

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Сибиркина Альфира Равильевна

**БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ
ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СОСНОВЫХ БОРАХ
СЕМИПАЛАТИНСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ**

Специальность 03.02.08 – Экология

Диссертация

на соискание ученой степени доктора биологических наук

Научный консультант –
доктор биологических наук, профессор
Панин Михаил Семенович

Омск, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение. Актуальность темы	5
Глава 1. Современные представления об аккумуляции и миграции тяжелых металлов в системе «почва-растения»	14
1.1 Характер распределения тяжелых металлов по поверхности почвы	14
1.2 Основные факторы, влияющие на подвижность микроэлементов в почве и их усвоения растительными организмами	17
1.3 Геохимические особенности содержания и распределения тяжелых металлов в растительных организмах	21
1.4 Геохимические особенности содержания тяжелых металлов в грибах.....	38
1.5 Влияние лесных пожаров на лесные экосистемы	44
Глава 2. Физико-географическая характеристика исследуемой территории Семипалатинского Прииртышья	48
2.1 Эколого-геохимическая характеристика почвенного и растительного покрова Семипалатинского Прииртышья	51
2.2 Эколого-геохимическая характеристика ленточных сосновых боров Семипалатинского Прииртышья	60
Глава 3. Объекты и методы исследования	62
Глава 4. Биогеохимия тяжелых металлов в почвах, растениях и грибах сосновых боров Семипалатинского Прииртышья	71
4.1 Валовое содержание и содержание подвижных форм тяжелых металлов в боровых песках сосновых боров Семипалатинского Прииртышья	71
4.2 Биогеохимические особенности содержание тяжелых металлов в органах древесных и травянистых растений сосновых боров Семипалатинского Прииртышья	96
4.3 Биогеохимические особенности содержания тяжелых металлов в грибах сосновых боров Семипалатинского Прииртышья	189
Выводы	213
Список литературы	216

Приложение	248
Приложение А. Таблица 3 – Видовой состав травянисто-полукустарникового яруса сосновых боров Семипалатинского Прииртышья	248
Приложение Б. Таблица 4 – Видовой состав грибов сосновых боров Семипалатинского Прииртышья	251
Приложение В. Таблица 16 – Распределение тяжелых металлов по органам и тканям <i>Pinus sylvestris L.</i>	252
Приложение Г. Таблица 18 – Среднее содержание тяжелых металлов в <i>Pinus sylvestris L.</i> по пунктам отбора, мг/кг сухого вещества	258
Приложение Д. Таблица 19 – Показатели биогеохимического круговорота тяжелых металлов древостоем <i>Pinus sylvestris L.</i> в зависимости от местопроизрастания	261
Приложение Е. Таблица 20 – Содержание тяжелых металлов в органах и тканях <i>Populus tremula L.</i> и <i>Betula pendula Roth.</i>	263
Приложение Ж. Таблица 22 – Содержание тяжелых металлов в листьях кустарниковых растений	267
Приложение К. Таблица 23 – Регрессионные связи между содержанием тяжелых металлов в изученных органах и тканях сосны обыкновенной и валовым содержанием и различных их форм в верхнем горизонте почвы на глубине 0-30 см	269
Приложение Л. Таблица 24 – Корреляционные связи между содержанием тяжелых металлов в изученных органах и тканях сосны обыкновенной и их валовым содержанием и различных форм в верхнем горизонте почвы на глубине 0-30 см	271
Приложение М. Таблица 25 – Коэффициенты накопления тяжелых металлов древесными и кустарниковыми растениями	273
Приложение Н. Таблица 26 – Содержание тяжелых металлов в травянистых растениях по пунктам отбора, мг/кг сухого вещества	276

Приложение П. Таблица 27 – Содержание тяжелых металлов в травянистых растениях из различных семейств, мг/кг сухого вещества	279
Приложение Р. Таблица 29 – Уровень накопления тяжелых металлов в подземной и надземной части травянистых растений	288
Приложение С. Таблица 30 – Уровни накопления тяжелых металлов в надземных органах разных видов травянистых растений	307
Приложение Т. Таблица 31 – Уровни накопления тяжелых металлов в подземных органах разных видов травянистых растений	418
Приложение У. Таблица 33 – Содержание тяжелых металлов в грибах	466
Приложение Ф. Таблица 34 – Геохимические структуры и формулы геохимической специализации химического состава базидиомицетов.....	472
Приложение Х. Таблица 35 – Показатель биотичности тяжелых металлов для грибов	474
Приложение Ц. Таблица 36 – Корреляционные и регрессионные связи между содержанием тяжелых металлов в базидиомицетах и содержанием их валовых и подвижных форм в почве	476
Приложение Ш. Таблица 37 - Коэффициенты накопления тяжелых металлов базидиомицетами	478
Приложение Щ. Таблица 38 – Средний коэффициент биологического поглощения тяжелых металлов базидиомицетами	486
Приложение Э. Таблица 39 – Показатели корреляционной связи между элементами, содержащимися в базидиомицетах	492
Приложение Ю. Таблица 40 – Показатели регрессионной связи между элементами, содержащимися в базидиомицетах	493

Актуальность темы

Современное загрязнение окружающей среды, в том числе и тяжёлыми металлами, возрастает с каждым годом и поэтому решение многих экологических вопросов становится очень актуально [180, 286]. В настоящее время в объектах биосферы: почве, растениях, грибах и т.д. происходит интенсивное накопление редких и рассеянных элементов в количествах, значительно превышающих их природные кларки, что представляет реальную угрозу развитию живых организмов. Определенный интерес представляют данные о биоаккумуляции тяжелых металлов в различных типах фитоценозов, ведь именно растительность суши играет важную роль в перераспределении химических элементов между отдельными блоками биосферы. Особое значение в этом процессе придается лесным ландшафтам [77-79], которые играют особую роль глобального геохимического регулятора циклических массопотоков тяжелых металлов. В лесных ландшафтах имеется резерв элементов не только в живой фитомассе, но и большой их запас в органических веществах лесной подстилки, причем концентрация тяжелых металлов в лесных подстилках выше, чем в живых растениях [87]. В то же время современные лесные массивы подвергаются мощному антропогенному воздействию, например, в результате пожаров, интенсивной бесконтрольной их вырубке, что, несомненно, приводит к нарушению биогеохимического круговорота веществ [17, 32, 259].

При биогеохимических исследованиях исключительная роль принадлежит изучению элементного химического состава растений, т.к. позволяет оценить роль живого вещества в геохимических процессах. Огромна и преобразовательная роль растений, заключающаяся в изменении формы нахождения элементов в окружающей среде [40, 41]. Организмы различных трофических уровней лесных фитоценозов активно участвуют в стабилизации экосистем, выступая как в роли геохимических барьеров, так и в качестве природных депо химических элементов, в

том числе и тяжелых металлов [21]. По ряду причин растения не могут не поглощать большинство тяжелых металлов и в отличие от животных, способны накапливать их в больших количествах. Именно поэтому проблема компартментации тяжелых металлов в растении является определяющей при изучении их токсического действия и механизмов устойчивости [237, 238]. Сведения о процессах накопления, миграции и содержании тяжелых металлов в растениях являются необходимыми для проведения биогеохимического районирования, учета биопродуктивности и для сохранения плодородия почв.

Среди живых организмов, населяющих природные экосистемы суши, способностью активной биоабсорбции тяжелых металлов обладают базидиальные макромицеты. Однако биологический смысл и природная целесообразность такого явления, как и вопросы о метаболических функциях многих химических элементов в грибах пока до конца не выяснены. Существует прикладной аспект данной проблемы: нормативы содержания тяжелых металлов и других токсичных элементов в плодовых телах съедобных грибов требуют доработки. В связи с этим, проблема оценки качества дикорастущей грибной продукции в настоящее время представляется заслуживающей внимания. Одной из причин этого является ограниченность сведений о видовой специфичности в накоплении тяжелых металлов плодовыми телами съедобных грибов. Проблема биоабсорбции грибами химических элементов активно рассматривается и обсуждается специалистами, однако по сей день это направление остается одним из самых дискуссионных [125].

В настоящее время накоплен обширный материал о содержании и распределении химических элементов в почвах, растениях и других объектах окружающей среды. Установлены фоновые уровни содержания тяжелых металлов в растениях некоторых конкретных регионов [2, 54, 91, 100, 113, 150, 151, 217, 218, 273, 282]. Исследованы особенности аккумуляции тяжелых металлов растениями Семипалатинского Прииртышья [187]. Тем не менее, к числу малоизученных относится вопрос о накоплении тяжелых металлов почвенным покровом (боровыми песками) и растениями реликтовых сосновых боров Семипалатинского Прииртышья. Ис-

следование почв Семипалатинской области, в которую входила территория сосновых боров, проводили в 60-х начале 70-х годов 20 века [121]. В ходе исследования был изучен физико-химический, морфологический и гранулометрический состав почв, содержание гумуса, азота и катионно-анионный состав, но исследований по содержанию тяжелых металлов, не проводилось.

Сосновые боры Семипалатинского Прииртышья - это реликтовые леса, выполняющие климаторегулирующие, санитарно – гигиенические, почвозащитные функции, в пределах региона являются единственными преградами песчаным бурям. Общая площадь сосновых лесов Республики Казахстан составляет 832 тыс. га, из которых 545 тыс. га (58%) приходится на ленточные боры Прииртышья. Территория сосновых боров не подвержена широкомасштабному техногенному загрязнению, однако, она расположена на границе крупных промышленных комплексов Восточно-Казахстанской области, где сосредоточены горно-металлургические, горнодобывающие, горно-перерабатывающие, энергетические, химические и другие промышленные предприятия. Все они расположены в зоне густой речной сети и осуществляют существенные выбросы в атмосферу, в том числе и тяжелых металлов. Становится очевидным, что газообразные, жидкие и твердые отходы от предприятий Восточного Казахстана в той или иной мере причиняют экологический ущерб и сосновым борам Семипалатинского Прииртышья.

Почвенный покров, растения и грибы сосновых боров заслуживают пристального внимания как объект экологического мониторинга. Поскольку почвенный покров способен принимать поступающие из автономных ландшафтов природные и техногенные потоки химических веществ, а растения поглощать и нейтрализовать значительное их количество, то они являются информативным индикатором состояния окружающей среды.

Одной из важнейших проблем природопользования в мире является проблема рационального использования, сохранности и возобновления лесных ресурсов [45]. Семипалатинские ленточные боры отнесены к категории ценных лесов, в которую входят леса уникальные по своему породному составу, продуктивности и генетическим качествам, а также выполняющие особо важные защитные функции

в наиболее сложных природных условиях [140]. Ленточные сосновые боры, представленные древесной, кустарниковой и травянистой растительностью, используется в качестве кормовой базы и источника лекарственных растений в пределах Восточно-Казахстанской области.

Проведенное исследование является актуальным, так как изучение биогеохимических особенностей почвенного, растительного и грибного покрова является частью комплексных ландшафтно-геохимических исследований территории Семипалатинского Прииртышья.

Цель работы: изучить биогеохимические закономерности содержания и распределения ряда тяжелых металлов в боровых песках, растениях и грибах сосновых боров Семипалатинского Прииртышья. В связи с этим были поставлены следующие задачи:

Задачи исследования:

1. Определить фоновый уровень содержания и распределения тяжелых металлов в боровых песках, дикорастущих растениях и грибах сосновых боров Семипалатинского Прииртышья и оценить его с экологических и гигиенических позиций.

2. Изучить валовое содержание тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Cd, Co, Cr, Ni, V, Be, Sr, Mn) и подвижных (кислоторастворимой, обменной и водорастворимой) форм их соединений в боровых песках сосновых боров Семипалатинского Прииртышья и выявить факторы, определяющие поведение тяжелых металлов в них.

3. Изучить степень участия растений в изменении соотношения элементов в верхних горизонтах боровых песков по сравнению с почвообразующими породами.

4. Исследовать продуктивность древостоя (запас древесины) сосны обыкновенной, установить класс бонитета, класс жизненности, рассчитать массу тяжелых

металлов, вовлеченных в биогеохимический круговорот надземной фитомассой деревьев сосны обыкновенной.

5. Рассчитать интенсивность биологического поглощения тяжелых металлов в органах и тканях различных видов дикорастущих растений сосновых боров Семипалатинского Прииртышья.

6. Установить степень корреляционной связи и вывести уравнения регрессионной зависимости между подвижными формами соединений тяжелых металлов в борových песках в зависимости от их валового содержания, а также между валовым содержанием и подвижными формами тяжелых металлов в борových песках и содержанием их в грибах и растениях. Установить корреляционные связи между металлами в различных надземных и подземных органах травянистых растений.

7. Установить геохимическую структуру и формулу геохимической специализации почвенного и растительного покрова сосновых боров Семипалатинского Прииртышья.

8. На основании полученных экспериментальных данных о содержании и распределении тяжелых металлов в борových песках, растениях и грибах представить региональную биогеохимическую оценку состояния сосновых боров Семипалатинского Прииртышья.

Научная новизна

Диссертация является первой обобщающей работой, в которой дана комплексная оценка эколого-биогеохимического состояния борových песков, растений и грибов сосновых боров Семипалатинского Прииртышья.

В ней впервые:

- определены уровни содержания, выявлены основные закономерности распределения тяжелых металлов в борových песках, растениях и грибах, выявлены ведущие факторы, определяющие поведение тяжелых металлов в них;

- доказано, что изученные боровые пески относятся к категории фоновых почв, для которых существует достоверно высокая прямая корреляционная зависимость между валовым содержанием и подвижными формами тяжелых металлов в них;

- рассчитана масса тяжелых металлов, вовлеченных в биогеохимический круговорот надземной фитомассой древостоя сосны обыкновенной.

- выведены формулы геохимической специализации хвойных и лиственных пород деревьев, однодольных и двудольных травянистых растений, грибов сосновых боров Семипалатинского Прииртышья по отношению к тяжелым металлам.

Теоретическая и практическая значимость исследования

Изучение биогеохимических особенностей растительного и грибного покрова в отношении накопления и распределения тяжелых металлов входит в программу комплексных мониторинговых исследований территории Семипалатинского Прииртышья.

Полученные данные служат основой при изучении степени антропоустойчивости природных комплексов, оценки региональных биологических ресурсов и степени их нарушенности.

Изучение химического (элементного) состава фитоценозов на фоновых территориях служат базовым критерием, указывающим на естественный состав элементов.

Результаты исследования могут быть использованы в мониторинговых биоиндикационных исследованиях состояния окружающей среды, связанных с оценкой миграционных потоков тяжелых металлов в экосистемах, диагностированием изменений питательного статуса фитоценозов и нарушений жизненного состояния растительных организмов, а также при разработке мероприятий по биоремедиации загрязненных территорий.

Полученные материалы об эколого-биогеохимическом состоянии боровых песков, растительного и грибного покрова реликтовых сосновых боров Семипала-

тинского Прииртышья могут быть использованы при чтении курсов лекций «Мониторинг окружающей среды», «Экология растений» в Семипалатинском государственном университете имени Шакарима (г. Семей, Республика Казахстан), а также при чтении эколого-геохимических дисциплин в Челябинском государственном университете, при проведении учебно-полевых практик для студентов и магистрантов экологических специальностей.

Положения, выносимые на защиту

1. Особенности элементного состава боровых песков сосновых боров Семипалатинского Прииртышья определены содержанием металлов в почвообразующих породах, биогеохимическими процессами, протекающими под влиянием растений и грибов.

2. Боровые пески сосновых боров Семипалатинского Прииртышья по содержанию подвижных форм тяжелых металлов относятся к категории фоновых почв и имеют свинцово-кадмиевую специализацию элементного состава.

3. Растения и грибы сосновых боров Семипалатинского Прииртышья играют активную почвообразовательную роль, изменяя микроэлементный состав поверхностного слоя боровых песков.

4. Определяющим фактором накопления тяжелых металлов в растениях и грибах сосновых боров является удаленность от источников аэротехногенного загрязнения, физико-химические свойства и физиологическая роль металлов в метаболических процессах, видовые особенности растений и грибов, а также содержание тяжелых металлов в почвообразующих породах, в боровых песках и атмосфере.

Апробация результатов исследования

Результаты работы доложены на III Международной научно-практической конференции «Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде» (г. Семипалатинск, 2004 г.); «V Международной биогеохимической школе «Актуальные проблемы геохимической экологии» (г. Семипалатинск, 2005 г.)», Международной научной конференции «Актуальные проблемы экологии и природопользования в Казахстане и сопредельных территориях» (г. Павлодар, 2007 г.); IV ежегодной научно-методической конференции преподавателей (г. Семей, 2008 г.); Международной научной конференции «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде» (г. Семей, 2008, 2010, 2012 гг.), «V Международном Совещании «Геохимия биосферы» (г. Новороссийск, 2009 г.), Международной научно-практической конференции «Высшее образование и аграрная наука – сельскому хозяйству» (г. Семипалатинск, 2009 г.), Международной заочной научно-практической конференции «Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности» (г. Тамбов, 2013 г.); Международной заочной научно-практической конференции «Вопросы образования и науки в XXI веке» (г. Тамбов, 2013 г.); Международной научно-практической конференции «Наука и образование в XXI веке» (г. Тамбов, 2013 г.); I международной заочной научно-практической конференции «Научная дискуссия: вопросы математики, физики, химии, биологии» (г. Москва, 2013 г.); V международной научно-практической конференции «Экологический мониторинг и биоразнообразие» (г. Ишим, 2013 г.); IV Международной научно-практической конференции «Наука и образование» (г. Мюнхен, Германия, 2013 г.).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 39 работ, из них в изданиях рекомендованных ВАК РФ 14 статей.

Структура и объем диссертации

Текст диссертации составляет 247 страниц и включает введение, 4 главы, выводы и приложения, содержит 40 таблиц и 27 рисунков. Список литературы представлен 323 источниками, в том числе 20 – на иностранных языках.

Личный вклад автора

Диссертация содержит фактический материал, полученный лично автором в течение 2000-2012 гг. Самостоятельно выбрано направление исследования, разработаны основные подходы и методики к решению поставленных задач. Выполнены работы по сбору полевого материала, его камеральной и статистической обработке, обобщению и интерпретации данных. Доля участия автора в подготовке публикаций составила 100%.

Благодарности

Автор выражает глубокую признательность и благодарность своим наставникам профессору Михаилу Семеновичу Панину (Семипалатинский государственный университет имени Шакарима) и профессору Сергею Федоровичу Лихачеву (Челябинский государственный университет) за поддержку, ценные научные и методические советы при выполнении диссертационного исследования. Автор признателен членам Диссертационного совета ДМ 212.177.05 при ФГБОУ ВПО «Омский государственный педагогический университет» за предоставленную возможность публичной защиты основных результатов докторской диссертации. Выражаю искреннюю благодарность сотрудникам кафедры биологии Семипалатинского государственного университета имени Шакарима доценту Карипбаевой Н.Ш. и ст. преподавателю Полевику В.В. за активную помощь в работе по определению видов растений сосновых боров Семипалатинского Прииртышья.

Глава 1. Современные представления об аккумуляции и миграции тяжелых металлов в системе «почва-растения»

1.1 Характер распределения тяжелых металлов по поверхности почвы

Распределение тяжелых металлов по поверхности почвы определяется многими факторами. Оно зависит от особенностей источников загрязнения, метеорологических особенностей региона, геохимических факторов и ландшафтной обстановки в целом [137-139, 177, 201, 254].

Источник загрязнения определяет качество и количество выбрасываемого продукта. При этом степень его рассеивания зависит от высоты выброса. Зона максимального загрязнения распространяется на расстояние равное 10–40-кратной высоте трубы при высоком и горячем выбросе и 5–20-кратной высоте трубы при низком промышленном выбросе. Длительность нахождения частиц выбросов в атмосфере зависит от их массы и физико-химических свойств, чем тяжелее частицы, тем быстрее они оседают [48-50, 139].

Воздушные массы разбавляют выбросы и переносят твердые частицы и аэрозоли на расстояния, соответственные «розе ветров». Чем большее расстояние проходит выброс, тем ниже становится его концентрация. В пределах однородного ландшафта, по мере удаления от источника загрязнения уменьшается загрязнение почв его выбросами [103].

Скорость ветра также влияет на распределение продуктов загрязнения: чем она больше, тем активнее разбавление выброса воздушной массой и тем меньше загрязнение на единице площади. При ослаблении ветра до штиля концентрация загрязнителей вблизи источника возрастает. Рассеиванию выбросов, уменьшению их концентрации способствует турбулентный обмен воздушных масс.

Влажность воздуха также влияет на распределение продуктов выбросов. Их частицы при высокой влажности конденсируют на себя влагу, что увеличивает их

размеры и массу и ведет к выпадению на земную поверхность вблизи источника загрязнения.

Помимо метеорологических факторов характер распределения загрязнителей – тяжелых металлов зависит от рельефа. Процессы перераспределения веществ, обусловленные рельефом, сказываются и на перераспределении продуктов загрязнения поступающих из атмосферы. В том случае, если интенсивность поступления загрязнителей сравнима или меньше скорости процессов перераспределения их в ландшафте, то в аккумулятивных ландшафтах происходит повышенное накопление тяжелых металлов и их соединений, а элювиальные элементы ландшафта остаются сравнительно обедненными ими. Техногенные ареалы рассеивания формируются в более короткие сроки, чем природные, и затушевывают последние [26, 233].

Неравномерность техногенного распределения металлов усугубляется неоднородностью геохимической обстановки в природных ландшафтах. В связи с этим для прогнозирования возможного загрязнения продуктами техногенеза и предотвращения нежелательных последствий деятельности человечества необходимо понимание законов геохимии, законов миграции химических элементов в различных природных ландшафтах или геохимических обстановках [10, 116].

Химические элементы и их соединения, попадая на поверхность почв в ландшафтно-геохимические системы, претерпевают ряд превращений, рассеиваются или накапливаются в зависимости от характера геохимических барьеров, свойственных данной территории [7, 23, 58]. Понятие о геохимических барьерах было сформулировано А.И. Перельманом [196, 198] как участках зоны гипергенеза, на которых изменение условий миграции приводит к накоплению химических элементов. В основу классификации барьеров положены виды миграции элементов. На этом основании А.И. Перельман выделяет четыре типа и несколько классов геохимических барьеров.

I. Биогеохимические барьеры – для всех элементов, которые перераспределяются и сортируются живыми организмами (O, C, H, Ca, K, N, Si, Mg, P, S и др.).

II. Физико-химические барьеры:

1) окислительные – железный или железомарганцевый (Fe, Mn, Co), марганцевый (Mn), серный (S);

2) восстановительные – сульфидный (Fe, V, Zn, Ni, Cu, Co, Pb, U, As, Cd, Hg, Ag, Se), глеевый (V, Cu, U, Ag, Se);

3) сульфатные и карбонатные (Ba, Ca, Sr);

4) щелочные (Fe, Ca, Mg, Sr, Zr, Cu, Ni, Co, Pb, Cd);

5) кислые (SiO₂);

6) испарительные (Ca, Na, Hg, F, S, Sr, Cl, Pb, Zn, Li, Ni, Mo, U);

7) адсорбционные (Ca, Mg, K, S, Pb, P, V, Cr, Zn, Ni, Cu, CO, U, As, Mo, Hg, Ra);

8) термодинамический (Ca, S).

III. Механические барьеры (Fe, Ti, Cz, Ni, Th, Sn, W, Hg, Pt, Pb).

IV. Техногенные барьеры [26].

V. Социальные барьеры [7].

Механизмы закрепления тяжелых металлов и металлоидов минералами разнообразны и не ограничиваются процессом сорбции. Некоторые минералы определяют редокс процессы. Кроме того, тяжелые металлы и металлоиды включаются в решетку минералов-носителей. По составу фаз-носителей тяжелых металлов и металлоидов все главные минералогические по А.И. Перельмана и Н.С. Касимова [198] «сорбционные» барьеры в почвах можно разделить на четыре группы: алюмосиликатные, железистые, карбонатные и марганцевые.

По степени подвижности тяжелые элементы делятся на три группы:

- 1) слабоподвижные элементы «активно» накапливаются на барьерах,
- 2) умеренно подвижные элементы накапливаются на них «частично»,
- 3) легкоподвижные элементы свободно проникают через барьеры [65].

Большое влияние на подвижность химических элементов с переменной валентностью (Fe, Mn, Cu, V, As, Se, U, Cr, Mo и др.) оказывает окислительно-восстановительный потенциал. В восстановительных условиях повышается подвижность и тем самым усвоение растениями низковалентных форм элементов, а в окислительных условиях более подвижны и лучше поглощаются растениями

высоковалентные формы. Геохимические барьеры существуют не изолированно, в сочетании друг с другом, образуя сложные комплексы. Они регулируют элементный состав потоков веществ, от них в большей мере зависит функционирование экосистем [59].

Продукты техногенеза в зависимости от их природы и той ландшафтной обстановки, в которую они попадают, могут либо перерабатываться природными процессами и не вызывать существенных изменений в природе, либо сохраняться и накапливаться, губительно влияя на все живое.

И тот и другой процесс определяется рядом факторов, анализ которых позволяет судить об уровне геохимической устойчивости ландшафтов и прогнозировать характер их изменений под влиянием техногенеза [13, 26, 96].

1.2 Основные факторы, влияющие на подвижность микроэлементов в почве и их усвоения растительными организмами

Степень обеспеченности почвы биологически доступными формами микроэлементов играет ключевую роль в минеральном питании растений. Однако до сих пор не существует однозначного понимания термина доступность веществ почвы растениями. Доступность элемента часто отождествляют с его подвижностью, но и термин «подвижные соединения» определен также не достаточно четко. В геологических науках под подвижностью элемента или соединения подразумевается их способность в виде растворов, в твердой или газообразной формах, т.е. в доступной и не доступной для растений форме [61, 117, 190]. По-видимому, правильнее считать то количество вещества, которое способно мигрировать к поверхности корня в результате всех возможных процессов, происходящих в почве.

Наиболее широкое распространение при оценке содержания в почвах подвижных форм микроэлементов получили методы равновесной экстракции, основанные на извлечении элементов из почвы с помощью различных химических соединений: кислот, щелочей, солей, комплексонов. Относительная легкость и быстрота технического исполнения, а также отражение в определенной степени потребностей растений в минеральных элементах обеспечили этим способам популярность в мировой агрохимической и почвоведческой практике [94, 168, 279].

Принципиальный недостаток химических подходов состоит в том, что с их помощью невозможно адекватно имитировать сложные процессы взаимодействия растения и почвы, которые происходят в основном с участием микроорганизмов. При использовании большей части методов работа осуществляется с суспензиями, полученными после высушивания и измельчения почвы. Такая процедура подготовки почвенных образцов интенсифицирует экстракцию веществ и плохо имитирует процессы в нативной почве. Степень экстракции веществ из почвы зависит от состава. Для извлечения подвижных форм микроэлементов из некарбонатных почв, главным образом лесной зоны, используют метод Я.В. Пейве - Г.Я. Ринькиса; согласно методу Н.К. Крупского - А.М. Александровой экстракция микроэлементов (Mn, Co, Cu, Zn) из почв выполняется с помощью ацетатно-амонийного буфера с рН 4,8. Этот групповой экстрагент рекомендуется для оценки содержания микроэлементов в различных почвах, включая карбонатные и засоленные.

Содержание подвижных форм микроэлементов в почве определяется ионообменными процессами. Их интенсивность и направленность зависят от многих факторов, прежде всего, от свойств ППК. Кроме свойств ППК, на ионообменные процессы в почве влияют химическая природа ионов, климатические факторы и др. [179, 208].

В почве известные микроэлементы большей частью приурочены к тонкодисперсным фракциям почв и материнских пород. В отличие от грубых, тонкие фракции обогащены так называемыми глинистыми минералами, аккумулирующими значительные количества микроэлементов. Первичные минералы практиче-

ски не участвуют в сорбционных процессах, но служат потенциальными источниками микроэлементов. Не случайно, поэтому глинистые минералы рассматривают как минералогическую основу ППК [69, 161].

С увеличением дисперсности субстрата концентрация в растениях многих макро- и микроэлементов существенно уменьшается. При этом воздействие частиц пылеватого песка в среднем вдвое слабее, чем глинистых. Наиболее сильно негативное влияние глинистых фракций почвы сказывается на поглощении растениями меди, цинка, марганца, кобальт и молибдена.

На подвижность микроэлементов в почве оказывают влияние оксиды железа и марганца, а также алюминия. Они формируют пленки на отдельных частицах заполнения трещин жилок, конкреции и включения. С помощью электронного микронзонда установлено, что многие микроэлементы концентрируются в пленках оксидов почвенных частиц. В почвах около 50 % тяжелых металлов связано с гидроксидами железа.

Карбонаты снижают подвижность микроэлементов вследствие сорбции собственными высокодисперсными фракциями, а также оксидами железа и марганца, оседающими на поверхности карбонатов. Слабая подвижность микроэлементов в карбонатных почвах негативно сказывается на минеральном питании растений. Зависимость между реакцией среды и концентрацией микроэлементов в растениях нелинейная. Наиболее резкое снижение концентрации железа, марганца и цинка в надземной биомассе отмечено при увеличении рН среды до 4,8-5,2. Уменьшение содержания мобильных микроэлементов в почве до критического уровня сопровождается появлением у растений признаков дефицита микроэлементов. Наиболее иное и опасное заболевание растений, произрастающих на автоморфных нейтральных и щелочных почвах, - карбонатный хлороз.

Низкая активность катионов кальция в растворах кислых почв отрицательно сказывается на интегральной целостности мембран, наивности многих метаболических процессов, что приводит к появлению симптомов кальциевой недостаточности у растений, а также к избыточному накоплению в них микроэлементов.

В почве подвижность микроэлементов зависит от их взаимодействия с гуминовыми веществами. Реакционная способность гуминовых веществ определяется разнообразными функциональными группами в их составе. Преобладающая часть микроэлементов, связанных органическими веществами почвы, аккумулируется в фульвокислотах. По сравнению с фракцией гуминовых кислот фульвокислоты более дисперсны, гидрофильны и в большей степени обогащены функциональными группами.

Взаимодействие металлов с гуминовыми веществами иногда сопровождается появлением растворимых или мало растворимых в воде соединений. Растворимость органоминеральных комплексов зависит от химической природы и соотношения их компонентов, а также от реакции среды [3, 179, 209, 221, 222].

Влияние органического вещества на питание растений микроэлементами зависит от растворимости и устойчивости образующихся в почве органоминеральных соединений. Известны многочисленные факты негативного влияния органического вещества на этот процесс. При повышенном содержании в питательном субстрате торфа и препаратов гуминовых веществ у растений наблюдаются симптомы дефицита микроэлементов. Обнаружено сильное негативное влияние гуминовых веществ на поглощение растениями бора, хотя этот элемент и не образует прочных связей с органическим веществом почвы. В меньшей степени отрицательный эффект появляется по отношению к молибдену. Вместе с тем фульватные комплексы железа и марганца доступны растениям.

Специфическое влияние на мобильный фонд микроэлементов в почве оказывают органические удобрения. В течение первого года после их внесения может наблюдаться уменьшение концентрации в почве подвижных соединений микроэлементов, что обусловлено поглощением их органическим веществом и переводом в трудно растворимое состояние. В дальнейшем по мере минерализации органических веществ подвижность микроэлементов, как правило, возрастает [31, 48-50].

