеохим. чтений, посвящ. памяти В.В. Ковальского (8 июня 2004 г.) «Биогеохимическая индикация аномалий»/ Отв. ред. В.В. Ермаков. -М.: Наука. 2004. -С. 168-177.
- 203. Здравков Г., Драгнев Х., Владов К. Исследование волосяного покрова крупного рогатого скота в Болгарии. Зависимость минерального состава волосяного покрова от процесса акклиматизации, сезона и окраски волос// Животноведин науки. -1975. -Т.12. -№4. -С. 43-48.
- 204. Злобин Б. О бродячих собаках// Охота и охот. хоз-во. -1971. -№ 9. -С. 30-31.
- 205. Злотин Р. И., Ходашева К. С. Роль животных в биологическом круговороте лесостепных экосистем. -М.: Наука, 1974. -200 с.
- 206. Зырянов А. Н., Кожечкин В. В. Волк в заповеднике «Столбы»// Бюлл. МОИП, отд. биол. -1995. -Т. 100. -№ 4. -С. 20-33.
- 207. Иванова Г. И. Нормы отстрела кабана// Охота и охот. хоз-во. -1983. № 1. -C.14-15.
- 208. Иванова Г. М., Вебер А. Э. Северный олень и лось в биогеоценозе тайги европейского севера// Зоол. журн. -1977. -Т. 56. -Вып. 3. -С. 1309-1396.

- 209. Изосов А. И. Вопросы развития охотничьего хозяйства Курской области. –Курск. -1961. -Т. 12. -С. 121-129.
- 210. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение Новосибирск: Наука, 1991. -150 с.
- 211. Исаев Е. М. О состоянии поголовья диких копытных животных на территории РСФСР// Сообщ. Ин-та леса АН СССР. -1959. -Вып 13. -С. 38-46.
- 212. Кабыш А.А. Нарушение фосфорно-кальциевого обмена у животных на почве недостатка и избытка микроэлементов в зоне Южного Урала. -Челябинск: ОАО «Челябинский дом печати», 2006. -408 с.
- 213. Каваляускас П., Игнатонис И. Определение нормативных нагрузок при разработке региональных программ рекреационного освоения государственных природных заказников// Нормирование антропогенных нагрузок/ Тез. докл. -М. 1988. -С. 54-59.
- 214. Казаков Л. К. Географический подход к экологическому нормированию воздействий на природную среду// Экологическое нормирование: проблемы и методы/ Тез. докл. -М. -1992. -С. 11-17.
- 215. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации. -Новосибирск: Наука, 1980. -192 с.
- 216. Казневский П. Ф. Дикие копытные животные Хоперского заповедника и проблемы управления их популяциями// Охотничье хозяйство и заповедное дело -М. -1977. -С. 36-42.
- 217. Казьмин В. Д., Дьякова Г. А., Амосова И. А. Потребление кормов косулей, благородным оленем, лосем в осенне-зимний период в Воронежском заповеднике// Тез. докл. междунар. научн. конф. «Биологические проблемы устойчивого развития природных экосистем». –Воронеж. -1996. –Ч. 1. -С. 68-78.
- 218. Казьмин В. Д., Дьякова Г. А., Славгородский В. В. Потребление кормов кабаном в осенне-зимний период в Воронежском заповеднике// Тез. докл. межд. научн. конфер. «Биологические проблемы устойчивого развития природных экосистем». –Воронеж. -1996. –Ч.1. -С. 35-38.

- 219. Калецкая Л. М., Филонов К. П. Методические указания по сбору и подготовке данных для Летописи Природы по парнокопытным животным -М., 1978. -45 с.
  - 220. Камшилов М.М. Эволюция биосферы. М.: Наука, 1979. -256 с.
- 221. Карпова Е.А., Шахпендерян Е.А., Сухова Т.Г. особенности подготовки проб волос крупного рогатого скота для анализа// Мат. V Биогеохим. чтений, посвящ. памяти В.В. Ковальского «Биогеохимическая индикация аномалий». -М.: Наука. -2004. -С. 96-105.
- 222. Кестер Б. В. О регулировании численности диких копытных на территории Воронежского заповедника// Копытные фауны СССР. Экология, морфология, использование, охрана. -М.: Наука. -1975. -С. 26-38.
- 223. Кириков С. В. Человек и природа восточноевропейской лесостепи в X начале XIX вв. -М.: Наука, 1979. -184 с.
- 224. Кнорре С. П. Экология лося// Труды Печоро-Илычского гос. заповедника. -1959. -Вып. 7. -С. 5-122.
  - 225. Ковалевский А.Л. Биогеохимия растений. М.: Наука, 1991. -293 с.
- 226. Ковальский В. В. Геохимическая экология (очерки) -М.: Наука, 1974. -298 с.
- 227. Ковальский В.В. Геохимическая экология и ее эволюционные направления// Известия АН СССР. Сер. биол. -1963. -№ 6. -С. 831-851.
- 228. Ковальский В. В. Цинк, медь, марганец, кобальт как биоэлементы Ивано-Франковск, 1962. -136 с.
- 229. Ковальский В. В., Андрианова Г. А. Медь в почвах СССР -М.: Наука, 1970. -179 с.
- 230. Ковальский В. В., Гололобов А. Д. Методы определения микроэлементов в органах и тканях животных, растениях и почвах -М., 1969. 57 с.
- 231. Ковальский В.В., Цой Г.Г., Воротницкая И.Е. Адаптивные изменения ксантиноксидазы в условиях молибденовых и медных биогеохимических

- провинций и проблемы геохимической экологии организмов// Тр. Биогеохим. лаб. -1976. -Т.14. -С. 20-47.
- 232. Ковальский В.В., Яровая Г.А. Биогеохимические провинции, обогащенные молибденом// Агрохимия. -1966.- № 8. -С. 68-91.
- 233. Ковда В.А. Биогеохимические циклы в природе и их нарушение человеком// Биогеохимические циклы в биосфере. -М.: Наука. -1976. -С. 19-85.
- 234. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука, 1985. -265 с.
  - 235. Козло П. Г. Дикий кабан. -Минск: Урожай, 1975. -289 с.
- 236. Козло П. Г. Эколого-фаунистический анализ популяции лося. Минск: Наука и техника, 1983. -215 с.
- 237. Козловский А. А. Лес и лось: Охрана леса от повреждений лосями М.: ВНИИЛМ, 1960. -64 с.
  - 238. Коли Г. Анализ популяции позвоночных. -М.: Мир, 1979. -362 с.
- 239. Колосов А. М., Лавров Н. П., Наумов С. П. Биология охотничье-промысловых зверей СССР. Изд-е третье, исправленное. -М.: Высшая школа, 1979. -416 с.
- 240. Комаров П. Ф. Этапы и факторы эволюции растительного покрова черноземных степей. -М.: Географгиз, 1951. -328 с.
- 241. Комплексная экологически безопасная система ветеринарной защиты здоровья животных: Методические рекомендации/ Отв. за вып. член-корр. РАСХН А. Г. Шахов -М: ФГНУ «Росинформагротех», 2000. -300 с.
- 242. Конова Н.И., Летунова С.В. Марганец в биосфере (экологические аспекты). -М.: Наука, 1991. -147 с.
- 243. Кононова М. М. Органическое вещество почв. -М.: Изд-во АН СССР, 1963. -314 с.
- 244. Кораблев Н. Н. Патологические изменения верхнечелюстных костей лося// Охота и охот. хоз-во. -1989. -№ 5. -С. 40-44.
  - 245. Корнеев А. П. Колебания численности дикого кабана на Украине и

- рациональные нормы плотности его поголовья в охотничьих хозяйствах// Труды IX междунар. конгресса биологов-охотоведов. –М. -1969. -С. 812-814.
- 246. Королева Т. Э., Закиров А. Г. Подход к классификации почв по накоплению тяжелых металлов// Мат. II росс. школы «Геохимическая экология и биогеохимическое районирование биосферы» (25-28 января 1999 г.). -М. -1999. С. 70-71.
- 247. Корочкина Л. Н., Богданович В. Н. Кормовая база древесноядных копытных в сосняках кисличных Беловежской пущи// Заповедники Белоруссии. Минск. -1977. -Вып. 1. -С. 87-96.
- 248. Котов В. А., Калугин С. Г. Изменение горного ландшафта под влиянием жизнедеятельности крупных копытных животных// Средообразующая деятельность животных. -М. -1970. -С. 71-72.
- 249. Крештанова В. Н., Коробова Е. М. Торфяные массивы в биогеохимическом районировании Нечерноземья по меди и кобальту// Микроэлементы в биологии и их применение в медицине и сельском хозяйстве/ Тез. докл. 10-й Всесоюзн. конф. по микроэлементам. –Чебоксары. -1986. -С. 24-26.
- 250. Кривицкий В. А. Южно-уральский субрегион биосферы/ Автореф. ... к. г.-м. н. -М., 1988. -24 с.
- 251. Криволуцкий Д. А., Покаржевский А. Д. Роль наземных животных в биогенной миграции элементов// Доклады на XIV ежегодном чтении памяти академика В. Н. Сукачева «Животные в биогеоценозах». -М. -1996. -С. 34-101.
- 252. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия/ Рыбальский Н.Г., Кузьмич В.Н., Шакин В.В. и др. –М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ. РД Главное научно-техническое управление, 1992. -58 с.
- 253. Кроль М. Ю. Санитарно-токсикологическая оценка меди и ее соединений/ Автореф. ... к. в. н. -М., 1988. -36 с.

- 254. Кузнецов Г. В. Роль копытных в лесных экосистемах (некоторые итоги и перспективы исследований)// Фитофаги в растительных сообществах -М. 1980. -С. 88-110.
- 255. Кузнецов С.Г. Биологическая доступность минеральных веществ для животных из корма, добавок и химических соединений// Сельскохозяйственная биология. -1991. -№ 6. -С. 150-159.
- 256. Кузнецова Н. Н. Влияние копытных на состояние дубрав Хоперского заповедника// Дубравы Хоперского заповедника. –Воронеж. -1976. -Ч. 1. -С. 111-131.
- 257. Кулагин Н. М. Лоси СССР// Труды лаборатории прикладной зоологии. -Л.: Изд-во АН СССР, 1932. -120 с.
- 258. Кулаченко С. П., Дьякова Н. П., Кулаченко В. П., Счастливенко В. А. Микроэлементы в звеньях пищевых цепей в Белгородской области// Микроэлементы в биологии и их применение в медицине и сельском хозяйстве. Тез. докл. 10-й Всесоюзн. конф. по микроэлементам. —Чебоксары. -1986. -С. 123-127.
- 259. Куликов А. И. Некоторые методы оценки пространственного размещения охотничьих животных// «Прикладная этология»/ Мат. III всесоюзной конф. по поведению животных. -М.: Наука. -1983. -Т. 3. -С. 6-9.
- 260. Куражковский Ю. Н., Криницкий В. В. Химизм кормов и изучение питания растительноядных животных// Труды ВГЗ. -1956. -Вып. 6. -С. 43-60.
- 261. Курская и Белгородская области: (Физическая карта)/ ГУГК, Мингео СССР -М., 1966. -1л.
- 262. Курсков Л. Н. Лось: (численность, экология, охрана). -Минск: Наука и техника, 1979. -78 с.
- 263. Курчева Г. Ф. Роль почвенных животных в разложении и гумификации растительных остатков. -М.: Наука, 1971. -156 с.
  - 264. Лакин Г. Ф. Биометрия. -М.: Высшая школа, 1990. -352 с.
  - 265. Лапо А.В. Следы былых биосфер. -М.: Знание, 1987. -196 с.

- 266. Ле Чонг Кук. Структура и продуктивность наземной и подземной части лесостепной дубравы/ Автореф. ... к. б. н. -М.: МГУ, 1979. -25 с.
- 267. Лебедев В. К. Динамика численности лося, косули и кабана в Курской области в 1957-1984 гг.// Всесоюзное совещание по проблеме кадастра и учета животного мира. Тезисы докладов. -М. -1986. –Ч. 2. -С. 332-333.
- 268. Лебедев Н.И. Научно-обоснованное использование комплексных витаминно-минеральных веществ в кормлении жвачных животных в Нечерноземной зоне России/ Автореф. ... д.с.-х. н., 1995.- Тверь. -50 с.
- 269. Лебедева Л. С. Экологические особенности кабана Беловежской пущи// Ученые записки Моск. пед. ин-та им. В. П. Потемкина. -1956. -Т. 61. -Вып. 4-5. -С. 105-271.
- 270. Лебедева Н.В. Экотоксикология и биогеохимия географических популяций птиц. -М.: Наука, 1999. -199 с.
- 271. Лебедянцев А. Н. Определение геохимических постоянных для некоторых сельскохозяйственных растений северной половины центральной части черноземной полосы// Тр. Биогеохим. лаб. Т.1. -Л.: Изд-во АН СССР. -1930. -С. 49-61.
- 272. Лебенгарц Я. З. Взаимосвязь и обмен некоторых микроэлементов у крупного рогатого скота// Микроэлементы в биологии и их применение в медицине и сельском хозяйстве. Тез. докл. 10-й Всесоюзн. конф. по микроэлементам. –Чебоксары. -1986. -С. 103-106.
- 273. Левич А. П. Возможные пути отыскания уравнений динамики в экологии сообществ// Ж. общ. Биологии. -1988. -Т. 49. -№ 2. -С. 27-31.
- 274. Левшаков Л. В. Экологогеохимическое состояние агропедоценозов в условиях лесостепи региона КМА/ Автореф. ... к. с.-х. н. -Курск, 1998. -21 с.
- 275. Лихацкий Ю. П. Экология сообществ копытных животных Русской лесостепи. -Воронеж: Биомик, 1997. -172 с.
- 276. Лихачев Г. Н. Лоси в Тульских засеках в 1935-1951 гг.// Биология и промысел лося -М.: Россельхозиздат. -1965. -Вып. 2. -С. 66-80.

- 277. Лихачев Г. Н. Некоторые данные по питанию косули // Труды Приокско-Террасного гос. зап. -1957. –Вып. 1. -С. 24-28.
- 278. Лопатин В. Д. О методике полевого изучения биогеоценоза и анализа полученных материалов// Экология. -1988. -№ 1. -С. 42-53.
- 279. Лукина Н.В., Никонов В.В. Биогеохимические циклы в лесах Севера в условиях аэротехногенного загрязнения. Апатиты: изд-во Кольского научного центра. -1996. -192 с.
- 280. Луковенко В.П., Подрушняк А.Е. Содержание свинца и кадмия в волосах как параметр нарушения их метаболизма// Гигиена и санитария. -1991. № 11. -C. 56-58.
- 281. Львов А. И. Дикая природа: грани управления. Очерки биотехнии. М.: Мысль, 1984. -191 с.
- 282. Малахов А.Г., Вишняков С.И. Биохимия сельскохозяйственных животных. –М.: Колос, 1984. -431 с.
- 283. Маленченко А.Ф., Баженова Н.Н., Канаш Н.В. и др. Содержание плутония и некоторых микроэлементов в волосах жителей Беларуси, проживающих на территории, подвергшейся аварии на Чернобыльской АЭС// Гигиена и санитария. -1997. -№ 5. -С. 19-22.
- 284. Малюга Д. П. Биогеохимический метод поисков рудных тел (принцип и практика поисков ). -М.: Изд-во АН СССР, 1963. -264 с.
- 285. Мантейфель П. А., Ляпунов И. Н. Сезонные корма лосей и зимняя подкормка их// Боец-охотник. -1939. -№ 9. -С. 12-16.
- 286. Марри Р., Греннер Д., Мейес П., Родуэл В. Биохимия человека. –М.: Мир, 1993. В 2-х томах.
- 287. Матюшкин Е. Н. Деятельность копытных как фактор преобразования природных комплексов зверовых солонцов// Бюлл. МОИП, отд. Биологии. -1973. Т. 77. -№ 66. -С. 134-134.
- 288. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. -М.: Изд-во стандартов, 1990. -

185 c.