Практически во всех элементарных почвенно-биологических процессах, прямо или косвенно влияющих на подвижность микроэлементов и их доступность

растениям, участвуют микроорганизмы. В качестве важнейших процессов выделяют разложение растительного опада, образование гумусовых веществ, разложение гумуса, деструкцию минералов почвообразующей породы и новообразование минералов. Главная роль в пополнении запасов микроэлементов в почве и изменении ее физико-химических свойств принадлежит биохимической деструкции минералов. Выделяют два основных вида воздействия. Низкая активность катионов кальция в растворах кислых почв отрицательно сказывается на интегральной целостности мембран, нативности многих метаболических процессов, что приводит к появлению симптомов кальциевой недостаточности у растений, а также к избыточному накоплению в них микроэлементов. В почве подвижность микроэлементов зависит от их взаимодействия с гуминовыми веществами. Реакционная способность гуминовых веществ определяется разнообразными функциональными группами в их составе.

Специфическое влияние на мобильный фонд микроэлементов в почве оказывают органические удобрения. В течение первого года после их внесения может наблюдаться уменьшение концентрации в почве подвижных соединений микроэлементов, что обусловлено поглощением их органическим веществом и переводом в труднорастворимое состояние. В дальнейшем по мере минерализации органических веществ подвижность микроэлементов, как правило, возрастает [199].

1.3 Геохимические особенности содержания и распределения тяжелых металлов в растительных организмах

Согласно современным представлениям биота формирует и контролирует в биосфере потоки вещества и энергии, обеспечивая постоянство параметров окружающей среды [243, 245, 247, 249, 253]. При этом популяции живых организмов

различных трофических уровней активно участвуют в стабилизации среды, выступая как в роли своеобразных геохимических барьеров, так и в качестве накопителей химических элементов в трофических цепях экосистем. Первичным, наиболее функционально значимым фактором участия живого вещества в глобальном и региональном обмене вещества и энергии выступают различные фитоценозы, оперативно вовлекающие химические элементы из почвы в биогенные циклы. Вместе с тем растительные организмы первыми реагируют на химическое воздействие, проявляя морфологическую и функциональную специфику, и, как следствие, изменяя видовой состав фитоценозов. Если наличие постоянной интенсивности биогеохимических циклов в естественных, не измененных антропогенной деятельностью биогеоценозах следует рассматривать в качестве необходимого фактора, обеспечивающего их стабильное функционирование, то деформация этих циклов при химическом загрязнении среды - проявление дестабилизирующих процессов. Таким образом, участие растительности в формировании биогенных циклов, в конечном счете, определяется не только уровнем химического загрязнения среды (прежде всего почвы) и особенностями накопления химических элементов разными видами растений, но и составом сообщества и его обилием [22].

Поглощая химические элементы из почвы, почвообразующих пород, грунтовых вод и атмосферы, растения перемещают их из одних объектов ландшафта в другие, резко изменяя скорость их кругооборота в природе. Кроме того, огромная преобразовательная роль растений заключается в том, что они изменяют формы нахождения элементов в окружающей среде [185, 190].

В большинстве случаев скорость поглощения элементов положительно коррелирует с содержанием их доступных форм. На эту главную закономерность оказывают влияние ряд факторов: 1) реакция среды; 2) концентрация кальция, магния и других ионов; 3) такие свойства почвенной среды, как температура, аэрация, окислительно-восстановительный потенциал; 4) вид растения и стадия его развития. Поэтому зависимость между степенью загрязнения почвы тяжелыми металлами и интенсивностью их поступления в растения является сложной и не

носит функционального характера. Объясняется это тем, что не все растения обладают одинаковой способностью накапливать тяжелые металлы. Это свойство связано с наличием у растений в разной степени выраженности различных физиолого-биохимических защитных механизмов, препятствующих поступлению токсичных элементов [177].

Изучение элементного химического состава растений является необходимым при биогеохимических исследованиях. Анализ литературных данных показал, что химический состав растений изучен достаточно хорошо. Установлена способность растений поглощать из окружающей среды, в больших или меньших количествах, практически все известные химические элементы [99]. Определённый интерес могут представлять данные о биоаккумуляции тяжелых металлов в различных типах фитоценозов, так как известно, что растительность суши играет очень важную роль в перераспределении химических элементов между отдельными блоками биосферы. Особое значение в этом процессе придаётся лесным ландшафтам. Показано, что концентрация тяжелых металлов в лесных подстилках выше, чем в живых растениях. Следовательно, помимо резерва элементов в живой фитомассе, в лесных ландшафтах имеется их большой запас в органических веществах лесной подстилки [217, 273].

Основа элементного химического состава растений заложена на ранней стадии возникновения жизни и сохранена до сих пор. А.П. Виноградов [42, 43], пришел к заключению, что пригодные для жизни, широко распространенные, или имеющие большую подвижность элементы или обладающие специфическими свойствами, стали полезными для процессов обмена. Биофильность химических элементов определялась концентрацией их ионов в первобытной морской воде, где согласно современным представлениям зародилась жизнь.

В группу с наибольшей концентрацией попадают все основные элементы биофилы H, O, Na, Cl, Mg, S, K, C, N. Элементы с меньшими концентрациями Br, Si, F, P, I входят в группу биоэлементов специализированных органов. При еще меньших концентрациях, Mo, Cu, Zn, Fe, Mn, Co, были использованы зарождающейся жизнью как катализаторы [86]. На разных этапах эволюции, сопряжено с

изменениями в составе биосферы, изменялась металлопоглощающая способность растений, поэтому возникшие в разное время типы растительных организмов характеризуются разным содержанием элементов [99].

Живое вещество неоднородно по своему составу, что обусловлено дифференцировкой способности к накоплению и перераспределению элементов для разных видов, частей, тканей, спецификой физиологических реакций организма и внутренних факторов его развития, абиотическими факторами экосистемы, в которую он входит и рядом других причин [226].

Все живые организмы выполняют концентрационную функцию, которая неразрывно связана с нахождением элементов в среде обитания. Эта неразрывность связи была доказана еще в 30-е годы 20 века в работах А.П. Виноградова [42, 43]. Химический состав растений, как известно, отражает элементный состав почв. В своей жизнедеятельности растения контактируют только с доступными формами тяжелых металлов, количество которых, в свою очередь, тесно связано с буферностью почв. Однако способность почв связывать и инактивировать тяжелые металлы имеет свои пределы, и когда они уже не справляются с поступающим потоком металлов, определенное значение приобретает наличие у самих растений физиолого-биохимических механизмов, препятствующих их поступлению. Механизмы устойчивости растений к избытку тяжелых металлов могут проявляться по разным направлениям: одни виды способны накапливать высокие концентрации металлов, но проявлять к ним толерантность; другие стремятся снизить их поступление путем максимального использования своих барьерных функций. Для большинства растений первым барьерным уровнем являются корни, где задерживается наибольшее количество тяжелых металлов, следующий – стебли и листья, и, наконец, последний – органы и части растений, отвечающие за воспроизводительные функции (чаще всего семена и плоды, а также корне- и клубнеплоды и др.) [102, 243, 249].

На транслокацию тяжелых металлов из почвы в растения огромное влияние оказывают экзогенные факторы [51, 107, 175, 229, 297], но обычно 5-7 факторов (императивных) позволяют объяснить процесс аккумуляции на 95%, остальные –

«экологический шум», вносящий незначительное возмущение в действие императивных факторов [274].

К числу императивных факторов металлоаккумуляции относятся:

1) Механический состав почв, оказывающий прямое влияние на закрепление и высвобождение металлов. В более тяжелых почвах существует большая опасность адсорбции растениями избыточного (токсического) количества металлов. По данным А.А. Шинкарева [298], закреплению тяжелых металлов в дерново-подзолистой почве благоприятствует повышенное содержание частиц мельче 0,01 мм.

2) Органическое вещество почвы, которое может образовывать с тяжелыми металлами сложные комплексные соединения. В почвах с высоким содержанием гумуса металлы менее доступны для поглощения растениями. Ряд органических соединений почв способны хелатировать элементы питания. В результате увеличивается доступность одних элементов (Со и Сu) и уменьшается доступность других (Zn) [100, 101].

3) Обменная емкость катионов – фактор, зависящий в основном от содержания и минерального состава глинистой фракции и содержания органического вещества. Чем выше обменная емкость катионов, тем больше металлоудерживающая способность почв.

4) Содержание карбонатов в почве. С карбонатами может связываться от 24 до 60% валового содержания металлов в почвах [4]. В связи с этим в карбонатных почвах большая часть тяжелых металлов становится недоступной растениям.

5) Содержание фосфата в почве. С увеличением концентрации фосфата в почвенном растворе свыше 10^{-6} М уменьшилась токсичность металлов (в частности свинца) для культурных растений и его поступление в корни, и надземную часть [85, 124, 322].

6) Взаимодействие металлов. Сильно загрязненные почвы часто содержат смеси металлов. Отклонение концентрации одного элемента на 30-100% от оптимального его содержания в субстрате ведет к изменению поглощения растением других элементов [14, 158, 263, 277, 290]. Антагонизм может проявляться как

между отдельными металлами (Fe, Mn), так и между ними и макроэлементами Ca, Mg, K, P, N. Синергизм и антагонизм могут изменяться в зависимости от уровня содержания элементов в среде и в растении, pH среды, соотношения элементов, температуры среды, вида растения [5].

7) pH почвенного раствора. Значение pH особенно велико в случае кислых почв. В кислой среде увеличивается транслокация форм Fe, Mn, Co, Cu и уменьшается количество доступных форм Mo, V. Поглощение анионов, как правило, усиливается при подщелачивании растворов. С повышением pH наиболее сильно тормозится поглощение Mn, Co, Zn, в меньшей степени Cu, Fe, Mo (Б.А. Ягодин, 1989а). Внесение извести уменьшает доступность для растений Fe, Zn, Ni, Cu, Co, Mn и некоторых других металлов [101].

8) Содержание воды. Избыток воды в почве благоприятствует появлению в ней металлов с низкой валентностью (Zn, Co, Cu, и др.) в более растворимой форме. Накопление в растениях закисных ионов Fe^{2+} и Mn^{2+} в этом случае может достигнуть токсического уровня [229, 318].

9) Аэрация почвы влияет на интенсивность поглощения элементов растениями. Максимум поглощения тяжелых металлов наблюдается при содержании кислорода в почве порядка 2-3% [100, 101]. Если же почвы становятся анаэробными, изменения pH соединениями железа и марганца могут воздействовать на подвижность и доступность питательных веществ. Такие элементы, как Co, Cu, Mo, Zn, не включаются в реакции окисления-восстановления в почвах. Однако концентрации Cu, Co, Zn в почвенном растворе (и, следовательно, доступность этих металлов растениями) могут возрастать вследствие выхода железа (III) и марганца из гидроокисей и их восстановления.

10) Температура. Оптимальная температура для поглощения элементов растением составляет 23-25 °C, благоприятная для поглощения – в интервале от 15 до 30 °C. Считается, что температура ниже +10 °C отрицательно сказывается на поступлении этих элементов в корни. При 40-50 °C наблюдается уменьшение поглощения ионов, что связано с инактивацией мембранных транспортеров [123].

11) Валентность элемента. Среди катионов, как правило, более растворима и подвижна форма соединений с наиболее низкой валентностью (Fe^{2+} и Mn^{2+} и т.д.). Поглощение растениями анионов возрастает с увеличением валентности металла (Mo^{+6} , Cr^{6+} , V^{5+}) [302].

Накопление тяжелых металлов в растениях обусловлено физиологическими особенностями в большой мере, чем эдафическими факторами [289] особенно у гипераккумулирующих металлы видов [313, 317].

Растения, отражая видовые особенности содержания микроэлементов, несут, вместе с тем, локальную окраску состава среды их обитания. Концентрация металлов зависит не только от биологических особенностей растений и фазы их развития, но и от экологической ситуации в районе их произрастания [107]. Установлено, что место образования вида, рода, семейства отражается на доступности тяжелых металлов растениями. Физиологические особенности организма в период видообразования закрепляется наследственно, и в дальнейшем, организмы в любых условиях берут то, что им необходимо, даже из «бедной почвы» [118, 320] так, В.В. Ковальский [118] отметил, что растения металлофитных флор способны, независимо от концентрации тяжелых металлов в почве, концентрировать тот или иной элемент, в зависимости от того, эндемиком какой геохимической провинции они являются. Выявлено, что у растений разных видов различен биохимический состав клеточных стенок [228]. В клеточных стенках корней двудольных растений преобладают пектины с обилием карбоксильных групп, имеющие высокое сродство к двухвалентным катионам, а у однодольных в клеточной стенке мало пектиновых веществ и много гемицеллюлоз (гидроксильные группы), с которыми преимущественно связываются одновалентные катионы [321]. При насыщении этих сайтов и высоких концентрациях ионов в окружающей среде в процесс поглощения включаются и другие функциональные группы, дающие с тяжелыми металлами менее прочные связи. Прочность связи ионов с сайтами клеточной стенкой не равнозначна для разных тяжелых металлов и возрастает с увеличением валентности [294, 314]. В этой связи Marschner с соавторами [316] считают, что существует две стратегии влияния растений на биодоступность тяжелых металлов.

Стратегия I работает у двудольных и однодольных (кроме злаковых) растений и включает три компонента: связанную с плазматической мембраной индуцибельную редуктазу, повышенную экскрецию протонов, выделение восстанавливающих и хелатирующих агентов. Для злаков характерна стратегия II, основанная на выделении в ризосферу фитосидерофоров и наличии специфической поглощающей системы на поверхности корня. Природа и скорость выделения фитосидерофоров, синтезирующихся в апексах корня, различается у различных видов и даже сортов [315].

Mitsios I.K. с соавторами [318] предлагают еще одну стратегию, основанную на способности микроорганизмов выделять сидерофоры и возможности растений поглощать образующиеся комплексные соединения. В естественных условиях на внешних поверхностях корней и в тонком слое почвы, прилегающем к ним, всегда присутствуют микроорганизмы. Ризосферные микроорганизмы очень существенно влияют на биодоступность металлов, например, при комплексообразовании или изменениях pH и окислительно-восстановительных свойств облегчается транспорт тяжелых металлов к корням и их поглощение растениями. Кроме того, микроорганизмы изменяют химический состав почвы, минерализуя органическое вещество или вызывая распад почвенных минералов. В симбиотических процессах питательные вещества перемещаются из организмов-симбионтов прямо в растения.

Селективность поглощения тяжелых металлов отдельными культурами зависит и от преобладания тех или иных функциональных групп, а так же от концентрации ионов в наружной среде [228].

Оптимальное выполнение физиологических функций растительными организмами обеспечивается при вполне определенных содержаниях микроэлементов в окружающей среде. Реакция растений на содержание в среде обитания тяжелых металлов носит двухфазный характер:

- усиление функциональных приспособительных реакций;

- угнетение метаболических процессов, причем пороговая величина действующего фактора зависит от видовой или индивидуальной устойчивости растения.

У устойчивых видов первая фаза носит положительный и стабильный характер [157]. А.Д. Вакер [305] рассматривает адаптивную стратегию, как на уровне видов, так и внутри их. Установлено, что способность видов формировать металлоустойчивые популяции определяется их генетической изменчивостью [219, 304].

Данные о среднем содержании тяжелых металлов в растительных объектах у разных авторов значительно различаются [4, 99, 107]. В многочисленных экспериментах установлено, что практически все растения в той или иной степени способны защищаться от вредного влияния избытка тяжелых металлов. Различные механизмы такой защиты описаны разными авторами. А. Кабата-Пендиас и Х. Пендиас [107] выделяют несколько сторон в механизмах защиты. Это внешние факторы, такие как низкая растворимость и низкая подвижность катионов в окружающей корню растений среде, а также антагонистическое действие ионов металлов. Внутренние факторы они считают истинной толерантностью, основанной на комплексе механизмов защиты метаболического порядка:

- селективное поглощение ионов;
- пониженная проницаемость мембран или другие различия в их структуре и функциях;
- иммобилизация ионов в корнях, иголках и семенах;
- удаление ионов из метаболических процессов путем отложения (образования запасов) в фиксированных или нерастворимых формах в различных органах и органеллах;
- изменение характера метаболизма - усиление действия энзиматических систем, которые подвергаются ингибированию, возрастание содержания антагонистических метаболитов или восстановление метаболических цепей за счет пропуска ингибированной позиции;
- адаптация к замещению физиологического элемента токсичным к энзиме;

- удаление ионов из растений при вымывании через листья, соковыделение, и выделение через корни.

I. Antonovics и др. [304] рассматривают следующие механизмы устойчивости растений:

- избирательное поглощение ионов;
- ограничение влияния ионов металлов на метаболизм путем их переноса в вакуоль;
- ограничение влияния ионов металлов на метаболизм путем перекачки их из клеток;
- ограничение влияния тяжелых металлов путем их перевода в безвредную форму;
- экскреция - вывод металла в «орган хранения»;
- увеличение потребности ферментных систем в ионах металла;
- альтернативные метаболические реакции;
- увеличение концентраций металлов, которые противодействуют ингибитору;
 - увеличение концентрации ингибируемого фермента;
 - сокращение потребности в продуктах ингибируемой системы;
 - образование изоферментов с меньшим сродством к ингибитору или увеличенным относительным сродством к субстрату;
- изменения в протоплазме с сохранением функции фермента даже при замене физиологически нужных металлов токсичными;
- удаление избытка металла в результате отторжения органа, гуттации или выщелачивания растворенного металла дождем.

Важную роль в защите растений от избытка тяжелых металлов выполняет корневая система. При проникновении тяжелых металлов в корни растений происходит их хелатирование и, как следствие, уменьшение подвижности. Предполагается, что определенную защитную функцию в корнях могут выполнять клетки пояса Каспари, препятствующие движению вещества по межклеточному пространству и ограничивающие его переход в проводящие ткани [247, 249, 301, 303].

Сведения о распределении тяжелых металлов по органам и тканям растений весьма противоречивы. Одни авторы указывают на большую аккумуляцию их в надземных органах, другие – в корнях. Часто отмечаются различия в содержании тяжелых металлов в разных надземных органах (листьях, стеблях, плодах). Очевидно, соотношение концентраций элементов в органах и тканях растений очень изменчиво и связано как с видовой специфичностью растений, так и со свойствами самих элементов [84, 109, 187, 247, 249, 267].

Многие исследователи указывают на максимальное накопление тяжелых металлов в корнях растений. Этот факт говорит о том, что поступающий в корни металл депонируется в них и не полностью транспортируется в надземную часть растения. Растение может значительно влиять на биодоступность металлов через механизмы высвобождением корнем в ризосферу органических экссудатов, способных образовывать прочные комплексы или хелаты с рядом металлов. Обычно эти соединения представляют собой алифатические или фенольные кислоты, а также фитосидерофоры [318], кроме того, корень может изменять транспорт растворенных веществ посредством высвобождения ионов H^+ или HCO_3^- , выделения CO_2 в процессе дыхания, экскреции органических веществ, а также в результате изменения концентрации других ионов и растворенных веществ. В.П. Тарабрин в своей работе указывает, что основная роль в металлоаккумуляции принадлежит тканям коры корней [265]. По мере утончения, т.е. по мере увеличения относительной роли тканей коры в общей массе корня, концентрации металлов возрастают. Связывание тяжелых металлов корнями растений выводит их из активной биогеохимической миграции и является одним из факторов накопления металлов гумусовым горизонтом почвы, где концентрируется основная масса тонких корней.

Различный уровень включения металлов в биогенные циклы травянистыми фитоценозами, прежде всего, определяется содержанием в почвах конкретного металла. Такая прямая пропорциональность «содержание элемента в почвах - его вынос растительностью» имеет место для Ni и Cr. В случае Zn, Mn и Cd отмечен ограниченный переход металлов в надземную массу фитоценоза. Например, воз-

растающие более чем в 20 раз концентрации цинка в почвах ведут лишь к полуторному увеличению его выноса. Менее выраженное ограничение перехода металлов в надземную часть отмечено для Fe, Cr, Pb.

По данным В.С. Безеля с соавт. [22] в градиенте химического загрязнения почвы при возрастании токсической нагрузки более чем в 20 раз, совокупный годовой вынос элементов надземной массой травянистой растительности возрастает в разной степени: для Zn с 3840 до 5900 мкг/км²; для Cu с 650 до 2940, для Cd - с 30 до 70, Pb - с 660 до 860, для Co - с 1500 до 5700 мкг/км². Максимальным является вынос Fe - с 15000 до 41000 мкг/км², а вынос Ni и Cr в градиенте загрязнения снижается.

Изменение видового состава травянистой растительности в градиенте химического загрязнения в сочетании с избирательностью накопления элементов различными видами ведет к сложной структуре их участия в общем биогенном цикле. Максимальный вклад в эти циклы вносят более многочисленные виды семейства *Asteraceae*, вовлекающие Zn, Cu, Pb, Mn до 80% от общего выноса элементов. Участие видов сем. *Fabiaceae* в общем выносе с увеличением загрязнения снижается до 13-18 % и меньше. Возрастает вклад *Roaseae* в общий вынос элементов. По мере увеличения токсической нагрузки их роль увеличивается с 1-3% до 45%, особенно для выноса Fe и Cr.

Растения суши способны к селективной концентрации - повышенному накоплению отдельных элементов в определенных органах и тканях [242, 243, 245-249, 251-253].

Связь содержания элементов в различных компонентах экосистем с параметрами среды отражает тип ценотических отношений, что позволяет идентифицировать преобладающие процессы в функционировании экосистем.

Д.А. Сабинин [231] разделил химические элементы по характеру их распределения в органах растений на две группы:

- базипетальные (содержание их уменьшается от листьев к стеблям и к корням);

- акропетальные (максимальное содержание их наблюдается в корнях с уменьшением в стеблях и листьях).

Базипетальное распределение элементов у древесных пород и кустарников явно выражено в основном в диапазоне «малых содержаний». В диапазоне «больших содержаний» оно нарушается, и начинает проявляться акропетальный характер распределения химических элементов [187, 265].

Металлы, связанные тканями стволов и скелетных ветвей, следует рассматривать как депонированные в биомассе и надолго выведенные из круговорота. Большая часть тяжелых металлов закрепляется в приповерхностных слоях коры. В древесине их гораздо меньше. Кора стволов обычно содержит больше металлов, чем кора многолетних толстых корней, что объясняется частичным закреплением в ней экзогенных металлов [67, 74, 186, 187].

Листья по металлоаккумуляции уступают коре, хотя по концентрациям и по степени контрастности техногенных элементов не во многом от нее отличаются, особенно в конце вегетации, когда кроме аэральных поверхностных накоплений они аккумулируют часть избыточных токсичных элементов. В течение вегетационного периода происходит наращивание концентрации металлов в листьях [146, 186].

Установлено, что растения более устойчивы к повышенным, нежели к пониженным, концентрациям тяжелых металлов в окружающей среде, но накопление их выше определенной величины (ПДК, фитотоксичные концентрации) практически всегда отрицательно сказывается на состоянии растений. Поэтому правильнее говорить не о токсичных элементах, а о токсичных концентрациях. Один и тот же элемент может находиться в дефиците по отношению к растениям его концентрация может быть благоприятной, а также избыточной и весьма токсичной для него. Оптимальное выполнение физиологических функций растительными организмами обеспечивается при вполне определенных содержаниях микроэлементов в окружающей среде.

Влияние избытка тяжелых металлов на растения может быть как прямым, так и косвенным. Косвенное влияние проявляется в негативном воздействии ме-

таллов на состав, свойства почвы и на ее плодородие. Прежде всего, проявляется негативное влияние на почвенную биоту и почвенно-поглощающий комплекс почв, при дальнейшем повышении концентрации неблагоприятное воздействие распространяется на водно-воздушные свойства почвы. Вследствие этого ухудшается рост и развитие растений, снижается продуктивность и качество продукции [27, 28, 157]. Соотношение различных форм тяжелых металлов в почве также определяет уровень токсичности [37].

Прямое влияние связано с накоплением тяжелых металлов непосредственно в растении [310]. Видимые симптомы отравления меняются от вида к виду и даже для отдельных растений, но наиболее общие и неспецифические симптомы фитотоксичности - это угнетение роста, изменение окраски и т.д. Среди визуальных признаков токсичности тяжелых металлов указывается торможение роста корней, изменение формы иголок [29, 107, 158, 219, 266].

Выявлено, что не все металлы представляют одинаковую опасность для биоты. Лишь чуть более десятка элементов признаны приоритетными загрязнителями биосферы по степени токсичности, распространенности, способности накапливаться в пищевых цепях. Основным в механизме токсичности тяжелых металлов, видимо, является инактивация их высокими концентрациями метаболически важных белков и других макромолекул, выполняющих каталитические и регуляторные функции [219].

Для оценки степени биологического воздействия необходимо знание уровня токсичности тяжёлых металлов. Токсичные металлы требуют особого внимания. Они обладают высокой токсикологической активностью, олигодинамическим действием, кумулятивными свойствами, наличием специфических, в том числе избирательных, эффектов влияния на организм [258]. В рекомендациях ЮНЕП наиболее опасными тяжелыми элементами названы кадмий и мышьяк. В других международных документах обычно фигурируют свинец, кадмий и ртуть [232]. Согласно ГОСТу России 17.4.1.02-83 [27], для контроля загрязнения выделено 3 класса тяжелых металлов и металлоидов по степени их опасности: высоко-, умеренно и малоопасные (таблица 1).

По уровню токсичности химические элементы делят на несколько групп [107]:

- очень токсичные (отрицательная реакция биотеста при концентрации вещества 1 мг/л) - Ag, Be, Hg, Sn, Co, Pb, Cr;

- умеренно токсичные (ингибируют биотест при концентрации 1-100 мг/л) - As, Se, Al, Ba, Cd, Cr, Fe, Mn, Zn;

- слаботоксичные (ингибируют биотест при концентрации более 1800 мг/л) - Ca, Mg, Sr, Li.

Таблица 1

Степень опасности тяжелых металлов и металлоидов согласно ГОСТу 17.4.1.02-83 [27]

Опасность	Элементы
Высокая	As, Cd, Hg, Se, Pb, Zn
Умеренная	Co, Ni, Mo, Cu, Cr (?), Sb
Малая	Ba, V, W, Mn, Sr
Неизвестная	Ge, Sn, Ce, La, Bi, Y, Rb, Cs и др.

Токсичность и биологическая доступность тяжелых металлов в почвах зависят от реакционной способности и химической формы элемента [307]. Понятие «химическая форма» важнейшее, оно охватывает широкий набор свойств соединений элемента. Среди них: 1) степень окисления элемента в составе соединения; 2) физический статус, который включает такие свойства соединений, как фазовый состав, аморфное или кристаллическое строение твердофазных частиц, разделение на коллоиды, животные и растительные клетки, нахождение на поверхности твердой частицы в виде тонкой пленки; вид сорбционного комплекса (моно- или полимерного) на минеральной или органической частице; 3) эмпириче-

ская химическая формула соединения; 4) детальная молекулярная структура соединения. Следует отметить, что перечень признаков токсичности нельзя признать исчерпывающим, так как в нем нет признака канцерогенности [48].

Наиболее подвижная и доступная для растений часть соединений тяжелых металлов в почве – это их содержание в почвенном растворе. Количество поступивших в почвенный раствор ионов металлов определяет токсичность конкретного элемента в почве. Состояние равновесия в системе твердая фаза – раствор определяет сорбционные процессы, характер и направленность которых зависит от свойств и состава почвы. Влияние свойств почвы на подвижность тяжелых металлов и их переход в водную вытяжку подтверждают данные о разном количестве воднорастворимых соединений Zn, Pb, Cu, Cd, переходящих из почв с различного уровня плодородия при одинаковых дозах внесенных металлов [177].

В растениях имеются механизмы защиты от избытка тяжелых металлов [92-94, 101], поступающих из почвы, причем развитие толерантности к металлам происходит довольно быстро и имеет генетическую основу. Наиболее полную информацию о вероятной токсичности тяжелых металлов дают результаты определения нескольких форм тяжелых металлов, содержащихся в почве. И.Г. Важенин [157] предложил для полной характеристики состояния почвы по наличию в ней потенциально токсических элементов определять следующие их четыре формы:

1. Валовое количество тяжелого металла.
2. Концентрация тяжелого металла, переходящего в 1н HCl вытяжку.
3. Концентрация тяжелого металла, извлекающегося ацетатно-аммонийным буфером (pH 4,8).
4. Концентрация тяжелого металла в водной вытяжке.

Эти последовательные вытяжки с определенной условностью можно охарактеризовать следующим образом. Валовое количество тяжелого металла характеризует общую загрязненность почвы, но не отражает степени доступности элементов для растения. Концентрация тяжелого металла, извлекаемого кислотной вытяжкой, свидетельствует об общем количестве или запасе подвижной формы тяжелого металла. Эта форма отражает фактор емкости в отношении общего со-

держания металла в почве. Третья форма – характеризует наиболее мобильную часть подвижных запасов металлов в почве. Последняя, четвертая форма – характеризует степень подвижности элементов в почве. Эта самая опасная, «агрессивная», а также динамичная и мобильная фракция. Высокое содержание воднорастворимой формы тяжелых металлов может приводить не только к загрязнению растительной продукции, но и к его полной гибели [174].

Главными реакциями растительного организма, связанными с токсическим действием избытка элементов, являются:

- изменения проницаемости клеточных мембран - Au, Ag, Cd, Cu, F, Hg, I, Pb;
- конкуренция за жизненно важные метаболиты - As, Sb, Te, W, F;
- большое сродство с фосфатными группами и активными центрами в АТФ и АДФ - Al, Zr и, вероятно, все тяжелые металлы;
- замещение жизненно важных ионов - Cr, Li, Pb, Sr;
- захват в молекулах позиций, занимаемых важными функциональными группами.

На токсичность поливалентных металлов, таких как Fe, Cr, Mo, Mn и др., оказывает влияние их валентность, что связано с различной подвижностью элемента в почве и доступностью для растений [4, 93, 279].

И дефицит, и токсичность микроэлементов для растений чаще всего - результат взаимодействия многих факторов. Отдельные виды групп растений обнаруживают разную способность к накоплению тяжелых металлов. При этом экологические условия среды определяют уровень содержания элементов, т.е. фитогеохимический фон, а природа вида обуславливает колебания в накоплении химических веществ растениями [4, 29, 77, 97-99].

1.4 Геохимические особенности содержания тяжелых металлов в грибах

Одним из важнейших компонентов лесных экосистем являются грибы. На них возложен широкий спектр биосферных функций, среди которых разложение органических веществ является наиболее существенной [73, 178, 252]. Грибы – одна из древнейших групп эукариотических организмов, появившихся вероятно, 900 млн. лет назад. Грибы одно из царств живых организмов (ранее относили к низшим растениям), сочетают признаки как растений (неподвижность, верхушечный рост, наличие клеточных стенок и др.), так и животных (гетеротрофный тип обмена, наличие хитина, образование мочевины и др.). Известно свыше 100 тыс. видов, однако большинство микологов определяют потенциальное биологическое разнообразие грибов в биосфере в 0,5-1,0 млн. видов [169]. Высокое биологическое разнообразие свидетельствует, что грибы – это процветающая в эволюционном плане группа организмов. Вегетативное тело в виде грибницы, или мицелия (за исключением внутриклеточных паразитов). Размножаются вегетативным, бесполом (спорами) и половым путем.

Экологическая уникальность грибов особенно видна в случае процессов биологического разложения древесины, являющейся основным и специфическим компонентом биомассы лесов, которые с полным основанием можно назвать деревянными экосистемами [111, 169]. В лесных экосистемах древесина является основным хранилищем углерода и зольных элементов, накапливаемых лесными экосистемами, и это рассматривается как приспособление к автономизации их биологического круговорота [210].

Ксилотрофные (дереворазрушающие) базидиомицеты, благодаря мощному ферментативному комплексу, способному разлагать лигнин и целлюлозу, играют ведущую роль в процессе деструкции древесины [171, 288], который является одним из ключевых этапов круговорота веществ и энергии в лесных экосистемах. Разложение древесины – длительный процесс, протекающий с участием многих

организмов в три стадии, каждая из которых отличается комплексом грибов, характерных именно для данной фазы [287]. Первая стадия осуществляется сумчатыми и несовершенными грибами. Вторая – базидиальными дереворазрушающими грибами, главным образом трутовыми. Третья стадия протекает под влиянием подстилочных сапротрофов и является самой продолжительной.

Трутовые грибы – это сборная группа, объединяющая представителей различных порядков базидиальных грибов на основе комплекса анатомо-морфологических признаков и типов жизненных форм. Спороносный слой у них находится на поверхности плодового тела. Большинство видов имеют трубчатый гименофор, у некоторых видов трубочки расщепляются с образованием лопатчатых, зубчатых выростов или шипов. Недоразвитие боковых стенок трубочек приводит к образованию лабиринтовидного или пластинчатого гименофора [30]. Большинство видов трутовых грибов относятся к ксилобионтному комплексу и являются разрушителями древесины – ксилосапротрофами или биотрофами, некоторые способны к образованию микоризы [44].

Трутовые грибы составляют незначительную часть от всех групп грибов, но при этом их экологическое значение огромно. В лесах разлагающаяся древесина поддерживает большое видовое разнообразие дереворазрушающих грибов, а они поддерживают лесное разнообразие в целом и образуют экологические ниши, пригодные для обитания множества других организмов – миксомицетов, насекомых, птиц, животных [44]. Комплексы дереворазрушающих грибов являются неотъемлемым элементом сообществ древесных и кустарниковых растений, объективно отражают общие закономерности развития леса и его состояние [9]. Некоторые виды трутовых грибов (*Phellinus pini* (Brot.) Bondartsev et Singer, *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat., *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) являются возбудителями стволовых и корневых гнилей древесных пород растений [44]. Домовые грибы способны за короткое время разрушать деревянные перекрытия жилых помещений. Большая часть грибов-редуцентов древесины относится к группе афиллофороидных. Этим грибам принадлежит доминирующая роль в разложении древесных остатков и обеспечении круговорота веществ в лесах. Большинство из них –

сапротрофы на сухостойных, валежных деревьях, опаде древесно-кустарниковых пород, подстилке, плодовых телах макромицетов, на почве. Обладая комплексом специфических ферментативных систем, грибы играют одну из главных ролей по утилизации древесины – крупнейшего резервуара биологически связанного углерода, обеспечивая тем самым круговорот веществ и трансформацию энергии в лесных экосистемах [30, 34, 170, 178, 287, 288], а также эмиссию парниковых газов, так как разложение древесины сопровождается эмиссией в глобально значимых объемах углекислого газа и метана [169].

Многие виды используются в качестве биоиндикаторов для оценки состояния лесных экосистем и оказываемого на них антропогенного воздействия, определения природоохранной значимости леса [9]. В последние десятилетия афиллофороидные грибы активно изучаются с точки зрения их применения в медицине, так как они обладают широким спектром различных биологически активных соединений [283].

Грибам отводится особый экогоризонт в лесных экосистемах и роль посредников между живым и косным веществами биосферы. Без их изучения невозможна комплексная оценка роли микобиоты в миграции элементов-загрязнителей в биогеохимических циклах, по звеньям пищевой цепи и вероятности вторичного загрязнения, прилегающих территорий [34, 283-285].

Грибы в обыденном сознании ассоциируются с представлениями о гниении, заболеваниях растений, другими словами – с негативными сторонами жизнедеятельности организмов. Вместе с тем, имеющиеся материалы свидетельствуют о том, что грибы имеют большое значение в жизни природы.

Разложение органических остатков, часто называемое гниением, - крайне важный процесс, протекающий в природе - около 90 процентов растений - перерабатывается, разрушается при участии бактерий, беспозвоночных, грибов. Однако именно грибы являются ведущей группой и определяют все важнейшие характеристики этих процессов. Основным результатом биодеструкции является регенерация, возврат минеральных элементов и углерода в биологический круговорот, что совершенно необходимо для нормальной жизнедеятельности природного

сообщества. Другим следствием биодеструкции является образование грибами определенной биомассы в виде мицелия и плодовых тел, в качестве потребителей которой выступают насекомые и многие высшие позвоночные животные. Процесс биодеструкции, например, древесины, трехфазный. Его первая фаза осуществляется группой некротрофных грибов, питающихся веществами отмирающих клеток. Затем за дело берутся дереворазрушительные грибы, например, трутовые грибы.

Третья фаза биодеструкции древесины характеризуется развитием грибов - гумусовых сапротрофов, заканчивающих длительные и сложные процессы биологического разложения древесины. Гумусовые сапротрофы представлены гастеромицетами (дождевиками) и особенно часто - шляпочными грибами, в огромном числе развивающимися на гнилой древесине, лесной подстилке, которые осуществляют заключительные стадии процессов биологического разложения [169].

Роль грибов не сводится только к разложению растительных остатков. Многие из них образуют микоризу или грибокорень - корневые системы растений и мицелий грибов срастаются. К числу грибов, образующих микоризу, относятся всем хорошо известные съедобные грибы - белый, осиновик, березовик, грузди, маслята, волнушки [169].

Грибы - это организмы, всасывающие питательные вещества в растительном виде, тело которого построено из нитей - гиф, и размножение осуществляется при помощи спор. По мнению О.Б. Цветновой и А.И. Щеглова [283] грибы - нефотосинтезирующие растения, обладающие иным механизмом питания; они имеют специфическое сродство к некоторым элементам. Коварство грибов состоит в том, что они имеют свойство накапливать тяжелые металлы. Если количество металлов в грибах превышает предельно допустимые концентрации (ПДК), то, поступая в организм человека, они со временем вызывают патологические изменения внутренних органов. Грибы обладают избирательной способностью к накоплению элементов, в частности опасных для здоровья людей. Особую опасность предоставляет тенденцию съедобных грибов к накоплению тяжелых металлов. Эта способность выражена у них гораздо резче, чем у высших растений и других

организмов. Например, хроническая интоксикация соединениями свинца чревата поражением сердечнососудистой системы, печени, нарушением эндокринных функций. Соединения хрома и свинца обладают канцерогенным действием, но особенно опасен кадмий. Грибы способны накапливать кадмий в огромных концентрациях при ПДК не более 0,1 мг/кг. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) считает максимально допустимой дозой примерно 0,5 мг кадмия в неделю.

Самая высокая степень накопления грибами (индекс аккумуляции) характерна для ртути, кадмия, меди, цинка и селена. Биологическим накоплением кадмия отличаются подберезовик и зонтик, а меди - груздь и дождевик. Особой способностью к накоплению кобальта и цинка выделяются опята [285], хрома – сыроежки [245, 252]. Наиболее высокие концентрации тяжелых металлов обнаруживают в шампиньонах, белых грибах, груздях. В сыроежках и маковицах (*Laccorta laccata*) металлов, как правило, меньше. Обращают внимание на то, что в грибы попадает много кадмия и ртути. Содержание этих токсикантов в грибах иногда больше, чем в 10 раз превышает их содержание в почве. Так, французские исследователи даже на участках с невысоким содержанием в почве кадмия обнаружили высокие концентрации (97 мг/кг) этого вещества в двух видах шампиньонов. И в России известны случаи, когда в шампиньонах содержание кадмия составляло 170 мг/кг [299]. Кадмий считают повинным в развитии поражений почек, нервной системы, семенников у мужчин и яичников у женщин. Больше всего подвержены интоксикации кадмием женщины, у которых наблюдается недостаток железа и кальция. Из мужчин группу риска составляют курильщики: из одной пачки сигарет организм усваивает примерно 1 мкг кадмия. Усвоению кадмия препятствуют железо, кальций и цинк.

Поглощение грибами тяжелых металлов достигает максимума в период интенсивного роста мицелия и в период плодообразования. Содержание металлов в тканях грибов возрастает в направлении ножка-шляпка.

В зависимости от местонахождения содержания тяжелых металлов в грибах сильно варьирует. Однако прослеживается четкая закономерность: в зонах загряз-

нения содержания металлов в грибах почти всегда намного выше, чем в зонах, удаленных от источников выбросов.

Помимо органической части (углеводы, белки, липиды, аминокислоты) грибы содержат большое количество минеральных веществ. В составе золы доминирует калий (от 33 до 65%) и фосфор (от 6 до 28 %). Кроме этого, зола содержит Ca, Mn, Zn, Cs, V, Pb, Cu, Fe, Cd и другие элементы. Большое количество цинка содержится в мухоморе – до 400 мг/кг сухой массы, меньше – в сыроежках – до 100 мг/кг. Количество меди в грибах сильно варьирует, может достигать в зонтике до 560 мг/кг. Максимальное содержание цинка и меди отмечено в шляпках грибов, где наиболее интенсивно протекают обменные процессы; в ножках их количество почти вдвое меньше [63, 64].

Количество лития в грибах невелико и колеблется в пределах от 0,09 до 1,8 мг/кг, а рубидия, наоборот, очень много, например, в паутиннике – до 1500 мг/кг и более.

Вопрос накопления поллютантов в различных представителях лесной микобиоты и возможность использования их в качестве биоиндикаторов изменения лесных экосистем в настоящее время достаточно актуальны, представляют большой теоретический и практический интерес. Без их изучения невозможна комплексная оценка роли микобиоты в миграции элементов-загрязнителей в биогеохимических циклах, по звеньям пищевой цепи и вероятности вторичного загрязнения прилегающих территорий.

Грибы участвуют и в почвообразовательных процессах, определяя химический состав органического вещества почв, их структурированность, кислотность и даже температурные характеристики [55, 170].

1.5 Влияние лесных пожаров на лесные экосистемы

По многим наблюдениям первой половины 20 века в ленточных борах в среднем происходит 200 пожаров в год, огнем охватывается площадь более 10 тыс. га [72]. Изучение годовых колец древесины показало, что за два с половиной века на одной и той же территории пожары повторялись 11 раз [35]. Следует учесть, что ленточные боры Прииртышья, произрастают в экстремальных природных условиях (жаркое и сухое лето) и за последние десятилетия неоднократно подвергались опустошительным пожарам. Периодичность и частота возникновения лесных пожаров от «сухих» гроз обуславливается колебанием климатических условий [191]. По данным космической съемки только за период с 1995 по 2002 гг. пожарами в борах Прииртышья уничтожено 162 тыс. га сосновых лесов, что составляет 34% их площади [271].

Химический состав и количество атмосферных аэрозолей и пыли, образующихся после пожара и выпадающих на почвенный покров соснового бора, может существенно отличаться в зависимости от места и силы протекания пожара. При сильном огневом воздействии на почву и малой мощности органогенного горизонта, характерного для боровых песков семипалатинских сосновых боров, происходит прокаливание органоминерального горизонта. Пиролиз подстилок сопровождается уменьшением их мощности, запасов, изменением фракционного состава, что в дальнейшем существенно влияет на свойства почвы, особенно ее верхних горизонтов. Формируется новый, маломощный органогенный пирогенный горизонт, который по химическим, физико-химическим свойствам и биологическому круговороту элементов очень сильно отличается от природных неизмененных аналогов [129].

Пожары вносят коренные изменения в лесные экосистемы [71, 134, 135]. Степень ослабления деревьев зависит от типа и интенсивности пожара. При верховых пожарах обжигаются кроны и стволы, что в большинстве случаев ведет к

гибели деревьев. Аналогичная ситуация наблюдается при воздействии подземных и почвенных пожаров вследствие необратимого повреждения корней. При низовых пожарах ослабляется жизнедеятельность древесных растений, однако в послепожарный период происходит постепенное восстановление функций растения [62]. Кроме того, при пожарах, помимо высоких температур, на деревья действуют также аэрозоли, выделяющиеся при горении. В их составе присутствуют кремний, алюминий, кальций, магний, свинец и др. [134], это свидетельствует о том, что лесные пожары являются мощным источником загрязнения окружающей среды [309].

Оценки показывают, что при лесных пожарах в атмосферу поступают 200 - 400 млн. тонн продуктов сгорания растительной биомассы в виде газообразных веществ, главным образом, в виде двуокиси углерода и твердых аэрозольных частиц (дым). Эти вещества оказывают существенное воздействие на химическое и оптическое качество атмосферы, на погоду, климат, на протекание биогеохимических циклов углерода в природе, на устойчивость, пост-пожарную регенерацию лесных биоценозов [88]. Физические, химические и биологические характеристики газо-аэрозольной эмиссии и её воздействие на атмосферные и биосферные процессы зависят от интенсивности и продолжительности горения лесных территорий, от химических и энергетических характеристик лесных горючих материалов, от вида вегетирующей растительности, от погодных условий до пожара, в процессе и после горения.

Роль газовых продуктов горения биомассы в глобальном биогеохимическом углеродном цикле, в погодных вариациях и климатических температурных трендах была предметом многочисленных исследований. Возможное климатическое воздействие газовых продуктов (предположительно, потепление климата) связано с тем, что они состоят, главным образом из двуокиси углерода и других «парниковых» газов. Эмиссия аэрозольных частиц, (прежде всего тонкодисперсных сажевых частиц и т.н. ядер конденсации) на обширных лесных пожарах является очень важным климатическим и экологическим фактором. Как известно, наличие повышенных концентраций ядер конденсации в атмосфере определяет формиро-

вание облаков и туманов. В свою очередь, пространственно-временная структура облачности оказывает влияние на радиационный теплообмен между солнечным излучением, атмосферой и земной поверхностью. Это выражается как в увеличении водных осадков, так и в их уменьшении (например, в бассейне Амазонки) и, следовательно, связан с последующими химическими, геохимическими и микробиологическими превращениями углеродсодержащих веществ в природе (т.н. природный углеродный цикл), а также и формированием погодных и биологических условий для спонтанного возникновения (чаще всего из-за молний) и распространения лесных пожаров, и для последующей регенерации лесных биоценозов, подвергшихся тепловой атаке при пожаре.

У деревьев, получивших в результате пожара ожоги разной степени, но сохранивших жизнеспособность, наблюдается резкое изменение элементного состава надземных и подземных органов. Так, после проведения контролируемого выжигания в лесах Средней Сибири установлено, что в надземных органах сосны, в том числе и в хвое, содержание многих элементов может увеличиваться в 10 и более раз [134]. При этом значительно повышается уровень азота, калия и кальция. В хвое лиственницы, поврежденной ранневесенним беглым низовым пожаром, уровень общего азота на протяжении всего сезона остается в 1,5 раза выше, чем в хвое здоровых деревьев [38]. По данным А.С. Исаева и Г.И. Гирс [106], после пожара накопление азотистых веществ в хвое происходит преимущественно в небелковой форме, синтез белка при этом снижается. При пожарах может происходить денатурация белков [171] или их частичный распад [62]. После прекращения действия пожара количество белкового азота в органах деревьев начинает постепенно увеличиваться, что свидетельствует об активизации процессов синтеза белков. Известно, что образование белков со структурой, обеспечивающей цитоплазме большую устойчивость после перенесения стрессового фактора, является обязательным этапом репараторного процесса [126, 280]. У хвойных деревьев, ослабленных пожаром, в ассимиляционных органах снижается уровень фосфора [75]. Низкое содержание этого элемента отмечается также в хвое ели, имеющей послепожарное происхождение [152]. Таким образом, на элементный состав ассимиляционных органов древесных растений влияют стрессовые факторы как природного, так и антропогенного происхождения, однако дестабилизирующий

эффект от воздействия атмосферного промышленного загрязнения в большинстве случаев проявляется гораздо сильнее. По-видимому, это связано с тем, что техногенные эмиссии являются относительно «новым» негативным фактором, на воздействие которого у растений не выработано специфических защитных механизмов [95, 130, 291]. В условиях промышленного загрязнения происходит нарушение биогеохимических циклов многих элементов за счет значительного привноса вещества с атмосферными выбросами. Древесные растения, выполняющие определяющую роль в процессах круговорота вещества в лесных экосистемах, активно аккумулируют элементы - поллютанты, осуществляют их перенос и вовлечение в целый ряд жизненно важных реакций. Вследствие этого высокая концентрация элементов-загрязнителей в органах деревьев приводит не только к разбалансированности отдельных их жизненных функций, но и к сильному нарушению метаболизма растительного организма в целом [122].

Глава 2. Физико-географическая характеристика исследуемой территории Семипалатинского Прииртышья

Семипалатинское Прииртышье находится на востоке Казахстана, в его средней по широте полосе в пределах от $45^{\circ}10'$ до $51^{\circ}20'$ с. ш. и от $76^{\circ}30'$ до $83^{\circ}15'$ в. д. простираясь более чем на 700 км в меридиональном и на 500 км в широтном направлениях. Общая площадь территории составляет 180,2 тыс. км².

Большая протяженность обуславливает разнообразие природных условий территории, расположенной в пределах трех широтных географических зон: степной, пустынно-степной и пустынной [25], на фоне которых, в горных и предгорных районах, проявляются высокогорная луговая, горно-степная и предгорная пустынно-степная вертикальные зоны, подразделяемые на вертикальные пояса [256, 257].

Большая часть территории Семипалатинского Прииртышья (весь запад и центр) занята Казахским мелкосопочником с хребтами Чингизтау и Акшатау (высоты - свыше 1000 м); на юго-востоке – Зайсанская котловина, на юге - Балхаш-Алакольская впадина, между ними – хребет Тарбагатай (высоты до 2 991 м); на северо-востоке вклиниваются отроги Калбинского хребта (высоты до 1658 м); на севере – Прииртышская равнина (Бельгагачская степь) с высотами до 200-300 м.

Исследованное нами правобережье Иртыша, занятое сосновыми борами представлено в основном следующими типами рельефа [188, 189]:

1) Предалтайское (Приобское) плато, представленное южной частью, располагается на крайнем севере Семипалатинского Прииртышья в виде высоких увалисто-волнистых равнинных поверхностей, известных под названием увала Балапан, Бель-Агачской и более низкой - Коростелевской степи. Эти территории довольно рельефно поднимаются над прилегающими с юга низменными пространствами Прииртышской впадины. Здесь сохраняется основная особенность

рельефа: северо-восточное (юго-западное) простираание высоких и широких водораздельных увалов и разделяющих их древних и современных долин.

Современный рельеф Приобского плато начал формироваться еще в ранне-четвертичный период, когда в периферических частях Алтая были отложены мощные толщи суглинистых пород. Позднее, в ледниковый период, когда Обь была подпружена на севере ледником, реки Обского бассейна текли на юго-запад, в Иртыш. В результате они образовали серию параллельных долин, выполненных грубым аллювием, и увалов. Затем, когда Обь избавилась от подпруживающего ее ледника, а также, очевидно, в результате подъема Бель-Агачской степи и Балапана, реки постепенно изменили направление своего течения на обратное, оставив в поднявшихся частях долин лишь речные пески да цепочки озер.

Максимальные абсолютные высоты достигают: увал Балапан - 350 м, Бель-Агачской степи - 420 м, Коростелевской степи - 250 м. В пределах низменной Коростелевской степи встречаются мелкие озера, а также ванны высохших озер (ныне лиманов), обладающие плоским днищем с хорошо очерченной древней береговой линией в виде невысокого бортика.

Бель-Агачская и Коростелевская степи с восточной стороны ограничиваются Алейской, с западной - Барнаульской лентами боровых песков; увал Балапан - соответственно Барнаульской и Касмалинской лентами. На юге Приобское плато ограничено Прииртышской впадиной, а на севере простирается в пределы Алтайского края.

Прииртышская впадина, представляющая юго-восточную окраину Западно-Сибирской низменности, простирается довольно широким языком по обе стороны Иртыша от западных границ области почти до устья рек Чара и Шульбинки. На юге она ограничивается мелкосопочником, на востоке - предгорьями Алтая, на севере - Приобским плато, а на западе уходит за пределы Семипалатинского Прииртышья. В своем основании впадина сложена палеозойскими породами, выше которых залегают третичные отложения, прикрытые довольно мощной толщей слоистых древнеаллювиальных пород, преимущественно легких (пески, супеси и пр.).

2) Прииртышская впадина (юго-восточная окраина), поверхность которой характеризуется - равнинным рельефом со слабыми уклонами к Иртышу и более или менее параллельно направлению его течения. Левобережная часть впадины в пределах Семипалатинского Прииртышья довольно узкая и ограничивается преимущественно высокими иртышскими террасами, которые южнее смыкаются с соответствующими террасами межсопочных долин или ограничиваются мелкосопочником. На правобережье подобные террасы незаметно смыкаются с основной поверхностью древнеаллювиальной равнины.

В пределах Прииртышской впадины на территории Семипалатинского Прииртышья можно различать слабоволнистую песчано-супесчаную равнину, раскинувшуюся в западной части правобережья, районы равнинных и бугристых боровых песков, представляющих окончания Алейской, Барнаульской и Касмалинской лент сосновых боров, и, наконец, долину Иртыша с ее современными пойменными и надпойменными террасами.

Равнинные и бугристые боровые пески располагаются в пределах, так называемых ленточных боров, охватывая целиком Ново-Шульбинский бор, Алейскую ленту, а также окончания Барнаульской и Касмалинской лент. В Семипалатинском Прииртышье форму лент сохраняет лишь Алейский массив боровых песков в своей северной части. На юге он смыкается с песками Ново-Шульбинского бора и Барнаульской ленты, образуя почти сплошной Прииртышский массив, который в своей западной части расчленяется на отдельные изолированные островные массивы. Окончание Касмалинской ленты также изолировано. Боровые пески образовались в период максимального оледенения, когда реки обского бассейна сбрасывали свои воды в направлении Иртыша, отложив в своих древних долинах и прииртышских дельтах большие массы аллювиального материала. В сухой послеледниковый период аллювиальные пески местами были перевеяны и приобрели характерный бугристый и котловинный рельеф с колебаниями относительных высот от 1-5 до 20 м и более. Однако там, где естественный растительный покров не нарушался (преимущественно низкие поверхности с близкими грунтовыми во-

дами), массивы песков сохранили равнинный рельеф древнеаллювиальной равнины почти первоначальным.

Боровые пески прослеживаются в пределах абсолютных высот от 150 до 350 м, причем выше 250-300 м – обычно уже за пределами Прииртышской впадины. На юге боровые пески ограничиваются современной долиной Иртыша, на северо-востоке - предгорной равниной Алтая, на севере - Приобским плато, причем по древним долинам они в виде лент простираются на северо-восток; на западе смыкаются со степной частью Прииртышской впадины, часто без заметных изменений рельефа.

Долина Иртыша в Семипалатинском Прииртышье располагается преимущественно в пределах Прииртышской впадины, и лишь ее небольшой верхний отрезок пересекает предгорья Алтая. Современная долина Иртыша, представляющая более или менее плоскодонный эрозионный врез, ограниченный крутыми уступами высоких террас, простирается почти на 300 км от восточных до западных границ Семипалатинского Прииртышья. Ее ширина, считая пойму, колеблется от 1-2 до 8-10 км, имея тенденцию расширяться в западном направлении. Абсолютные высоты поймы возрастают примерно от 140 м у западных границ области, до 240 м - у восточных. Современная долина реки в среднем на 2 м возвышается над межженным уровнем реки.

2.1 Эколого-геохимическая характеристика почвенного и растительного покрова Семипалатинского Прииртышья

Почвенный покров Семипалатинского Прииртышья весьма разнообразен и представлен почвами гор, межгорных долин, высоких предгорных, мелкосопочных и низменных равнин. В равнинной части Семипалатинского Прииртышья

почвенный покров характеризуется следующими зональными почвами: темно-каштановые, светло-каштановые, бурые и серо-бурые пустынные.

Темно-каштановые почвы распространены в северной части территории в предгорьях Калбинских гор, Тарбагатая и отчасти Чингизтау. Среди темно-каштановых почв значительное распространение имеют темно-каштановые нормальные, солонцеватые, «легкие» и глубоковскипающие. Мощность гумусового горизонта равна 40-60 см, содержание гумуса 3-4 %. По механическому составу преобладают средне- и легкосуглинистые разновидности.

Светло-каштановые почвы, распространенные на левобережье Иртыша в мелкосопочнике, в Чингизтау, Тарбагатае, в Калбинских горах, представлены в основном светло-каштановыми маломощными, формирующимися на двучленных суглинисто-галечниковых наносах, и малоразвитыми, а также «легкими» и глубоковскипающими, реже - нормальными и солонцеватыми. Мощность гумусового горизонта светло-каштановых почв равна 50 см, содержание гумуса - 1,5-3%, механический состав - среднесуглинистый.

Бурые и серо-бурые пустынные почвы занимают обширные пространства в южной части мелкосопочника и в пределах Балхаш-Алакольской впадины. Мощность гумусового горизонта бурых почв равна 35-45 см, по механическому составу преобладают песчаные разновидности. Из бурых почв широко распространены нормальные, встречаются солонцеватые и малоразвитые. Серо-бурые почвы встречаются среди бурых, а также образуют сплошную полосу на юго-западе и юго-востоке Прииртышья.

В пределах Семипалатинского Прииртышья значительно развиты различные интразональные (внутризональные и межзональные) почвы: лугово-каштановые, лугово-бурые, луговые, лугово-болотные, такыры, солонцы, солончаки и др. Пойменные почвы занимают обширную пойму Иртыша и других рек.

На правобережье региона (территория Семипалатинского Прииртышья), а также в Зайсанской и Балхаш-Алакольской впадинах получили распространение боровые бугристые и равнинные пески. Общая площадь распространения песков составляет 599,4 тыс. га или не более 3,3% от площади всех почв [188].

Боровые ложбины сложены четвертичными песчаными отложениями и представляют собой бугристо-грядовые и грядово-ложбинные формы рельефа, существенно преобразованные эоловой деятельностью. Под сосновыми песчаными грядами развиты дерново-слабоподзолистые оглеенные почвы [211].

В пределах ленточных боров располагаются равнинные и бугристые боровые пески, охватывая целиком Ново-Шульбинский бор, Локтевскую ленту, а также окончания Барнаульской и Касмалинской лент. В Павлодарской области в Прииртышье боровые пески теряют вид лент, свойственных Алтайскому краю (Россия) и образуют острова лесов различных размеров, разделенных между собой степными и лугово-степными участками [24]. Растительный покров их представлен осветленными травяными (остепненными) сосновыми лесами и редколесьями. В почвах ленточных боров исключается возможность подзолообразования, а почвообразование протекает в направлении выщелачивания – осолодения [256]. На рисунке 1 приведена схема расположения ленточных приобских боров, в том числе и Прииртышских сосновых боров.

Значительное распространение в Семипалатинском Прииртышье имеют пески боровые равнинные закрепленные, образующиеся на древнеаллювиальных равнинных пространствах, сложенных слабослоистыми песчаными отложениями, бескарбонатными или бедными карбонатами. Грунтовые воды под пологом леса, преимущественно пресные или гидрокарбонатные, залегают на глубине до 3-6 м. Естественная травянистая растительность под пологом сомкнутого леса может отсутствовать, а в осветленном бору представлена в основном степными травами. Почвы равнинных песков лучше сформированы и более развиты, чем бугристых. Они имеют слабовыраженный и слабодифференцированный, сверху серый, снизу серовато-бурый, довольно мощный гумусовый горизонт (А+В до 60-80 см) рыхлого сложения. С поверхности в мертвопокровном бору отмечается маломощная лесная подстилка. Слабосформированный рыхлый карбонатный горизонт обнаруживается на глубине 2-3 м. Во втором метре от поверхности местами наблюдаются ржавые железистые и черно-коричневые марганцовистые пятна.

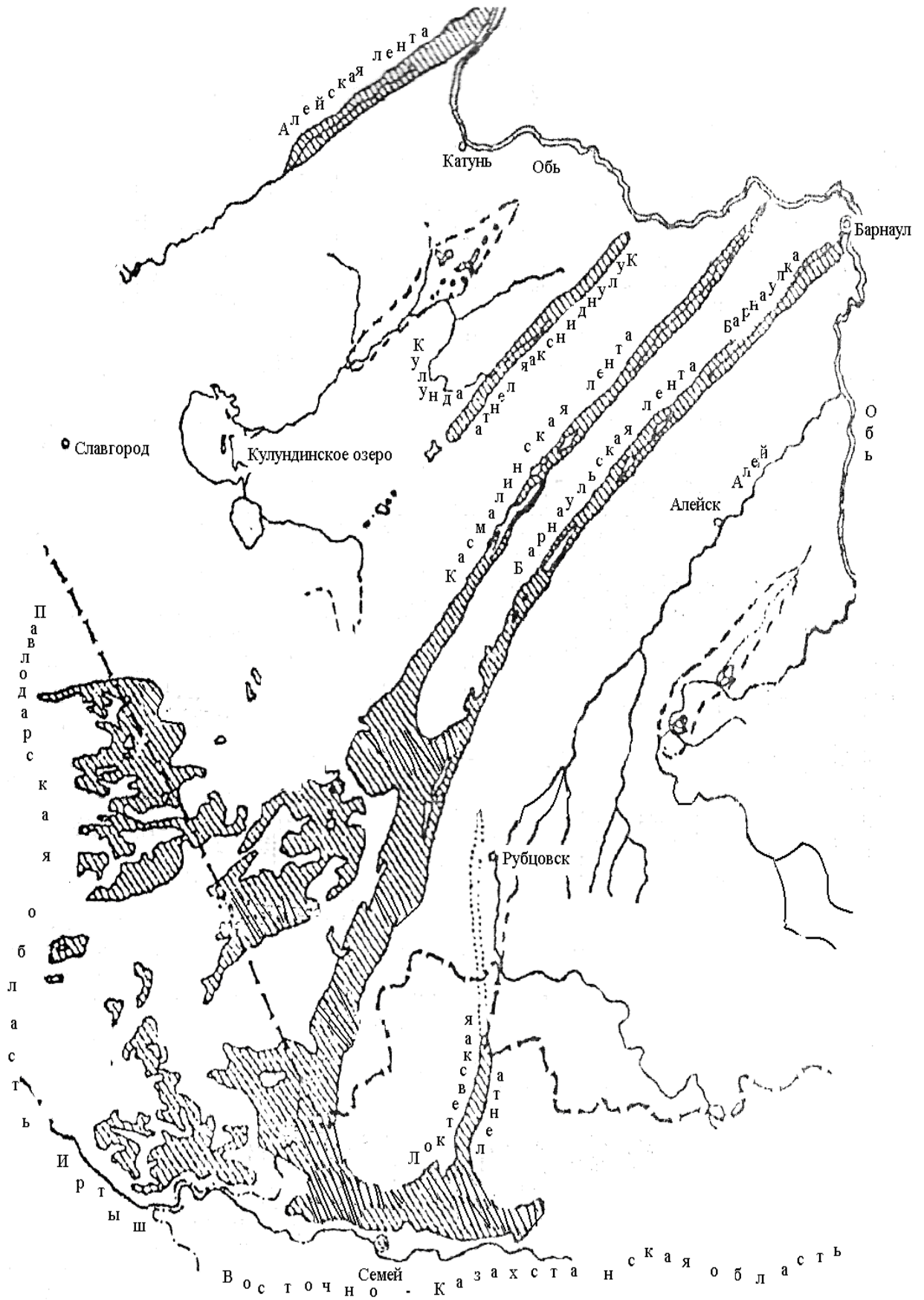


Рисунок 1 - Схема расположения ленточных и приобских боров [24]

Почвы сосновых боров Семипалатинского Прииртышья содержат небольшое количество гумуса, причем основная его масса сосредоточена в поверхностном слое, что характерно для большинства почв, сформировавшихся под лесной растительностью. Невелики и запасы валового азота (до 0,04-0,15). Отношение углерода к азоту сравнительно низкое (8-10), приближающееся к зональным темно-каштановым почвам, не характерное для лесных почв.