- 289. Мельников Н. Н. Пестициды. Химия, технология и применение. -М.: Химия, 1987. -712 с.
- 290. Мельников Н. Н., Волков А. И., Короткова О. А. Пестициды и окружающая среда. -М.: Химия, 1977. -240 с.
- 291. Мертц П. А. Волк в Воронежской области: Экология хищника, организация борьбы// Преобразование фауны позвоночных нашей страны. Биотехнические мероприятия. -М. -1953. -С. 117-135.
- 292. Методические рекомендации по использованию диких копытных в экологическом мониторинге токсичных элементов/ С. Ф. Тютиков, В.В. Ермаков, Г.А. Дьякова, В.В. Сотников// Утверждены решением ученого Совета ВНИИ ветеринарной вирусологии и микробиологии РАСХН от 02.11.98г., протокол № 14. -Покров: ВНИИВВиМ. -1998. -16 с.
- 293. Методические рекомендации по использованию лося, косули и кабана для биоиндикации (экомониторинга) токсичных элементов в окружающей среде лесостепных экосистем/ С.Ф. Тютиков, В.В. Ермаков, Б.А. Мирошниченко и др.// Утверждены Департаментом ветеринарии Минсельхоза России 20.02.2004 г. Москва: Минсельхоз. -2004. -16 с.
- 294. Методические рекомендации по биоиндикации микроэлементного статуса угодий и его коррекции в условиях лесостепи/ С.Ф. Тютиков, В.В. Ермаков, Б.А. Мирошниченко и др.// Утверждены Департаментом ветеринарии Минсельхоза России 23.03.2004 г. –Москва: Минсельхоз. -2004. -17 с.
- 295. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. Ч. V/ Утверждены МЗ СССР 19.09.1976 г. -М., 1977. -19 с.
- 296. Методические рекомендации по оценке состояния сообществ копытных животных в условиях среднерусской лесостепи/ С.Ф. Тютиков, А.Ю. Гуров, В.В. Сотников// Утверждены решением ученого Совета РГАЗУ МСХиП РФ от 10.02.99 г., протокол № 6 -Балашиха: РГАЗУ. -1999. -14 с.

- 297. Методические рекомендации по оценке экологического статуса микроэлементов в агропедоценозах и мероприятия по его коррекции/ С.Ф. Тютиков, В.В. Ермаков, А.Ю. Гуров, Е.А. Карпова// Утверждены решением ученого Совета РГАЗУ МСХиП РФ от 10.02.99 г., протокол № 6 -Балашиха: РГАЗУ. -1998. -19 с.
- 298. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде/ Под ред. М. А. Клисенко. -М.: Колос, 1992. Т. 1-2.
- 299. Методы учета охотничьих животных в лесной зоне// Тр. Окского гос. зап. Вып. 9, 1973. -157 с.
- 300. Миклашевский И. Н. К истории хозяйственного быта Московского государства// Заселение и сельское хозяйство южной окраины XVII в. -М., 1947. Ч. 1. -С. 123-138.
- 301. Мильков Ф. Н. Лесостепь Русской равнины: Опыт ландшафтной характеристики. -М.: Изд-во АН СССР, 1950. -295 с.
- 302. Минеев В. Г. Проблема тяжелых металлов в современном земледелии// Материалы научно практической конференции «Тяжелые металлы и радионуклиды в агроэкосистемах». -М., 1994. -С. 5-17.
- 303. Михин Л. А., Логвиновский В. Д. Применение пестициднополимерных нитей в защите растений как важный этап на пути экологизации сельскохозяйственного производства// Тез. докл. межд. научн. конф. «Биологические проблемы устойчивого развития природных экосистем». – Воронеж. -1996. -Ч.1. -С. 47-49.
- 304. Молибденовые руды. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (Распоряжение № 37-р от 05.06.2007 г.). -М.: МПР России, 2007. -16 с.
  - 305. Москалев Ю. И. Минеральный обмен -М.: Медицина, 1985. -288 с.
- 306. Мотузова Г.В. Фракционный состав соединений микроэлементов в почвах и его информативность при прогнозе и оценке экологического состояния

- окружающей среды// Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы/ Мат. 4-й росс. биогеохим. школы. -М.: Наука. -2003. -С. 165-166.
- 307. МУК 4.1.1483-03 от 29.06.2003 г. «Методы контроля. Химические факторы. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой». -М.: 2003. -18 с.
- 308. Мухачева С. В. Экотоксикологические особенности и структура населения мелких млекопитающих в градиенте техногенного загрязнения среды/ Автореф. ... к. б. н. -Екатеринбург, 1996. -25 с.
- 309. Назарова Н. С., Херувимов В. Д. Условия обитания и зараженность лосей гельминтами в Тамбовской области// Биология и промысел лося. -М.: Россельхозиздат, 1967. -Вып. 3. -С. 313-316.
- 310. Насимович А. А. Роль животных в жизни леса. -М.: МГУ, 1956. 304 с.
- 311. Насимович А. А. Роль режима снежного покрова в жизни животных на территории СССР. -М.: Изд-во АН СССР, 1955. -403 с.
  - 312. Наумов Н. П. Экология животных -М.: Высшая школа, 1963. -618 с.
- 313. Некоторые вопросы токсичности ионов металлов// Редакторы X. Зигель, А. Зигель., пер. с англ. д-ра хим. наук С. Л. Давыдовой. -М.: Мир, 1993. 366 с.
- 314. Нечаева Н. Т. Реакция пастбищной растительности на выпас скота в пустынях Средней Азии// Институт пустынь АН Туркм. ССР. -1954. -С. 303-369.
- 315. Никаноров А.М., Жулидов А.В., Емец В.М. Тяжелые металлы в организмах ветлендов России. -СПб: Гидрометеоиздат, 1993. -295 с.
- 316. Николаевская М. В. Растительность Воронежского государственного заповедника// Труды ВГЗ. Вып. XVII (ботанический). -Воронеж: Центр.-Черноземн. кн. изд-во. -1971. -С. 6-133.
  - 317. Никульцев А. П., Предтеченский Г. А. О лосе, косуле и кабане в

- районе Воронежского заповедника// Труды ВГЗ. –Воронеж. -1957. -Вып. 7. -С. 220-221.
- 318. Новиков Г. А. Экология зверей и птиц лесостепных дубрав. -Л, 1959. -127 с.
- 319. Новиков Г. А., Тимофеева Е. К. Урбанизация природных ландшафтов и синантропизация лесных парнокопытных// Копытные фауны СССР -М.: Наука. 1980. -С. 38-39.
- 320. Новикова Н. Н., Тютиков С. Ф. Методика оценки микроэлементного статуса региона с использованием диких копытных животных// Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. -2000. -№ 4. -С. 66-67.
- 321. Ноздрюхина Л.Р. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. -М.: Наука, 1977. -184 с.
- 322. Оганесян Э.Т., Книжник А.З. Неорганическая химия. –М.: Медицина, 1989. -384 с.
  - 323. Одум Ю. Основы экологии. -М.: Мир, 1975. -740 с.
- 324. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах (Дополнение № 1 к перечню ПДК и ОДК № 6229-91)// Гигиенические нормативы (ГН 2.1.7.020-94). -М.: Госкомсанэпиднадзор, 1995. -7 с.
- 325. Осипов В. В., Селочник Н. Н., Илюшенко А. Ф. Состояние дубрав лесостепи. -М.: Наука, 1989. -230 с.
- 326. Остроумов С.А. Введение в биохимическую экологию. -М.: изд-во МГУ, 1986. -176 с.
- 327. Павлова А.З. Элементный состав волос в клинике детских заболеваний// Геохимическая экология и биогеохимическое районирование биосферы. -М.: ГЕОХИ РАН. -1999. -С. 203- 204.
- 328. Падайга В. И. Влияние дичи на рост дуба в лесостепных лесах// Труды Лит. НИИЛХ. -1973. -T. XIV. -C. 319-324.
  - 329. Падайга В. И. Значение косули в лесном хозяйстве и система

- мероприятий по защите от нее лесовозобновления в Литовской ССР -Каунас, 1965. -241 с.
- 330. Памяти первых российских биогеохимиков/ Под общ. ред. член.-корр. РАН Э. М. Галимова. -М.: Наука, 1994. -222 с.
  - 331. Панин М.С. Химическая экология. -Семипалатинск, 2002. -852 с.
- 332. Паничев А.М. Литофагия: геологические, экологические и биомедицинские аспекты. –М.: «Наука», 2011. -149 с. –ISBN 978-5-02-037491-1.
- 333. Папин Н.Е., Самохин В.Т. Микроэлементы в крови коров разной продуктивности// Ветеринария. -№ 11. -2008. -С.49-50.
- 334. Патент РФ на изобретение № 2029321 (RU G01V 9/00) «Способ выявления техногенного загрязнения почв никелем, медью, цинком и свинцом»// Авторы: Разенкова Н.И., Коган Б.С., Филиппова Т.В., Шарапова Е.Н. Дата публикации: 20.02.1995 г. Бюлл. № 5.
- 335. Патент РФ на изобретение № 2057337 (RU G01N33/18) «Способ определения токсичности окружающей среды»// Авторы: Грищенко А.М., Грищенко С.А. Дата публикации: 27.03.1996 г. Бюлл. № 9.
- 336. Патент РФ на изобретение № 2082167 (RU G01N33/18) «Экспрессспособ биотестирования пресных вод «поведенческие реакции моллюсков» («Прм-тест»)»// Автор: Зайцева О.В. Дата публикации: 20.06.1997 г. Бюлл. № 17.
- 337. Патент РФ на изобретение № 2125261(RU G01N33/18) «Способ биологического мониторинга экологических систем и объектов»// Авторы: Бузлама В.С., Ващенко Ю.Е., Востроилова Г.А., Титов Ю.Т. Дата публикации: 20.01. 1999 г. Бюлл. № 2.
- 338. Патент РФ на изобретение № 2145120 (RU G08C19/00) «Экологическая система сбора информации о состоянии региона»// Авторы: Баронкин С.В., Пастухова Д.С. Дата публикации: 27.01.2000 г. Бюлл. № 3.
- 339. Патент РФ на изобретение № 2266537 (RU 2 266 537 C2 G01N 33/02, 33/18, 33/24) «Способ экологической оценки загрязнения окружающей среды

тяжелыми металлами»// Авторы: Тютиков С.Ф., Ермаков В.В. Дата публикации: 20.12.2005 г. Бюлл. № 35.

- 340. Патент РФ на изобретение № 2267781 (RU 2 267 781 C1 G01N 33/02, 33/18, 33/24) «Способ оценки загрязнения территорий пестицидами»// Авторы: Тютиков С.Ф., Ермаков В.В, Проскурякова Л.В. Дата публикации: 10.01.2006 г. Бюлл. № 1.
- 341. Патент РФ на изобретение № 2280869 (RU 2 280 869 C1 G01N 33/50, 33/12) «Способ оценки микроэлементного статуса региона»// Авторы: Тютиков С.Ф., Ермаков В.В., Проскурякова Л.В. Дата публикации: 27.07.2006 г. Бюлл. № 21.
- 342. Патент РФ на изобретение № 2375710 (RU 2 375 710 C1 G01N 33/00) «Способ определения экологического статуса территории по содержанию стронция» // Авторы: Тютиков С.Ф., Ермаков В.В. Дата публикации: 10.12.2009 г. Бюлл. № 34.
- 343. Патент РФ на изобретение № 2430355 (RU 2 430 355 C1 G01N 33/00) «Способ определения экологического статуса территорий по содержанию селена» // Авторы: Тютиков С.Ф., Ермаков В.В. Дата публикации: 27.09.2011 г. Бюлл. № 27.
- 344. Патент РФ на изобретение № 2458524 (RU 2 458 524 C1 A23K 1/10) «Способ детоксикации хлорорганических пестицидов в организме животных» // Авторы: Тютиков С.Ф., Ермаков В.В. Дата публикации: 20.08.2012 г. Бюлл. № 23.
- 345. Патент РФ на изобретение № 2477483 (RU 2 477 483 C1) «Способ диагностики хронических микроэлементозов сельскохозяйственных копытных животных» // Авторы: Тютиков С.Ф., Ермаков В.В. Дата публикации: 10.03.2013 г. Бюлл. № 7.
- 346. Патент РФ на изобретение № 2486507 (RU 2 486 507 C1) «Способ биогеохимического мониторинга загрязнения среды кадмием» // Авторы: Петрунина Н.С., Ермаков В.В., Тютиков С.Ф., Проскурякова Л.В., Дегтярев А.П., Кречетова Е.В. Дата публикации: 27.06.2013 г. Бюлл. № 18.

- 347. Патент РФ на изобретение № 2542236 (RU 2 542 436 C1 G01N 33/04 G01N 33/55) «Способ биохимической диагностики микроэлементного дисбаланса у сельскохозяйственных копытных животных»// Авторы: Тютиков С.Ф., Ермаков В.В. Дата публикации: 20.02.2015 г. Бюлл. № 5.
- 348. Патрашков С.А. Аккумуляция тяжелых металлов в волосе сельскохозяйственных животных разных видов/ Автореф. ... к. б. н. Новосибирск, 2003.- 24 с.
- 349. Пачоский И. К. Описание растительности Херсонской губернии. Ч. 2 -Херсон, 1917. -366 с.
- 350. Пегов В. И., Сергеева Л. И., Сидорова Н. Н. Содержание микроэлементов в продуктах убоя свиней при разных технологиях выращивания// Ветеринария. -1985. -№ 4. -С. 57-69.
  - 351. Перельман А. И. Очерки геохимии ландшафта. -М., 1955. -213 с.
- 352. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. -М: Астрея-2000, 1999. -768 с.
  - 353. Пермяков Е.А. Кальцийсвязывающие белки –М.: Наука, 1993. -192 с.
- 354. Перовский М. Д. Проведение авиаучета лосей в лесостепных областях Европейской части РСФСР: (методические указания). -М., 1975. -10 с.
- 355. Петева–Ванчева 3., Илиева И. Содержание кальция и фосфора в волосяном покрове как показатель содержания кальция и фосфора в кормах// «Животноведин науки». -1977. -Т. 14. -№ 1. -С. 3-9.
- 356. Петрунина Н.С. Геохимическая экология растений в провинциях с избыточным содержанием микроэлементов (никеля, кобальта, меди, молибдена, свинца и цинка// Тр. Биогеохим. лаб. Т. 13. -М.: Наука. -1974. -С. 57-117.
- 357. Петрунина Н.С., Гаранина Н.С. Внутривидовая изменчивость растений в экстремальных геохимических условиях//Экология популяций: структура и динамика. -М.: РАСХН, 1995. –Ч. 2. -С. 884-893.
- 358. Петрунина Н.С., Дегтярев А.П., Тютиков С.Ф. и др. Биогенная миграция тяжелых металлов в условиях природно-техногенных экосистем// Мат.

- VI росс. биогеохим. школы «Биогеохимия в народном хозяйстве: фундаментальные основы ноосферных технологий», посвящ. 80-летию организации В.И. Вернадским Биогеохимической лаборатории БИОГЕЛ (22-25 сентября 2008 г., г. Астрахань). -Астрахань: АГТУ. -2008. -С. 93.
- 359. Петрунина Н.С., Ермаков В.В., Тютиков С.Ф. Геохимическая экология растений и биоразнообразие флоры в металлогенических районах Унальской котловины Северной Осетии// Мат. IV росс. биогеохим. школы (3-6 сентября 2003 г.) «Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы»/ Отв. ред. В.В. Ермаков. М.: Наука. -2003. -С. 311-319.
- 360. Петрунина Н.С., Ермаков В.В., Тютиков С.Ф. и др. Биогеохимическое выявление природно-техногенных полиметаллических аномалий в бассейне р. Ардон (Северная Осетия)// Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. 2006. -№ 1 (1). -С. 90-97.
- 361. Петрунина Н.С., Карпова Е.А. Биогеохимический мониторинг природно-техногенных аномалий: критерии отбора и оценки растительного материала// Мат. 3-й росс. биогеохим. школы «Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы» Новосибирск: изд-во СО РАН. -2000. -С. 129-139.
- 362. Петрусевич К., Гродзинский В. Значение растительноядных животных в экосистемах// Экология. -1973. -Вып. 6. -С. 5-17.
- 363. Печенюк А. Д. Роль волка в природном комплексе Хоперского заповедника// Проблемы охраны генофонда и управления экосистемами в заповедниках лесной зоны -М. -1986. -Ч. 2. -С. 172-175.
- 364. Пигулевская Т. К. К вопросу о механизмах токсического действия металлов на растения// Тез. докл. конф. «Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине». —Самарканд. -1990. -С. 177-179.
- 365. Пилипенко А. Ф., Барсов В. А., Белоконь В. С. и др. Влияние роющей деятельности кабана и лисицы на численность животного населения почв// Тезисы докл. всесоюзн. зоогеограф. конф. -М. -1980. -С. 252-253.