Карбонаты присутствуют в небольшом количестве и на значительной глубине. В верхних горизонтах содержится аморфный кремнезем (до 0,2%). Запасы подвижных питательных элементов небольшие, но довольно равномерно распределены по корнеобитаемому слою. Емкость обмена незначительная (до 4-7 мг-экв на 100 г). В составе поглощенных катионов основная роль принадлежит кальцию и отчасти магнию. Содержание обменных натрия и калия небольшое. Однако в поверхностном горизонте количество обменного натрия в ряде случаев повышено, что объясняется влиянием растительного опада. Реакция почвенных растворов слабокислая в верхней части профиля и слабощелочная в нижней. Почвы обнаруживают в верхних горизонтах гидролитическую кислотность и довольно значительную степень ненасыщенности.

Почвы боровых песков свободны от легкорастворимых солей на большую глубину. Пески боровые равнинные характеризуются по механическому составу как образования рыхлопесчаные, содержащие в поверхностных горизонтах около 5% частиц «физической глины». По гранулометрическому составу они представлены преимущественно фракцией мелкого песка в глубоких горизонтах местами обнаруживаются более тяжелые по механическому составу прослойки, что свидетельствует о древнеаллювиальном происхождении этих песков.

Почвы равнинных ленточных боров Прииртышья имеют как морфологические, так и химические признаки осолодения и им наиболее подходит генетическое название - лесостепные осолоделые рыхлопесчаные почвы.

Пески боровые бугристые закрепленные отличаются всхолмленным бугристым рельефом с довольно многочисленными замкнутыми депрессиями - котло-

винами выдувания. Относительные высоты бугров составляют 3-6 м, достигая 8 м. Почвообразующими породами служат также первоначально аллювиальные пески, но с поверхности, перевеянные на большую или меньшую глубину, в результате чего они отличаются лучшей отсортированностью, меньшей пылеватостью и карбонатностью, а также более рыхлым сложением. Грунтовые воды в основном пресные, залегают в большинстве случаев глубоко (до 6-10 м) на буграх и значительно ближе к поверхности - в котловинах. Естественная растительность представлена осветленными и остепненными сосновыми лесами и редколесьями невысоких бонитетов. Почвообразование здесь протекает так же, как и на борových равнинных песках, но морфологические и химические свойства проявляются в ослабленной степени вследствие более молодого возраста почв. Почвенный профиль отличается более слабой дифференциацией на генетические горизонты, более глубоким вскипанием от соляной кислоты и более рыхлым сложением.

Пески степные бугристые закрепленные занимают незначительные площади в Бескарагайском и Бородулихинском районах. Рельеф бугристый с котловинами выдувания. Естественная растительность довольно сомкнутая (до 20-30%) и защищает пески от развевания. Она представлена различными степными псаммофитами (волоснец гигантский, качим метельчатый, полыни песчаная и веничная) и другими травами (типчак, тонконог сизый, ковыль песчаный). Почвообразование проявляется слабо. Почвенный профиль очень слабодифференцированный, рыхлого сложения, слабогумусированный лишь в самом поверхностном горизонте, свободный от карбонатов и легкорастворимых солей на большую глубину.

Пески степные кучевые слабозакрепленные занимают небольшие площади в Жанасемейском и Бородулихинском районах. Массивы этих песков появляются обычно вблизи населенных пунктов (например, у Новой Шульбы и восточнее Жанасемья) в результате неумеренной пастьбы скота. Они представлены многочисленными мелкими (до 1-1,5 м), обычно коническими кучами рыхлого, переве-

ваемого в сухое время песка, задерживающегося более высокой и менее изреженной растительностью.

Семипалатинские равнинный и бугристый песчаные лесные районы подразделяется на три подрайона соответственно выделяющимся здесь полосам ленточных боров: а) Алейский бугристый, б) Барнаульский равнинный и бугристый и в) Касмалинский равнинный. Растительный покров образуют в основном осветленные травянистые, остепненные сосновые леса и редколесья со степными ковыльно-типчачковыми, лугово-степными и луговыми полянами и прогалинами. Почвообразующими породами являются древнеаллювиальные песчаные отложения, переветренные в районах с бугристым рельефом. Почвенный покров представлен преимущественно почвами боровых песков - своеобразными лесостепными осолодевшими слабогумусированными рыхлопесчаными почвами, промытыми от карбонатов на большую глубину. Кроме того, местами в небольшом количестве встречаются темно-каштановые, лугово-каштановые и луговые глубоко-вскипающие песчаные почвы, а также солоди лесные дерновые. Район имеет в основном лесохозяйственное значение и ограниченные возможности для сенокосения на суходольных и луговых сенокосах.

В пределах развития горного рельефа, где во многих случаях проявляется вертикальная зональность, распространены различные горные почвы: горно-луговые альпийские и субальпийские дерновые, горные лугово-степные и темно-цветные субальпийские; горные черноземы кислые неоподзоленные, выщелоченные, обыкновенные и южные, горные темно-каштановые; горные светло-каштановые; горные бурые и серо-бурые пустынные почвы.

На предгорных равнинах и в межгорных долинах, там, где проявляется вертикальная зональность, распространены следующие почвы: черноземы выщелоченные тучные мощные зернистые и среднегумусные мощные и средне-мощные зернистые; черноземы обыкновенные среднегумусные и малогумусные средне-мощные зернистые и черноземы южные малогумусные среднемощные зернистые;

темно-каштановые зернистые и темно-каштановые комковатые; светло-каштановые зернистые; светло-каштановые комковатые; сероземы северные. Все перечисленные выше почвы залегают согласно общей структуре вертикальной зональности, свойственной той или иной горной системе. С точки зрения родовой принадлежности среди черноземов обыкновенных и южных, а также темно-каштановых почв преобладают так называемые нормальные их генетические роды, но встречаются глубоковскипающие. Среди светло-каштановых почв на предгорных равнинах Тарбагатай господствуют карбонатные, встречаются «легкие» глубоковскипающие, а в других районах распространены глубоковскипающие, нормальные, солонцеватые генетические роды. В межгорных долинах и на предгорных равнинах значительное распространение имеют в той или иной степени эродированные (смытые) почвы, отличающиеся в большинстве случаев карбонатностью.

В межгорных долинах и на предгорных равнинах встречаются интразональные почвы (полугидроморфные, гидроморфные, в том числе засоленные), образовавшиеся в условиях проявления вертикальной зональности: лугово-черноземные, лугово-каштановые, луговые, лесолуговые, лугово-сероземные, различные пойменные, а также солонцы и солончаки. Все эти почвы образуются в депрессиях рельефа под влиянием дополнительного увлажнения грунтовыми водами или водами поверхностного стока или теми и другими одновременно. Засоленные интразональные почвы образуются под влиянием минерализованных грунтовых вод или на засоленных почвообразующих породах.

Пространственное распространение основных почв на исследуемой территории представлено на рисунке 2.

2.2 Эколого-геохимическая характеристика ленточных сосновых боров Семипалатинского Прииртышья

В Прииртышской впадине на юго-восточной окраине Западно-Сибирской равнины, на правом берегу реки Иртыш, простираются уникальные ленточные боры. Леса выполняют важную водоохранную и почвозащитную функцию в сельскохозяйственном секторе, а также защищают земли и города от формирования барханов и песчаных наносов. Леса также имеют большое рекреационное значение и являются основным источником древесного материала в регионе. При этом они характеризуются высоким риском пожаров, и за последние десять лет значительная часть лесов выгорела и подверглась незаконной рубке. Опасность возникновения пожаров выше всего в следующих видах лесов: сухой лес с высокими дюнами, сухие леса на покатых холмах, топографические низины и долины. В указанных видах лесов пожары бывают даже в дождливые годы. Сведение лесов пожарами и сплошными массовыми вырубками приведет к движению песков под действием постоянно дующих ветров - к дефляции и эоловым процессам. На правом берегу Иртыша уже отмечаются участки засыпания песком береговой полосы. Древнеаллювиальные пески с дюнно-бугристо-грядовым рельефом могут прийти в движение [24]. Перемещаясь в юго-западном направлении, они могут засыпать реку Иртыш. Все это будет способствовать усилению и расширению процесса опустынивания степной зоны.

Площадь ленточного бора Прииртышья составляет в среднем 545,0-658,8 тыс. га, из них 95,1 га ленточный бор Семипалатинского Прииртышья [121]. На юге боры образуют почти сплошную двухсоткилометровую полосу сосновых насаждений вдоль правого берега Иртыша, отдаляясь от него к востоку в пределах Павлодарской области Казахстана. В северо-восточном направлении сплошные боры разбиваются на отдельные ленты, охватывая целиком Ново-Шульбинский бор, Алейскую ленту; а также окончания Барнаульской и Касмалинской лент,

располагающихся в ложбинах древнего стока. Длинные и узкие лесополосы произрастают здесь в песчаной почве. Названные четыре ленты реликтовых сосновых боров – это особая «полоса жизни» в степной и частично в полупустынной зонах, возникшая в результате последнего ледникового максимума. В Семипалатинском Прииртышье форму лент сохраняет лишь Алейский массив боровых песков в своей северной части. На юге он смыкается с песками Ново-Шульбинского бора и Барнаульской ленты, образуя почти сплошной Прииртышский массив, который в своей западной части расчленяется на отдельные изолированные островные массивы. Окончание Касмалинской ленты также изолировано.

Длинные и узкие сосновые ленточные боры представляют собой чистые сосновые редколесья, основным видом которых является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Кроме сосны, в понижениях рельефа и на опушках встречаются осина (*Populus tremula* L.), образующая смешанные древостой, а также береза бородавчатая (*Butula pendula* L.), распространенная в депрессиях рельефа с довольно близкими грунтовыми водами. Из кустарниковых форм – калина обыкновенная из семейства жимолостных (*Caprifoliceae*, *Viburnum opulus*). Это травянистые боры, большей частью ксерофитизированные [112], под пологом соснового леса произрастают немногочисленные, но в основном степные травы (типчак, ковыль Иоанна, тонконог сизый, полынь Маршалла, мятлик боровой, в меньшем количестве – тимофеевка степная, вейник наземный, волоснец гигантский, василек сибирский, сушеница песчаная, качим метельчатый, вероника колосистая, бурачок извилистый, осочка приземистая, местами полынь песчаная, лапчатка бесстебельная, прутняк) и кустарники (спирея зверобоелистная, карагана степная). Сомкнутость трав под пологом леса колеблется от 3 – 5 до 10 – 20%. Местами встречаются куртины и массивы более сомкнутого, мертвопокровного сухого бора [121].

Глава 3. Объекты и методы исследования

Исследования эколого-геохимического состояния территории Семипалатинского Прииртышья проводилось в 1995-2012 гг. На завершающем этапе работы было проведено исследование биогеохимических особенностей содержания тяжелых металлов в боровых песках, растениях и грибах сосновых боров Семипалатинского Прииртышья вдоль правобережья реки Иртыш с использованием атомно-абсорбционных методов.

Отбор проб производился с 2000 по 2009 гг. на территории Семипалатинских сосновых боров, согласно розе ветров и зоны прохождения следа радиоактивных выпадений ядерных испытаний 1949 года: в районе села Сосновка Бескарагайского района на границе с Алтайским краем Российской Федерации, в районе села Долонь, в районе села Бегень Бескарагайского района на границе с Павлодарской областью Республики Казахстан, в двух направлениях от города Семей (в районе пос. Контрольный и пос. Красный Кордон), с углублением в лес на 500-1500 м и в Бородулихинском районе - от Шульбинского водохранилища до села Бородулиха (рисунок 4).

Пробы растений отбирались в летне-осенние периоды, так как именно в это время года большинство травянистых растений находятся в фазе, как цветения, так и плодоношения.

Согласно лесорастительному районированию КазНИИЛХа исследуемые леса относятся к району сухостепных Прииртышских ленточных сосновых боров на песках Иртыша и провинции Прииртышских ленточных в ложбинах древнего стока.

В ходе исследования пробы отбирались в пяти типах бора: в сухих борах высоких, пологих и средних бугров, в западном и равнинном борах, согласно классификациям Л.Н. Грибанова (1960) и К.А. Пашковского (1951) [72, 195]. На таблице 2 представлена хронология отбора проб для анализа.

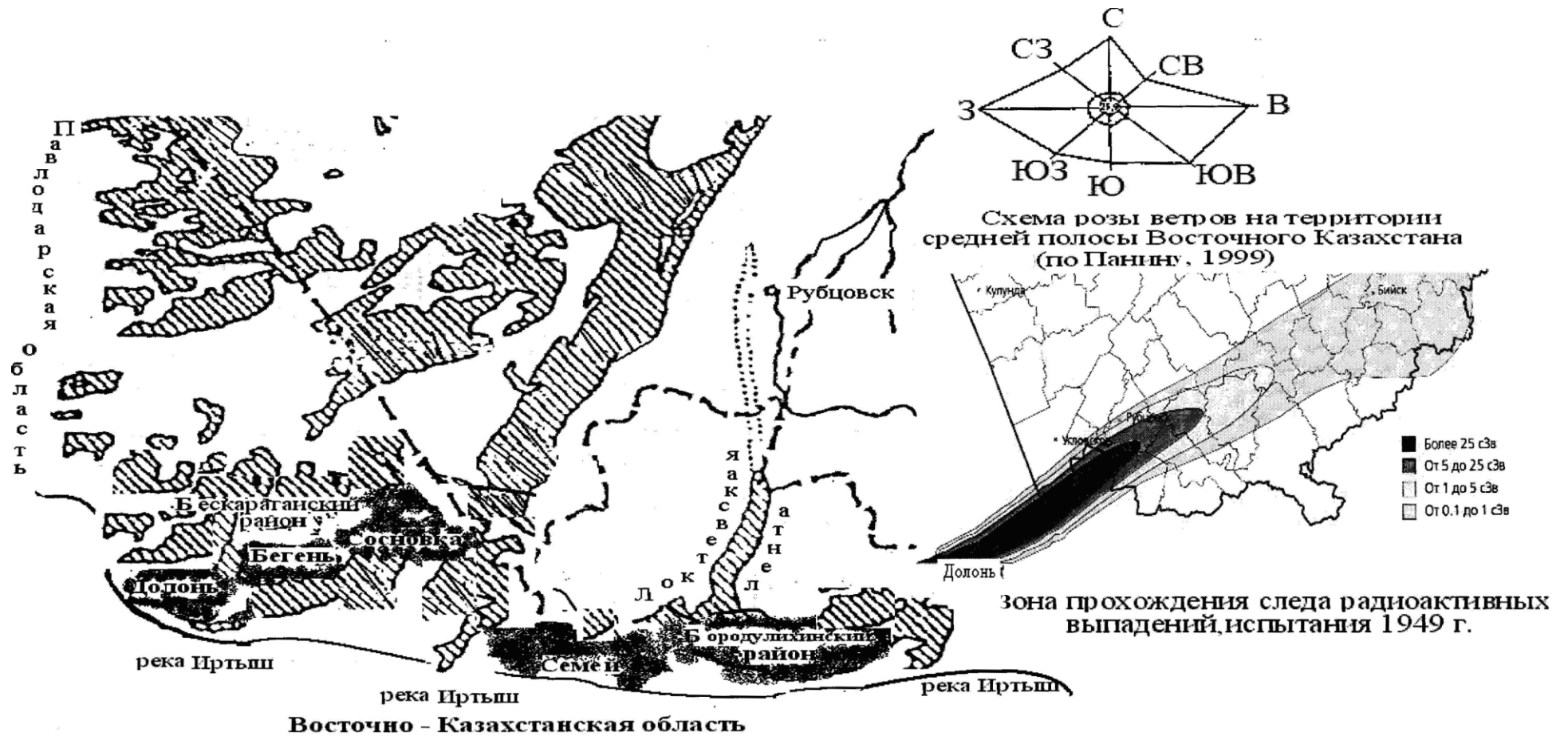


Рисунок 4 - Схема отбора проб в сосновых борах Семипалатинского Прииртышья

Примечание - на рисунке темными пятнами указаны места отбора проб. Согласно розе ветров: Бородулихинский район, окрестности г. Семей; по зоне прохождения следа радиоактивных выпадений: окрестности сел Долонь, Бегень и Сосновка в Бескарагайском районе.

Хронологический порядок и мероприятия по отбору проб

Годы	Мероприятия
2000-2004	Отбор проб борových песков, анализ механического состава и химических свойств: содержание гумуса, карбонатов, рН и пр.
2000-2007	Отбор проб растений (травянистых, кустарниковых, деревьев). Пробоподготовка к анализу, проведение аналитических работ. Отбор проб борových песков для проведения анализа содержания тяжелых металлов, пробоподготовка, проведение аналитических работ.
2007	Отбор проб борového песка и органов сосны обыкновенной (<i>Pinus sylvestris L.</i>) на месте пожара в районе с. Бегень (Бескарагайского района)
2008	Отбор проб песка для изучения распределения тяжелых металлов по высоте барханов.
2004-2012	Статистическая обработка результатов, апробация результатов.

При отборе, транспортировке, хранении и подготовке почвенных и растительных проб для анализа были использованы методические указания, инструкции, опубликованные во многих научных работах и утвержденные в стандартах [89, 156, 157, 182, 212, 214, 224, 225, 278].

Объектом исследования были выбраны борové пески, растения и грибы сосновых боров Семипалатинского Прииртышья. При прохождении маршрута в лесных фитоценозах сосновых боров для получения обобщенно-рекогносцировочной характеристики использовали пробные площадки разного размера (10x10 м для древостоя и 1x1 м для травостоя) [82].

Исследуемая территория сосновых боров характеризуется простым древостоем, образованным деревьями примерно одной высоты (20-25 м), колебания между высотами отдельных деревьев не превышают 10-15%. Возраст древостоя

подсчитывали методом годовичных колец на пнях спиленных деревьев, в некоторых случаях по мутовкам, считая, что первая мутовка у сосны образуется в возрасте трех лет [82]. В древостое видом-эдикатором является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*) из семейства сосновые (*Pinaceae L.*). В большинстве случаев в древостое наблюдались деревья с узкими годовичными кольцами, что свидетельствует о неблагоприятных экологических условиях (периодических засухах, морозах, пожарах), исследованные деревья входят в категорию средневозрастные (50-100 лет).

Производительность древостоев оценивали по бонитировочной шкале М.М. Орлова [46, 269].

На исследуемых участках сосновых боров дифференциацию деревьев в древостое учитывали согласно классификации Крафта [269].

Важнейшее значение для учета лесосырьевых ресурсов, организации и ведения лесного хозяйства имеет продуктивность древостоев в возрасте спелости, т.е. фитомасса. Расчет фитомассы деревьев сосны обыкновенной производили по формуле $1/3\pi r^2hd$, где $\pi = 3,14$; r – радиус ствола дерева; h – высота дерева; d – плотность древесины (d – плотность древесины сосны равна $0,5 \text{ т/м}^3$). Для вычисления фитомассы надземной части дерева, полученные значения фитомассы ствола из формулы представленной выше, умножили на поправочный коэффициент 1,4. Показатель плотности древесины сосны обыкновенной, поправочные коэффициенты для вычисления фитомассы надземной части дерева и общей фитомассы дерева взяли из соответствующих таблиц [76].

Инвентаризация лесных насаждений осуществлялась путем наземной ходовой таксации глазомерным и глазомерно-измерительными методами с применением элементов измерительной таксации.

На отдельных участках сосновых боров встречаются осина обыкновенная (*Populus tremula L.*) из семейства ивовые (*Salicaceae Mirb.*) и береза повислая (*Betula pendula Roth.*) из семейства берёзовые (*Betulaceae Gray.*), являющиеся деревьями второй величины, появились в результате вторичной сукцессии и они появились после пожаров и интенсивной вырубki. В местах отбора проб березняки

обнаружены только в окрестностях города Семей. Наибольшее количество осиновых колоков обнаружено в Бескарагайском районе (Бегеньский лесхоз) наиболее близко расположенного к реке Иртыш (в 15-20 км).

Подлесок сосновых боров представлен кустарниками калины обыкновенной (*Viburnum opulus L.*) из семейства жимолостных (*Caprifoliceae Juss.*); караганы низкорослой (*Caragana pumila L.*) из семейства бобовых (*Leguminosae Juzz.*); шиповника коричневого (*Rosa cinnamomea L.*), боярышника обыкновенного (*Crataegus laevigata (Poir.) DC.*), из семейства розоцветные (*Rosaceae Juzz.*), ивы прутовидной (*Salix viminalis L.*) из семейства ивовые (*Salicaceae Mirb.*). Полукустарниковый подлесок сосновых боров представлен малиной обыкновенной (*Rubus idaeus L.*) из семейства розоцветные (*Rosaceae Juzz.*). Кустарниковый и полукустарниковый подлески были обнаружены только в Бородулихинском районе, где лес практически примыкает к реке Иртыш.

Под пологом сосновых боров нет условий для обильного развития мезофильного разнотравья. Травянисто-кустарничковый ярус развит неравномерно и представлен немногочисленными, в основном, степными травами. В растительном покрове преобладают осоковые, степные дерновинные злаки и разнотравье. Всего в исследуемых районах сосновых боров было обнаружено 52 вида травянистых растений из 19 семейств, доминантными из которых является осока стоповидная, типчак и мятлик степной (приложение А). Мохово-лишайниковый покров отсутствует.

Среди обнаруженных растений присутствует златоцвет весенний (*Adonis vernalis L.*) – растение, занесенное в Красную книгу Казахстана. Латинские названия растений даны по С.К. Черепанову и Арыстангалиеву С.А. [12, 289]. Для определения растений использовались определители [16, 230, 276]. Геоботаническое описание проведено мною лично, совместно с преподавателями кафедры общей биологии Семипалатинского государственного педагогического института кандидатом биологических наук доцентом Н.Ш. Карипбаевой и старшим преподавателем В.В. Полевицом.

Аналитическим исследованиям подвергались различные органы и ткани сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*): хвоя и побеги разного возраста; внешняя кора (корка, или ретидом), отобранная с южной и северной стороны дерева; древесина (вторичная ксилема с несколькими годичными кольцами прироста, являющаяся вторым крупным блоком центрального цилиндра); шишки второго года жизни ((strobilus) семенной орган голосеменных растений).

Особенное внимание уделялось хвое, поскольку она выполняет ассимилирующую функцию и определяет рост и развитие других органов. При отборе побегов (веток) руководствовались тем, что между хвоей и побегами одного года жизни существует наиболее тесная биохимическая связь, побеги других возрастов брались в совокупности, в частности в одну среднюю пробу были объединены ветки 5-7 лет жизни.

Пробы хвои и побегов разбирали по возрастным фракциям (хвоя – от 1 до 4 лет, побеги от 1 до 7); древесину, корку и шишки высушивали при комнатной температуре и измельчали.

Для анализа содержания и распределения тяжелых металлов в листовых породах деревьев и в кустарниковых растениях использовали листья, побеги текущего года, корку.

В виду определенных трудностей в отборе проб мицелия грибов, аналитическим исследованиям подвергались плодовые тела 12 видов грибов, 75 % из которых представляют некоторую пищевую ценность и являются микоризообразующими (приложение Б).

Выявление доминантных представителей макромицетов производили методом маршрутных ходов. Определение грибов проводили с помощью иллюстрированных справочников [70, 142]. Пробы грибов разбирали по отдельным органам, высушивали при температуре 105 °С, тщательно размалывали до гомогенной массы [284]. Для определения тяжелых металлов в почве и в растительных образцах бралась навеска по 10 г, которую озоляли в муфельной печи при t 450 – 500 °С в течение 5-8 часов до светло-зеленоватого или белого цвета. Полученную золу пе-

реводили в раствор ускоренным методом с применением концентрированных минеральных кислот и перекиси водорода [156].

В ходе работы было проанализировано 174869 образцов растений, 292 - грибов и 312 - почв (глубина взятия проб составила 0-30 см). В 144 почвенных пробах было изучено содержание тяжелых металлов на разных высотах барханов (вершина, средняя часть и основание), в качестве объекта исследования были выбраны барханы одинаковой высоты, примерно 5-6 м.

Химические элементы определяли в аналитическом центре объединенного института геологии, геофизики и минералогии СО РАН (г. Новосибирск) с применением методов атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) и электротермической атомизации для валового кадмия и для подвижных форм кадмия, свинца, меди, кобальта, никеля и бериллия. Используемые приборы: ААС модель SP9 фирмы PYE UNICAM (пламенная атомизация); ААС модель Zeeman/3030 HGA-600 фирмы PERKIN-ELMER (электротермическая атомизация). Предел обнаружения составил для растений и валового содержания в почвах 0,005-10,0 мг/кг, для подвижных форм - 0,002-0,02 мг/л.

С целью более полной агрохимической и экотоксикологической оценки почв наряду с валовым анализом были изучены подвижные формы тяжелых металлов: кислоторастворимая (1н. раствор HCl), обменная (ацетатно-аммонийный буфер с pH 4,8), водорастворимая (бидистиллированная вода).

Определение содержания гумуса проводили по методу И.В. Тюрина, физической глины – по методу Качинского, емкость поглощения – по методу Бобко – Аскинази в модификации Грабарова с окончанием по Айдиняну, pH водный – потенциометрический [11, 56, 57, 81, 100, 101, 141, 154, 262, 268, 270].

Для выявления степени загрязненности боровых песков сосновых боров использовали общепринятый коэффициент концентрации K_c , который рассчитывали по валовому содержанию в боровых песках. Для расчета K_c использовали кларк элементов в литосфере [197]: $K_c = \text{валовое содержание (мг/кг)} : \text{кларк литосферы (мг/кг)}$ (1).

Согласно работам В.Б. Ильина и др. [97, 98] коэффициент биологического поглощения (КБП) рассчитывается как отношение содержания элементов в золе растений к их валовым содержаниям в почвах, при этом КБП отражает потенциальную биогеохимическую подвижность элементов. Элементы с $\text{КБП} > 1$ «накапливаются» живым веществом. Остальные элементы, у которых $\text{КБП} < 1$, лишь «захватываются». В работе КБП был рассчитан относительно среднего содержания тяжелых металлов в борových песках сосновых боров.

Для оценки тесноты биогеохимической связи состава живого организма с биосферой был рассчитан показатель биотичности элементов, который представляет отношение содержания элемента в органах к кларку земной коры [66, 118].

Для характеристики распределения элементов между живым веществом и абиотической средой были вычислены коэффициенты накопления (K_{H1}) [97] и (K_{H2}) [20]. Коэффициент накопления (K_{H1}) - отношение концентрации тяжелых металлов в воздушно-сухой массе грибов и растений (мг/кг) к концентрации валовой и подвижных форм соединений тяжелых металлов в почве (мг/кг).

Коэффициент накопления (K_{H2}) выражает отношение содержания элемента в корнях к таковому в почве: $\text{K}_{\text{H2}} = \text{C}_{\text{корни}} : \text{C}_{\text{почва}}$, (3), где $\text{C}_{\text{корни}}$ – содержание элемента в корнях, $\text{C}_{\text{почва}}$ - содержание элемента в почве.

Коэффициенты накопления были рассчитаны относительно валового содержания металлов в почвах и их подвижных форм.

Для характеристики процессов перехода тяжелых металлов из корней в надземную часть травянистых растений рассчитывали коэффициент перехода ($\text{K}_{\text{п}}$), равный отношению содержания металла в надземной фитомассе к таковому в корнях [20]: $\text{K}_{\text{п}} = \text{c}_{\text{надз. часть}} : \text{C}_{\text{корни}}$, (4), где $\text{C}_{\text{надз. часть}}$ – содержание элемента в надземных частях, $\text{C}_{\text{корни}}$ – содержание элемента в корнях.

Для характеристики степени прироста содержания тяжелых металлов в борových песках относительно почвообразующих пород, были рассчитаны коэффициенты прироста, который выражает соотношение разности между содержанием тяжелых металлов в почве и в материнских почвообразующих породах, к общему содержанию в материнских почвообразующих породах – $(\text{N}-\text{M})/\text{M}$, % [261].

При расчете биогеохимического круговорота тяжелых металлов древостоем использовали дополнительные индексы разложения фитомассы - коэффициенты, характеризующие интенсивность разложения опада и длительность сохранения подстилки в условиях данного биогеоценоза, равные отношению массы подстилки к массе годичного опада.

Для характеристики линейной зависимости между содержанием тяжелых металлов в органах растений и их содержанием в почве, были рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона. Двусторонняя корреляционная связь была выражена нами через показатели регрессии с помощью формул и уравнений, которые дают наглядное представление о форме и тесноте корреляционной связи между признаками. Полученные экспериментальные данные были обработаны вариационно-статистическими методами, которые описаны в руководстве Н.А. Плохинского с помощью программы Microsoft Excel [202].

Глава 4. Биогеохимия тяжелых металлов в почвах, растениях и грибах сосновых боров Семипалатинского Прииртышья

4.1 Валовое содержание и содержание подвижных форм тяжелых металлов в боровых песках сосновых боров Семипалатинского Прииртышья

В почвенных процессах, в роли аккумулирующего агента, выступают органическое вещество и содержание в почвах карбонатов. Гумус, обеспечивает биогенное накопление тяжелых металлов и в то же время, способствует миграции и перераспределению их по почвенному профилю. Наличие карбонатного горизонта способствует формированию второго максимума металлов на уровне горизонта скопления карбонатов. Пески сосновых боров Семипалатинского Прииртышья, как и большинство почв, сформированных под лесной растительностью, содержат небольшое количество гумуса (таблица 7), основная масса которого сосредоточена в поверхностном слое. Присутствие карбонатов в песках наблюдается в небольшом количестве и на значительной глубине. В верхней части почвенного профиля обнаруживается слабокислая реакция, а в нижней – слабощелочная реакция почвенного раствора. Емкость катионного обмена (ЕКО) менее 4, т.е. буферность почвы – низкая. Проведенный анализ химического состава песков подтверждает, что боровые пески являются слабогумусированными, с низким содержанием органических веществ и отсутствием карбонатов в верхнем гумусовом горизонте. Следовательно, в боровых песках сосновых боров отсутствует биогеохимический барьер для металлов в виде карбонатного горизонта, препятствующий нисходящей миграции тяжелых металлов в профиле почв. Вместе с тем, климатические и погодные условия региона способствуют удерживанию тяжелых металлов в поверхностном горизонте, вследствие снижения интенсивности водной их миграции вглубь почвенного покрова.