- 366. Плигинский В. Г. Животные Курской губернии. Курский край Курск. -1926. -Вып. 2. -83 с.
- 367. Поведение ртути и других тяжелых металлов в экосистемах: Аналитический обзор. Ч. 1. Физико-химические методы определения содержания ртути и других тяжелых металлов в природных объектах/ АН СССР, Сиб. отд-е. —Новосибирск. -1989. -С. 134-139.
- 368. Покаржевский А. Д. Геохимическая экология наземных животных М.: Наука, 1985, -429 с.
- 369. Покатилов Ю.Г. Биогеохимия микроэлементов и эндемические болезни в Баргузинской котловине (Забайкалье). -Новосибирск: Наука,1983. 165с.
- 370. Покатилов Ю.Г. Биогеохимия элементов, нозогеография юга Средней Сибири. -Новосибироск: Наука, Сибирское отделение, 1992. -168 с.
- 371. Полынов Б. Б. К вопросу о роли элементов биосферы в эволюции организмов// Почвоведение. -1948. -№ 10. -С. 594-607.
- 372. Поляков А.Я. Роль социально-гигиенических факторов в нарушении статуса макро- и микроэлементов у детей школьного возраста в промышленных городах/ Автореф. ... д.м.н. -Новосибирск, 2001.- 50 с.
- 373. Порунов А. Н., Леплинский Ю. И., Тарасов Е. В. О разработке и использовании нормативов предельно допустимой емкости поглощения поллютантов экосистемами в планировании природоохранной деятельности// Экология и защита леса. -Л. -1987. -С. 34-42.
- 374. Почвенно-экологический мониторинг/ Под. ред. Д. С. Орлова и В. Д. Васильевской. -М.: Изд. МГУ, 1994. -272 с.
- 375. Почвенные материалы Чернянского района Белгородской области Белгород: Роскомзем. Всероссийское объединение Росземпроект. Центрально-Черноземный государственный проектный институт по землеустройству. Белгородский филиал, 1993, -128 с., 4 карты масш. 1:10000.
  - 376. Пояркова Л. А. Динамика и состав опада в дубняках и осинниках//

- Труды ВГЗ. -1954. -Вып. 5. -С. 34-57.
- 377. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования// Гигиенические нормативы (ГН 2.1.5.1315-03). –М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003. -97 с.
- 378. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве// Гигиенические нормативы (ГН 2.1.7.2041-06). –М.: Госкомсанэпиднадзор, 2006. -7 с
- 379. Приклонский С. Г., Кузякин В. А. Методические указания по организации и проведению зимнего маршрутного учета охотничьих животных в РСФСР -М., 1980. -28 с.
- 380. Природные ресурсы Воронежской области, их воспроизводство, мониторинг и охрана/ Под общ. ред. д. с. х. наук Шаталова В. Г. -М.: Наука, 1989. -244 с.
- 381. Приходько Г. Т., Миронов Н. А. Определение мышьяка в биологических объектах// Ветеринария. -1985. -№ 9. -С. 60-62.
- 382. Приходько Г. Т., Миронов Н. А., Петраков К. А. Содержание мышьяка в органах и тканях овец в зависимости от уровня его в кормах.// Ветеринария. 1992. -№ 5. -С. 56-58.
- 383. Проскурякова Л. В., Олейник Л. Я., Тютиков С. Ф. Динамика плотности популяций и масштабы патологии среднерусских копытных// Мат. междунар. научн.-практ. конф., посв. 25-летию Смоленского сельскохозяйственного института «Проблемы сельскохозяйственного производства в изменяющихся экономических и экологических условиях». Часть III Зоотехния. —Смоленск. -1999. -С. 35-37.
- 384. Проскурякова Л. В., Тютиков С. Ф., Новикова Н. Н. Животные в микроэлементного статуса агропедоценозов// интегральной оценке Мат. 25-летию междунар. научн.-практ. конф., посв. Смоленского «Проблемы сельскохозяйственного института сельскохозяйственного

- производства в изменяющихся экономических и экологических условиях». Часть III Зоотехния. —Смоленск. -1999. -С. 39-41.
- 385. Простаков Н. И. Копытные животные Центрального Черноземья (экология, использование, охрана)/ Автореф. ... д. б. н. -М., 1996. -32 с.
- 386. Протасов В. Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: учеб. и справ. пособие для студентов вузов по экол. спец. 3-е изд. М.: Финансы и статистика. -2011. -670 с.
- 387. Протасова Н. А., Щербаков А. П., Копаева М. Т. Редкие и рассеянные элементы в почвах Центрального Черноземья. -Воронеж: Изд-во ВГУ, 1992. 168 с
- 388. Развитие идей континентальной биогеохимии и геохимической экологии (2006-2010 гг.)/ Колл. авт. под общ. ред. д.б.н., проф. Ермакова В.В. Москва: ГЕОХИ. -2010. -364 с. -ISBN 978-5-905049-01-9.
- 389. Рафес П. М. Беспозвоночные фитофаги в лесном биогеоценозе// Основы лесной биогеоценологии. -М. -1964. -С. 225-256.
- 390. Реймерс Н. Ф. Экологические сукцессии и промысловые животные// Охотоведение. -М. -1972. -Вып. 7. -С. 67-108.
- 391. Рекомендации по использованию диких копытных (A. alces L., C. capreolus L., Sus scrofa L.) в зооиндикации загрязнения лесостепных экосистем стойкими хлорорганическими пестицидами/ С. Ф. Тютиков, А. Ю. Гуров, В. В. Сотников// Утверждены решением ученого Совета РГАЗУ МСХиП РФ от 26.05.99 г., протокол № 7. -Балашиха: РГАЗУ, 1999. -17 с.
- 392. Ремезов Н. П. Биологический круговорот и почвообразовательный процесс// Труды ВГЗ. -1954. -Вып. 5. -С. 196-202.
- 393. Ремезова Г. Л. Типы леса Воронежского заповедника// Труды ВГЗ. 1959. -Вып. 78. -С. 98-112.
- 394. Репях С.М., Катанаева М.А., Ковалев А.Г., Руденко Л.Н., Изучение Пространственной неоднородности накопления техногенных радионуклидов в компонентах лесного биогеоценоза Красноярского края// Химия растительного

- сырья. -2000. -№ 1. -С. 51-56.
- 395. Риш М.А. Наследственные микроэлементозы// Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. Труды Биогеохим. лаб. Т. 24. М.: Наука. -2003. -С. 301-348.
- 396. Ровинский Ф. Я., Воронова Л. Д., Афанасьев М. И. и др. Фоновый мониторинг загрязнений экосистем суши хлорорганическими соединениями. -Л.: Гидрометеоиздат, 1990. -270 с.
- 397. Рубцов В. И. Леса Центрально-Черноземного региона// Леса СССР. Т.
- 3. Леса юга европейской части СССР и Закавказья. -М.: Наука. -1966. -С. 107-139.
- 398. Русаков О. С., Тимофеева Е. К. Кабан. -Л.: Изд-во Ленинградского унта. -1984. -206 с.
- 399. Русанов Я. С. Учет численности животных методом повторного оклада// Методы учета охотничьих животных в лесной зоне. -1973. -Вып. IX. -С. 62-68.
- 400. Рындина Д. Ф., Егорова О. Г., Быстрова И. В. О микроэлементном составе тканей и органов крупного рогатого скота и свиней// Сельскохозяйственная биология. -1996. -№ 2. -С. 123-128.
- 401. Рыскулов А.К., Ермаков В.В. Способ обезвреживания токсичных металлов в кормах и организме животных// Корма из отходов АПК. Техника и технология. –Запорожье. -1988. -С. 31-32.
- 402. Рябов Л. С. Волки Черноземья. -Воронеж: Изд-во Воронежского унта. -1993. -168 с.
- 403. Рябов Л. С., Лихацкий Ю. П., Никитин Н. М. Об отношении волков Воронежского заповедника к диким и домашним копытным// Экология. -1994. -№ 1. -С. 53-59.
- 404. Саблина Т. Б. Адаптивные особенности питания некоторых видов копытных и воздействие этих видов на смену растительных сообществ// Сообщ. Ин-та леса АН СССР. -1959. -Вып. 13. -С. 32-43.
  - 405. Савенко В.С. Геохимический взгляд на биологическую эволюцию:

- естественный отбор на уровне биогеоценозов// «Геохимия биосферы»/ Доклады междунар. конф. -Смоленск: Ойкумена. -2006. -С. 28-29.
- 406. Савченко В. В., Сидорович В. Е. Содержание тяжелых металлов в американской норке (Mustela vison): поступление, аккумуляция, выведение, возможности биоиндикации// Экология. -1999. -№ 6. -С. 69-77.
- 407. Садыков О. Ф. Современные проблемы и перспективы прикладной экологии// Развитие идей академика С. С. Шварца в современной экологии. -М. 1991. -С. 32-39.
- 408. Садыков О. Ф. Экотоксикология и проблемы нормирования антропогенной нагрузки на окружающую среду и природные комплексы// Экотоксикология и охрана природы. –Рига. -1988. -С. 34-38.
- 409. Саенко Г.Н. Космическая роль живого вещества// Мат. IV биогеохим. школы (3-6 сентября 2003 г.) «Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы»/ Отв. ред. проф. В.В. Ермаков. -М.: Наука. -2003. С. 47-50.
- 410. Саенко Г. Н. Металлы и галогены в морских организмах -М.: Наука, 1992. -200 с.
- 411. Самарин В. Д. Динамика численности и хозяйственное значение диких животных Луганского заповедника// Копытные фауны СССР. -М. -1975. -С. 182-183.
- 412. Самохин В.Т. Профилактика обмена микроэлементов у животных Воронеж: изд-во Воронежского гос. университета, 2003. -136 с.
- 413. Санитарные правила и нормы (СанПиН), гигиенические нормативы и перечень методических указаний и рекомендаций по гигиене питания// Сборник важнейших официальных материалов по санитарным и противоэпидемическим вопросам. В семи томах./ Под общ. ред. к. м. н. В. М. Подъянпольского. М.: МП Рарог. -1992. -Т. V. -С. 287-364.
- 414. Сафонов В.А., Ермаков В.В., Тютиков С.Ф. Селен в крови крупного рогатого скота двух регионов России// Докл. IV междунар. научно-практ. конф.

- «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде». —Семипалатинск. 2006. -Т.2. -С. 92-95.
- 415. Свинец в окружающей среде / Отв. ред. д. г. н. В. В. Добровольский. -М.: Наука, 1987. -182 с.
- 416. Свиретев Ю. М., Логофет Д. О. Устойчивость биологических сообществ. -М.: Наука, 1978. -216 с.
- 417. Свиридова И. К. Динамика питательных веществ в почвах осинников Воронежского заповедника// Труды ВГЗ. -1961. -Вып. 13. -С. 46-57.
- 418. Свиридова И. К., Попова М. Е. Изучение режима верховодки и динамики выноса азота и зольных элементов за пределы почвенного профиля// Труды ВГЗ. -1961. -Вып. 13. -С. 77-82.
- 419. Северцов Н. А. Периодические явления в жизни зверей, птиц и гадов Воронежской губернии. Изд-е 2-е. -М., 1950. -287 с.
- 420. Северцов С. А., Саблина Т. Б. Олень, косуля, кабан в заповеднике Беловежская пуща// Труды ин-та морфологии жив-х АН СССР. –М. -1953. -Вып. 9. -С. 140-205.
- 421. Селимов Р.Н. Минеральный состав крови и волосяного покрова лошадей разных возрастов и его изменения под влиянием «Хелавита»/ Автореф. ... к. б.н. –М, 2009. -21 с.
- 422. Семенов В. А., Лихацкий Ю. П. Ретроспективный анализ проблемы лес-копытные// Состояние и перспективы решения проблемы лес и дикие копытные животные. –Воронеж. -1989. -С. 25-28.
- 423. Семенова-Тян-Шанская А. М. Накопление и роль подстилки в травяных сообществах. -М.: Наука, 1977. -190 с.
- 424. Симакова Т. В. Обеспечение организма лосей микроэлементами в летнее время// Тр. Окского гос. зап. –Сыктывкар. -1976. -Вып. 13. -С. 123-126.
- 425. Синицын Е. М., Протоклитова Т. Б. Влияние диких копытных на лесовозобновление в Воронежском заповеднике// Лесоведение. -1972. -№ 5. -С. 42-47.

- 426. Скальный А.В. Микроэлементозы человека (диагностика и лечение).-М.: МЦБМ, 1997.- 287 с.
- 427. Скарлыгина-Уфимцева М.Д. Системно-иерархический анализ микроэлементного состава фитобиоты ландшафтов// Тр. биогеохим. лаб. Т. 22. М.: Наука. -1991. -С. 120-134.
- 428. Скиада М. М. Общий взгляд на охотничье дело в Воронежской губернии со времен заселения края// Памятная книжка Воронежской губернии на 1878-1879 год. -Воронеж: Изд-во Воронежского губернского статистического комитета, 1879. -57 с.
- 429. Скрябин М. П. О значении зольного и азотного питания в жизни леса// Труды ВГЗ. -1954. -Вып. 5. -С. 144-157.
- 430. Слудский А. А. Кабан (морфология, экология, хозяйственное и эпизоотологическое значение, промысел). Алма-Ата, 1956. -220 с.
- 431. Смирнов К. А. Роль лося в биоценозах южной тайги. -М.: Наука, 1978. -188 с.
- 432. Смирнов М. Н. Косуля в Западном Забайкалье. -Новосибирск: Наука, 1979. -189 с.
- 433. Смоктунович Е. Олень и косуля в местах совместного обитания// Охота и охот. хоз-во. -1983. -№ 10. -С. 19.
- 434. Собанский Г. Г. Зимнее размещение лося в Алтайском крае (миграции, стадность, численность)// Бюлл. МОИП, отд. биол. -1977. -Т. 82. - $\mathbb{N}$  4. -C.29-36.
- 435. Собанский Г. Г. Территориально-биотопическое размещение копытных (Artiodactyla) в горах Алтая и их значение в освоении растительных ресурсов// Фауна и систематика позвоночных Сибири. -Новосибирск: Наука. -1977. -С. 124-132.
- 436. Соболеева А.Н., Ермаков В.В., Тютиков С.Ф. Особенности аккумулирования меди и молибдена организмами в экстремальных

- геохимических условиях// Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. Семипалатинск. -2007. -№ 2 (4). -С. 72-79.
- 437. Соколов В. Е., Филонов К. П., Нухимовская Ю. Д., Шадрина Г. Д. Экология заповедных территорий России/ Под ред. акад. РАН В. Е. Соколова, член.-корр. РАН В. Н. Тихомирова. -М.: Янус-К, 1997. -576 с.
- 438 Соколов И. И. Копытные звери// Фауна СССР. Млекопитающие. Т. 1. Вып. 3. -М., -Л., 1959. -435 с.
- 439. Соловов А.П., Архипов А.Я., Бугров В.А. и др. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. М.: Недра, 1990. -335 с.
- 440. Сологор Е. А., Черняк Е. Ф. Влияние различных способов рубок леса на состояние фауны копытных в Полесье УССР// Влияние антропогенной трансформации ландшафта на население наземных позвоночных животных -М. 1987. -Ч. 1. -С. 138-140.
- 441. Соломатин А. О. Лоси в Воронежской области// Копытные фауны СССР. -М.: Наука. -1975. -С. 125-126.
- 442. Соломатин А. О. Косули в Воронежской области// Копытные фауны СССР -М.: Наука. -1975. -С. 126-127.
- 443. Соломатин А. О. Место волка в биоценозах Центральной России// Экологические основы охраны и рационального использования хищных млекопитающих. -М.: Наука. -1979. -С. 139-140.
- 444. Справочник по гидрохимии/ Под ред. А. М. Никанорова. -Л.: Гидрометеоиздат. -1989. -С. 49-55.
  - 445. Степанов А. М. Биоиндикация и биомониторинг. -М., 1991. -258 с.
- 446. Судаков Н.А., Онипенко Н.И., Козачок В.С. и др. Микроэлементозы сельскохозяйственных животных. -Киев: Урожай, 1974. -238 с.
- 447. Сукачев В.Н. Основные понятия лесной биогеоценологии// Основы лесной биогеоценологии/ под ред. В.Н. Сукачева и Н.В. Дылиса. М.; Наука. 1964. С. 5-49.
  - 448. Сумбаев В.В., Розанов А.Я. Ксантиноксидаза как компонент системы

- генерирования активных форм кислорода// Современные проблемы токсикологии -2001. -№ 1. -С. 16-22.
- 449. Сусликов В.Л. Геохимическая экология болезней. В 4-х т. -М.: Гелиос APB, 1999-2004.
- 450. Сухорослов М. С. Экологические особенности и хозяйственное значение кабана Центральной Черноземной области/ Автореф. ... к. б. н. Воронеж, 1972. -17 с.
- 451. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири/ Автореф. ... д. б.н. Новосибирск: ИАП СО РАН, 2004. -40 с.
- 452. Таугинас Й. С. Зимнее пространственное распределение оленьих в условиях антропогенной сукцессии леса в Литве// Бюлл. МОИП., отд. биол. -1988. -Т. 93. -№ 2. -С. 15-24.
- 453. Таугинас Й. С., Бутвила Р. Численность и сезонное распределение оленьих в агронасаждениях// Териологические исследования в Литве -Вильнюс. -1988. -С. 59-72.
- 454. Телитченко М.М., Остроумов С.А. Введение в проблемы биохимической экологии. -М.: Наука, 1990. -288 с.
- 455. Техногенные элементы и животный организм: (Полевые наблюдения и эксперимент)// Сб. науч. трудов АН СССР (Урал. науч. центр)/ Отв. ред. Попов Б. П., Садыков О. Ф. -Свердловск, 1986. -133 с.
- 456. Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов Н.В. Очерки учения о популяции. -М.: Наука, 1973. -277 с.
- 457. Тимофеева Е. К. Влияние диких копытных на растительность лесостепных дубрав// Вестник Ленинградского гос. ун-та. -1978. -№ 21. -С. 37-47.
- 458. Тимофеева Е. К. Косуля/ Серия: жизнь наших зверей и птиц -Л.: Издво Ленинградского ун-та, 1985. -224 с.
- 459. Тимофеева Е. К. Лось (экология, распространение, хозяйственное значение). -Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1974. -168 с.

- 460. Толкач В. Н. Изменение естественных фитоценозов под влиянием копытных в Беловежской пуще// Роль животных в функционировании экосистем. -М.: Наука. -1975. -С. 56-64.
- 461. Толкач В. Н., Дворак Л. Е. Влияние диких копытных на фитомассу живого напочвенного покрова// Копытные фауны СССР. -М. -1980. -С.208-209.
- 462. Толмачева Н.В. Содержание микроэлементов в волосах детей города Новочебоксарска в связи с иммунным статусом и микрофлорой// Геохимическая экология и биогеохимическое районирование биосферы.- М.:ГЕОХИ РАН. -1999.- С. 215-217.
- 463. Трахтенберг И.М., Коршун М.Н. Ртуть и ее соединения в окружающей среде. -Киев: Вища шк., 1990. -232 с.
- 464. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г., Барабошкина Т.А. и др. Трансформация экологических функций литосферы в эпоху техногенеза/ Под редакцией В.Т. Трофимова. -М.: изд.-во «Ноосфера», 2006. -720 с.
- 465. Тутельян В.А., Княжев В.А., Хотимченко С.А. и др. Селен в организме человека: метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе. -М.: издво РАМН. -2002. -224 с.
- 466. Тюрин В. Н. Санитарно-токсикологическая и биологическая оценка мяса диких промысловых птиц/ Автореф. ... к. в. н. -М., 1990. -29 с.
- 467. Тютиков С. Ф. Анализ распространения тяжелых металлов в биологических объектах и окружающей среде// Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. -2000. -№ 2. -С. 49-51.
- 468. Тютиков С. Ф. Биологическое поглощение и массоперенос химических элементов копытными в лесостепных биогеоценозах// Мат. (тезисы, доклады, воспоминания) II росс. школы «Геохимическая экология и биогеохимическое районирование биосферы» ( 25-28 января 1999 г.) –М. -1999. С. 165-166.
- 469. Тютиков С. Ф. Введение в экологию. -Балашиха, 1999. -22 с. -Деп. в ВИНИТИ № 520-В99.

- 470. Тютиков С. Ф. Влияние копытных на процессы разложения органического вещества в условиях лесостепных биогеоценозов. -Балашиха, 1999. -11 с. -Деп. в ВИНИТИ № 1259-В99.
- 471. Тютиков С. Ф. Геохимическая экология диких животных Центрального Черноземья// Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы/ Тр. биогеохим. лаб. Т. 24 -М.: Наука. -2003. -С. 262-273.
- 472. Тютиков С.Ф. Дикие копытные биогеохимические индикаторы// Мат. междунар. научно-практ. конф. «Биогеохимия элементов и соединений токсикантов в субстратной и пищевой цепях агро- и аквальных систем» (Тюмень, 2007). –Тюмень: ТГСХА. -2007. -С.147-150.
- 473. Тютиков С. Ф. Зооиндикация загрязнения среды стойкими хлорорганическими пестицидами// Сельскохозяйственная биология. 1999. № 4. -С. 112-114.
- 474. Тютиков С. Ф. К возможности использования органов и тканей диких копытных и сельскохозяйственных копытных (ARTIODACTYLA) в биомониторинге тяжелых металлов, микроэлементов и хлорорганических пестицидов. -Балашиха, 1999. -13 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 1261-В99.
- 475. Тютиков С. Ф. К вопросу оценки влияния копытных на травянистую растительность лесостепи. -Балашиха, 1999. -12 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 680-В99.
- 476. Тютиков С. Ф. К проблеме исследования уровней хлорорганических пестицидов у высших млекопитающих в нашей стране и за рубежом. -Балашиха, 1999. -13 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 522-В99.
- 477. Тютиков С. Ф. Количественная оценка воздействия диких копытных на древесно-кустарниковую растительность лесостепной дубравы. -Балашиха, 1999. -13 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 684-В99.
- 478. Тютиков С. Ф. Копытные в зоологической индикации хлорорганических пестицидов// Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. -2000.  $\mathbb{N}$  6. С. 66-67.
  - 479. Тютиков С. Ф. Микроэлементы в тканях диких копытных

- Центрального Черноземья// Фауна Центрального Черноземья и формирование экологической культуры. Материалы 1-й регион. конф. (23-26 октября 1996 г., Липецк). –Липецк. -1996. -С. 32-33.
- 480. Тютиков С. Ф. Об использовании диких копытных в зооиндикации стойких хлорорганических пестицидов. -Балашиха, 1999. -13 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 1260-В99.
- 481. Тютиков С. Ф. Обоснование подходов к количественной оценке воздействия копытных на физические свойства почвы и микроклиматические показатели в среднерусской лесостепи. -Балашиха, 1999. -9 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 1263-В99.
- 482. Тютиков С.Ф. Проблемы экологии диких копытных Среднерусской лесостепи// Мат. междунар. научно-практ. конф. 16-18 апреля 2002 года «Биолого-экологические проблемы заразных болезней диких животных и их роль в патологии сельскохозяйственных животных и людей». -Покров: ВНИИВВиМ. 2002. -С.62-64.
- 483. Тютиков С. Ф. Ртуть в окружающей среде и организме животных в Центральном Черноземье// Гигиена и санитария. -1999. -№ 3. -С.13-15.
- 484. Тютиков С.Ф. Современные методы биологической индикации// Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. -2010. -№1. -С. 61-63.
- 485. Тютиков С. Ф. Содержание токсических элементов в органах диких копытных и сельскохозяйственных животных// Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. -2000. -№ 6. -С. 34-36.
- 486. Тютиков С. Ф. Тезисы к проблеме биоиндикации антропогенного загрязнения среды тяжелыми металлами. -Балашиха, 1999. -7 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 683-В99.
- 487. Тютиков С. Ф. Тяжелые металлы в окружающей среде и биологически объектах. -Балашиха, 1999. -14 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 521-В99.
- 488. Тютиков С.Ф. Химический элементный состав волосяного покрова животных в диагностике хронических микроэлементозов// Труды IX междунар.

- биогеохим. школы «Биогеохимия техногенеза и современные проблемы геохимической экологии» (24-28 августа 2015 г., г. Барнаул). –Барнаул. -2015. Т.2. -С. 100-103.
- 489. Тютиков С.Ф. Эколого-биогеохимический мониторинг территорий с использованием диких копытных// Мат. IV росс. биогеохим. школы «Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы», посвящ. 75-летию организации В.И. Вернадским Биогеохимической лаборатории БИОГЕЛ- и 50-летию создания мемориального кабинета-музея В.И. Вернадского (3-6 сентября 2003 г., Москва). -М.: Наука. -2003. -С. 289-291.
- 490. Тютиков С.Ф., Анисимова М.В., Габрашанска М.П., Ермаков В.В. Биогеохимическая индикация: использование диких копытных// Мат. VI росс. биогеохим. школы «Биогеохимия в народном хозяйстве: фундаментальные основы ноосферных технологий», посвящ. 80-летию организации В.И. Вернадским Биогеохимической лаборатории БИОГЕЛ (22-25 сентября 2008 г., г. Астрахань) -Астрахань: АГТУ. -2008. -С. 134-135.
- 491. Тютиков С. Ф., Гуров А. Ю. Методика зооиндикации микроэлементного статуса территорий с использованием диких копытных// Гигиена и санитария. -2000. -№ 4. -С. 68-69.
- 492. Тютиков С. Ф., Гуров А. Ю. Новая методика экомониторинга тяжелых металлов посредством диких копытных. -Балашиха, 1998. -12 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 3838-В98.
- 493. Тютиков С. Ф., Гуров А. Ю., Проскурякова Л. В. Обоснование методики оценки экологического статуса микроэлементов в агробиоценозах// Сельскохозяйственная биология. -1999. -№ 6. -С.114-118.
- 494. Тютиков С. Ф., Гуров А. Ю., Сотников В. В. Состояние популяций диких копытных в Центральном Черноземье// Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. -1999. -№ 6. -С. 78-80.
- 495. Тютиков С. Ф., Гуров А. Ю., Сотников В. В. Экологический биомониторинг токсичных элементов посредством определения их концентраций

в органах диких парнокопытных// Сельскохозяйственная биология. -1999. -№ 2. - С. 116-119.

496. Тютиков С.Ф., Ермаков В.В. Адаптивные изменения ксантиноксидазы молока коров в экстремальных геохимических условиях// Сб. науч. трудов Всеросс. с междунар. уч. научно-практ. конф. «Экологическая безопасность и культура — требование современности», посвящ. 20-летию каф. «Охрана окр. среды и рац. исп. прир. ресурсов» Уфимского гос. ун-та экономики и сервиса. — Уфа. -2014. -С. 167-173. -ISBN 978-5-88469-598-6.

497. Тютиков С.Ф., Ермаков В.В. Биогеохимическая диагностика селеновых микроэлементозов// Мат. VII Биогеохим. Школы «Фундаментальные и инновационные аспекты биогеохимии» (г. Астрахань, 12-15 сентября, 2011 г.) –М: ГЕОХИ. -2011. -С. 297-300. -ISBN 978-5-905049-03-3.

498. Тютиков С.Ф., Ермаков В.В. Биогеохимическая индикация микроэлементозов// Докл. Междунар. научн. конф. (к 90-летию А.И. Перельмана) «Геохимия биосферы» (Москва, 15-18 ноября 2006 г.) — Москва-Смоленск. -2006. -С. 365-367.

499. Тютиков С.Ф., Ермаков В.В. Биогеохимическая индикация состояния и функционирования таксонов биосферы// Докл. IV Междунар. научно-практ. конф. «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде». —Семипалатинск. - 2006. -Т.2. -С. 559-564.

500. Тютиков С.Ф., Ермаков В.В. Географическое варьирование содержания микроэлементов и биохимических показателей в крови и молоке крупного рогатого скота// Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2010. -№ 3. -С. 43-46.

501. Тютиков С.Ф., Ермаков В.В. Диагностика хронических микроэлементозов сельскохозяйственных парнокопытных по химическому составу волос// Вестник Российской сельскохозяйственной науки (Научн.-теор. ж-л). -2015. -№ 5. -С. 61-63.

502. Тютиков С. Ф., Ермаков В. В. Исследования уровней

хлорорганических пестицидов у высших млекопитающих// Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. -1999. -№ 2. -С. 72-74.

- 503. Тютиков С. Ф., Ермаков В. В. Копытные биоиндикатор загрязнения среды// Мат. III росс. биогеохим. школы «Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы» (Горно-Алтайск, 4-8 сентября 2000 г.). –Новосибирск. -2000. -С. 81-82.
- 504. Тютиков С. Ф., Ермаков В. В. Оценка содержания ртути в организме животных и окружающей среде// Сельскохозяйственная биология. -2001. -№ 2. -С. 64-67.
- 505. Тютиков С. Ф., Ермаков В. В. Содержание ртути и селена в органах животных и компонентах биогеоценоза Центрального Черноземья// Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. -1999. -№ 3. -С. 37-39.
- 506. Тютиков С.Ф., Ермаков В.В. Экологический мониторинг Си-Мо и Мо-W дисбаланса у сельскохозяйственных парнокопытных// Вестник Российской сельскохозяйственной науки (Научн.-теор. ж-л). -2015. -№ 3. -С. 35-37.
- 507. Тютиков С.Ф., Ермаков В.В., Габрашанска М.А. и др. Разработка методов индикации микроэлементозов животных// Мат. междунар. научно-практ. конф. «Проблемы мониторинга природных процессов на особо охраняемых природных территориях», посв. 75-летию Хоперского гос. прир. заповедника, (пос. Варварино, Воронежская обл. 20-23 сентября 2010 г.). —Варварино: ХГЗ. 2010. -С.216-218.
- 508. Тютиков С.Ф., Ермаков В.В., Габрашанска М.П. и др. Ртуть и селен в организме диких и домашних животных// Мат. междунар. симп. «Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты» (Россия, Москва, 7-9 сентября 2010 г.). –М: ГЕОХИ. -2010. -С. 326-330.
- 509. Тютиков С. Ф., Ермаков В. В., Дьякова Г.А. Биологическое поглощение и массоперенос микро- и макроэлементов среднерусскими копытными в условиях лесостепи. -Балашиха, 1998. -8 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 3836-В98.

- 510. Тютиков С. Ф., Ермаков В. В., Дьякова Г. А., Сотников В.В. Дикие копытные для биоиндикации элементов в окружающей среде// Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. -2001. -№ 2. -С. 52-54.
- 511. Тютиков С. Ф., Ермаков В. В., Карпова Е. А., Дьякова Г. А. Биогеохимические параметры диких копытных Воронежского биосферного государственного заповедника// Материалы научно-практической конференции, посвященной 70-летию Воронежского биосферного государственного заповедника «Проблемы сохранения и оценки состояния природных комплексов и объектов» (8-11 сентября 1997 г., Воронеж, ст. Графская). —Воронеж. -1997. -С. 129-130.
- 512. Тютиков С. Ф., Ермаков В. В., Проскурякова Л. В., Божанский А. Т., Киселев Л. Ю. Мониторинг микроэлементов в агропедоценозах// Материалы междунар. научн.-практ. конф. 9-11 февраля 2000 г. «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде» -Семипалатинск. -2000. -С. 261-262.
- 513. Тютиков С. Ф., Карпова Е. А. Региональные особенности микроэлементного состава органов диких копытных// Мат. (тезисы, доклады, воспоминания) II росс. школы «Геохимическая экология и биогеохимическое районирование биосферы». (25-28 января 1999 г., г. Москва). –М. -1999. -С.164.
- 514. Тютиков С. Ф., Карпова Е. А., Ермаков В. В. Содержание микроэлементов и токсичных металлов в органах диких и сельскохозяйственных животных в связи с региональным биогеохимическим районированием// Сельскохозяйственная биология. -1997. -№ 6. -С. 87-96.
- 515. Тютиков С. Ф., Карпова Е. А., Ермаков В. В. Тяжелые металлы и селен в среде обитания и организме диких копытных животных// «Тяжелые металлы в окружающей среде»/ Сб. тез. междунар. симп. (15-18 октября 1996 г., Пущино) –Пущино. -1996. -С.119-120.
- 516. Тютиков С. Ф., Карпова Е. А., Ермаков В. В. Экологический мониторинг статуса микроэлементов// Мат. междунар. научн.-практ. конф. 9-

- 11 февраля 2000 г. «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде» Семипалатинск. -2000. -С. 260-261.
- 517. Тютиков С. Ф., Олейник Л. Я. К оценке состояния сообществ диких копытных. –Балашиха. -1999. -14 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 681-В99.
- 518. Тютиков С. Ф., Проскурякова Л. В. Современное состояние среднерусских популяций лося, косули и кабана. -Балашиха, 1999. -6 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 1264-В99.
- 519. Тютиков С. Ф., Проскурякова Л. В. Современные масштабы патологии среднерусских копытных в связи с хищничеством и человеческой деятельностью. -Балашиха, 1999. -4 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 1262-В99.
- 520. Тютиков С. Ф., Проскурякова Л. В. Хищничество в динамике и структуре среднерусских сообществ копытных. -Балашиха, 1999. -14 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 1265-В99.
- 521. Тютиков С. Ф., Проскурякова Л. В., Новикова Н. Н. Возможности использования лося, косули и кабана в биоиндикации ртути, свинца, кадмия и хрома в окружающей среде и агроландшафтах// Материалы международной наун.-практ. конф., посв. 25-летию Смоленского сельскохозяйственного института «Проблемы сельскохозяйственного производства в изменяющихся экономических и экологических условиях». Часть III Зоотехния -Смоленск. 1999. -С. 37-39.
- 522. Тютиков С. Ф., Сотников В. В. Влияние волка на популяции диких копытных в Среднерусской лесостепи. -Балашиха, 1998. -9 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 3835-В98.
- 523. Тютиков С. Ф., Сотников В. В., Гуров А. Ю. Влияние волка на динамику численности и структуру сообществ копытных животных в условиях Среднерусской лесостепи. -Балашиха, 1998. -14 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 3837-В98.
- 524. Тютиков С. Ф., Шпак В. И. Динамика численности диких копытных животных в Среднерусской лесостепи в прошлом и настоящем. -Балашиха, 1999. 14 с. -Деп. в ВИНИТИ, № 682-В99.