Средний механический состав и химические свойства боровых песков сосновых боров Семипалатинского Прииртышья, $A_{\text{пах}}$ (глубина 1-20 см)

Гумус, %	СО ₂ кар- бона- тов, %	рН водной сус- пензии	Илистая фракция < 0,001 (% к абс. сухой почве)	Физиче- ская гли- на < 0,01 (% к абс. сухой почве)	Физический песок > 0,01 (% к абс. су- хой почве)	Гигро- скопи- ческая влага, %	ЕКО, мг- экв. на 100 г почвы
0,7	-	6,7	3,3	5,0	5,0	0,6	< 4,0

Климат региона в целом характеризуется как резко континентальный, с холодной относительно малоснежной зимой и жарким засушливым летом. Среднегодовое количество осадков составляет 244 мм. Основная часть их выпадает в летние месяцы, когда температура воздуха достигает своего максимума, что ведет к большой потере влаги за счет физического испарения. Засушливость климата определяется как небольшим количеством осадков, так и значительной продолжительностью бездождевых периодов. В течение всего года дуют сильные ветры, преимущественно западного и юго-западного направления. Средняя годовая скорость ветра в большинстве районов составляет 2,5-4,5 м/с [188]. Привносу соединений тяжелых металлов в виде аэрозолей, способных выпадать на дневную поверхность боровых песков, способствует и роза ветров, характерная для средней полосы Восточного Казахстана (рисунок 4).

Исторически сложившееся преобладание цветной и перерабатывающей промышленности в Восточном Казахстане, климатические факторы определяют характер накопления металлов в боровых песках сосновых боров. Валовое содержание тяжелых металлов в боровых равнинных и бугристых песках, по пунктам отбора, представлено в таблицах 8,9 и на рисунке 5.

Среднее валовое содержание тяжелых металлов в боровых равнинных песках сосновых боров по пунктам отбора, мг/кг (глубина 0-30 см)

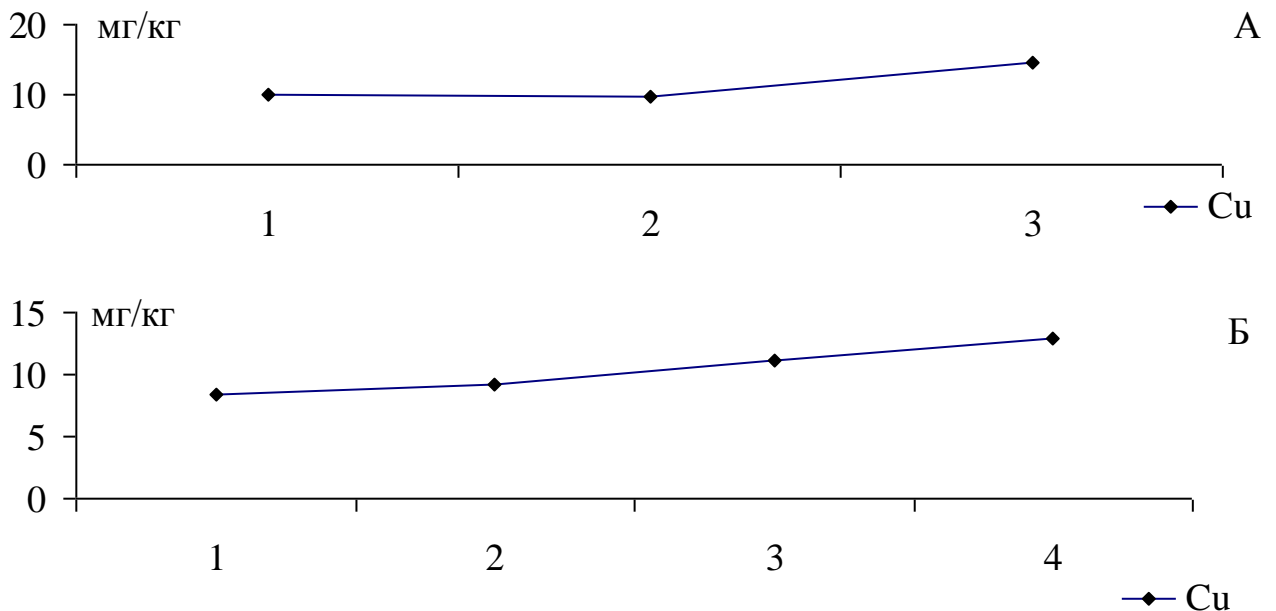
Элемент	В боровых равнинных песках, n=30		
	В районе с. Долонь, n= 5	В районе с. Сосновка, n= 10	В районе г. Семей, n= 15
Cu	<u>10,10±0,51 (136,45)</u> 6,41-19,60	<u>9,60±0,48 (171,25)</u> 3,09-20,24	<u>14,50±0,33 (170,05)</u> 9,23-29,60
Zn	<u>70,67±6,64 (1590,84)</u> 29,67-128,12	<u>61,16±3,06 (2370,30)</u> 39,33-116,84	<u>76,55±3,83 (1560,12)</u> 45,83-147,44
Pb	<u>32,58±1,40 (303,81)</u> 22,81-58,81	<u>19,61±1,05 (402,41)</u> 10,53-41,43	<u>29,14±1,60 (518,14)</u> 18,42-61,86
Cd	<u>0,283±0,005 (193,26)</u> 0,002 - 1,02	<u>0,205±0,011 (198,80)</u> 0,002 - 0,86	<u>0,298±0,017 (232,84)</u> 0,032 - 1,82
Co	<u>5,34±0,30 (25,84)</u> 3,96-6,75	<u>3,26±0,24 (37,52)</u> 1,82-6,31	<u>7,84±0,42 (31,32)</u> 5,65-8,36
Cr	<u>15,26±1,04 (47,89)</u> 8,93-20,51	<u>18,03±1,08 (41,35)</u> 10,83-23,62	<u>23,32±1,21 (52,21)</u> 12,63-28,42
Ni	<u>12,15±0,67 (63,17)</u> 6,70-18,48	<u>13,63±0,78 (64,43)</u> 9,74-20,08	<u>16,55±1,10 (56,39)</u> 11,47-25,48
V	<u>42,68±2,46 (192,19)</u> 18,21-54,66	<u>32,87±1,82 (157,15)</u> 11,48-38,23	<u>40,31±2,08 (158,17)</u> 20,20-48,82
Be	<u>1,18±0,11 (26,23)</u> 0,62-1,46	<u>1,84±0,11 (22,01)</u> 0,84-2,04	<u>2,05±0,09 (54,57)</u> 1,52-2,38
Mn	<u>333,50±62,94 (17,73)</u> 208,62 – 395,00	<u>333,28±59,63 (18,07)</u> 188,21 – 384,62	<u>326,16±52,87 (26,81)</u> 196,29 – 404,67
Sr	<u>96,34±4,99 (824,90)</u> 42,43-119,37	<u>123,24±8,33 (805,60)</u> 48,88-139,38	<u>100,13±5,55 (732,30)</u> 46,43-128,31

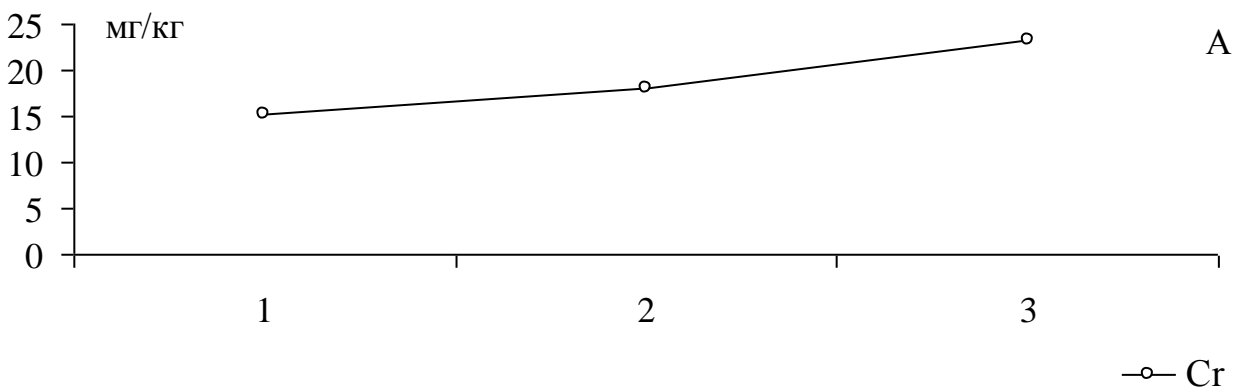
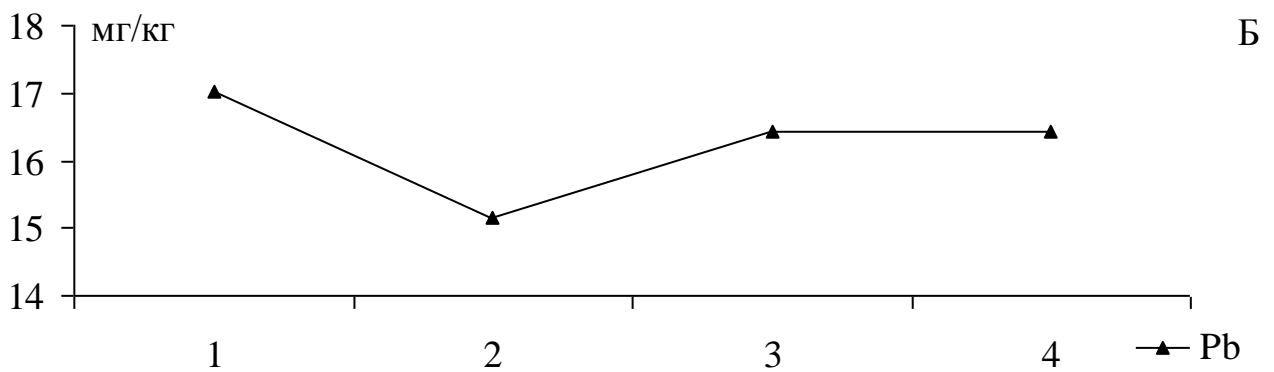
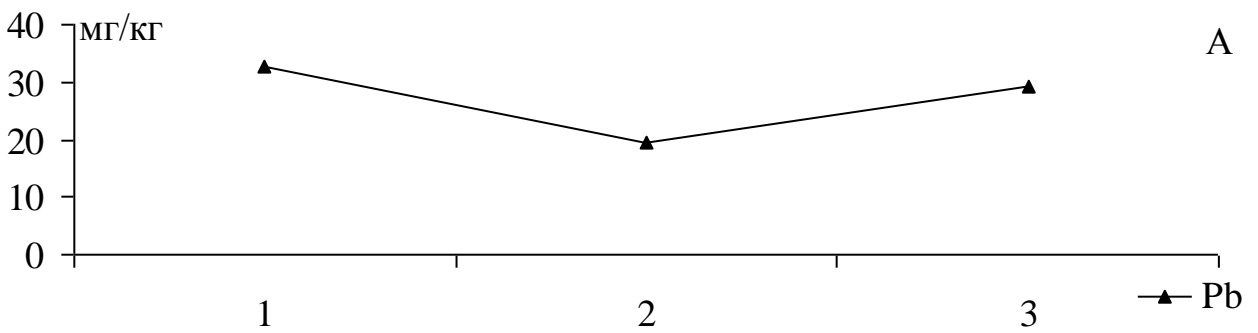
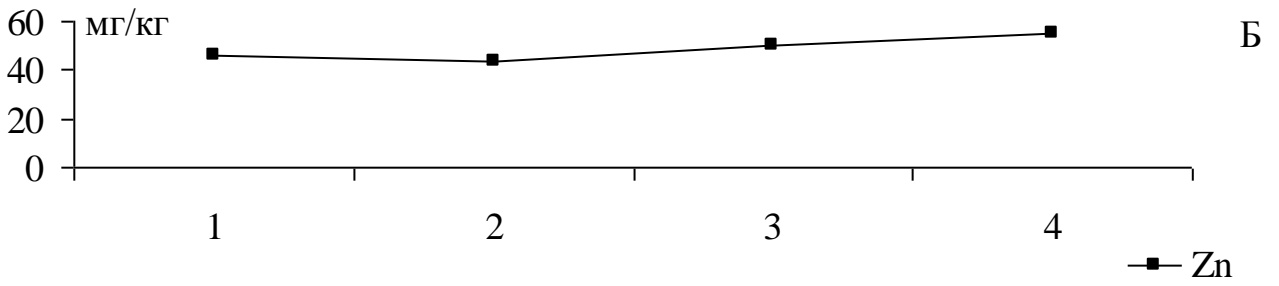
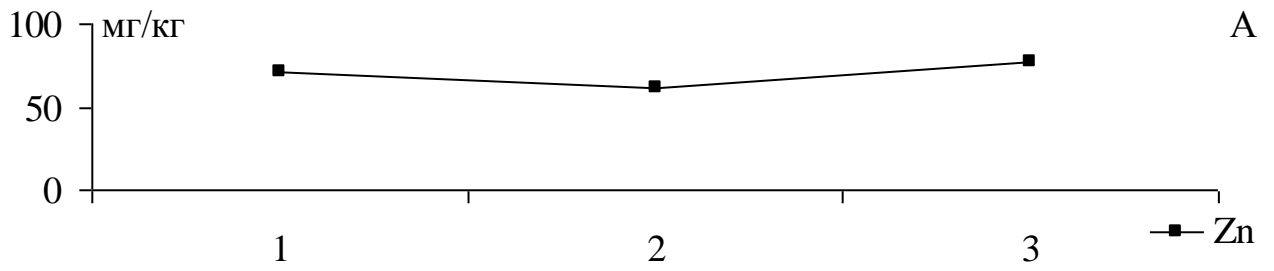
Примечание - в таблицах 8-11,13 в числителе - $\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$ (Cv,%), в знаменателе - min-max, n – количество проб

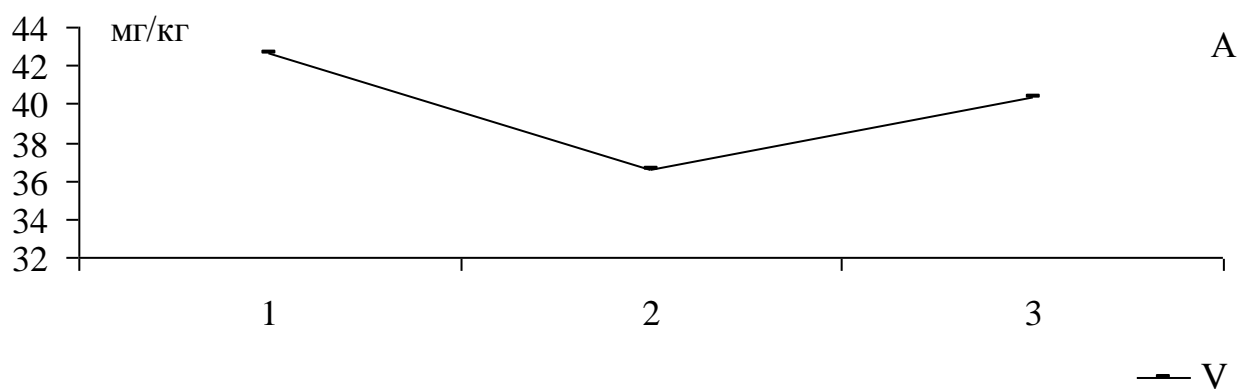
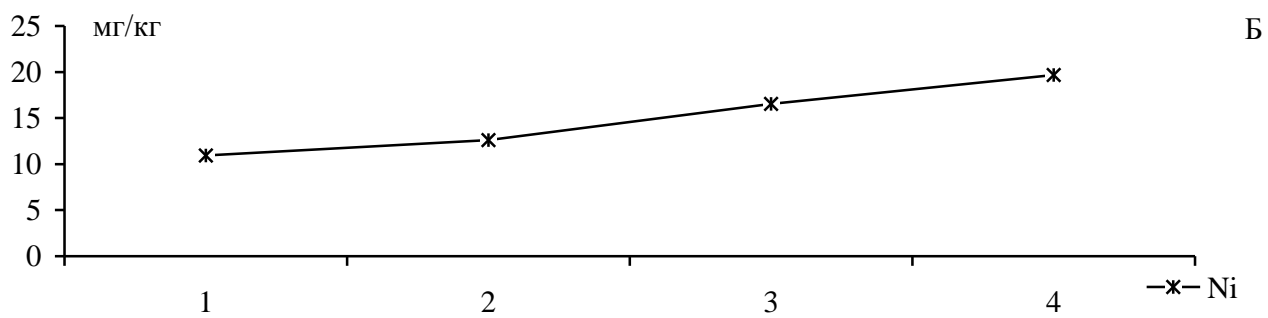
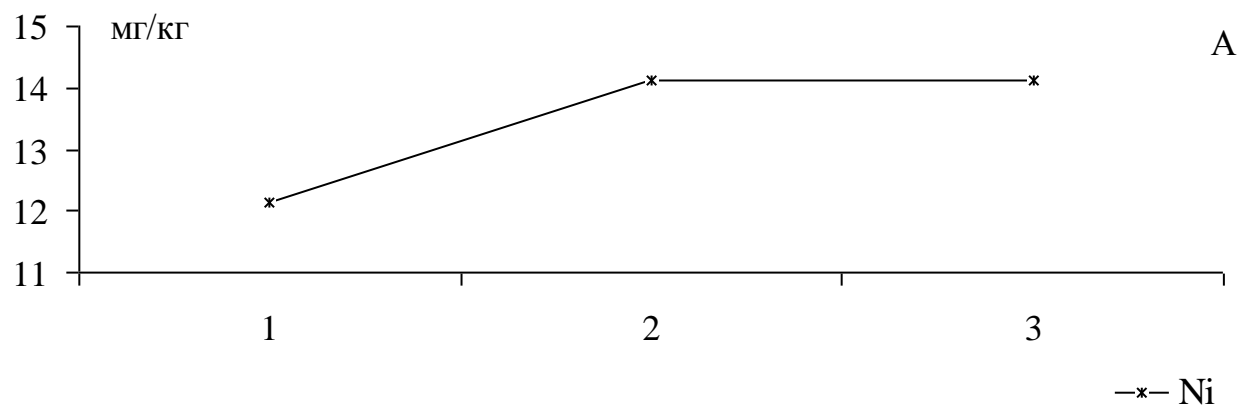
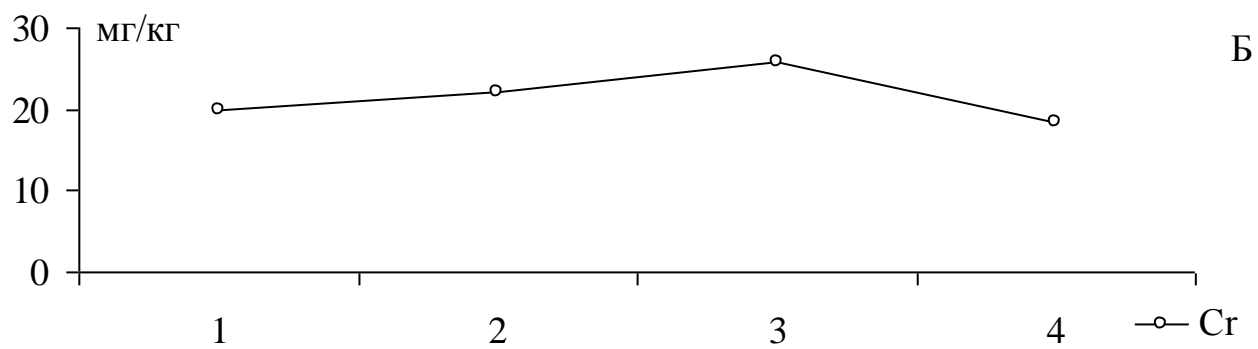
Среднее валовое содержание тяжелых металлов в боровых бугристых песках сосновых боров по пунктам отбора, мг/кг (глубина 0-30 см)

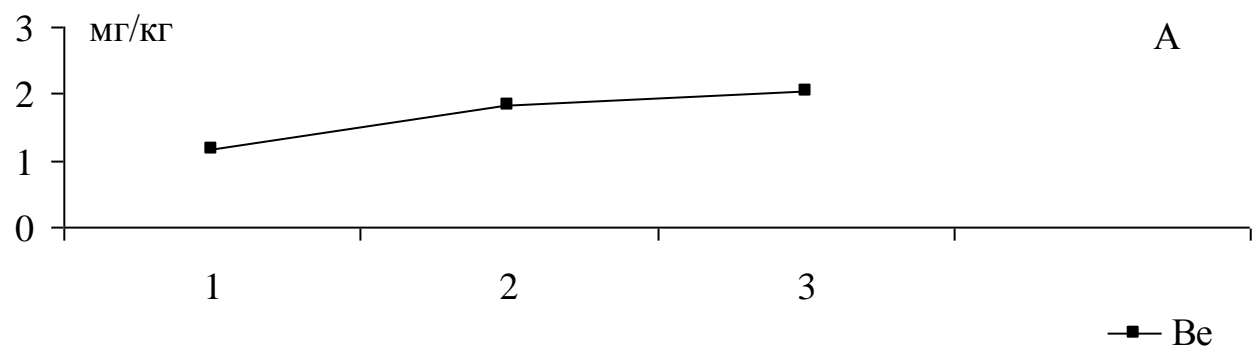
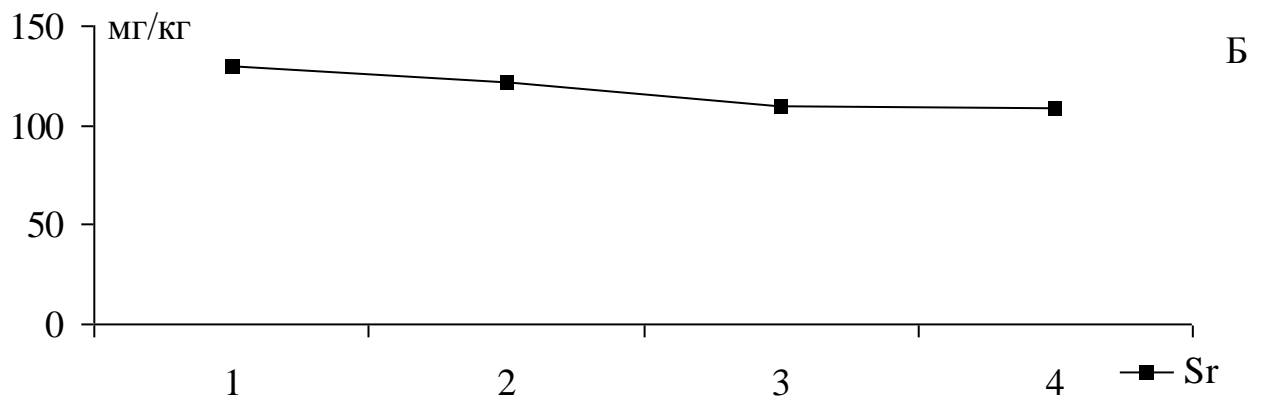
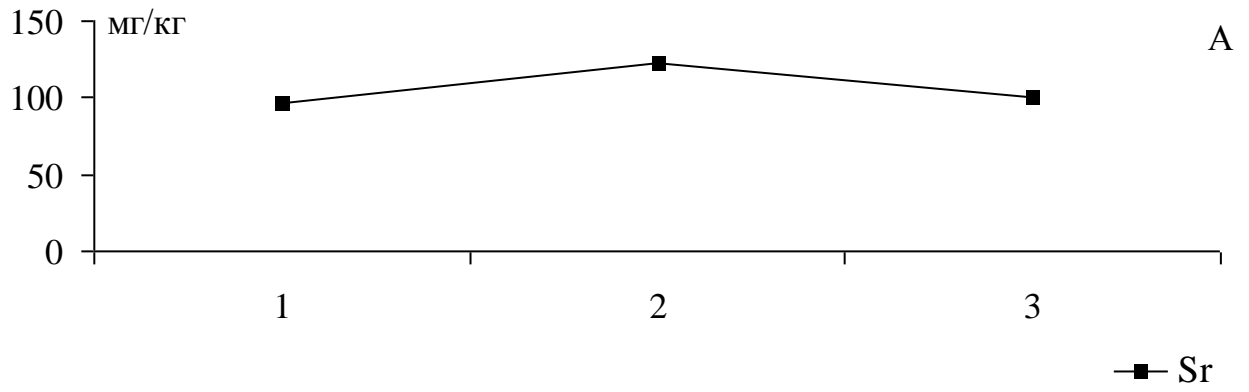
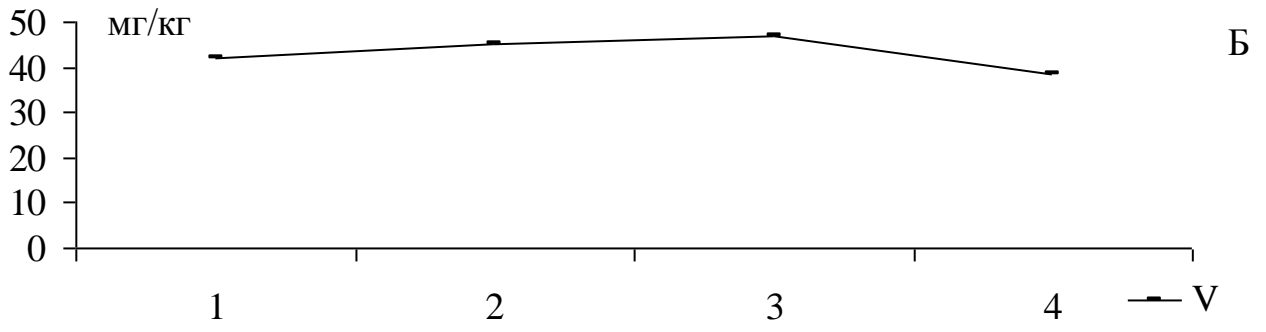
Элемент	В боровых бугристых песках, n=48			
	В районе с. Бегень (включая горельник), n= 10	В районе с. Сосновка, n= 10	В районе г. Семей, n= 15	Бородулихинский район, n=13
Cu	$8,43 \pm 0,45(18,81)$ 7,08-11,19	$9,23 \pm 0,51(24,14)$ 8,00-12,19	$11,14 \pm 0,56(28,14)$ 9,24-12,24	$12,92 \pm 0,60(33,35)$ 11,26-12,49
Zn	$45,80 \pm 2,18(39,21)$ 43,20-50,22	$43,41 \pm 2,53(36,33)$ 42,60-48,59	$50,40 \pm 2,39(38,48)$ 45,66-51,85	$54,79 \pm 2,86(35,62)$ 47,68-53,82
Pb	$17,03 \pm 0,81(22,10)$ 14,48 – 18,88	$15,15 \pm 0,67(20,04)$ 12,78 – 18,92	$16,44 \pm 0,74(21,11)$ 13,33 – 19,73	$16,42 \pm 0,74(21,47)$ 14,45 – 18,83
Cd	$0,0042 \pm 0,0002$ (16,6) 0,003 – 0,005	$0,0041 \pm 0,0003$ (16,9) 0,003 – 0,005	$0,0052 \pm 0,0003$ (18,9) 0,003 – 0,005	$0,0046 \pm 0,0003$ (18,0) 0,003 – 0,005
Co	$5,11 \pm 0,30(15,55)$ 4,42-6,00	$5,05 \pm 0,29(14,91)$ 4,51-5,95	$5,66 \pm 0,37(16,62)$ 5,00-6,32	$5,50 \pm 0,28(11,64)$ 4,98-6,11
Cr	$20,00 \pm 1,01(95,63)$ 13,76-23,37	$22,02 \pm 1,13(112,21)$ 15,75-24,64	$25,85 \pm 1,45(132,23)$ 22,76-25,95	$18,37 \pm 1,41(68,93)$ 17,06-24,06
Ni	$10,92 \pm 0,45(59,64)$ 10,38-13,58	$12,62 \pm 0,81(53,41)$ 11,42-16,85	$16,53 \pm 0,84(60,17)$ 12,98-23,84	$19,69 \pm 0,98(58,4)$ 20,08-22,96
V	$42,12 \pm 2,35(72,11)$ 36,36-49,59	$45,15 \pm 2,40(77,84)$ 34,54-50,22	$47,10 \pm 2,64(83,12)$ 36,68-51,50	$38,35 \pm 2,61(74,5)$ 32,38-50,92
Be	$1,43 \pm 0,09(17,75)$ 1,34-2,10	$1,85 \pm 0,15(23,13)$ 1,61-2,23	$2,01 \pm 0,18(13,17)$ 1,86-2,32	$2,67 \pm 0,06(22,6)$ 1,62-2,40
Mn	$441,00 \pm 90,15(37,0)$ 422,61 – 713,08	$461,27 \pm 91,63(39,5)$ 434,24 – 651,85	$448,3 \pm 100,05(35,0)$ 411,6 – 694,34	$470,29 \pm 97,49(41,4)$ 442,63 – 721,88
Sr	$130,17 \pm 9,18(569,3)$ 124,62-139,62	$121,36 \pm 6,01(375,4)$ 105,51-144,15	$109,95 \pm 5,64(421,7)$ 98,68-126,80	$108,32 \pm 6,41(455,5)$ 83,43-136,18

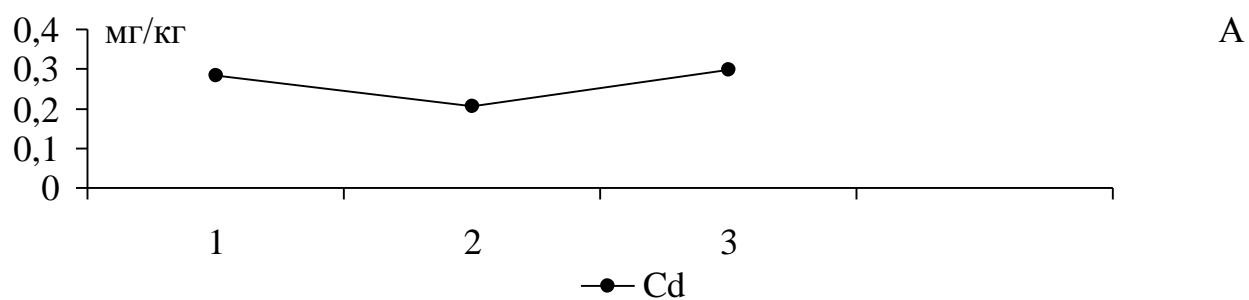
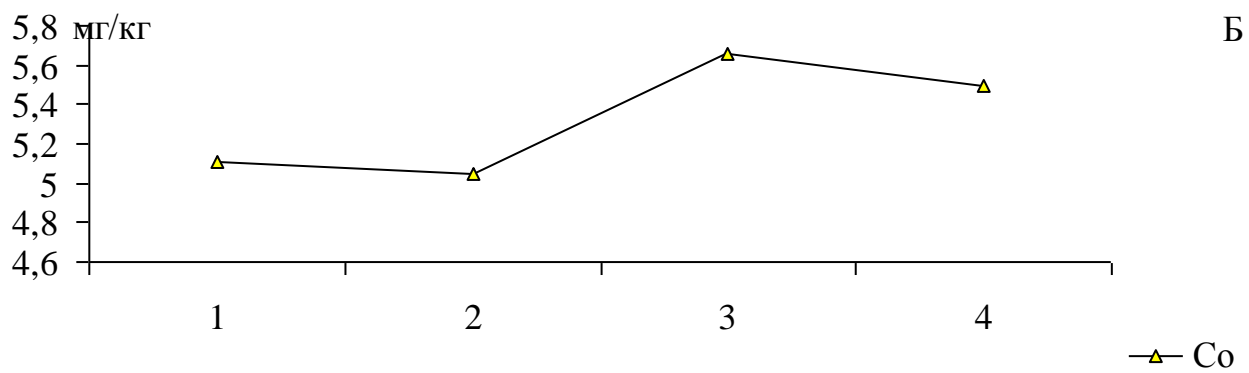
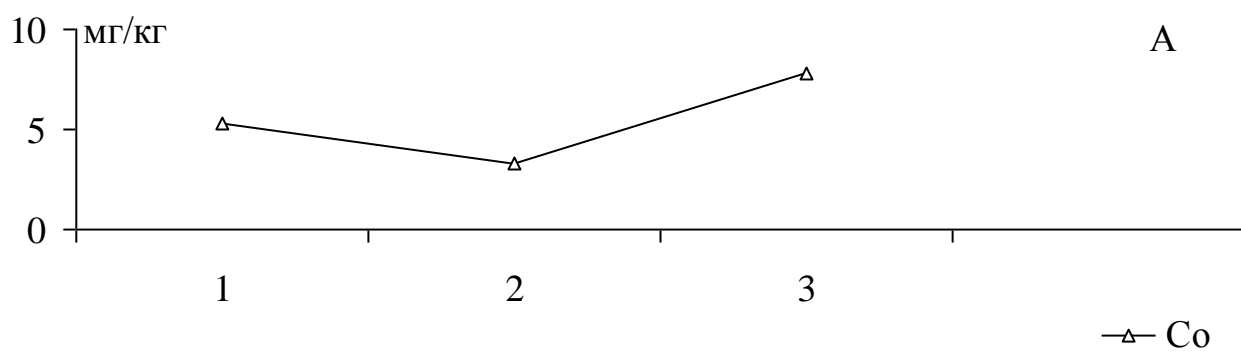
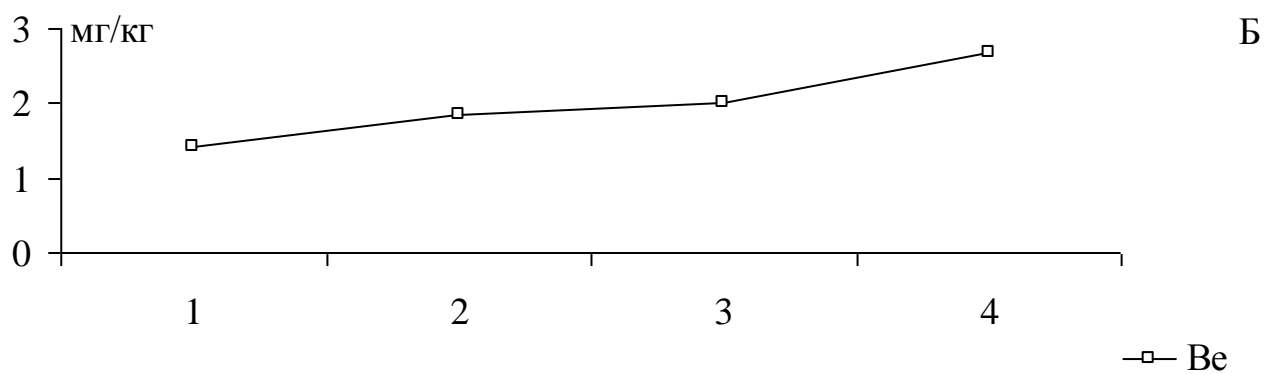
Значительная территория сосновых боров находится в зоне влияния населенных пунктов Восточно-Казахстанской области, в том числе и города Семей. Аккумуляция Cu, Zn, Pb, Cd, Co в равнинных боровых песках можно выразить следующим, убывающим рядом по пунктам отбора: в окрестностях г. Семей > в окрестностях с. Долонь > в окрестностях с. Сосновка; уменьшение концентраций Cr, Ni, Be отмечено в равнинных песках ряду в окрестностях г. Семей > в окрестностях с. Сосновка > в окрестностях с. Долонь; Mn - в окрестностях с. Долонь > в окрестностях с. Сосновка > в окрестностях г. Семей; повышенные концентрации V также отмечены в равнинных песках в окрестностях с. Долонь, а меньше всего в окрестностях с. Сосновка. Содержание Sr уменьшается в ряду равнинные пески в окрестностях с. Сосновка > в окрестностях г. Семей > в окрестностях с. Долонь. Несмотря на разброс в концентрации тяжелых металлов можно утверждать, что равнинные пески в окрестностях г. Семей более загрязнены Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Cr, Ni, Be и V, чем пески в окрестностях с. Долонь и с. Сосновка Бескарагайского района.