- 525. Тютюнова Ф.И. Гидрогеохимия техногенеза. М.: Наука, 1987. -336 с.
- 526. Унифицированная методика использования парнокопытных (ARTIODACTYLA) в биоиндикации тяжелых металлов, микроэлементов и стойких хлорорганических пестицидов (Методические рекомендации)/ С. Ф. Тютиков, А. Т. Божанский, Л. Ю. Киселев, Н. Н. Новикова, Л. В. Проскурякова, А. Ю. Гуров, В. В. Сотников// Утверждены решением ученого Совета РГАЗУ МСХиП РФ от 01.03.2000 г., протокол № 7/ Одобрены Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода РФ 15.05.2000 г. (N 13-6-06/155) -Балашиха: РГАЗУ, 2000. -24 с.
- 527. Уразаев Н. А., Никитин В. Я., Кабыш А. А. и др. Эндемические болезни сельскохозяйственных животных. -М.: Агропромиздат, 1990. -235 с.
- 528. Усенко С.И., Шахпендерян Е.А., Карпова Е.А. и др. Особенности элементного анализа волос животных// Мат. IV росс. биогеохим. школы «Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы». М.: Наука. -2003. -С. 292-293
- 529. Устенко В. В. Миграция свинца в цепи почва-растение-животное и его влияние на некоторые показатели биосинтеза гема/ Автореф. ... к. б. н. -М., 1982. -34 с.
- 530. Утенкова А. П. Результаты изучения опада в дубовом лесу// Труды ВГЗ. -1959. -Вып. 78. -С. 58-68.
- 531. Утехин В. Д. Изменения растительности Воронежского заповедника за тридцать лет (1936-1966)// Тр. ВГЗ. Вып. XVII (ботанический) -Воронеж: Центр.-Черноземн. кн. изд-во. -1971. -С. 148-167.
- 532. Уфимцева М.Д., Терехина Н.В. Фитоиндикация экологического состояния урбогеосистем Санкт-Петербурга -Спб.: Наука, 2005. -339 с.
- 533. Фадеев Е. А. Результаты искусственного расселения некоторых видов диких копытных животных в охотничьих хозяйствах России// Бюлл. МОИП, отд. биол. -1969. -Т. 74. -№ 1. -С. 37-46.
  - 534. Федонкин М.А. Сужение геохимического базиса жизни и

- эвкариотизация биосферы: причинная связь// Палеонтологический журнал. -2003. -№ 6. -С. 33-40
- 535. Федотов А.П. Глобальный кризис мировой системы// Международная жизнь. -1994. -№ 4. -С. 61-67.
  - 536. Ферсман А.Е. Геохимия -Л: ОНТИ, 1934. Т. 2 . -354 с.
- 537. Филонов К. П. Копытные животные и крупные хищники на заповедных территориях. -М.: Наука, 1989. -256 с.
- 538. Фишер Р. А. Статические методы для исследований.- М.:Госстатиздат, 1958. -136 с.
- 539. Формозов А.Н. Проблемы экологии и географии животных: (Сборник статей) -М.: Наука, 1981. -352 с.
- 540. Хамуков В. Б. Содержание тяжелых металлов в почве и кормах в Кабардино-Балкарии// Мат. научно-практич. конф. «Тяжелые металлы и радионуклиды в агроэкосистемах» -М. -1994. -С. 49-53.
- 541. Херувимов В. Д. Лось. -Воронеж: Центрально-Черноземное кн. изд-во, 1969. -432 с.
- 542. Хесин Р.Б. R-факторы резистентности к ртути у бактерий, выделенных в районах ртутно-сурьмяного месторождения // Молекулярная биология. -1985. Т. 19. -№ 2. -C.505-515.
- 543. Ходашова К. С., Елисеева В. И. Участие позвоночных животныхпотребителей веточных кормов в круговороте веществ в лесостепных дубравах// Структура и функционально-биогеоценологическая роль животного населения суши -М. -1967. -С. 81-83.
- 544. Христофорова Н.К. Экологические проблемы региона: Дальний Восток Приморье. -Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во, 2005. -304 с.
- 545. Царев С. В. Сезонная изменчивость лежек кабана// Вестник Ленинградского гос. ун-та. -1979. -№ 21. -С. 22-28.
- 546. Цой Г.Г. Адаптивные изменения ксантиноксидазы в условиях медных и молибденовых биогеохимических провинций/ Дисс. ... к. б. н. -М., 1974. -138 с.

- 547. Челинцев Н. Г. Биолого-математические основы учетов охотничьих животных/ Автореф. ... д. б. н. -Москва, 2001. -48 с.
  - 548. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь -М.: Мысль, 1973. -348 с.
- 549. Чупахина О. К. Токсичность мышьяка для кур и его распределение в органах и тканях птицы/ Автореф. ... к. ветер. н. -М., 1983. -41 с.
- 550. Шарыгин С.А., Павлова Л.Н. Живые индикаторы и геохимическая экология// Человек и стихия -Л.: Гидрометеоиздат. -1989. -С.212-213.
- 551. Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. -278 с.
- 552. Шилов И.А. Физиологическая экология животных. М.: Высшая школа, 1985. -321 с.
- 553. Школьник М.Я., Макарова Н.А. Микроэлементы в сельском хозяйстве. М.-Л.: изд.-во АН СССР, 1957. -292 с.
- 554. Экологическая геохимия: словарь-справочник/ авт.-сост.: Т.А. Трифонова, Л.А. Ширкин; Владим. гос. ун-т. Владимир: Ред.-издат. комплекс ВлГУ, 2005. —140 с. —ISBN 5-89368-000-0.
- 555. Юргенсон П. Б. Биологические основы охотничьего хозяйства в лесах. -М.: Лесная промышленность, 1973. -173 с.
- 556. Яблоков А.В., Юсуфов А.Г. Эволюционное учение. М.: Высшая школа, 1989 -335 с.
- 557. Янулайтис З. П., Падайга В. И. Продуктивность популяции и управление численностью кабана в Литовской ССР// Вопросы лесного охотоведения и недревесной продукции -М.: Лесная промышленность. -1984. -С. 36-49.
- 558. Яншин А.Л., Мелуа А.И. Уроки экологических просчетов -М.: Мысль, 1991. -429 с.
- 559. Ярошевский А.А. Проблемы современной геохимии. -Новосибирск: Новосибирский гос. университет, 2004. -194 с.
  - 560. Яхонтова Л.К., Зверева В.П. Основы минералогии гипергенеза

- Владивосток: Дальнаука, 2000 -336 с.
- 561. Alekseeva S. A., Dikareva A. V., Ermakov V. V., Tjutikov S. F., Garanina N. S. Methylmercury determination in biogeochemical food chains// 35th IUPAC Congress (14-19 August 1995,). Abstracts-I (Section 1-3). –Istanbul. -P. 33.
- 562. Allen J.G., Masters H.G., Peet R.L. et al. Zinc toxicity in ruminants// J. Comp. Pathol. -1983. -Vol. 93. -№ 3. -P. 363-377.
- 563. Anke M. Essential and toxic effects of macro, trace, and ultratrace elements in the nutrition of animals// Elements and their Compounds in the Environment. / Eds. by E. Merian, M. Anke, M. Ihnat, M. Stoeppler -Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA. -2004. -Vol. 1. -P. 305-341.
- 564. Anke M.K. Molybdenum// Elements and their Compounds in the Environment. -Vol. 2./ Eds. By E. Merian, M. Anke, M. Ihnat, M. Stoeppler. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA. -2004. -P. 1007-1037.
- 565. Anke M., Arnhold W., Zervas G. et al. The influence of sulfur, molibdenum and cadmium exposure on the growgth of goat, cattle and pig// Arch. Tierer. Arch. Anim. Nutr. -1989. -Vol.397. -Iss. 1-2. -P. 221-228.
- 566. Anke M., Glei M., Muller M. et al. Trace and ultra trace elements in human and animal physiology// Thyroid and Trace Elements, 6th Thyroid-Symposium. -Berlin-Wien: Blackwell Wissenschaft. -1996. -P. 1-12.
- 567. Anke M., Rish M. Haaranalyse und Spurenelements Status -Jena: Fischer, 1979. 267 p.
- 568. Arnemo J. M. Hypophosphotemia in free-ranging moose (Alces alces) in Aust-Agder county, Norwey// Chemical data as a basis of geochemical investigations/ Ed. by J. Lag. –Otta: Engers Boktrykkeri A/S. -1996. -P. 133-135.
- 569. Ashraf W., Jaffar M., Mohammed D., Iqbal J. Utilization of scalp hair for evaluating epilepsy in male and female groups of the Pakistan population// Sci. Tot. Envir. -1995. -Vol. 164. -P. 69-73.
- 570. Atkinson W. D., Shorrocks B. Competition on a divided and efemeral resource: a simulation model// J. of animal ecology. -1991. -Vol. 50. -P. 461-471.

- 571. Audige L., Wilson P. R., Morris R. S., Davidson G. W. Osteochondrosis, skeletal abnormalities and enzootic ataxia associated with copper deficiency in a farmed red deer (Cervus-Elaphus) herd// N. Z. Vet. J. -1995. -Vol. 43. -Iss. 2. -P. 70-76.
- 572. Ayiannidis A., Argiroudis S., Spais A. G. et al. Some aspects of chronic copper poisoning in sheep// J. Trace Elem. Electr. Hlth. Dis. -1991. -Vol. 5. Iss. 1. -P. 47-51.
- 573. Bader M., Dietz M.C., Ihrig A., Triebig G. Biomonitoring of manganese in blood, urine and axillary hair following low-dose exposure during the manufacture of dry cell batteries// Int. Arch. Occup. Environ. Health. -1999. -Vol. 72. -P. 521-527.
- 574. Baranovskaya M.V., Rikgvanov L.P. The accumulation levels of the radioactive elements (uranium, thorium) and bromine and their ratios in the hair of school children from Tomsk oblast// Anke M. et al. (Hrsg.). Mengen- und Sperenelemente, 22. Arbeitstagung 2004.- Vol. 2. -Verlag Harald Schubert, Leipzig. 2004. P. 1669-1674.
- 575. Bartoń H., Zachwieja Z., Chlopicka J., Flotta M., Krośniak M., Schlegel-Zawadzka M. Correlation between Ca and Mg in the hair of 10-year old children from southern Poland// Anke M. et al. (Hrsg.). Mengen- und Sperenelemente, 18. Arbeitstagung, Verlag Harald Schubert, Leipzig. -1998.- P. 671-677.
- 576. Bashkin V.N. Modern Biogeochemistry. -Dorderech-London-Boston: Academy Publishes, 2002. -572 p.
- 577. Bass D.A., Hickok D., Qiug D., Urek K. Trace element analysis in hair: factors determining accuracy, precision, and reliability// Alternative Medicine Review. 2001. -Vol. 6. -№. 5. -P. 472-481.
- 578. Bath G.F. Enzootic icterus a form of chronic copper poisoning// J. South African Veterinary. -1979. -Vol. 50. -№ 1. -P. 3-14.
- 579. Batzevich V.A. Hair trace element analysis in human ecology studies.// Sci. Tot. Envir. -1995. –Vol. 164. -P. 89-98.
- 580. Bears A., Van Beek H., Spierenburg Th. Environmental contamination by heavy metals and fluoride in the saeftinge salf marsh (the netherlands) and its effect on

- sheep// Tijdschr. diergeneesk. -1989. -Vol. 114. -№ 14. -P. 779-787.
- 581. Beck M.A., Shi Q., Morris V.C., Levander O.A. Rapid genomic evolution of an non-virulent Coxsackivirus B3 in selenium-deficient mice results in selection of indetical virulent isolates// Nature Med. -1995. -Vol. 1. -№ 5. -P. 433-436.
- 582. Belavot F., Gaillard Y., Lhermitte A., Pepin G. Analysis of corticosteroids in hair by liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry// J. of Chromatography. -2000. -Vol. 740. -P. 227-236.
- 583. Bires J. Interactions between copper, iron, zinc, arsenic, cadmium and lead in the liver of sheep after experimental toxication with cupric oxide// Vet. Med. 1989. -Vol. 34. -Iss. 11. -P. 665-674.
- 584. Bires J., Maracek I., Bartko P., Biresova M., Weissova T. Accumulation of trace elements in sheep and the effects upon qualitative and quantitative ovarian changes// Vet. Human Toxicol. -1995. -Vol. 37. -Iss. 4. -P. 349-356.
- 585. Bires J., Michna A., Bartko P. et al. Zinc, selenium and copper supplementation through reticulum-rumen pellets and its effect on the rate of cellular and humoral reactions in sheep// Vet. Med. Czech. -1993. -Vol. 38. -Iss. 10. -P. 597-607.
- 586. Bires J., Vrzgula L., Weissova T., Vrzgulova M., Baldovic R. Distribution of Cu, Fe, Zn, As, Cd and Pb in sheep organisms after experimental intoxication with copper oxide from industrial flue dust// Tierarztl. Umsch. -1995. -Vol. 50, -Iss, 5, -P, 364-367.
- 587. Blodgett Dj., Bevill R. F. Acute Selenium Toxicosis in sheep// Vet. Hum. Toxicol. -1987. -Vol. 29. -Iss. 3. -P. 233-236.
- 588. Bobek B. A model for optimization of roe deer management in central Europe// J. Wildlife Manag. -1980. -Vol. 44. -№ 4. -P. 837-848.
- 589. Bobek B., Perzanowski K., Sajdak C. et al. Season changes in quality and quantity of deer browsing a deciduous forest// XI-th Int., Congr. game biolog. (Stockholm, 1973) -Stockholm. -1974. -P. 545-552.
  - 590. Boll M., Schink B., Messerschmidt A., Kroneck M.H. Novel bacterial

- molybdenum and tungsten enzymes: three-dimensional structure, spectroscopy, and reaction mechanism// Biological Chemistry. -2005. -Vol. 386. -P. 999-1006.
- 591. Booth D. H., Alexander A. M., Wilson P. R. The effect of oral oxidized copper wire on liver copper in famed red deer// N. Z. Vet. J. -1989. -Vol. 37. -Iss. 3. -P. 98-101.
- 592. Boyd N. D., Benediktsson H., Vimy M. J. et al. Mercury from dental silver tooth fillings impairs sheep kidney function// Amer. J. Physiol. -1991. -Vol. 261. -Iss. 4. -P. 1010-1014.
- 593. Bratton S. P. The effect of the European wild boar (Sus scrofa) on drav beech forest in the Great Smoky Mountain// Ecology. -1975. -Vol. 56. -№ 6. -P. 1356-1366.
- 594. Bratton S. P. The effect of the European wild boar (Sus scrofa) on the hing-elevation verhal flora in Great Smoky Mountain National Park// Bull. Torrey Bot. –Clab. -1974. -Vol. 101. -№ 4. P. 198-206.
- 595. Bratton S. P., Harmon M. E., White P. S. Patterus of European wild boar rooting in the Western Great Smoky Mountains. –Castanea. -1982. -Vol. 47. -№ 3. -P. 230-242.
- 596. Briedermann L. Die biologische und forstliche Bedeutung des Wildschweines in Wirtschaftworld// Arch. Forstwes. -1968. -Vol. 17. -№ 9. -P. 943-967.
- 597. Briedermann L. Was ast unser Rehwild?// Unsere Jagd. -1974. -Vol. 24. -№ 4. -P. 110-111.
- 598. Briedermann L. Zu den Grudsatzen der Schwarzwildbewirtschaftung// Unsere Jagd. -1977. -Vol. 27. -№ 1. -P. 8-9.
- 599. Brill J.H. Fluorine// Encyclopedia of Analytical Science. -London-New-York-Toronto: Academic Press. -1995. -Vol. 3. -P. 1435-1452.
- 600. Brondino C.D., Romao M.J., Moura I., Moura J.J.. Molybdenum and tungsten enzymes: the xanthine oxidase family// Current Opinion in Chem. Biology. 2006. -Vol. 10. -P. 109-114.

- 601. Broun E. P., Mandery J. H. Planting and fertilization as a possible means of controlling distribution of big game animals// J. Forestry. -1962. -Vol. 60. -№ 1. -P. 33-35.
- 602. Brown A.C., Crounse Robert.G. (eds.). Hair, Trace Elements and Human Illness. -New York: Praeger Publishers, 1980. -360 p.
- 603. Brunn H., Georgii S., Bachour G., Elmadfa I. Freeliving animals as indicators of environmental contamination// Tierarztl. Umsch. -1991. -Vol. 46. -Iss. 9. P. 549-553.
- 604. Cao J., Zhao Y., Liu J.W. et al. Varied ecological environment and fluorosis in Tibetan children in the Nature Reserve of Mount Qomolanga// Ecotox. Envir. Safe. 2001. -Vol. 48. -P. 62-65.
- 605. Caroli S., Senofonte O., Violante N. et al. Assessment of reference values for elements in hair of urban normal subjects// Microchem. J. -1992. -№. 45. -P. 174-183.
- 606. Cirimele V., Kintz P., Ludes B. Screening for forensically relevant benzodiazepines in human hair by gas chromatography-negative ion chemical ionization-mass spectrometry// J. of Chromatography. -1997. -Vol. 700. -P. 119-129.
- 607. Ciszewski A., Wasiak W., Ciszewska W. Hair analysis. Part 2. Differential pulse anodic stripping voltampermetric determination of thallium in human hair samples of persons in permanent contact with lead in their workplace// Analytica Chimica Acta. -1997. -Vol. 343. -P. 225-229.
- 608. Charnov E. L. Optimal foranging: attack strategy of a mautig// Amer. natural. -1976. -Vol. 110. -P. 141-145.
- 609. Clark R. G. A study of high lamb liver copper concentrations on some farms in otago and southland// N. Z. Vet. J. -1995. -Vol. 43. -Iss. 4. -P. 143-146.
- 610. Clark R. G., Mulvaney C. J., Dodd D. M., Bishop R. F., Walker G. A. Sheep cobalt deficiency in central otago// N. Z. Vet. J. -1996. -Vol. 44. -Iss. 1. -P. 37-38.
  - 611. Coleman M., Elder R. S., Basu P. et al. Trace metals in edible tissues of

- livestock and poultry// J. AOAC Int. -1992. -Vol. 75. -Iss.4. -P. 615-618.
- 612. Covacevich S. A next constructed by wild pigs// Victorian Natur. -1976. Vol. 93. -№ 1. -P. 25-27.
- 613. Craste L., Burgatsacaze V. Wild cervidae as bioindicators of cadmium pollution// Rev. Med. Vet. -1995. -Vol. 146. -Iss. 8-9. -P. 583-592.
- 614. Crete M., Beneditti J. L., Gandon J. et al. Pattern of cadmium contamination in the liver and kidneys of moose and white-tailed deer in Quebec// Biochem. Soc. Transact. -1987. -Vol. 66. -P. 45-53.
- 615. Crete M., Potvin T., Walsh P. et al. Pattern of cadmium contamination in the livers and kidneys of moose and white-tailed deer in Quebec// Sci. Total Environ. 1987. –Vol. 43. -P. 29-47
- 616. Danek J., Gehrke M., Krumrych W. Effect of supplemental dietary zinc in hair zinc and blood serum zinc levels in stallions// Mengen- und Spuren-Elemente 19. Friedrich-Schiller-Universitat. –Jena. -1999. -P. 768-775.
- 617. Delcastilho P., Dalenberg J.W., Brunt K. et al. Dissolved organic matter, cadmium, copper and zinc in pig slurry-size and soil solution-size exclusion chromatography fractions// Int. J. Environ. Chem. -1993. -Vol. 50. -Iss. 2. -P. 91-107.
- 618. Dickman M.D., Leung K.M.C., Koo L.C.L. Mercury in human hair and fish: is there a Hong Kong male subfertility connection?// Marine Pollution Bulletin. -1999.-Vol. 39. -P. 352-356.
- 619. Dorn R. D. Moose and cattle food habits in Soutwest Montana// J. Wildlife Manag.. -1970. -Vol. 34. -№ 3. -P. 559-564.
- 620. Drozdz A. Seasonal intake and digestibility of natural foods by roe deer// Acta theriol. -1979. -Vol. 24. -№ 12. -P. 137-170.
- 621. Drozdz A., Weiner J., Gebczynska Z. et al. Some bioenergetic parameters of wild ruminants// Pol. Ecol. -1975. -Vol. 1. -№ 2. -P. 85-101.
- 622. Ellen G., Tolsma K., Vanloon J. W. Copper, chromium, manganese, nickel and zinc in kidneys of cattle, pigs and sheep and in chicken livers in the Netherlands// Zeitsch. Leben-Unter Forsch. -1989. -Vol. 189. -Iss. 6. -P. 534-537.

- 623. Erasmus T., Pentzborn B., Failrall N. Chemical composition of faces as an index of veld quality// S. Afr. J. Wildlife Res. -1978. -Vol. 8. -№ 1. -P. 19-24.
- 624. Ermakov V., Jovanovic L., Degtyarev A., Danilova V., Krechetova E., Tjutikov S., Khushvakhtova S.// The interrelation of copper and molybdenum in biogeochemical processes// Ecologica. -2011. -Vol.18. -№ 63. -P. 363-367.
- 625. Ermakov V.V., Jovanovic L.N., Tyutikov S.F. et al. Functional differentiation of metals in the local biogeochemical cycles// Book of abstracts by Int. scient. conf. on «Sustainable development in the function of environment protection» (Beograd, april 18-20, 2011). –Beograd. -2011. -P. 127.
- 626. Ermakov V.V., Korobova E.M., Degtyarev A.P., Tyutikov S.F., et al. Impact of natural and man-made factors on migration of heavy metals in the Ardon river basin (North Ossetia)// J. of Soil and Sediment. -2015. -ISSN 1439-0108. -DOI 10.1007/s11368-015-1247-7.
- 627. Ermakov V., Tyutikov S., Buryak A. et al. The biological role of tungsten at various contents of molybdenum and copper in the medium// Мат. VIII биогеохим. школы «Биогеохимия и биохимия микроэлементов в условиях техногенеза биосферы», посвящ. 150-летию со дня рождения академика В.И. Вернадского (Гродно, 13-15 сентября 2013 г.) –М.: ГЕОХИ. -2013. -С. 295-298.
- 628. Ermakov V., Tyutikov S., Danilova V. et al. Accumulation of metals by milk xanthine oxidase// Proc. of the 8-th workshop on biological activity of metals, synthetic compounds and natural products (November 27-29, 2013, Sofia, Bulgaria) –Sofia. -2013. -P. 129-132.
- 629. Errington P. Predation and vertebrate populations// Qart. rev. biolog. 1946. -Vol. 21. -№ 2. -P. 144-177.
- 630. Falandysz J. Some toxic and trace metals in big game hunted in the Northen part of Poland in 1987-1991// Sci. Total. Envir. -1994. -Vol. 141. -Iss. 1. -P. 59-73.
- 631. Falandysz J., Kannan K., Tanabe S. et al. Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in god-liver oils: North Atlantic, Norwegian Sea, North

- Sea and Baltic Sea// AMBIO. -1994. -Vol. 23. -№ 4-5. -P. 288-293.
- 632. Falandysz J., Kotecka W., Kannan K. Mercury, lead, cadmium, manganese, copper,iron and zinc concentrations in poultry, rabbit and sheep from the Nortern part of Poland// Sci. Total Envir. -1994. -Vol. 141. -Iss. 1. -P. 51-57.
- 633. Falandysz J., Szajek L. Присутствие ртути в съедобных частях забитых животных на территории северной Польши// Pesticydy. -1989. -№ 3. -С. 25-31// Цит. По РЖ Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. -1990. -№ 11. -11.72.692.
- 634. Faye B., Grillet C., Tessema A. et al. Copper Deficience in ruminants in the Rift Valley of East Africa// Trop. Anim. Healthmprod. -1991. -Vol. 23. -Iss. 3. -P. 172-180.
- 635. Fertig S., Stopczyk E. Оценка опасности, обусловленной загрязнением свинцом, цинком и кадмием, с помощью биоиндикаторов (поголовье КРС и собак)// Sozol; sozofechn. -1990. -№ 32. -P. 225-240// Цит. По РЖ Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. -1991. -№ 5. -5.72.432.
- 636. Fielder P. C. Implications of selenium levels in Washington mountain goats, mule deer, and rocky mountain elk// Northwest Sci. -1986. -Vol. 60. -Iss. 1. -P. 15-20.
- 637. Frank A. In search of biomonitors for cadmium: cadmium content of wild Swedish fauna during 1973-1976// Sci. Total Environ. -1986. -Vol. 57. -P. 57-65.
- 638. Frank A., Galdan V., Petersson L. Secondary copper deficiency, chromium deficiency and trace element imbalance in moose (Alces alces L.): Effect of anthropogenic activity// AMBIO. -1994. -Vol. 23. -№ 4-5. -P. 315-317.
- 639. Franzmann A. W., Arneson P. D., Oldemeyer J. L. Daily Winter pellet groups and beds of Alaskan moose// Wildlife Manag. -1976. -Vol. 40. -№ 2. -P. 374-375.
- 640. Freudenberger D. O., Familton A. S., Sykes A. R. Comparative aspects of copper metabolism in silage fed sheep and deer (Cervus Elaphus) //J. Agric. Sci. -

- 1987. -Vol. 108. -Iss. 2. -P. 1-7.
- 641. Fruzinski B., Labudski L., Wlazelko M. Debarking impact upon silvicultural value of deciduous thickets// Pol. Ecol. Stud. -1975. -Vol. 1. -№ 2. -P. 51-62.
- 642. Gabrashanska M., Daskalova A., Anisimova M., Ermakov E., Tyutikov S. Trace element levels in a host-parasite system in wild cloven-footed animals// Ecologica/ Posebno tematsko izdanje broj 15 Godina XV 2008/ Međunarodna konferencija «Zivotna sredina danas»/ Int. conf. on «Environment today» (Beograd, 21-23 april 2008). –Beograd. -2008. -P. 19-24.
- 643. Galgan V., Frank A. Survey of Bioavailable Selenium in Sweden with the moose (Alces alces L) as monitoring animal// Sci. Total Envir. -1995. -Vol. 172. -Iss. 1. -P. 37-45.
- 644. Galimov E.M. Isotope organic geochemistry// J. of organic Geochemistry. 2006. -Vol. 37. -P. 1200-1262.
- 645. Gere G. Productive biologic grouping of organisms and their rilein ecological communities/ Ann. Univ. Sci. Budapest, Sect. Biol. -1957. –Vol. 45. -P. 11.
- 646. Gilbert D.A., Bergel F. The chemistry of xanthine oxidase. 9. On improved method of preparing the bovine milk enzyme// Biochem. J. -1964. -Vol. 90. -№ 2. -P. 350-353.
- 647. Giller P. S. The control of handling time and its effect on the foraging strategy of a heteropteran predator Notonecta// J. anim. ecolog. -1980. -Vol. 49. -P. 699-712.
- 648. Glasser J. The effect of predation on prey resource utilization// Ecology. 1978. -Vol. 59. -№ 4. -P. 724-732.
- 649. Global 2000. Barney G.O. ed. Report to the President. US Foreign Department. Washington DC: US Government Printing Office, 1980.
- 650. Glooschenko V., Downes C., Frank R. et al. Cadmium levels in Ontario moose and deer in relation to soil sensitivity to acid precipitation //Sci. Total Envir. 1988. -Vol. 71. -Iss. 2. -P. 173-186.

- 651. Gocht W. Handbuch der Metallmarkte. -Berlin-Heidelberg- New York: Springer, 1974. -500 p.
- 652. Godan P. J., Akeson M., Jessup D. A. Copper deficiency in tulle elk at point reyes, California// J. Ran. Manag. -1989. -Vol. 42. -Iss. 3. -P. 233-238.
- 653. Gooneratne S. R., Symonds H. W., Bailey J. V. et al. Effects of dietary copper, molybdenum and sulfur on biliary copper and zinc excretion in simmental and angus cattle// Can. J. Anim. Sci. -1994. -Vol. 74. -Iss. 2. -P. 315-325.
- 654. Gorree M., Tamis W. L., Traas T. P. et al. Model for biomagnification in terrestrial food-chains. -The case of cadmium in the Kempen, the Netherlands// Sci. Total Envir. -1995. -Vol. 168. -Iss. 3. -P. 215-223.
- 655. Grabekils A.R., Pushkareva M.A., Skalny A.V., Lobanova Y.N., Kusnetsov V.V. Study of hair iodine content in connection with sex, age and residence location// Anke M. et al. (Hrsg.). Mengen- und Spurenelemente, 21. Arbeitstagung 2002. Leipzig: Verlag Harald Schubert. -2002. -P. 983-987.
- 656. Grete M., Jordan P. Regime alimentaire des orignaux du sudouest Quebecois pour les Mois d'April a october// Can. Field-Natur. -1981. -Vol. 95. -№ 1. -P. 50-56.
- 657. Hać E., Czarnowski W., Gos T., Krechniak J. Lead and Fluoride Content in Human Bones and Hair// EUROTOX'95. Book of Abstracts/ Toxicilogy Letters Supplement 1/78. -1995. -P. 38.
- 658. Hamilton T., Schweinsberg F. Ergbnisse eines Ringversuchs mit Haarproben eines gesunden Probanden ein Beitrag zur kritischen Bewertung der Haarmineral-Analyse// Umweltmed Forsch Prax. -2003. -Vol. 8. -№ 3. -P. 123-130.
- 659. Haque I., Aduayi E. A., Sibanda S. Copper in soil, plants and ruminant Nutrition with special reference to Sub-Saharan Africa// J. Plant Nutr. -1993. -Vol. 16. Iss. 11. -P. 21-22.
- 660. Hart E.B., Waddell J., Elvehjem C.A. Copper as supplement to iron for hemoglobin in the rat// J. Biol. Chem. -1998. -Vol. 77. -№ 2. -P. 797-812.
  - 661. Hecht H. Косуля биоиндикатор загрязнения окружающей среды//

- Fleischwirtschhoft. -1994. -Vol. 740. -№ 7. -P. 714-716/ Цит. по РЖ Биология (св. том). -1995. -№ 1., -1И143.
- 662. Hediger H. Tierstrasen im Zoo// Strasen Triere –Braunschweig. -1967. -P. 4-18.
- 663. Hidiroglou M., Ivan M. Liver biopsy in sheep// Vet. Res. -1993. -Vol. 24. Iss. 3. -P. 260-265.
- 664. Holm J. Investigation of roe dier criteria for use as a bioindicator in specimen banking// Sci. Total Envir. -1994. -Vol. 140. -Iss. 11. -P. 237-249.
- 665. Holm J. Trace element deficiency in sheep in east Gippsland, Victoria// Austr. Vet. J. -1992. -Vol. 69. -Iss. 11. -P. 292-293.
- 666. Homme T. D., Singer F. S., Ackermann B. B. Forage relationships of European wild boar invading northern hardwood forest// J. Wildlife Manag. -1981. Vol. 45. -№ 3. -P. 748-754.
- 667. Hyvarinen H., Nygren T. Accumulation of copper in the liver of moose in Finland// J. Wildlife Manage. -1993. -Vol. 57. -Iss. 3. -P. 469-474.
- 668. International Standart Organization (ISO)/ 6341:1989 (E) «Water quality-Determination of the mobility of Daphnia magma Status International Standart Organization Publications, London. Great Britain».
- 669. Ivan M., Hidiroglou M., Alismaly S. I. et al. Copper deficiency and posterior paralysis (Shalala) in small ruminants in the Sultanate of Oman// Trop. Anim. Health Prod. -1990. -Vol. 22. -Iss. 4. -P. 217-225.
- 670. Ivan M., Proulx J. G., Morales R. et al. Copper Accumulation in the liver of sheep and cattle fed diets supplemented with copper-sulfate or copper chloride// Can. J. of Anim. Sci. -1990. -Vol. 70. -Iss. 2. -P. 727-730.
- 671. Izquierdo O. A., Baker D. H. Bioavailability of Copper in Pig feces// Can. J. Anim. -1986. -Vol. 66. -Iss. 4. -P. 1145-1148.
- 672. Josbi H.K., Cooney J.J., Incore F.E., Gruhn N.E., Lichtenberger D.L., Enemark J.H. Investigation of metal-dithionate fold angle effects: implications for molybdenum and tungsten enzymes// PNAS. -2003. -Vol. 100. -№ 7. -P. 3719-3724.