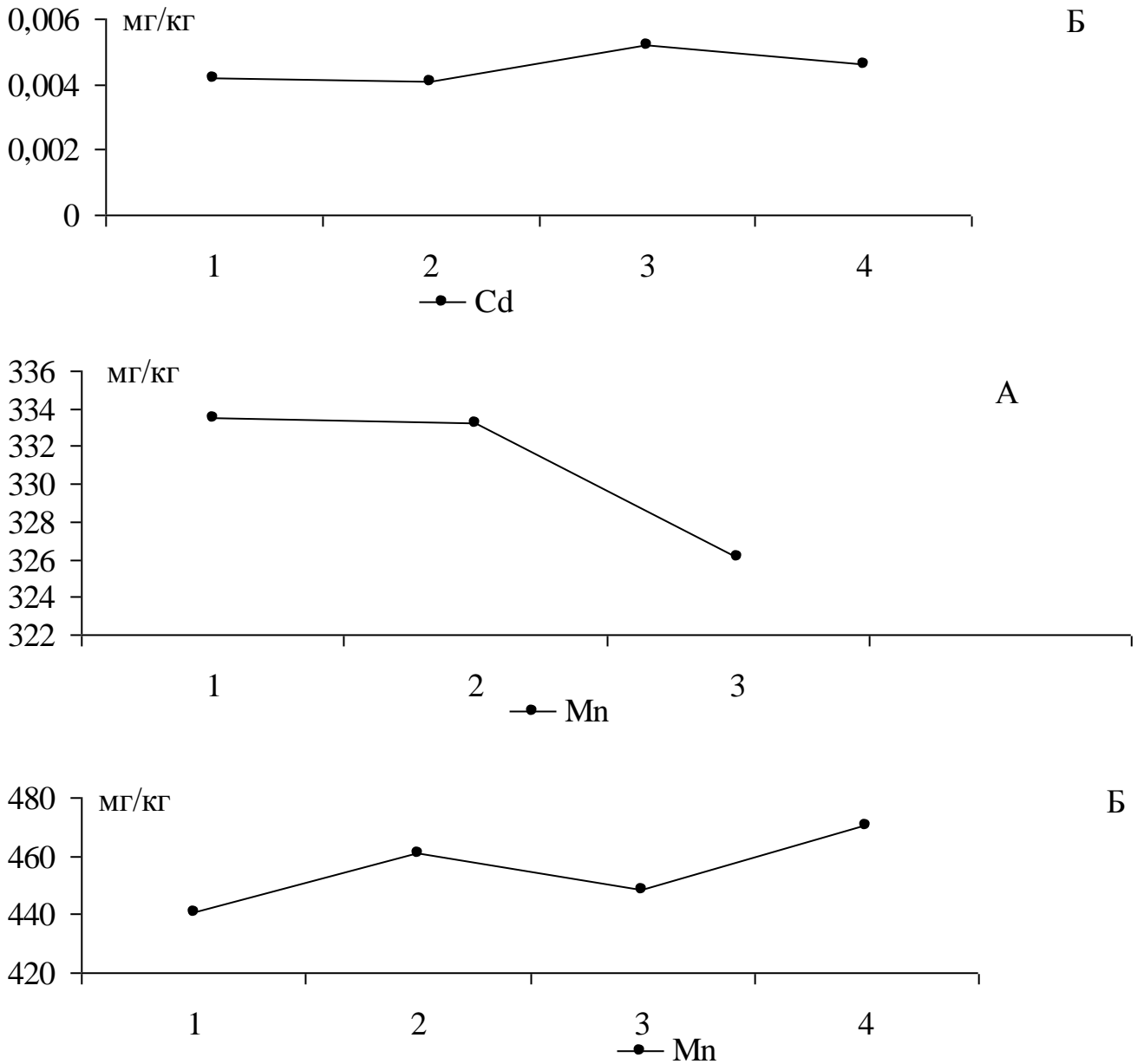


Рисунок 5 - Кривые распределения тяжелых металлов по пунктам отбора в боровых песках (равнинных и бугристых)

Примечание - на графике А – пункты отбора: 1 - в районе с. Долонь; 2 - в районе с. Сосновка; 3 - в районе г. Семей; на графике Б – пункты отбора: 1 - в районе с. Бегень; 2- в районе с. Сосновка; 3 - в районе г. Семей; 4 - Бородулихинский район.

Примерно схожую картину в распределении тяжелых металлов можно наблюдать по пунктам отбора в бугристых песках. Повышенным содержанием Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Cr, Ni, Be и V отличаются бугристые пески в Бородулихинском районе и в окрестностях г. Семей. Территория Бородулихинского района находится в зоне влияния крупных промышленных предприятий г. Усть-Каменогорска, Лениногорска, Зыряновска, а также Жезкентского горно-обогатительного комбината. Город Семей до 1993-1995 гг. был многопрофильным промышленным центром, в котором было зарегистрировано 154 промышленных предприятия, которые многие десятилетия служили источниками поступления ряда тяжелых металлов и других элементов в систему «почва-растение» сосновых боров. Общий выброс в атмосферу вредных веществ от предприятий составлял 294 тыс. т в год, из них 47 тыс. т газопылевых выбросов; еще 72 тыс. т с выхлопными газами автотранспорта [189], что, несомненно, отразилось и продолжает отражаться на химическом составе боровых песков, растений и грибов сосновых боров.

На характер распределения металлов в боровых песках оказывает влияние физико-химический и морфологический их состав. Выявлено, что накопление тяжелых металлов в песках равнинных несколько отличается от такового в бугристых боровых песках (таблица 10, рисунок 6) и варьирует в широких пределах. Пески равнинные являются более древними, им характерны морфологические и химические признаки осолодения, в отличие от бугристых песков. Процессы осолодения инициируют движение металлов в глубину почвы с почвенной влагой. Восходящему движению металлов способствует развитие дернового процесса, практически отсутствующего на боровых песках. Бугристые боровые пески отличаются более слабой дифференциацией на генетические горизонты, еще более глубоким залеганием карбонатов и более рыхлым сложением [245, 250, 256]. Возможно, это и определяет различие в их сорбционной способности. Так, в боровых равнинных песках значительно выше накапливаются более тяжелые по атомной массе металлы - медь, цинк, свинец, кадмий и кобальт, различия могут достигать от 1,05 раза по кобальту до 58,2 раза по кадмию. В бугристых песках отмечены более высокие концентрации металлов с относительно невысокой атомной массой - хрома, никеля, бериллия, марганца, ванадия, исключение составляет стронций.

**Среднее валовое содержание тяжелых металлов в боровых песках, мг/кг
(глубина 0-30 см)**

Эле- мент	В совокупности боро- вых бугристых и рав- нинных песках, n=78	В боровых бугристых песках, n=48	В боровых равнинных песках, n=30
Cu	<u>11,04±0,45 (503,24)</u> 3,09-29,60	<u>10,43±0,53 (26,11)</u> 7,08-12,49	<u>11,40±0,44 (159,25)</u> 3,09-29,60
Zn	<u>61,78±3,43 (1293,43)</u> 29,67-147,44	<u>48,60±2,49 (37,41)</u> 42,60-53,82	<u>69,46±4,51 (1870,42)</u> 29,67-147,44
Pb	<u>23,11±1,44 (312,53)</u> 10,53-61,86	<u>16,26±0,76 (21,18)</u> 12,78 – 19,73	<u>27,11±1,35 (408,12)</u> 10,53-61,86
Cd	<u>0,167±0,008 (270,00)</u> 0,002 - 1,82	<u>0,0045±0,0003 (17,57)</u> 0,003 – 0,005	<u>0,262±0,011 (208,30)</u> 0,002 - 1,82
Co	<u>5,42±0,31 (26,07)</u> 1,82-8,36	<u>5,33±0,31 (14,68)</u> 4,42-6,32	<u>5,48±0,32 (31,56)</u> 1,82-8,36
Cr	<u>19,86±1,13 (67,59)</u> 8,93-28,42	<u>21,56±1,25 (102,25)</u> 13,76-25,95	<u>18,87±1,11 (47,15)</u> 8,93-28,42
Ni	<u>14,41±0,84 (58,16)</u> 6,70-25,48	<u>14,94±0,77 (58,44)</u> 10,38-23,84	<u>14,11±0,85 (61,33)</u> 6,70-25,48
V	<u>39,04±2,26 (128,00)</u> 11,48-54,66	<u>43,18±2,50 (76,88)</u> 32,38-51,50	<u>36,62±2,12 (169,17)</u> 11,48-54,66
Be	<u>1,84±0,11 (31,71)</u> 0,62-2,40	<u>1,99±0,12 (19,15)</u> 1,34-2,40	<u>1,69±0,10 (34,27)</u> 0,62-2,38
Mn	<u>418,05± 56,34 (26,07)</u> 188,21-721,68	<u>455,21±94,83 (38,21)</u> 411,6 – 721,88	<u>330,98±58,48 (20,87)</u> 188,21 – 404,67
Sr	<u>110,58±6,41 (636,54)</u> 42,43-144,15	<u>117,45±6,81 (455,47)</u> 83,43-144,15	<u>106,57±6,29 (787,60)</u> 42,43-139,38

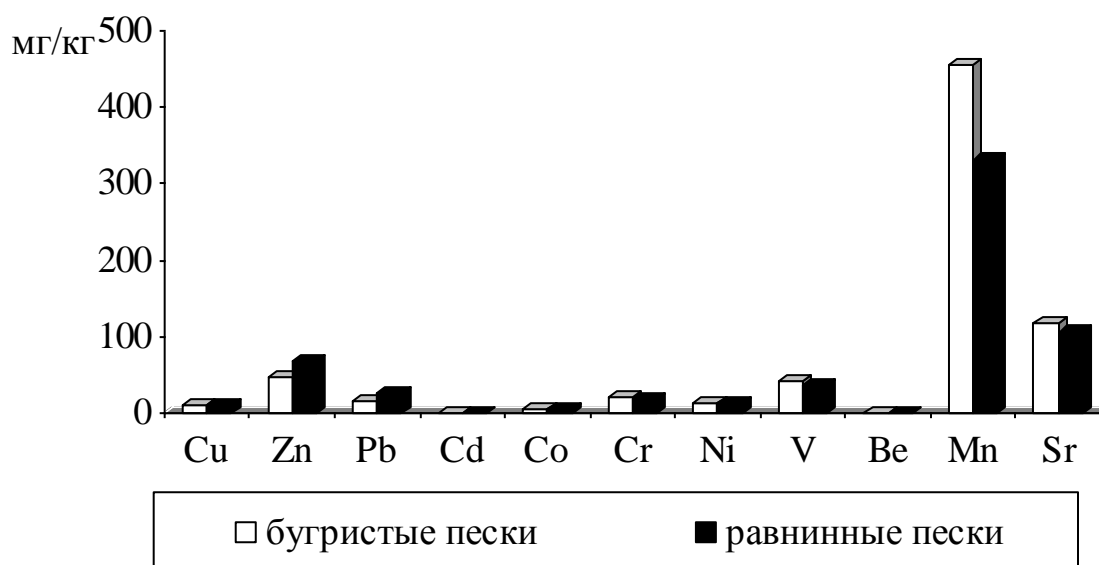


Рисунок 6 - Распределение тяжелых металлов в бугристых и равнинных борových песках сосновых боров Семипалатинского Прииртышья

Бугристые борové пески, имеющие форму барханов, достигают более 6 м в высоту, и это не может не отразиться на характере распределения тяжелых металлов. Распределение по высоте бархана четырех приоритетных для Семипалатинского Прииртышья металлов – загрязнителей (меди, цинка, свинца и кадмия) представлено в таблице 11 и на рисунке 7. Как видно из таблицы 11, содержание металлов от вершины к основанию бархана увеличивается. Вероятно, это связано с тем, что, во-первых, осуществляется непрерывный механический перенос частиц почвы с возвышенностей в низины, где они скапливаются в большом количестве, что сильно влияет на распределение и содержание тяжелых металлов в песках; во-вторых, в результате выпадения осадков происходит миграционный смыв химических элементов; в-третьих, на содержание тяжелых металлов в песках огромное влияние оказывают растения, численность которых также увеличивается сверху в низ.

Среднее валовое содержание меди, цинка, свинца кадмия в бугристых боровых песках на разной высоте бархана ($A_{\text{пах}}$, глубина 0-30 см), $n = 48$

Зоны бархана	Содержание тяжелых металлов, мг/кг			
	Cu	Zn	Pb	Cd
Вершина бархана, $h = 5-6$ м	$8,0 \pm 0,4(35,6)$	$44,2 \pm 2,4(24,3)$	$13,0 \pm 0,6(15,2)$	$0,0038 \pm 0,0002(15,7)$
	7,1-10,0	42,6-50,8	12,8-15,6	0,0030-0,0047
Середина бархана, $h = 2-3$ м	$8,3 \pm 0,5(36,9)$	$48,7 \pm 2,1(32,5)$	$16,2 \pm 0,7(24,2)$	$0,0047 \pm 0,0003(23,2)$
	7,8-10,1	43,7-52,1	14,3-18,7	0,0037-0,0049
Основание бархана, $h = 0$ м	$15,0 \pm 0,7(26,6)$	$52,9 \pm 3,0(30,2)$	$19,6 \pm 1,0(19,8)$	$0,0049 \pm 0,0005(13,3)$
	8,4-12,5	48,3-53,8	17,6-19,7	0,0044-0,005
Среднее по всему бархану	$10,4 \pm 0,5(33,0)$	$48,6 \pm 2,5(29,0)$	$16,3 \pm 0,8(19,8)$	$0,0045 \pm 0,0003(17,4)$
	7,1-12,5	42,6-53,8	12,8-19,7	0,0030-0,0050

При техногенной трансформированности почв значение коэффициента K_c больше 1, и чем выше степень загрязнения, тем больше значение K_c [108]. В исследованных боровых песках кларки концентрации кадмия и свинца составляют 1,3 и 1,4 их кларка в земной коре, соответственно. Вместе с тем, среднее валовое содержание примерно 82% изученных элементов (медь, цинк, кобальт, хром, никель, ванадий, бериллий, марганец и стронций) от 1,3 до 4,3 раза ниже их кларка в земной коре по А.П. Виноградову [43]. Установлено, что содержание свинца близко к уровню концентрации элемента в поверхностном слое почв мира (25,0 мг/кг) [107], но выше кларкового значения для почв Восточного Казахстана (15,8 мг/кг) [188]. Содержание меди, кадмия, кобальта и марганца в 1,2-1,9 раза ниже их региональных фоновых значений для средней полосы Восточного Казахстана, в пределах которого располагается Семипалатинское Прииртышье; однако кон-

центрации свинца и цинка в 1,4-1,5 раза выше их региональных фоновых значений для средней полосы Восточного Казахстана (значение K_c в таблице 12).

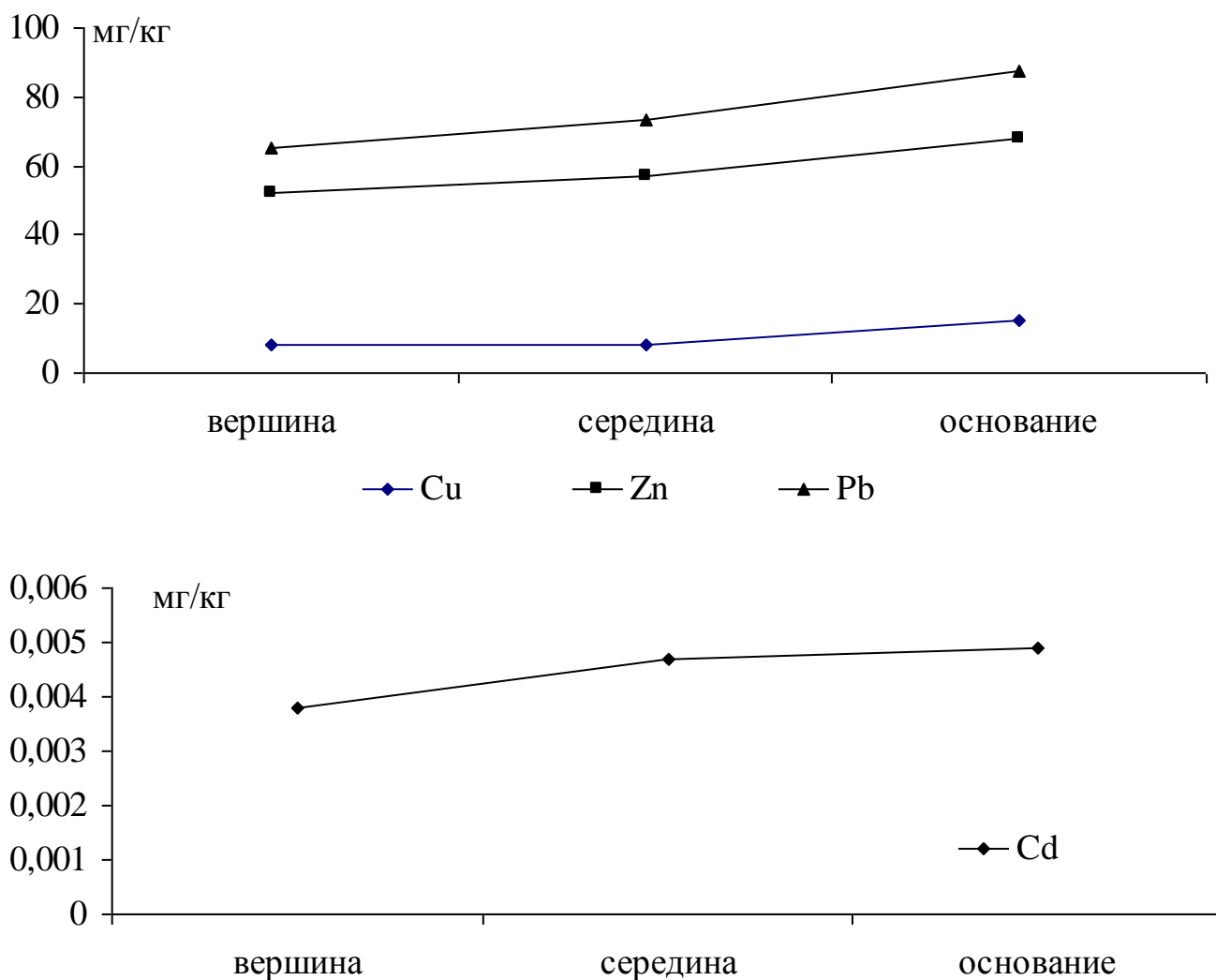


Рисунок 7 - Распределение тяжелых металлов по высоте песчаного бархана

Определенный вклад к природным массам свинца и цинка добавляют растворимые формы антропогенного происхождения, в частности выхлопные газы, аэрозоли от автотранспорта, лесные пожары [53, 71, 77, 80, 129, 134, 135, 271].

Для сосновых боров Прииртышья проблема лесных пожаров является наиболее актуальной. Влияние лесных пожаров является многоплановым и сложным [260], под их воздействием нарушается естественное равновесие между отдельными компонентами лесных экосистем.

**Значения кларка и коэффициента концентрации тяжелых металлов в
боровых песках**

Параметры	Cu	Zn	Pb	Cd	Co	Cr	Ni	V	Be	Mn	Sr*
Кс	0,5	1,4	1,5	0,8	0,7	-	-	-	-	0,5	-
Кк	0,2	0,7	1,4	1,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3
ПДК, *УДК	33,0	23,0	32,0	0,5	-	6,0	-	150,0	-	1500,0	750,0

Примечание - в таблице ПДК [254], *УДК [119].

Почва как неотъемлемая часть лесного сообщества также испытывает разностороннее влияние пожаров. Любое воздействие огня, как непосредственно, так и косвенно, отражается на химических и биологических свойствах почвы [33, 148]. Кроме того, в процессе тропосферной миграции происходит существенная трансформация состояния металлов, и часть форм, связанных с твердым веществом, переходит в растворимое состояние, и на поверхность почвенного и растительного покрова поступает значительно больше их растворимых форм, чем вовлекается в массообмен с атмосферой. Полученные рядом авторов результаты показывают, что наибольшие изменения под влиянием низовых пожаров происходит в верхних горизонтах почв: формируется новый маломощный органогенный пирогенный горизонт, который по химическим свойствам отличается от природных аналогов. В условиях боровых песков сосновых боров Семипалатинского Прииртышья низовые пожары носят катастрофический характер, приводя к исчезновению и без того малогумусированного поверхностного слоя, в зависимости от интенсивного пожара уничтожается вся подстилка, а иногда и часть подстильно-гумусо-аккумулятивного горизонта, что согласуется с литературными данными [33, 129, 234]. Согласно проведенным исследованиям [293], наблюдается

уменьшение влажности и увеличение объемной массы в исследуемых почвах после пожара. В ряде работ [260, 281] отмечается, что после пирогенного воздействия в верхних горизонтах почв происходит снижение кислотности, увеличивается содержание кальция и подвижных форм элементов минерального питания растений, что не может не повлиять на содержание тяжелых металлов в почвах и в растениях, произрастающих на них. По данным К.П. Куценого и др. [135] в условиях бореальных лесов Западной Сибири, влияние пожаров сказывается в основном на глубине до 10 см.

Тяжелые металлы, попадая на поверхность почвенного покрова, претерпевают ряд превращений, и в зависимости от характера геохимических барьеров, свойственных данной территории, рассеиваются или накапливаются. Очевидно, это послужило определяющим фактором в том, что концентрации выше ПДК выявлены только для Zn от 2,7 (2,1-3,0 раза), валовое содержание других металлов ниже значений их ПДК (таблица 12). В тоже время в работе И.Ю. Бахаревой [19] отмечается, что для почв ленточных боров зон сухой и умеренно-засушливой колочной степи Алтайского края отмечается незначительное увеличение содержания свинца и кадмия в золе подстилки.

Тем не менее, исследование боровых песков значительных изменений в элементном составе, связанных с воздействием пожара, не выявило. Это, видимо, связано с тем, что основные особенности содержания и профильного распределения химических элементов почвы наследуются от почвообразующих пород, а почвообразование накладывает на них свой отпечаток в виде специфических проявлений биогенной аккумуляции, физико-химической и механической миграции элементов [264]. Данные А.И. Сысо согласуются с мнением ряда авторов, которые в своих работах утверждают, что главным фактором, определяющим содержание тяжелых металлов в почвах, при отсутствии загрязнения являются материнские породы [42, 101, 103, 104, 188]. В почве биотические и абиотические процессы сопряжены и находятся под контролем биогенного фактора. Биогенная аккумуляция препятствует выщелачиванию элементов, способствуя стабилизации почвы. Растения проявляют избирательность по отношению к тем или иным элементам,

что обусловлено выработанными в процессе эволюции механизмами обмена веществ. Специфический химический состав растений, участвующих в почвообразовании, изменяет соотношения элементов верхних горизонтах почвы по сравнению с почвообразующими породами. Для выявления участия растительности в формировании микроэлементного состава боровых песков сосновых боров сопоставив данные о содержании металлов в золе растений и почвообразующих породах (древнеаллювиальные пески и супеси) средней полосы Восточного Казахстана [188], было установлено, что в золе растений относительно почвообразующих пород содержится в 10,4; 30,7; 6,1 и 1,9 раза больше меди, цинка, марганца и кобальта, соответственно. Следовательно, в условиях боровых песков имеются предпосылки для аккумуляции данных металлов в верхних горизонтах почвы, благодаря растениям.

Очень часто процессам аккумуляции металлов в верхнем горизонте почв препятствуют геохимические факторы и водная миграция. Рассчитанные коэффициенты, характеризующие степень прироста содержания металлов в боровых песках относительно почвообразующих пород, показали, что прирост меди составил 18,7%, цинка – 54,1%, кобальта – на 8,4%, а марганца – всего на 0,3%. Причиной низкого содержания марганца является то, что не всегда дополнительные количества этого элемента, поступающие в пески биогенным путем, достаточно прочно удерживаются ими. В то же время, такой абиогенный элемент как кобальт, может накапливаться в верхней части почвенного профиля в значительных количествах, благодаря своей низкой миграционной способности, незначительному выносу растениями и приуроченностью к достаточно высокому диапазону гранулометрических фракций.

Относительно меди, цинка, кобальта и марганца построены ряды изменения их концентраций от почвообразующей породы, валового содержания в боровых песках и до содержания в растениях (средний показатель по всем исследованным растениям): по меди: 6,30 – 11,04 – 4,26; по цинку: 40,10 – 61,78 – 41,83; по марганцу: 372,5 – 418,05 – 76,84; по кобальту: 5,0 – 5,42 – 0,53. Данные соотношения концентраций тяжелых металлов могут указывать на то, что содержание меди,

марганца и кобальта в поверхностном слое боровых песков более всего зависит от их содержания в почвообразующих породах. Несмотря на большую склонность к водной миграции цинк в боровых песках относительно почвообразующих пород накапливается в большей степени. Это связано с очень высокой его биогенностью и, как и кобальта, приуроченностью к достаточно широкому диапазону гранулометрических фракций [261]. Таким образом, микроэлементный состав поверхностного слоя боровых песков видоизменяется относительно почвообразующих пород, что является следствием биогеохимических процессов, происходящих в почве, в том числе и под влиянием растительности. Активную почвообразовательную роль растений можно проследить в отношении содержания в поверхностном слое боровых песков цинка. Учитывая коэффициенты биологического поглощения, благодаря травянистым растениям, поверхностный слой боровых песков относительно почвообразующих пород может получать значительные дополнительные количества меди, цинка, свинца, кадмия, кобальта, никеля, стронция и марганца, а благодаря грибам – свинца и кадмия.

Между концентрацией металлов в почвенных растворах и их поглощением корнями растений, как правило, существует прямая линейная зависимость. Сведения о валовом содержании тяжелых металлов в почвах не достаточны для того, чтобы оценить обеспеченность ими растений, необходимы данные о содержании мобильных форм металлов в почвах [92, 105], извлекаемых путем кислотной экстракции или с применением специфических комплексообразователей.

С целью более полной агрохимической и экотоксикологической оценки почв в задачи эксперимента, наряду с валовым анализом, входило изучение подвижных форм тяжелых металлов. Изучение подвижных форм химических элементов необходимо для выявления уровней толерантных и токсичных концентраций, нахождения ближайших резервных источников элементов в почве, способных поддерживать оптимальный уровень концентрации в почвенном растворе. Информацию о содержании в почве подвижных форм соединений химических элементов можно использовать для оценки степени техногенного загрязнения [137].

Вклад техногенной составляющей в общее содержание химического элемента в почве можно оценить, используя экстракционный критерий, представляющий собой отношение содержания химического элемента в кислых вытяжках к их валовому содержанию, выраженное в процентах. В зависимости от физико-химических свойств и гранулометрического состава для фоновых почв это отношение составляет 5-20%, а для техногеннозагрязненных – более 50%. Вытяжка 1 н. раствором HCl является показательной для сравнительной характеристики уровня загрязнения почв и выявления наиболее загрязненных участков [137, 233]. Раствор 1н. HCl вместе с обменными формами переводит в раствор и специфически сорбированные соединения металлов. Ацетатно-аммонийный буфер с pH 4,8 извлекает обменные формы [162].