- 673. Jovic. V. Selenium in soils and some plants in Serbia// The Problems of Biogeochemistry and Geochemical Ecology. -2006. -Vol. 1. -№ 1. –P. 11-15.
- 674. Jurado C., Kintz P., Menendez M., Repetto M. Influence of the cosmetic treatment of hair on drug testing.// Int. J. Legal. Med. -1977. -Vol. 110. -P. 159-163.
- 675. Kabata-Pendias A., Pendias H. Biogeochemia pierwiastkow sladowych. Warzawa: PWN. 1999. -398 s.
- 676. Kaniewski W. Badania szkod powodowanych przez losia (Alces alces L.) wlesnictwie// Rocz. Ar. Pocz. -1978. -Vol. 100. -P. 103-112.
- 677. Kegley E. B., Spears J. W. Bioavailability of feedgrade copper sources (oxide, sulfate, or lysine) in growing cattle// J. Anim. Sci. -1994. -Vol. 72. -Iss. 10. -P. 2728-2734.
- 678. Kessali M., Abdennebi E., Laraje R. et al. Contamination of eggs, poultry liver and bovine liver and kidney by chlorinated pesticides in Morocco// Sci. Total. Envir. -1990. -Vol. 90. -P. 283-287.
- 679. Koh T. S., Judson G. J. Trace elements in sheep grazing near a lead-zinc smelting complex at Port Pirie, South Australia// Bull. Environ. Contam. and Toxic. 1986. -Vol. 37. -№ 1. -P. 87-95.
- 680. Kopito L.E., Shwachman H. Alterations in elemental composition of hair in some diseases// The First Human Hair Symposium. -Atlanta: Medcome Press. -1974. P. 83-90.
- 681. Kovalsky V.V., Vorotnitskaya I.E., Tsoi G.G. Adaptive changes of the milk xanthine oxidase and its isoenzymes during molybdenum and copper action// Trace Element Metabolism in Animals-2. Baltimore: University Park Press. -1974. -P. 161-170.
- 682. Krejpcio Z., Gawecki J. Relationship between lead levels in hair and other body tissues of lead-intoxicated rats// Anke M. et al. (Hrsg.). Mengen- und Sperenelemente, 19. –Leipzig. -1999. -P. 519-524.
- 683. Krejpcio Z., Wojciak R.W., Olejnik D. Comparison of the hair bioelement concentrations in men and women of selected group of Polish population// Anke M. et

- al. (Hrsg.). Mengen- und Sperenelemente, 21. –Leipzig. -2002. -P. 781-786.
- 684. Kruslin E., Hodel C.M., Schurgast H. Progress in diagnosis of chronic toxic metal poisoning by hair analysis. Poster Session P3O// Anal. Toxicol. -1987. -P.84.
- 685. Kubota J. Mineral composition of browse plants for moose// Natur. -1974. -Vol. 101. -№ 1-2. -P. 291-305.
- 686. Kufeld R. C. Use of paint for marking dees pellet groups// J. Wildlife Manag. -1968. -Vol. 32. -№ 3. -P. 592-596.
- 687. Langgemach T., Deutrich V., Metz R. Investigation of heavy metal concentrations in game animals in areas treated with human sewage// Tierarztl. Umsch. -1995. -Vol. 50. -Iss. 7. -P. 480-487.
- 688. Langlands J. P., Bowles J. E., Donald G. E. et al. Selenium excretion in sheep// Austr. J. Agric. Res. -1986. -Vol. 37. -Iss. 2. -P. 201-209.
- 689. Landglands J. P., Donald G. E., Bowles J. E. Cadmium concentration in liver, kidneys and muscle in Australian sheep and cattle// Austr. J. Exper. Agric. -1988. -Vol. 28. -Iss. 3. -P. 291-297.
- 690. Langlands J. P., Donald G. E., Bowles J. et al. Selenium concentration in the blood of ruminants grazing in northen New-South-Wales. 4 Relationship with tissue concentrations and wood production of merino sheep// Ausrt. J. Agr. Res. -1994. -Vol. 45. -Iss. 8. -P. 1701-1714.
- 691. Langlands J. P., Donald G. E., Smith A. J. Analysis of data collected in a liver, kidney and muscle in Australian sheep and cattle// Austr. J. Exper. Agric. -1987. Vol. 27. -Iss. 4. -P. 485-491.
- 692. Larsen T. Copper ions are potent inhibitors of intestinal phosphatases in the pig// Acta Agr. Scand. Sect. Anim. Sci. -1996. -Vol. 46. -Iss. 1. -P. 18-25.
- 693. Launer P., Kasten E., Graeser K., Hahnewald T. Investigations on heavy metal levels in Black Game in Tharandter Wald, an emissions contaminated area in Freital District// Monatsch Veterinarmed. -1991. -Vol. 46. -Iss. 19. -P. 683-687.
- 694. Le Resche R. E., Davis J. L. Importance of nonbrowse foods to moose on the Kenai Peninsula, Alaska// J. Wildlife Manag. -1973. -Vol. 37. -№ 3. -P. 279-287.

- 695. Leighton M. J., Peters T. J., Hill R. et al. Subcellular distribution of copper in the liver of fetal Red Deer in the last month of gestation// Res. Veter. Sci. 1990. -Vol. 49. -Iss. 3. -P. 298-305.
- 696. Leita L., Enne G., Denobili M. Heavy metal bioaccumulation in lambs and sheeps bread in smelting and mining areas of S.-W. Sardinia (Italy)// Bull. Environ. Contam. and Toxicol. -1991.-Vol. 46. -№ 6. -P. 887-893.
- 697. Levander O.A., Beck M.A. Selenium and viral virulence// Brit. Med. Bull. 1999. -Vol. 66. -№ 3. -P. 528-533.
- 698. Loganathan P. Mackay A. D., Lee J., Hedley M. J. Cadmium distribution in hill pastures as influenced by 20 years of phosphate fertilizer application and sheep grazing// Austr. J. Soil Res. -1995. -Vol. 33. -Iss. 5. -P. 859-871.
- 699. Lopez-Martin J. M., Ruiz-Olmo J., Palazon S. Organochlorine residue levels in the European Mink (Mustela lutreola) in Northern Spain// AMBIO. -1994. Vol. 23. -№ 4-5. -P. 294-295.
- 700. Lusky K., Bohm D., Stoyke M. et al. A studies in environmental contaminants in wild boar, red deer, roe deer, mouflon, an fallow deer from the biosphere reservation Schorfheide-Chorin// Arch. Lebensm. Hyg. -1992. -Vol. 43. -Iss. 6. -P. 346-356.
- 701. Lutr W. Результаты ежегодного определения тяжелых металлов в косулях и зайцах (Германия)// Godollo. -1991. -Р. 460-465// Цит. РЖ Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. -1994. -№ 3. -3.72.569.
- 702. Mackintosh C. G., Gill J., Turner K. Selenium Supplementation of young red deer (Cervus Elafus)// N. Z. Veter. J. -1989. -Vol. 37. -Iss. 4. -P. 143-145.
- 703. MacPherson A., Basco J. Relationship of hair calcium concentration to incidence of coronary heart disease.// Sci. Tot. Envir. -2000. -Vol. 255. -P. 11-19.
- 704. Malm O., Castro M.B., Bastos W.R., Branches F.J.P., Guimaraes J.R.D., Zuffo C.E., Preiffer W.C. An assessment of Hg pollution in different goldmining areas, Amazon Brazil// Sci. Tot. Envir. -1995. -Vol. 175. -P. 127-140.
  - 705. Mankowska В. Промышленные выбросы и лесные животные//

- Lesnictvi. -1989. -Vol. 49. -№ 1. -P. 65-76/ Цит. РЖ Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. -1989. -№ 7. -7.72.622.
- 706. Martin B. J., Ringler D. H., Dysko R. C. et al. Copper poisoning in sheep// Lab. Anim. Sci. -1989. -Vol. 124. -Iss. 12. -P. 300-302.
- 707. Mathews N. E., Porter W. F. Acute arsenic toxication of a free-ranging white-tailed deer in New-York// J. Wildlife Diseases. -1989. -Vol. 25. -Iss. 1. -P. 132-135.
- 708. Medeiros L. C., Belder R. P., Willams E. S. Selenium content of bison, elk and mule deer// J. Food Sci. -1993. -Vol. 58. -Iss. 4. -P. 731-733.
- 709. Mercer J. F., Smith J., Grimes A. et al. Copper toxicosis of sheep may have its origins in zinc metabolism// Austr. Paed. J. -1987. -Vol. 23. -Iss. 6. -P. 385-395.
- 710. Mertin D., Süvegová K., Fľak P., Sviatko P., Podolanová E., Točka I. Repeatability of mineral trace elements content in the fur of female silver nutrias// Anke M. et al. (Hrsg.). Mengen- und Spurenelemente, 19. Arbeitstagung 1999. Verlag Harald Schubert. –Leipzig. -1999. -P. 229-235.
- 711. Mertz W. Chromium occurrence and function in biological systems// Physiol. Rev. -1969. -Vol. 49. -P. 163-239.
- 712. Meyer H., Coenen M. Observations on the liver Cu concentration in sheep in Northwest Germany// Deut. Tierartl Wochenschr. -1994. -Vol. 101. -Iss. 1. -P. 31-38.
- 713. Miekeley N., Dias Carneiro M.T.W., Porto da Silveria C.L. How reliable are human hair reference intervals for trace elements?// The Sci. Tot. Envir. -1998. -Vol. 218. -P. 9-17.
- 714. Morcombe P. W., Petterson D. S., Masters H. G. et al. Cadmium concentrations in kidneys of sheep and cattle in Western Australia. 1. Regional distribution// Aust. J. Agr. Res. -1994. -Vol. 45. -Iss. 4. P. 851-862.
- 715. Morcombe P. W., Petterson D. S., Ross P. J. et al. Soil and agronomic factors associated with cadmium accumulations in kidneys of grazing sheep// Aust. Vet. J. -1994. -Vol. 71. -Iss. 12. -P. 404-406.

- 716. Morov K. Food habits of moose from Augustow Forest// Acta theriol. 1976. -Vol. 21. -№ 1-2. -P. 101-106.
- 717. Morton J., Vikki A. Carolan, Gardiner P.H.E. Removal of exogenously bound elements from human hair by various washing procedures and determination by inductively coupled plasma mass spectrometry //Analytica Chimica Acta. -2002. -Vol. 455. -P. 23-34.
- 718. Mukherjee A.B. Behavior of heavy metals and their remediation in metalloferous soils// Metals in the Environment (ed. by M.N.V. Prasad). -New York-Basel: Marcel Dekker Inc. -2001. -P. 433- 471.
- 719. Muller P. Cadmium concentration in roe deer (Capreolus capreolus) and plants// Naturwissenschaften. -1985. -Vol. 72. -Iss. 12. -P. 664-665.
- 720. Musante C. L., Ellingwood M. R., Stilwell D. E. Cadmium contamination of deer livers in Connecticut// Bull. Environ. Contam. Toxicol. -1993. -Vol. 51. -Iss. 6. -P. 838-843.
- 721. Neuber K., Merkel G. Randow F. Indoor air pollution by lindane and DDT indicated by head hair samples of children// Toxicology Letters. -1999. -Vol. 107. -P. 189-192.
- 722. Niazi S. B., Littlejon D., Halls D. J. Rapid partial digestion of biological tissues with nitric acid for the determination of trace elements by atomic spectrometry// Analist. -1993. -Vol. 118. -Iss. 7. P. 821-825.
- 723. Nielsen F.H. Essentiality of copper, zinc, magnesium, boron and silicon in bine development and function// J. Trace Elem.in Exp. Med. -2004. -Vol. 17. -№ 4.- P. 237.
- 724. Niemi A., Venalainen E. R., Hievi T. et al. The lead, cadmium and mercury concentration in muscle, liver and kidney from finish pigs and cattle during 1987-1988// Z. Lebens Mittel Unyersuch Fors. -1991. -Vol. 192. -Iss.5. -P. 427-429.
- 725. Noble R. E. Uptake of calcium and magnesium by human scalp hair from waters of different geographic locations// Sci. Tot. Envir. -1999.- Vol. 239.- P. 189-193.
  - 726. Norheim G., Froslie A. Levels of selenium in human and pig liver A

- comparative study// Acta Pharmacol. Toxicol. -1986. -Vol. 59. -Iss. 57. -P. 174-176.
- 727. Nowak B. Ratios of macro and micro elements in human hair, teeth and nails in people living in polluted area in Poland// Anke M. et al. (Hrsg.). Mengen- und Spurenelemente, 19. Arbeitstagung 1999. -Leipzig: Verlag Harald Schubert. -1999. -P. 266-272.
- 728. Orfanos Constantin E., Happle Rudolf (eds.). Hair and Hair Diseases. Berlin: Springer Cop., -1990. -1057 p.
- 729. Pacyna J.M. Contribution of elements to the atmosphere from natural sources// Chemical climatology and geomedical problems/ Ed. by J. Lag –Oslo: The Norwegian Academy of Sciences and Letters. -1992. -P. 91-104.
- 730. Patching S.G., Gardiner P.H.E. Recent developments in selenium metabolism and chemical speciation: a review// J. Trace Elements Med. Biol. -1999. Vol. 13. -P. 193-214.
- 731. Pavelka J., Sedlacek O., Ostrava-Martinov C.C. Kontminace hospodarskych zrivat exhalaty z pozinkovni se zamerenim na pritomnost zinku a kadmia// Sb. Ved. Pr. Ustred st. ustavu. -1980. -№ 10. -P 95-104.
- 732. Paynter J. A., Camakaris J., Mercer J. F. Analysis of geperic copper, zinc, metallothionein and metallotionein-Ia messenger RNA in developing sheep// Europ. J. Biochem. -1990. -Vol. 190. -Iss. 1. -P. 149-154.
- 733. Peek J. M. A review of moose food habits studies in Nort America// Nat. can. -1974. -Vol. 101. -№ 1-2. -P. 195-215.
- 734. Peterlink M., Stoeppler M. Calcium// Elements and their Compounds in the Environment. Vol. 2. Eds. By E. Merian, M. Anke, M. Ihnat, M. Stoeppler. -Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA. -2004. -P. 599-618.
  - 735. Peterson R. L. North American moose -Toronto, 1955. -280 p.
- 736. Petranowski K. The effect of winter composition on roe-deer energy budget// Acta theriol. -1978. -№ 31-38. -P. 451-467.
- 737. Petrusewicz K., Macfadyen A. Prodactivity of terrestrial animals Principles and methods -Oxford, -Edinburg: IBP, Handbook. -1970. -P. 13.

- 738. Pimlot D. H. Wolf predation and ungulate populations// Amer. zool. 1967. -Vol. 7. -№ 2. -P. 267-278.
- 739. Pistl J., Mikula I., Krupicer I., Snirc J. The influence of heavy metal emissions and Fasciola Hepatica infestation on the immunogenicity of a Listeria Vaccine// Vet. Human Toxicol. -1995. -Vol. 37. -Iss. 2. -P. 110-112.
- 740. Pott E. B., Henry P. R., Ammerman C. B. et al. Relative bioavailability of copper in a copper lysine complex for chicks and lambs// Anim. Feed Sci. Tech. 1994. -Vol. 45. -Iss. 2. -P. 193-203.
- 741. Pötsch L., Eser H.P., Skopp G., Moeller M.R. Zum Suchmittelnachweis in Haaren. VII. Untersuchungen bei methadonpatienten unter konstater wirkstoffeinnahme// Rechtsmedzin. -1998. -Vol. 8. -P. 47-50.
- 742. Pyke G. H., Pulliam H. R., Charnov E. L. Optimal foraging: a selective review of theory and tests// Quart. rew. biol. -1977. -Vol. 52. -P. 138-155.
- 743. Rallis T., Parasteriadis A. A study on iron and copper concentrations of fetal liver in sheep// J. Vet. Med., Ser. Anim. Phisiol. Path. Clin. Vet. Med. Zent. Vet. Reih. -1987. -Vol. 34. -Iss. 8. -P. 582-584.
- 744. Ramakrishna V.V.S., Singh V., Garg A.N. Occupational exposure amongst locomotive shed workers and waders using neutron activation analysis of scalp hair// Sci. Tot. Envir. -1996. -Vol. 192. -P. 259-267.
- 745. Raszuk J., Docekalova H., Rubes J. et al. Ecotoxicological relations on a large pig fattening farm located in a Lignite mining area and solid fuel power-plant// Vet. Med. Czech. -1992. -Vol. 37. -Iss. 8. -P. 435-448.
- 746. Rauscher J. Qualitatssicherung in der Haarmineralstoff- und Schwermetallanalyse// Zeitschrift für Umweltmedizin. -2003. -№ 3. -P. 142-144.
- 747. Rehbinger C. Cerebellar abiotrophy in moose (Alces alces L.) related to copper deficiency A case report// Acta Vet. Scand. -1994. -Vol. 35. -Iss. 1. -P. 103-106.
- 748. Riedel E., Anke M., Kroneman H. und B. Groppel. Der Einflub des Alters, der Rasse und des Kupferanebotes auf den Kupfergehalt des pigmentieten Dackhaares

- und verschiedener Organe des Kalbes und Jungrindes// Anke M., Brückner C., Gürtler H., Grün (Hrsg.). Mengen- und Spurenelemente, Arbeitstagung 1983. -Leipzig: Karl-Marx-Universität. -1983. -P. 413-423.
- 749. Roberts A. H., Longhurst R. D., Brown M. W. Cadmium status of soil, plants, and grazing animals in New-Zealand// N. Z. J. Agr. Res. -1994. -Vol. 37. -Iss. 1. P. 119-129.
- 750. Rosborg I., Nihgard B., Gerhardsson L. Hair element concentrations in females in one acid and one alkaline area in Southern Sweden// Ambio. -2003. -Vol. 32. -№ 7. -P. 440-446.
- 751. Rothe S., Kollmer W. E., Rambeck W. A. Dietary factors influence cadmium retention// Rev. Med. Vet. -1992. -Vol. 143. -Iss. 3. -P. 255-260.
- 752. Ruge G. Zur Wilschadens-Situation und zur Notwen bigkeit waldgerechter Wildhege in der Nordenfel// Allg. -1979. -Vol. 34. -№ 17-18. -P. 438-442.
- 753. Ryabukhin Yu.S. International coordinated program on activation analyses of trace element pollutants in human hair// A.C.Brown and R.G.Crounce (Eds), Hair, Trace Elements and Human Illness. -New York: Praeger Publisher. -1980. -P. 3-34.
- 754. Ryan D.E., Holzbecher J., Stuart D.C. Trace elements in scalp hair of persons with multiple sclerosis and normal individuals// Clin. Chem. -1978. -Vol. 24. P. 1996-2000.
- 755. Sadiq M., Alam J. Metal concentration in different body parts of Saudi lambs// J. Environ. Sci. -1991. -Vol. 26. -№ 5. -P. 607-619.
- 756. Safonov V., Tyutikov S., Ermakov V. et al. Biological indication of selenium ecological status// Pros. of the Third Int. conf. «Research people and actual tasks on multidisciplinary sciences» (Lozenec, Bulgaria, 8-10 June, 2011). –Lozenec. 2011. -Vol.3. -P. 256-260.
- 757. Salisbury C. D., Fesser A. C., Macneil J. D. et al. Trace metal and pesticides levels in muskoxen from Victoria island, Northwest-Territories, Canada// Int. J. Environ Anal. Chem. -1992. -Vol. 48. -Iss. 3-4. -P. 209-215.