Установлено, что содержание исследованных металлов в трех подвижных формах убывает в следующем порядке, мг/кг: в кислоторастворимой форме: $Mn > Zn > Sr > Pb > Cu > V > Ni > Co > Cr > Cd > Be$; в обменной: $Mn > Sr > Zn > Pb > Be > Cr > Co > V = Ni > Cu > Cd$; в водорастворимой форме: $Mn > Sr > Zn > Pb = V > Co > Ni > Cd > Cu = Be$.

Анализ закономерностей распределения подвижных форм металлов в верхнем горизонте боровых песков позволяет сделать вывод о том, что отчетливо выделяется биологическое накопление подвижных форм марганца. Таким образом, исследуемые боровые пески сосновых боров Семипалатинского Прииртышья можно отнести к биогеохимической провинции с резким дефицитом подвижного свинца, кадмия, меди, кобальта, хрома, никеля, ванадия, бериллия, стронция, цинка и повышенным содержанием подвижного марганца. Полученные данные согласуются с данными М.С. Панина [188], который характеризует почвы средней полосы Восточного Казахстана как богатые содержанием подвижного марганца, а почвы Прииртышской впадины бедными и очень бедными подвижным кобальтом, медью и цинком.

Среднее суммарное содержание подвижных форм тяжелых металлов в боровых песках и их соотношение иллюстрируют таблица 13 и рисунок 8.

Подвижные формы тяжелых металлов в боровых песках сосновых боров в верхнем горизонте почвы на глубине 0-30 см, n= 78

Элемент	Формы соединений в почве, мг/кг		
	Кислоторастворимая	Обменная	Водорастворимая
Cu	<u>0,33±0,03(103,77)</u> 0,09-0,90	<u>0,047±0,003(64,75)</u> сл. – 0,08	<u>0,005±0,0002(31,63)</u> 0,003-0,007
Zn	<u>2,14±0,20(111,42)</u> 0,30-7,80	<u>0,73±0,04 (503,50)</u> 0,10-3,40	<u>0,08±0,0003(256,22)</u> 0,04-0,19
Pb	<u>0,80 ±0,05(61,48)</u> 0,22-1,60	<u>0,14±0,008(103,53)</u> 0,05-0,48	<u>0,05±0,0002(39,04)</u> 0,03-0,12
Cd	<u>0,032±0,0017(112,67)</u> <u>0,001-0,115</u>	<u>0,006±0,0018(99,30)</u> <u>0,003-0,028</u>	<u>0,006±0,0002(232,74)</u> <u>0,002-0,059</u>
Co	<u>0,129±0,007(106,87)</u> <u>0,020-0,049</u>	<u>0,053±0,003(27,47)</u> <u>0,040-0,110</u>	<u>0,019±0,001(17,68)</u> <u>0,011-0,030</u>
Cr	<u>0,10±0,006(228,09)</u> 0,02-0,84	<u>0,06±0,003(44,88)</u> 0,05-0,16	<u>0,02±0,001(30,62)</u> 0,01-0,03
Ni	<u>0,15±0,009(101,14)</u> 0,01-0,52	<u>0,05±0,002(29,84)</u> 0,04-0,06	<u>0,01±0,006(33,78)</u> 0,005 – 0,03
V	<u>0,24±0,014(85,47)</u> 0,050-0,880	<u>0,05±0,003(15,35)</u> 0,04-0,07	<u>0,05±0,002(18,52)</u> 0,03-0,007
Be	<u>0,010±0,001(327,11)</u> 0,005-0,220	<u>0,072±0,004(116,46)</u> 0,005-0,095	<u>0,005±0,0003(118,31)</u> 0,003-0,006
Mn	<u>23,14±1,17(305,22)</u> 7,20-61,00	<u>6,17±0,36(2097,65)</u> 1,10-15,00	<u>0,33±0,02(93,00)</u> 0,01-1,28
Sr	<u>1,14±0,07(80,06)</u> 0,40-2,50	<u>0,88±0,05 (73,93)</u> 0,27-2,40	<u>0,11±0,006(107,58)</u> 0,04-0,53

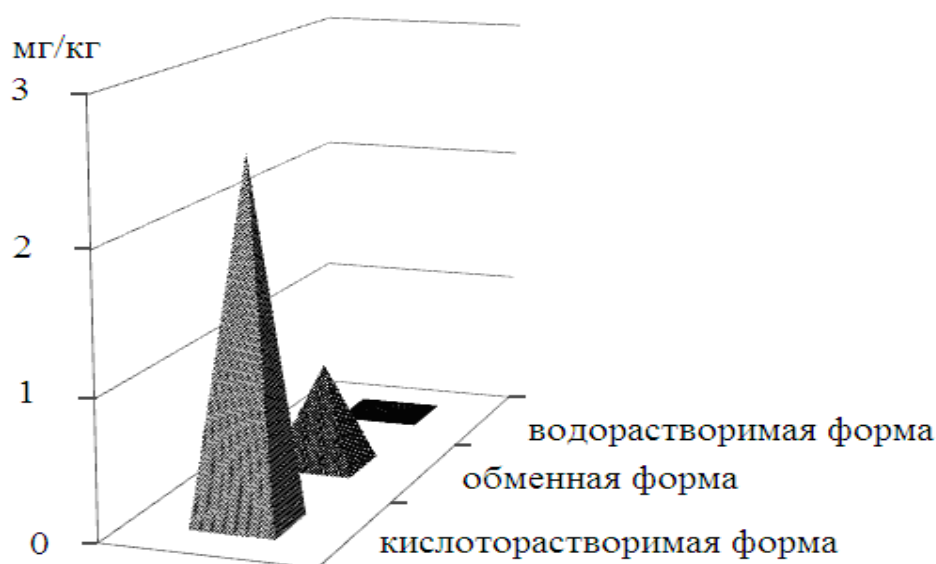


Рисунок 8 - Соотношение подвижных форм тяжелых металлов в боровых песках сосновых боров Семипалатинского Прииртышья, мг/кг

Установлено, содержание подвижных форм металлов в боровых песках не превышает ПДК для подвижных форм в почвах и составляет от 1,0 до 4,4 % его величины (таблица 14). Можно предположить, что между содержанием подвижных форм металлов имеется тесная связь с гранулометрическим составом боровых песков и содержанием в них гумуса.

Вместе с тем, информацию о содержании в почве подвижных форм соединений металлов можно использовать для оценки степени техногенного загрязнения [15, 137, 138]. Определение доли подвижной формы металлов, в общем, их содержании в песках сосновых боров позволяет выявить экологически неблагоприятные компоненты ландшафта, способные служить источником вторичного химического загрязнения сопряженных с боровыми песками сред – растительного и грибного покрова. В обследуемых боровых песках соотношение трех подвижных форм исследуемой группы металлов к их валовому содержанию, а, следовательно, и доступность для растений невелики и составляют для, %: Cd – 9,0; Mn – 2,4; Zn, Co и Be – 1,6; Pb – 1,4; Cu – 1,1; Sr – 0,6; Ni – 0,5; Cr и V – 0,3 (рисунке 9).

Уровень содержания подвижных форм тяжелых металлов относительно ПДК почв для подвижных форм, извлекаемых ацетатно-аммонийным буфером с рН 4,8

Металл	Обменная форма (экстрагент ААБ рН 4,8) (наши данные)	ПДК почв для подвижной формы (экстрагент ААБ рН 4,8)	Уровень содержания тяжелых металлов от ПДК, в %
Cu	0,047	3,0	1,6
Zn	0,73	23,0	3,2
Pb	0,14	4,0-6,0	2,3-3,5
Co	0,053	5,0	1,1
Cr	0,06	6,0	1,0
Ni	0,05	4,0	1,25
Mn	6,17	140,0	4,4

Примечание - ПДК для подвижной формы в почвах (экстрагент ААБ рН 4,8) [200, 215, 312].

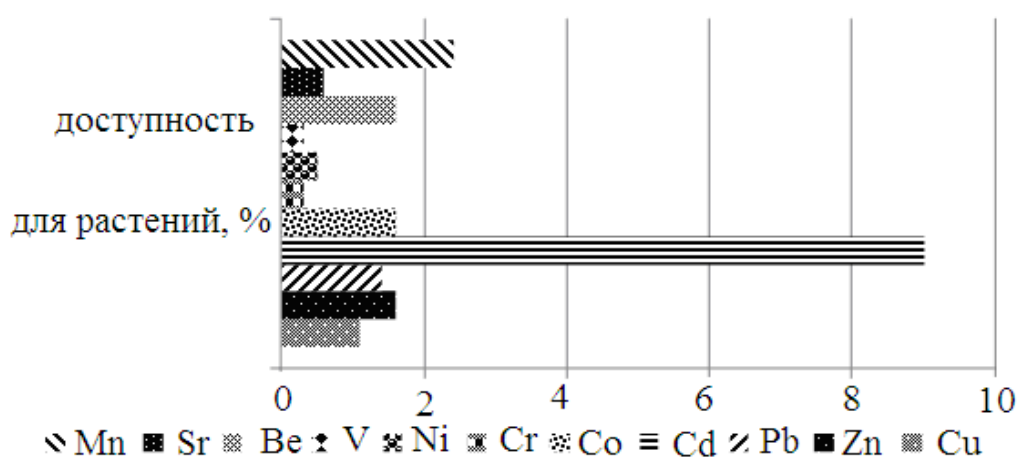


Рисунок 9 - Доступность тяжелых металлов растениям, определяемая по соотношению подвижных форм тяжелых металлов к их валовому содержанию %

На основе экстракционного критерия установлено, что боровые пески сосновых боров по отношению кислоторастворимых форм исследуемой группы элементов к их валовому содержанию, относятся к категории фоновых почв, %: Cd – 19,2; Mn – 5,5; Zn – 3,5; Pb – 3,4; Cu – 3,0; Co – 2,4; Ni=Sr – 1,0; V – 0,6; Cr=Be – 0,5. С одной стороны, это свидетельствует о благополучной обстановке почв. С другой стороны, является подтверждением их слабой обеспеченности подвижными формами микроэлементов для растений и, соответственно, повышенной уязвимостью почв при изъятии химических элементов из системы почвы – растения при сельскохозяйственной и лесной деятельности, вырубке лесов, пожарах, о чем также указывается и в работах С.Б. Сосоровой и др. [260].

Одной из важнейших форм соединений металлов в почвах является водорастворимая, характеризующая содержание их в почвенном растворе и определяющая во многом поглощение растениями и миграцию по профилю почвы. Конечно, более правильно выделять непосредственно водный раствор из активного почвенного образца с его естественной влажностью, но это сопряжено со значительной сложностью и трудоемкостью извлечения раствора, поэтому чаще всего используют водную вытяжку. Состав водной вытяжки и содержание в ней металлов определяется, прежде всего, кислотно-щелочным и окислительно-восстановительным равновесиями, содержанием хелатообразующих соединений, активностью микробиоты и составом почвенной атмосферы.

Подвижность элементов в процессах выветривания сильно различается и определяется устойчивостью минералов их образующих и электрохимическими свойствами элементов. Содержание водорастворимой формы металлов в почвах определяется, главным образом, их адсорбционно-десорбционным равновесием, которое сдвигается в сторону прочносвязанной формы.

Изучение водорастворимых форм соединений металлов в борových песках сосновых боров Семипалатинского Прииртышья (таблица 13) показало, что в водорастворимых формах содержится минимальное количество исследованных металлов от валового содержания: 0,05% Cu; 0,13 % Zn; 0,22 % Pb; 3,59 % Cd; 0,35 % Co; 0,10 % Cr; 0,07 % Ni; 0,13 % V; 0,28 % Be; 1,89 % Mn; 0,10 % Sr.

Выведенные регрессионные уравнения прямолинейной функции, показали, что между валовым содержанием и подвижными формами металлов в песках, об-

наружена достоверно высокая прямая корреляционная зависимость (таблица 15), что подтверждается рассчитанными коэффициентами корреляции ($r = 0,98-0,99$).

Фоновое содержание металлов в каждом типе почв в основном подчиняется нормальному закону распределения, а уровень накопления в почвах, главным образом, зависит от состава почвообразующих пород [188]. В результате перераспределения элементов при массообмене между почвой и почвообразующей породой в ходе развития почв (по мере усложнения их структуры и функции) меняются концентрации тяжелых металлов, растет их флуктуация, но геохимическая специализация сохраняется, что подтверждает породогенность тяжелых металлов в почвах.

Полученные результаты по содержанию, накоплению и распределению тяжелых металлов в поверхностном слое боровых песков сосновых боров, позволяют предположить, что гипергенные процессы - почвообразование, водная миграция, климатические факторы, а также техногенное воздействие человека - вносят коррективы в первоначальный уровень содержания тяжелых металлов в материнском субстрате, но прямое влияние на содержание тяжелых металлов в почве имеют именно факторы почвообразования, а не породы.

Таблица 15

Регрессионные уравнения прямолинейной функции, отражающие корреляционную зависимость между валовым содержанием и подвижными формами тяжелых металлов в почве

Подвижные формы тяжелых металлов		
Кислоторастворимая	Обменная	Водорастворимая
$y = 17,366x + 19,587$ $R^2 = 0,9548$	$y = 66,245x + 14,386$ $R^2 = 0,9822$	$y = 1267,6x - 14,819$ $R^2 = 0,9819$

Почвообразование - это весьма активный процесс. Оно приводит к определенным нарушениям микроэлементного процесса, характерного для почвообразующей породы. При почвообразовании происходит не только биогенное накопление тяжелых металлов, но и изменение их пропорций в благоприятную для растений сторону [188].

4.2 Биогеохимические особенности содержания тяжелых металлов в органах древесных и травянистых растений сосновых боров Семипалатинского Прииртышья

Из числа факторов, оказывающих влияние на лесорастительные условия, наиболее существенное значение имеет климат, характеризующийся резкой континентальностью. Летом сюда проникают сухие и горячие ветры, дующие со среднеазиатских пустынь, зимой – арктический холод. В связи с этим, погодные условия отличаются сухостью. Высокими летними и низкими зимними температурами воздуха, неустойчивыми по годам количеством выпадающих атмосферных осадков, большим количеством солнечной радиации. Период активной вегетации древесных пород (температура воздуха выше +10 °С) составляет 180 дней. Продолжительность активной вегетации сокращается из-за поздне-весенних и ранне-осенних заморозков. Безморозный период длится около 110 дней. Совокупность всех перечисленных отрицательных факторов оказывает неблагоприятное влияние на возобновление и рост древесных растений. Основной лесообразующей древесной породой семипалатинских сосновых боров является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*). Ареал ее распространения довольно обширный. Тип растительности – интразональный, так как она произрастает в самых разнообразных природно-климатических условиях, что предопределяет ее сильно выраженную географическую изменчивость [193]. В отличие от других хвойных пород сосна обыкновенная имеет большую глубину покоя и меньше повреждается во время зимних оттепелей [194]. В то же время сосна обыкновенная отличается высокой чувствительностью к загрязнениям окружающей среды, что сказывается на продуктивности древостоя.

Из параметров фитоценоза наиболее значимыми считаются параметры древостоя, поскольку именно древостой принимает на себя основную нагрузку, определяя всю последующую циркуляцию элементов в лесной экосистеме, формируя

малый круговорот веществ. В ходе исследования было рассчитано, что фитомасса древостоя сосны обыкновенной составляет 175,84 т/га; фитомасса надземной части дерева, включая фитомассу ствола, ветвей, коры, хвои – 246,18 т/га.

Исследование способности или возможности окружающей среды к восстановлению, что называется другими словами – ассимиляционным потенциалом, является ключевым вопросом экономики природопользования. Ассимиляционный потенциал - это способность окружающей среды к процессам биосинтеза. В данное понятие заложена идея, что биосфера способна усваивать, выдерживать негативные воздействия возмущающих внешних факторов: антропогенной и естественной деятельности. Исходя из этого определения, ассимиляционный потенциал это одна из функций биосферы, которая обеспечивает естественный круговорот веществ. Способность природной среды к восстановлению своих характеристик, определяется скоростью ассимиляции или усвоения и поэтому ее оценка может быть как качественной, так и количественной. Если знать величину ассимиляционного потенциала, то значит можно решить важнейшую проблему экономики природопользования: научиться разумно управлять хозяйственной деятельностью человека в рамках предельно допустимого давления на биосферу, до тех пор пока природная среда способна к ресурсо- и средообразующим функциям. Превышение этих пределов ведет к нарушению территориально-экологического равновесия и потери устойчивости, то есть нарушению баланса между ассимиляционным потенциалом и антропогенной нагрузкой, которой был внесен хозяйственной деятельностью. Существует несколько воззрений на данный вопрос. В данной работе применен социально-экономико-экологический подход, подразумевающий ассимиляционную емкость территорий как одну из категории экологических функций. Определение ассимиляционного потенциала основывается на выявлении косвенных показателей антропогенной нагрузки, в частности уровень накопления тяжелых металлов древостоем, характеризующим экологическую ситуацию в сосновых борах. Количество химических элементов, находящихся в составе массы зрелого фитоценоза характеризуется емкостью биологического поглощения. При этом роль регуляторного звена принадлежит ассимилирующим ор-

ганам, в частности хвое, определяющей рост и развитие других органов растения. Под влиянием средового стресса сокращается длина хвои и площадь ее поверхности, что соответственно приводит к снижению продуктивности фотосинтеза. В условиях резко континентального климата, характерного для исследуемой территории, при довольно частом повторении засушливых лет хвоя у потомств сосны, достигает своих максимальных размеров и в большинстве случаев характеризуется «короткой» и «средней» хвоей. Однако в отдельные благоприятные по тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода годы показатели ее длины закономерно возрастают [213]. От величины годичного роста хвои, длина хвои может достигать от 2-5 см, зависит и величина биогенного поглощения металлов. В годы, отличающиеся повышенным ростом хвои до 7-8 см за один вегетационный период, величина биогенной аккумуляции металлов хоть и незначительно, но возрастает. Иными словами, под влиянием определенных факторов внешней среды в конкретный момент времени изменяется химический состав не только отдельных органов и тканей растений, но и фитоценоза в целом. Важным показателем интенсивности биогеохимического круговорота является скорость обращения химических элементов, в том числе и тяжелых металлов.

Содержание и степень подвижности тяжелых металлов в растениях тесно связаны с особенностями рельефа и климата, свойствами почвообразующих пород и почв [187]. Базовым критерием, указывающим на естественный состав элементов, и соответственно, ненарушенный питательный режим фитоценоза, служит содержание химических элементов на фоновых территориях. Как показали исследования, боровые пески по уровню содержания тяжелых металлов можно отнести к фоновым территориям. Тем не менее, значительная часть сосновых боров находится в пределах населенных пунктов и испытывает на себе негативное антропогенное воздействие урбоэкосистем, что приводит к нарушению питательного статуса древостоев за счет нерегулярного привноса элементов – поллютатов. Зеленые насаждения обладают уникальной фильтрующей способностью, способны поглощать из воздуха и нейтрализовать в тканях значительные количества вредных компонентов промышленных эмиссий, способствуя сохранению оптимального га-

зового баланса в атмосфере [295]. В тоже время, природные экосистемы, в том числе, расположенные в пределах населенных пунктов, наделены свойством самоорганизации, которое дает им возможность стабильно и продуктивно функционировать в сложившихся условиях. В связи с этим, в экологических исследованиях зеленые насаждения, а чаще сосну обыкновенную (*Pinus sylvestris L.*) активно используют как биоиндикационный показатель состояния окружающей среды, в том числе и на загрязнение тяжелыми металлами. Полученные данные о содержании тяжелых металлов в органах и тканях сосны обыкновенной, представлены в приложении В и на рисунке 10.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что по мере роста растений элементы перераспределяются по их органам и тканям с определенной закономерностью, некоторые элементы накапливаются в тесной зависимости друг с другом. Так для ванадия и бериллия выявлено схожее распределение по органам сосны обыкновенной, которое можно выразить следующим, убывающим рядом: древесина > побеги > хвоя > шишки.

Кривые распределения концентраций цинка и стронция по органам сосны имеют ярко выраженное сходство (рисунок 10), одинаково уменьшается в хвое разного возраста, соответственно: хвоя 3 года > хвоя 4 года > хвоя 1 года > хвоя 2 года жизни. Распределение концентраций цинка и стронция в побегах имеет следующий вид: побеги 5-7 лет > побеги 3 года > побеги 1 года > побеги 4 года > побеги 2 года жизни. Несмотря на выявленное сходство в целом, имеются и некоторые различия, распределение данных элементов по органам и тканям сосны обыкновенной можно выразить следующими убывающими рядами, мг/кг:

для цинка: побеги (30,3) > хвоя (29,4) > древесина (23,7) > шишки (18,7);

для стронция: древесина (18,4) > побеги (15,9) > хвоя (13,0) > шишки (11,8).

Выявлено, что исследованные металлы неравномерно распределяются по органам и тканям сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*), что можно выразить убывающими рядами в мг/кг:

медь: побеги (3,47) > древесина (3,04) > хвоя (2,53) > шишки (1,37).

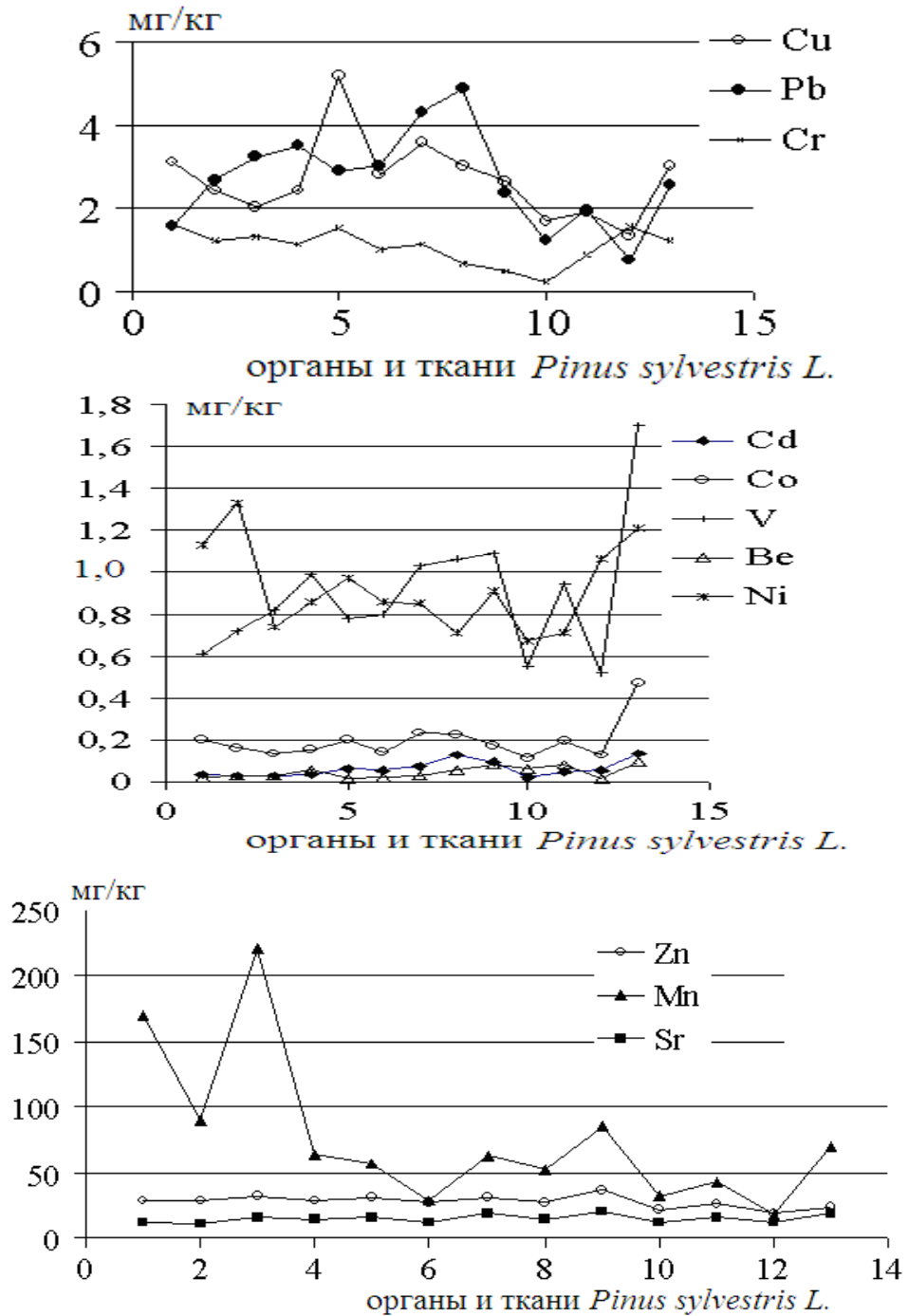


Рисунок 10 - Распределение тяжелых металлов по органам и тканям *Pinus sylvestris L.*

Примечание - на рисунке представлены органы и ткани *Pinus sylvestris L.*: с 1 по 4 – хвоя 1-4 года жизни; с 5 по 9 – побеги от 1-4 до 5-7 лет жизни; 10- корка с южной стороны, 11 – корка с северной стороны дерева; 12 – шишки; 13 – древесина – совокупность годичных колец.

цинк и свинец, соответственно: побеги (30,0 и 3,51) > хвоя (29,76 и 2,77) > древесина (23,70 и 2,57) > шишки (18,72 и 0,77).

кадмий: древесина (0,136) > побеги (0,082) > шишки (0,056) ≥ хвоя (0,030).

кобальт; ванадий; бериллий и стронций, соответственно: древесина (0,426; 1,70; 0,096 и 18,39) > побеги (0,192; 0,95; 0,039 и 15,90) > хвоя (0,161; 0,79; 0,033 и 13,04) > шишки (0,126; 0,52; 0,015 и 11,76).

хром: шишки (1,57) > хвоя (1,35) > древесина (1,25) > побеги (0,98).

никель: древесина (1,21) > шишки (1,06) > хвоя (1,02) > побеги (0,86).

марганец: хвоя (135,99) > древесина (70,05) > побеги (56,93) > шишки (17,73).

Максимальное содержание большинства исследованных металлов отмечается в древесине сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*), что можно принять за многолетнее суммарное накопление в стволе дерева. В лесных экосистемах древесина является основным хранилищем углерода и зольных элементов, накапливаемых лесными экосистемами, и это рассматривается как приспособление к автономизации их биологического круговорота [210]. Минимальное содержание металлов обнаружено в шишках. Известно, что у растительного организма имеется ряд защитных морфологических структур и разнообразных свойств, призванных оберегать жизненно важные центры, органы репродукции, например, шишки, от избыточного накопления металлов. Защитные механизмы основаны на уменьшении подвижности элементов, скорее всего за счет хелатирования. В качестве веществ, образующими с металлом хелат, могут служить аминокислоты, органические кислоты и два класса пептидов: фитохелатины и металлотионеины. В тоже время, какого-либо единственного механизма, обеспечивающего толерантность растения к нескольким разным тяжелым металлам, не существует. Для развития устойчивости к данному конкретному металлу используется не один, а несколько различных механизмов, повышения толерантности растений к металлам, направленных на удаление избыточного содержания металла из цитоплазмы и тем самым на предотвращение его возможных токсических эффектов [241].

Полученные результаты о содержании тяжелых металлов органами и тка-

нями сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) легли в основу расчета биогеохимического круговорота металлов древостоем сосны обыкновенной в условиях сосновых боров Семипалатинского Прииртышья (таблица 17). При расчете использовали данные Л.Е. Родина и Н.И. Базилевич [227], согласно которым, наибольшие значения индекса разложения опада в тундре и болотах севера, в хвойных лесах – 10-17, а наименьшие (около 1) – в степях и полупустынях.

Таблица 17

**Показатели биогеохимического круговорота тяжелых металлов
древостоем сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*)**

Элемент	Масса тяжелых металлов, вовлеченных в биогеохимический круговорот с учетом индекса разложения фитомассы, т/га	
	фитомассой надземной части дерева	фитомассой древостоя
Cu	0,557	0,127
Zn	1,071	1,200
Pb	0,557	0,127
Cd	0,0026	0,0029
Co	0,0087	0,0090
Cr	0,046	0,052
Ni	0,039	0,043
V	0,037	0,041
Be	0,0002	0,0021
Sr	0,610	0,683
Mn	3,190	3,573
В сумме	6,1185	5,860

Важным фактором, определяющим рост, развитие и распространение различных видов растений являются климатические условия [193]. В ходе исследо-

вания установлено, что по показателю продуктивности древостой сосновых боров соответствует среднему классу бонитета (II-V), который составляет 95% от всех сосновых насаждений. Из этого следует, что почвенно-климатические условия вполне обеспечивают произрастание насаждений сосны обыкновенной средней производительности. Вместе с тем, почвенные, климатические и гидрологические условия не пригодны для произрастания полноценных лиственных насаждений.

Состояние древостая на исследуемых участках сосновых боров по классификации Крафта соответствует I-III классу жизненности в зависимости от место-произрастания. Полученные результаты позволяют предположить, что древостой сосновых боров характеризуется достаточно высокой емкостью биологического поглощения тяжелых металлов.

Установлено, что содержание бериллия, ванадия и свинца в органах и тканях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) с возрастом увеличивается, т.е. происходит процесс бионакопления. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*), являясь механическим барьером, в процессах миграции металлов, осуществляет их биоаккумуляцию в многолетней фитомассе (ствол, ветви, корка), при этом может происходить дисбаланс элементов питания, т.е. нарушение питательного статуса деревьев. На элементный состав органов и тканей сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) существенное влияние оказывает место отбора (приложение Г, рисунок 11), что отражается на интенсивности биогеохимического круговорота металлов фитомассой древостая сосновых боров, классе бонитета и классе жизненности деревьев (приложение Д).

Определенную информацию о накоплении токсических веществ и об изменении режима питания растительного организма в целом дает листовой анализ [295, 296]. Листовая система является мощным воздушным насосом дерева, в наибольшей степени обеспечивающим поглощение и накопление значительного количества поллютантов [127, 149, 235].