- 758. Schafer U. Manganese// Elements and their Compounds in the Environment. Vol. 2/ Eds. By E. Merian, M. Anke, M. Ihnat, M. Stoeppler -Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA. -2004. -P. 901-930.
- 759. Schiegel-Zawadska M., Huzior-Balajewicz A., Krosniak M., Zachwieja Z. Influence of food habits on biomineral concentrations in children's hair copper// Anke M. et al. (Hrsg.). Mengen- und Spurenelemente, 17. Arbeitstagung 1997. -Leipzig: Verlag Harald Schubert. -1997. -P. 370-378.
- 760. Schinner W., Kreuzer W. Эндогенное и экзогенное влияние на содержание свинца и кадмия в мышечных тканях и внутренних органах косуль. Влияние возраста и места эксперимента// Tleischwirtschaft. -1984. -Bd. 64. -№ 8. -P. 967-969/ Цит. по РЖ Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. 1985. -№ 4. -4.72.672.
- 761. Schoder G., Weissenbock H., Baumgartner W. et al. Selenium toxicosis in weaned pigs// Wien. Tierartl. Monatsschr. -1993. -Vol. 80. -Iss. 6. -P. 171-176.
- 762. Scopp G., Pötsch L., Möller M.R. Zum Suchmittelnachweis in Haaren. V. Auswirkung von sonne, regen und wind auf den drogengehalt in kopfhaaren von drogenkonsumenten ein piloprojekt// Rechtsmedzin. -1997. -Vol. 7. -P. 176-179.
- 763. Seifert M. Strontium// Elements and their Compounds in the Environment. Vol. 2./ Eds. By E. Merian, M. Anke, M. Ihnat, M. Stoeppler. -Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA. -2004. -P. 619-626.
- 764. Shannon C. E., Weaver W. The mathematical theory of communication -Urbana: Univ. of Illinois Press. -1949. -117 p.
- 765. Shurson G. C., Ku P. K., Yokoyama M. T. et al. Physiological relationship between microbiological status and dietary copper levels in the pig// J. Anim. Sci. -1990. -Vol. 68. -Iss. 4. -P. 1061-1071.
- 766. Sivertsen T., Daae H. L. Godal A. et al. Ruminant uptake of nickel and other elements from industrial air-pollution in the Norwegian-Russian border area// Environ. Pollut. -1995. -Vol. 90. -Iss. 1. -P. 75-81.

- 767. Smith B.L. Hair element levels with anti-social behavior// Trace Elements in Man and Animals. TEMA 8. -Jena: Verlag Media Touristik. -1993. -P.1095-1099.
- 768. Stahr H. M., Wass W. M., Trokey D. E. et al. Copper levels in sheep surviving an acute toxic exposure// Vet. Hum. Toxicol. -1989. -Vol. 31. -Iss. 6. -P. 588-598.
- 769. Stansley W., Roscoe D., Hazen R. E. Cadmium contamination of deer livers in New-Jersey Human health risk assessment// Sci. Total Envir. -1991. -Vol. 107. -Iss. 9. -P. 71-82.
- 770. Stephenson T. E., Holechek J. L., Kuykendall Ch. B. Diets of four wild ungulates on winter range in nortcenteral New Mexico// Southwest. Natur. -1985. Vol. 30. -№ 3. -P. 437-441.
- 771. Stoecker B. Chromium// Elements and their Compounds in the Environment. Vol. 2/ Eds. By E. Merian, M. Anke, M. Ihnat, M. Stoeppler -Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA. -2004. -P. 709-729.
- 772. Stoeppler M. Arsenic// Elements and their Compounds in the Environment. Vol. 3/ Eds. By E. Merian, M. Anke, M. Ihnat, M. Stoeppler -Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA. -2004. -P. 1321-1364.
- 773. Stowe H. D., Eavey A. J., Granger L. et al. Selenium toxicosis in feed pigs// J. Amer. Vet. Med. Assn. -1992. -Vol. 201. -Iss. 2. -P. 292-295/ Цит. РЖ Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. -1994. -№ 3. -3.72.569.
- 774. Stowe H. D., Herdt T. Clinical assessment of selenium status of livestock// J. Anim. Sci. -1992. -Vol. 70. -Iss. 12. -P. 3928-3933.
- 775. Stuve G., Skagemo H., Ytrehus B. et al. Osteoporosis in moose (Alces alces) in Agder, Norwey. Occurrence, manifestation and etiology// Chemical data as a basis of geochemical investigations/ Edited by Jul Lag -Otta: Engers Boktrykkeri A/S. -1996. -P. 137-144.
- 776. Sulisbury C. Multyelement concentration in liver and kidney tissues from five species of canadian slaughter animals// J. Assn. Office Anal. Chem. -1991. -Vol. 74. -Iss. 4. -P. 587-591.

- 777. Sviatko P., Zelenak I. The influence of cadmium on parameters of rumen fermentation and its content in biological materials in sheep// Vet. Med. Czech. -1993. Vol. 38. -Iss. 4. -P. 229-235.
- 778. Swift M. I., Hea O. W., Anderson I. M. Decomposition in terrestrial ecosystems -Oxford: Bleckwell Sci. Publ. -1979. -372 p.
- 779. Switzanberg D., Nelson T., Jenkins B. Effect of deer browsing an quality of hardwood timber in northern Michigan// Forest Sci. -1955. -Vol. 1. -P. 23-45.
- 780. Szentmihalyi S. (ed.). The hair, as an indicator of macro and trace element supply: Satellite symp. Budapest, 9 July, 1981 (Proceeding 1 Intern. Conf. on Feed Additives). -Herceghalon: Research Inst. for Animal Nutrition. -1981. Vol. 3. -115 ps.
- 781. Tabaku A., Cullaj A. Trace elements in hair of preschool children// Anke M. et al. (Hrsg.). Mengen- und Spurenelemente, 20. Arbeitstagung 2000, Verlag Harald Schubert. –Leipzig. -2000. -P. 1055 1058.
- 782. Tagliaro F., Smith F.P., De Battisti Z., Manetto G., Marigo M. Hair analysis, a novel tool in forensic and biomedical sciences: new chromatographic and electrophoretic/electrokinetic analytical strategies// J. of Chromatography. -1997. -Vol. 689. -P. 261-271.
- 783. Таtarutch F. Содержание тяжелых металлов в органах диких копытных животных в районе Ахенталь// Allg. Forstztg. -1985. -Bd. 96. -№ 10. -P. 262-268/ Цит. по РЖ Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. 1986. -№ 2. -2.72.618.
- 784. Telfer E. S. Forage wild and browse utilization on logged areas in New Brunswick// Can. J. Forest Res. -1972. -Vol. 2. -№ 3. -P. 346-350.
- 785. Thornton Z. The role of soil ingestion in the essential trace elements to grazing livestock// 5 Spurenelem. Symp., Jena. 14-17, July, 1986. –Jena. -1986. -P. 266-272.
- 786. Tjutikov S.F. Geochemical role of animals and problems of biogeochemical indication// Pres. of Russian-Japan workshop «Problems of geochemical ecology,

- diagnostic of microelementoses and their correction». 10-th October, 2005. –Moscow: Nauka. -2005. –P. 122-127.
- 787. Tjutikov S. F. Selenium in organs of moose, wild boar and roe deer at blacksoil region of the Central Russia// III International symposium «Selenium in geochemistry, biology and medicine» (Beograde, November 3-5, 1996). –Beograde. 1996. -P. 58.
- 788. Tjutikov S. F., Karpova E. A., Ermakov V. V. Heavy metals and selenium in the environment and organism of the wild hooted animals// «Heavy metals in the environment» International symposium (15-18 october 1996, Pushchino) Пущино. -1996. -P. 249.
- 789. Trupa A., Latvietis J., Rũvalds I., Kãrkla L. Influence of mineral additives on the content of mineral elements in cows hair// Anke M. et al. (Hrsg.). Mengen- und Spurenelemente, 20. Arbeitstagung 2000. -Leipzig: Verlag Harald Schubert. -2000. -P. 86-92.
- 790. Tsai Y., Wang C., Chang W., Wang R., Huang C. Concentrations of potassium, sodium, magnesium, calcium, copper, zinc, manganese and iron in black and gray hairs in Taiwan// J. of Health Sci. -2000. -Vol. 46. -№ 1. -P. 46-48.
- 791. Turcek F. J. Actualne otazky ochrany lesnych kultur prevazue na nelesnych podach// Ex. otazky ochrany lesev na Slovensku -Bratislava: Vyd SAV. 1967. -P. 9-92.
- 792. Tyutikov S. Assesment of present methods for biological indication// Book of abstracts of Int. scient. Conf. «Globalization and environment» (Beograd, 22-24. april 2009) Beograd. -P.125.
- 793. Tyutikov S. Boar and roe deer as biomonitors of ecological state of areas// Ecologica –Beograd. -2006. -Godina XIII. -№ 48. -P. 13-16.
- 794. Tyutikov S. Estimation of some modern methods of biological indication// Ecologica. –Beograd. -2009. -№ 55. Godina XVI. -P.350-352.
- 795. Tyutikov S. Some present methods for ecological bioindication// Сб. мат. междунар. конф. «Биосферные территории Центральной Азии как природное

- наследие (проблемы сохранения, восстановление биоразнообразия) –Бишкек. 2009. –С. 218-219.
- 796. Tyutikov S.F., Ermakov V.V. Geographic variation of the content of microelements and biogeochemical indices in cattle blood and milk// Rus. Agricult. Sci. -2010. -Vol. 36. -№ 3. -P. 201-204.
- 797. Tyutikov S., Ermakov V. Reaction of animal organisms in extremal biogeochemical situation// Book of abstracts by Int. scient. conf. on «Environment and biodiversity» (Beograd, 2010, april 22-24). –Beograd. -2010. -P.23.
- 798. Tyutikov S., Ermakov V., Gabrashanska M., Anisimova M. Present methods for biogeochemical indication of microelementoses of animals// Proc. Of 7-th Int. symp. on trace elements in human: new perspectives (2009, October 13-th 15-th, Athens, Greece) –Athens. -2009. P. 378-379.
- 799. Ulvi H., Yigiter R., Yoldas T., Dolu Y., Var. A., Mungen B. Magnesium, zinc and copper contents in hair and their serum concentrations in patients with epilepsy// Eastern J. of Medicine. -2002. -Vol. 7. -P. 31-35.
- 800. Ulvund M. J. Ovine white-liver diseas (Owld) Trace element in liver// Acta Vet. Scan. -1990. -Vol. 31. -Iss. 3. -P. 297-307.
- 801. Underwood E.G. Trace elements in human and animal nutrition -New York: Acad. Press. -1977. -402 p.
- 802. Usenko S.I., Pavlovskaya M.A., Prorok M. Pre-treatment of cattle terminal hair samples and analysis on elemental composition// Proc. of the 5<sup>th</sup> International Symposium: «Trace Elements in Human: New Perspectives». –Athens. -2005. -P. 863-868.
- 803. Uthus E.O. Arsenic essentially and factors affecting its importance// Arsenic. Exposure and Health/ Eds. Chappell W.R., Abernathy C.O., Cothern C.R. -Northwood: Sci. and Technology Letters. -1994. -P. 199-208.
- 804. Vincent J.B. The biochemistry of chromium// J. Nutr. -2000. -Vol. 130. -P. 715-718.
  - 805. Vormann Ju. Magnesium// Elements and their Compounds in the

- Environment. Vol. 2/ Eds. By E. Merian, M. Anke, M. Ihnat, M. Stoeppler -Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA. -2004. -P. 587-598.
- 806. Vos G., Lammers H., Vandelft W. Arsenic, cadmium, lead and mercury in meat, livers and kidneys of sheep slaughtered in the Netherlands// Zeitsch. Leben Unter. Forsch. -1988. -Vol. 187. -№ 1. -P. 1-7.
- 807. Walger B., Walger J., Lassu Zs. The influence of geographic area, season, hair color and breed on element concentration of dairy cattle hair. 1. Ca, P, and Mg concentration// Szentmihalyi S. (ed.). The hair, as an indicator of macro and trace element supply: Satellite symp. Budapest, 9 July, 1981. -Herceghalon: Research Inst. for Animal Nutrition. -1981. -Vol. 3. -P. 71-76
- 808. Walger B., Walger J., Lassu Zs. The influence of geographic area, season, hair color and breed on element concentration of dairy cattle hair. 2. Mn, Cu and Zn concentration// Szentmihalyi S. (ed.). The hair, as an indicator of macro and trace element supply: Satellite symp. Budapest, 9 July, 1981. -Herceghalon: Research Inst. for Animal Nutrition. -1981. -115 p. -Vol. 3. -P. 77-82
- 809. Walther F. Tierstrasen in Afrika// Strasen Tiere –Braunschweig. -1967. P. 19-25.
- 810. Wasiak W., Ciszewska W., Ciszewski A. Hair analysis. Part 1: Differential pulse anodic stripping voltampermetric determination of lead, cadmium, zinc and copper in human hair samples of persons in permanent contact with a polluted workplace environment// Anal. Chim. Acta. -1996. -Vol. 343. -P. 201-207.
- 811. Wedepohl K.H. The composition of Earth's Upper Crust, Natural Cycles of Elements, Natural Resources// Elements and their Compounds in the Environment. Vol. 1/ Eds. by E. Merian, M. Anke, M. Ihnat, M. Stoeppler -Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA. -2004. -P. 3-16.
- 812. Wegorer P. Применение пестицидов и их распределение в растительных и животных компонентах биогеоценоза// Annales. T. 2/ ANPP-BCPC -S 1. -1993. -P. 22-24/ Цит.по РЖ Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. -1994. -№ 11. -11.72.431.

- 813. Weiner J. Energy metabolism of the roe deer// Acta theriol. -1977. -Vol. 22. -№ 1-8. -P. 3-24.
- 814. Wilplinger M., Schonsleben I., Pfannhauser W. Chromium contents in austrian foods// Z. Lebensmittel-Untersuch Fors. -1995. -Bd. 201. -№ 6. -P. 521-523.
- 815. Wilson P. R. Bodyweight and serum copper concentrations of farmed red deer stags following oral copper oxide wire administration// N. Z. Vet. J. -1989. -Vol. 37. -Iss. 1. -P. 94-97.
- 816. Wojciak R.W., Krejpco Z., Zlapka-Matyasik M., Olejnik D. Vegetarian nutritional habits and the level of selected metals in the hair of young women // Anke M. et al. (Hrsg.). Mengen- und Spurenelemente, 21. Arbeitstagung 2002. -Leipzig: Verlag Harald Schubert. -2002. -P. 787-792.
- 817. Wolkers H., Wensing T., Bruinderink G. Heavy-metal contamination in organs of red deer (Cervus elaphus) and wild boar (Sus scrofa) and the effect on some trace elements// Sci. Total Envir. -1994. -Vol. 144. -Iss. 4. -P. 191-199.
- 818. Wollf J. O., Cowling J. Moose browse utilization in Mount Mc Kinley National Park. Alaska// Can. Fild.-Natur. -1961. -Vol. 95. -№ 1. -P. 85-88.
- 819. Wongvalle J., Henry P. R., Ammerman C. B. et al. Estimation of the relative bioavailability of manganese sources for sheep// J. Anim. Sci. -1989. -Vol. 67. Iss. 9. -P. 2409-2414.
- 820. Wren C. D. A review of metal accumulation and toxicity in wild mammals. 1. Mercury// Environ. Res. -1985. -Vol. 40. -№ 1. -P. 210-244.
- 821. Wuyi W., Dorset Sh., Thornton I. The selenium status of sheep in Britain as indicated by wool selenium concentration// Environ. Geochem. and Health. 1987. -Vol. 9. -№ 2. -P. 48-51.
- 822. Yuldiz S. Activation of xanthine oxidase by MoO<sub>3</sub>// Chim. Acta Turc. -1988. -Vol. 16. -№ 1. -P. 105-117.
- 823. Zaichick V., Zaichick S. Role of zinc in prostate cancerogenesis// Mengen-und Spurenelemente. -1999. –Iss. 19. -P.104-115.

824. Zong M. Fair play for roe deer// Scot. Forest. -1980. -Vol. 34. -№ 2. -P. 93-97.