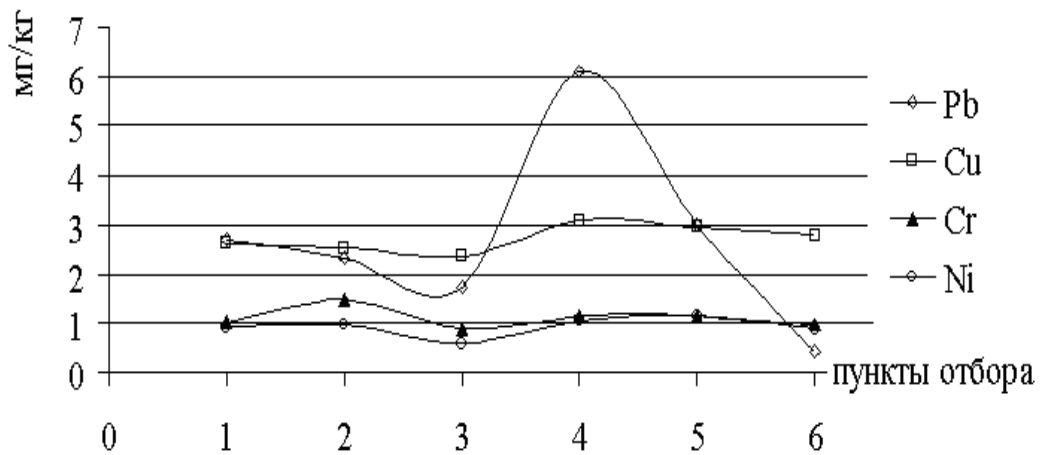
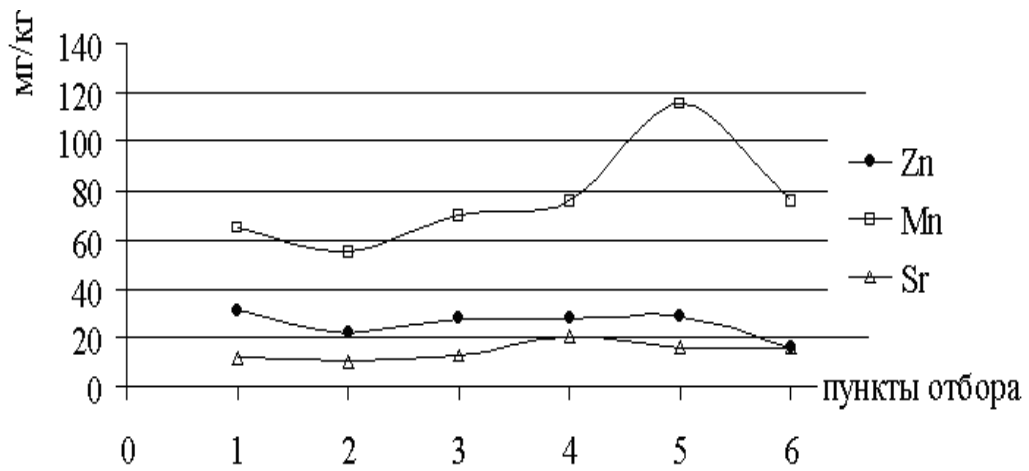
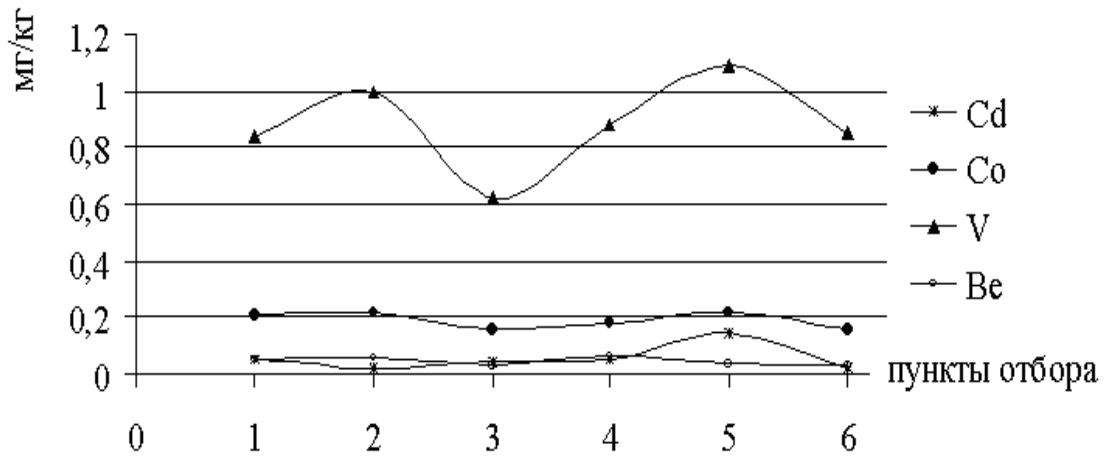


Рисунок 11 - Содержание тяжелых металлов в органах и тканях *Pinus sylvestris L.* по пунктам отбора

Пункты отбора: сосновый бор в окрестностях: 1. с. Бегень; 2. с. Бегень (горельник 2007 г.); 3. с. Долонь; 4. с. Сосновка; 5. г. Семей; 6. Бородулихинский район

Информация о содержании тяжелых металлов в листьях *Betula pendula Roth.* и *Populus tremula L.* в хвое *Pinus sylvestris L.* представлена на рисунке 12.

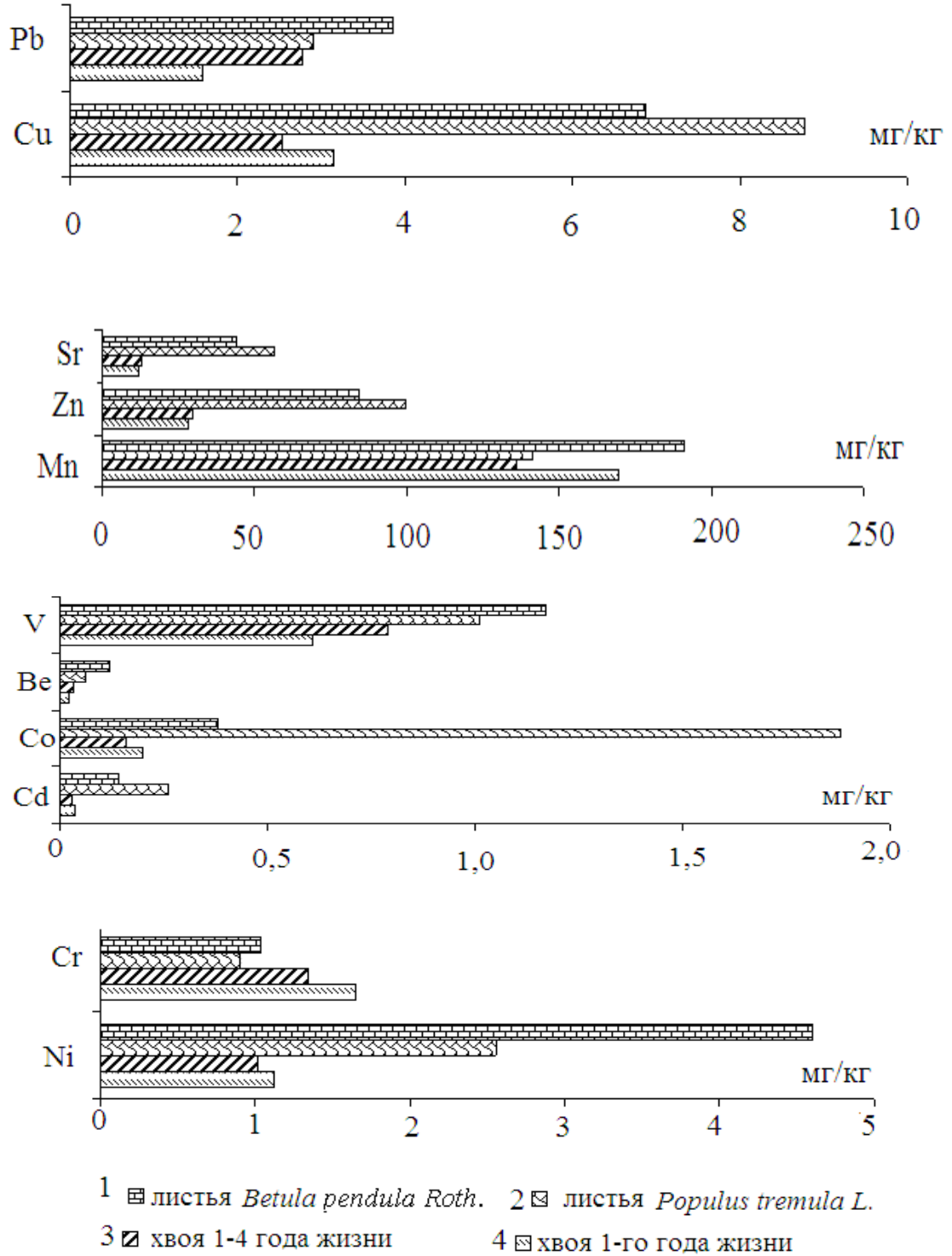


Рисунок 12 - Распределение тяжелых металлов в хвое *Pinus sylvestris L.* и листьях *Betula pendula Roth.* и *Populus tremula L.*

Сравнительный анализ выявил, что листья осины обыкновенной (*Populus tremula L.*) в больших концентрациях накапливают медь, цинк, стронций, кадмий и кобальт по сравнению с листьями березы повислой (*Betula pendula Roth.*), аккумулирующими повышенные количества свинца, никеля, ванадия, бериллия и марганца. В сравнении с листьями, хвоя первого года жизни сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) отличается более низким накоплением практически всех рассматриваемых тяжелых металлов, кроме хрома, содержание которого превышает таковое в листьях осины обыкновенной (*Populus tremula L.*) и березы повислой (*Betula pendula Roth.*). Выявлены различия и в аккумуляровании тяжелых металлов побегами первого года жизни. Выявлено, что содержания цинка, свинца, кадмия, кобальта, ванадия, бериллия и стронция выше в побегах осины обыкновенной (*Populus tremula L.*), а меди, хрома, никеля и марганца в побегах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) (приложения В, Е). Установлено, что побеги березы повислой (*Betula pendula Roth.*) отличаются наименьшим содержанием всех изученных металлов.

Определенным депо по отношению к металлам служит и корка деревьев. Корка значительно увеличивает диаметр ствола, а стало быть, и площадь его поверхности, что может играть важную функциональную роль в связывании металлов. В тоже время, распределение металлов в корке может существенно различаться, например, зольность корки с южной стороны и у сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) и у осины обыкновенной (*Populus tremula L.*), примерно в 1,2 раза больше, чем с северной стороны. Содержание всех исследуемых металлов с южной стороны, наоборот, меньше, чем с северной от 1,1 до 3,4 раза в зависимости от элемента (приложения В, Е). Однако аккумулятивная способность корки хвойных и лиственных деревьев имеет ряд существенных отличий. Медь, цинк, свинец, кадмий, кобальт, ванадий и стронций (63,6% изученных нами металлов) накапливаются в корке осины обыкновенной (*Populus tremula L.*) в больших концентрациях, чем в корке сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*), а хром, бериллий и марганец сильнее накапливаются в корке сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*). В корке обоих деревьев обнаружены равные количества никеля.

Оценивая среднее содержание металлов в органах и тканях деревьев, выявлено, что содержание свинца превышает в 2,3-7,6 раза ПДК, приведенные в работах Н.В. Лукиной и В.В. Никонова [147], органы и ткани сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) склонны к накоплению меди в концентрациях, равных 6,1 ПДК. В то же время среднее содержание всех металлов в органах и тканях исследованных деревьев (рисунок 13) во всех пунктах отбора значительно ниже критических и фитотоксичных их значений, приводимых в работах ряда авторов (таблица 21).

Таблица 21

ПДК, критическое, токсичное, избыточное и фитотоксичное содержание металлов в растениях по данным разных авторов, мг/кг сухого вещества

Элемент	ПДК	Содержание элементов в растениях			
		Критическое	Токсичное	Фитотоксичное	Избыточное
Cd	0,05-0,10	3,0	>80,0	> 100,0	5,0-30,0
Co	-	5,0	>100,0	>100,0	15,0-50,0
Zn	300,0	300,0	>400,0	>400,0	100,0-400,0
Pb	0,5-1,2	10,0	-	>60,0	30,0-300,0
Cu	-	150,0	20,0	>20,0	20,0-100,0
Mn	-	300,0	>500,0	>500,0	300,0-500,0
Ni	-	3,0	>80,0	>80,0	10,0-100,0
Cr	-	2,0	-	>100,0	5,0-30,0

Примечание - в таблице данные ПДК [147]; содержание элементов в растениях: критическое [306]; токсичное [308]; фитотоксичное [323]; избыточное [107].

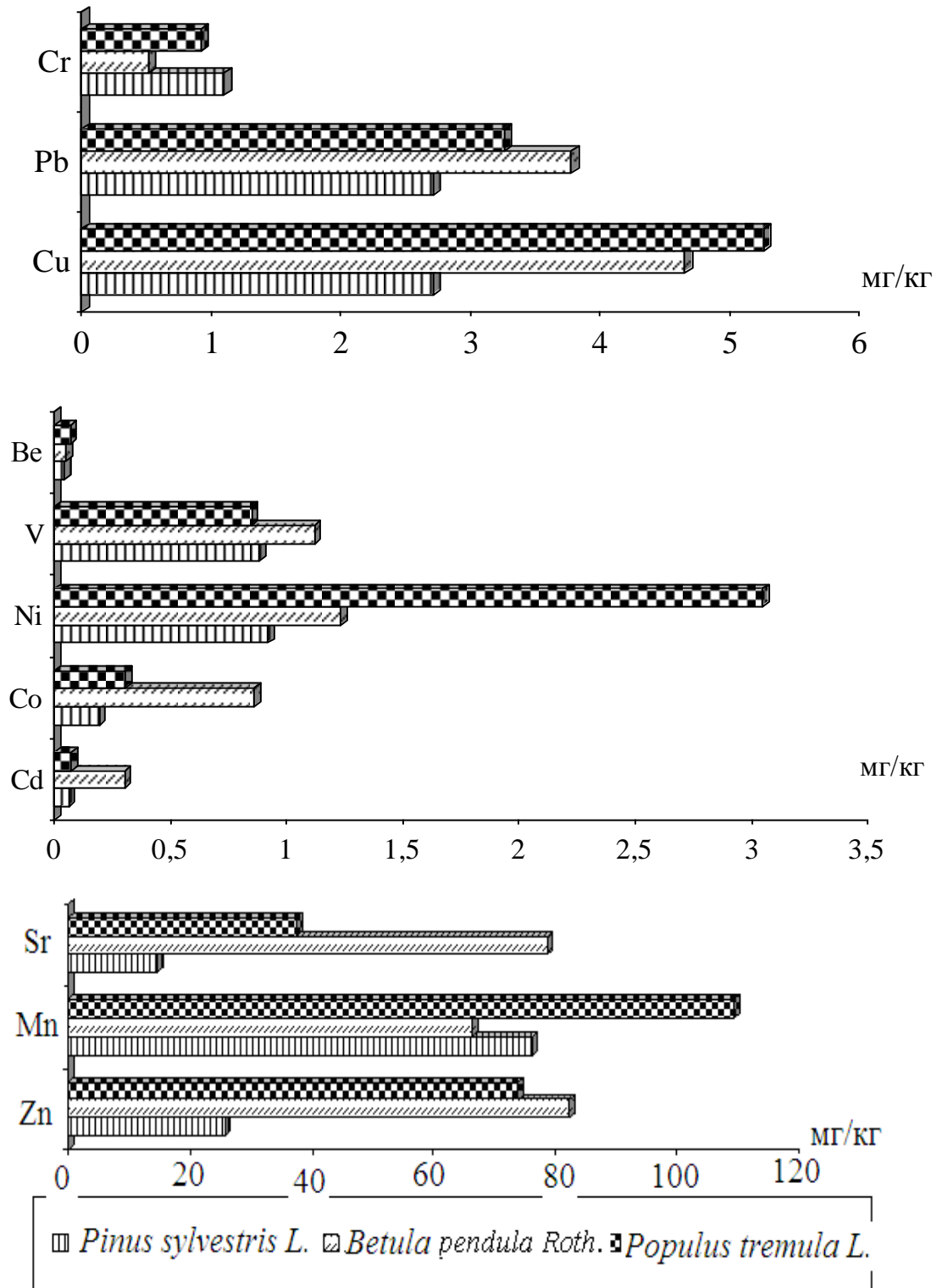


Рисунок 13 - Среднее содержание тяжелых металлов в органах *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth., *Populus tremula* L.

Сравнивая накопления металлов (по их средним значениям) в органах исследованных деревьев, показал, что осина обыкновенная (*Populus tremula L.*) в повышенных концентрациях накапливает свинец, кадмий, кобальт, цинк, ванадий и стронций. Вегетативные органы березы повислой (*Betula pendula Roth.*) усиленно аккумулируют соединения меди, никеля, марганца и бериллия, а сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) – соединения хрома.

Выведенные формулы геохимической специализации химического состава разных видов древесных растений указывают на то, что лиственные породы деревьев, в частности осина обыкновенная (*Populus tremula L.*), более склонны к накоплению кадмия и цинка.

Формула геохимической специализации для сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) имеет следующий вид – $Cd_{0,47}Zn_{0,31}Pb_{0,17}Ni_{0,16}Mn_{0,08}Cu_{0,06}Sr_{0,04}V=Co=Cr=Be_{0,01}$; для осины обыкновенной (*Populus tremula L.*) – $Cd_{2,33}Zn_{1,0}Pb_{0,24}Sr_{0,23}Cu_{0,1}Mn_{0,07}Co_{0,05}Ni_{0,02}V=Be_{0,01}Cr_{0,006}$; для березы повислой (*Betula pendula Roth.*) – $Zn_{0,89}Cd_{0,58}Pb_{0,2}Cu=Mn_{0,11}Ni_{0,05}Sr_{0,003}Be=Co_{0,02}V=Cr_{0,01}$.

Выявлено, что уровень накопления металлов в органах и тканях древесных растений зависит от наличия промышленных источников загрязнения. Средняя концентрация кадмия в органах и тканях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*), произрастающей в районе г. Семей в 1,5-2,9 раз превышают ПДК. По всем пунктам отбора проб, кроме соснового бора в Бородулихинском районе, в органах и тканях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) выявлено превышение ПДК по свинцу, в среднем в 5,1-12,2 раза. В бору в районе с. Сосновка (Бескарагайский район), что находится в 170 км к западу от г. Семей в органах и тканях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) были обнаружены максимально высокие концентрации Be (приложение В).

Следует отметить, что Бескарагайский район был подвержен мощнейшим пожарам конца 1990-х начала 2000 гг., и это нашло отражение в питательном статусе растений. Пожары вносят коренные изменения в лесные экосистемы [71, 134, 135, 308] и являются источником загрязнения окружающей среды, наносят не

только экологический, но и экономический ущерб [260]. Воздействие пожаров на растительность заключается в формировании мозаичной и разновозрастной структуры, временном уменьшении экологического разнообразия [148], что, несомненно, влияет на микроэлементный состав растения, так как растения являются зеркалом элементного состава среды, в которой происходит их рост и развитие. При пожарах, помимо высоких температур, на деревья действуют также аэрозоли, выделяющиеся при горении, в составе которых присутствует большое количество химических элементов, в том числе и тяжелые металлы. Помимо этого, увеличенные концентрации свинца и кадмия в органах и тканях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*), могут быть обусловлены аккумуляцией этих элементов из атмосферных выбросов региона, являющегося центром перерабатывающей и цветной металлургии.

Исследование элементного состава листьев кустарниковых растений выявило, что концентратором меди, цинка, кадмия, кобальта, никеля, ванадия и марганца является ива прутовидная (*Salix viminalis L.*). Боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata (Poir.) DC.*) в высоких концентрациях накапливает соединения хрома и бериллия. Карагана низкорослая (*Caragana pumila Pojark.*) менее всех склонна к накоплению цинка, кадмия, кобальта, ванадия и стронция. Калина обыкновенная (*Viburnum opulus L.*) отличается наименьшим содержанием свинца, шиповник коричный (*Rosa cinnamomea L.*) – меди, никеля и марганца. Металлонакопительная способность исследованных кустарниковых растений представлена в приложении Ж и на рисунке 14.

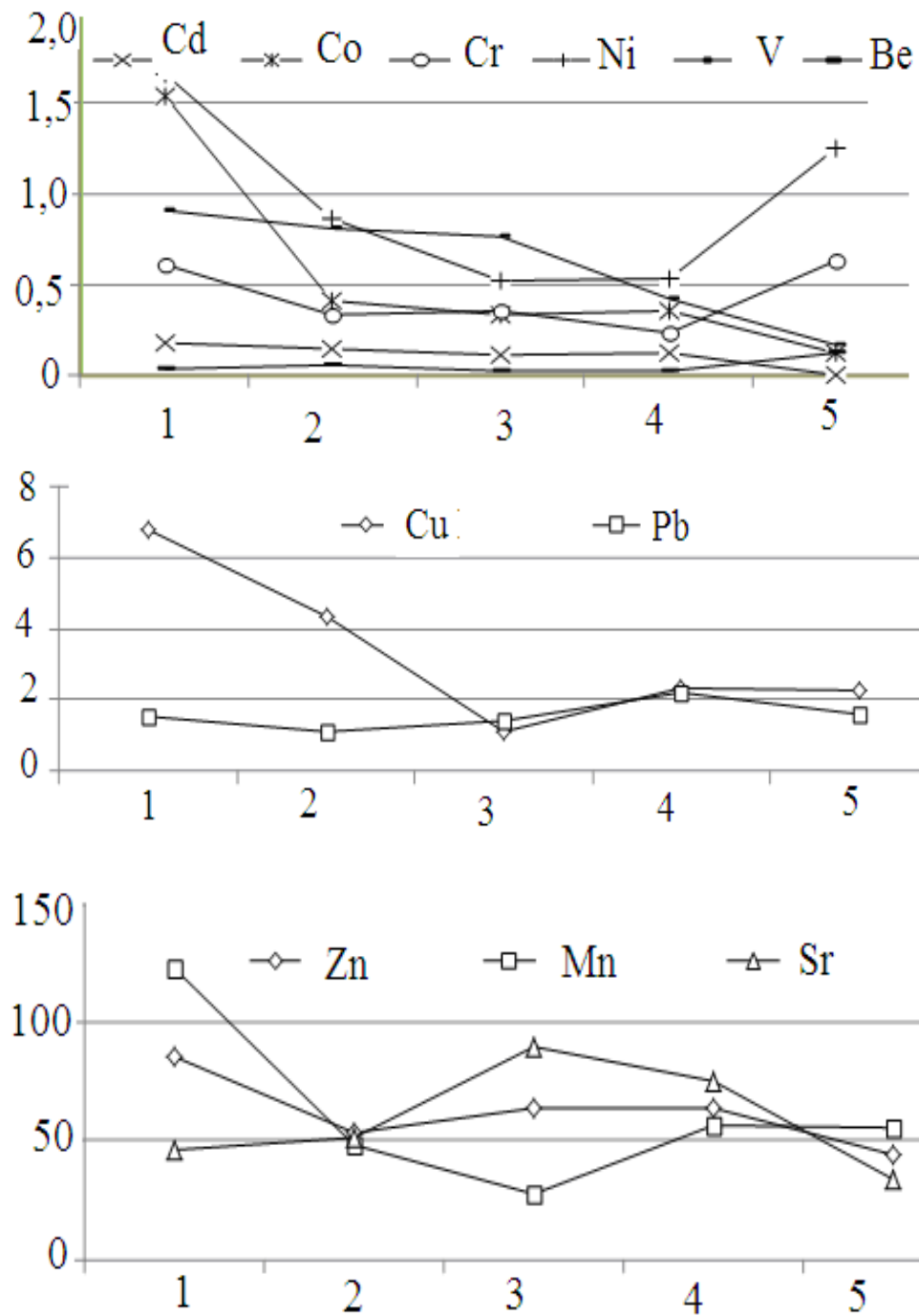


Рисунок 14 - Металлонакопительная способность листьев кустарниковых растений сосновых боров Семипалатинского Прииртышья, мг/кг

Примечание – 1 – ива прутовидная (*Salix viminalis* L.), 2 – калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.), 3 – шиповник коричный (*Rosa cinnamomea* L.), 4 – боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata* (Poir.) DC.), 5 – карагана низкорослая (*Caragana pumila* Pojark.)

Распределение металлов в листьях кустарниковых растений можно представить по каждому из изученных металлов, убывающим рядом, мг/кг:

относительно меди: ива прутовидная (*Salix viminalis L.*) (6,76) > калина обыкновенная (*Viburnum opulus L.*) (4,32) > боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata (Poir.) DC.*) (2,34) > карагана низкорослая (*Caragana pumila Pojark.*) (2,24) > шиповник коричный (*Rosa cinnamomea L.*) (1,13);

относительно цинка: ива прутовидная (*Salix viminalis L.*) (85,61) > шиповник коричный (*Rosa cinnamomea L.*) (64,34) > боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata (Poir.) DC.*) (64,23) > калина обыкновенная (*Viburnum opulus L.*) (53,53) > карагана низкорослая (*Caragana pumila Pojark.*) (44,67);

относительно свинца: боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata (Poir.) DC.*) (2,23) > карагана низкорослая (*Caragana pumila Pojark.*) (1,61) > ива прутовидная (*Salix viminalis L.*) (1,56) > шиповник коричный (*Rosa cinnamomea L.*) (1,41) > калина обыкновенная (*Viburnum opulus L.*) (1,12);

относительно кадмия и кобальта, соответственно: ива прутовидная (*Salix viminalis L.*) (0,18 и 1,54) > калина обыкновенная (*Viburnum opulus L.*) (0,15 и 0,41) > боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata (Poir.) DC.*) (0,13 и 0,36) > шиповник коричный (*Rosa cinnamomea L.*) (0,11 и 0,34) > карагана низкорослая (*Caragana pumila Pojark.*) (0,004 и 0,13);

относительно хрома: карагана низкорослая (*Caragana pumila Pojark.*) (0,63) \geq ива прутовидная (*Salix viminalis L.*) (0,61) > шиповник коричный (*Rosa cinnamomea L.*) (0,36) > калина обыкновенная (*Viburnum opulus L.*) (0,33) > боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata (Poir.) DC.*) (0,24);

относительно никеля: ива прутовидная (*Salix viminalis L.*) (1,66) > карагана низкорослая (*Caragana pumila Pojark.*) (1,25) > калина обыкновенная (*Viburnum opulus L.*) (0,87) > боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata (Poir.) DC.*) (0,53) \geq шиповник коричный (*Rosa cinnamomea L.*) (0,52);

относительно ванадия: ива прутовидная (*Salix viminalis L.*) (0,91) > калина обыкновенная (*Viburnum opulus L.*) (0,81) > шиповник коричный (*Rosa*

cinnamomea L.) (0,77) > боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata* (Poir.) DC.) (0,42) > карагана низкорослая (*Caragana pumila* Pojark.) (0,17);

относительно бериллия: карагана низкорослая (*Caragana pumila* Pojark.) (0,12) > калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.) (0,06) > ива прутовидная (*Salix viminalis* L.) (0,04) > шиповник коричный (*Rosa cinnamomea* L.) = боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata* (Poir.) DC.) (0,03);

относительно марганца: ива прутовидная (*Salix viminalis* L.) (122,42) > боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata* (Poir.) DC.) (56,58) > карагана низкорослая (*Caragana pumila* Pojark.) (55,16) > калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.) (48,58) > шиповник коричный (*Rosa cinnamomea* L.) (27,73);

относительно стронция: шиповник коричный (*Rosa cinnamomea* L.) (90,0) > боярышник обыкновенный (*Crataegus laevigata* (Poir.) DC.) (75,47) > калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.) (51,56) > ива прутовидная (*Salix viminalis* L.) (46,34) > карагана низкорослая (*Caragana pumila* Pojark.) (34,36).

Важным биогеохимическим показателем является зольность растения. Самой высокой зольностью характеризуются листья (хвоя) – 5-10 %, меньше - у коры и корней, наименьшая - у древесины – 0,2-0,5 % [272]. Зольность листьев деревьев и кустарников можно считать показателем их приспособленности к данным условиям, позволяет получить представление о некоторых особенностях почвообразовательных процессов и о степени загрязнения атмосферного воздуха, характеризуя газопоглотительную способность растений. В своей работе М.Д. Уфимцева и Н.В. Терехина [272] указывают, что чем больше зольность, тем лучше приспособлено растение к условиям произрастания. Высокие показатели зольности (2,32 при значениях 1,59-2,95) органов и тканей сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на обследованной территории (приложение В), свидетельствуют о высокой газопоглотительной способности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), наличии механизмов активной аккумуляции тяжелых металлов и др. химических элементов и не только из почвы, но и из атмосферного воздуха. Также выявлено, что содержание исследованных металлов в воздушно-сухой массе сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) находится в прямой корреляционной зависимости (среднее значение $r = 0,9 \pm 0,15$, $t = 3,35$, $n = 175$) от их содержания в золе. Прямые

корреляционные связи между содержанием металлов (кроме цинка) в золе и в воздушно-сухой массе растения установлены и для лиственных деревьев (среднее значение $r = 0,69 \pm 0,16$, $t = 9,3$, $n = 30$). Для цинка установленные отрицательные корреляционные связи имеют низкую достоверность. Средние содержания цинка, свинца и стронция в золе органов и тканей сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) в 1,2; 12,0 и 20,9 раза превышает их средние содержания в золе растений суши, представленных в работе В.А. Алексеенко [7].

Древесные растения питательные вещества получают из атмосферы и почвы [1]. Вместе с углеродом и кислородом из воздуха они поглощают часть зольных элементов, в том числе и тяжелые металлы. В ходе исследования установлены положительные корреляционные связи между подвижными формами цинка, кислоторастворимыми формами свинца, никеля, стронция, обменными формами кадмия, хрома, ванадия и стронция, а так же водорастворимыми формами кадмия, ванадия и марганца и их содержанием в органах и тканях *Pinus sylvestris L.* и обратные корреляционные связи между валовым содержанием ванадия и стронция в почве и в *Pinus sylvestris L.*; между подвижными формами бериллия в почве и его содержанием в *Pinus sylvestris L.*; между кислоторастворимыми формами кадмия, кобальта и марганца и водорастворимым свинцом и их содержанием в *Pinus sylvestris L.* (приложения К, Л). Рассчитанные коэффициенты накопления указывают, что основными источниками поступления данных металлов в органы и ткани сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) являются не общие запасы металлов в почве, а их подвижные формы и атмосферный источник (приложение М).

Проведенные исследования выявили, что органы и ткани деревьев сосновых боров отличаются повышенной металлаккумулирующей способностью и являются зелеными фитофильтрами, улавливающими техногенные загрязнители. Депонирование древесиной и внешней корой (коркой) значительных количеств металлов способствует предотвращению рассеивания металлов в окружающую среду. По сравнительной интенсивности поглощения тяжелых металлов древесные породы располагаются в ряду: осина обыкновенная (*Populus tremula L.*) > сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*) > береза повислая (*Betula pendula Roth.*).

В растительном покрове сосновых боров Семипалатинского Прииртышья преобладают осоковые, степные дерновинные злаки и разнотравье. Для исследо-

ванных травянистых растений также выявлена зависимость между содержанием тяжелых металлов в органах и тканях и наличием источников промышленного загрязнения. Максимально высокие концентрации кадмия, стронция и свинца, были обнаружены в растениях, произрастающих в сосновом бору в окрестностях г. Семей, предприятия и автотранспорт которого могут служить источником поступления аэрозолей металлов в атмосферный воздух (приложение Н). В сосновом бору в окрестностях с. Бегень в травянистых растениях наблюдаются повышенные концентрации цинка, кобальта и ванадия, а в растениях на месте пожара увеличено содержание хрома и марганца. Травянистый покров соснового бора в Бородулихинском районе в больших концентрациях накапливает соединения меди, никеля и бериллия. Повышенные концентрации бериллия в фитоценозе соснового бора являются следствием наличия на территории Восточно-Казахстанской области аномальных концентраций бериллия естественного и искусственного происхождения. Так, в 12.09.1990 г. на бериллиевом производстве объединения «Ульбинский металлургический завод» в Усть-Каменогорске произошел взрыв водорода, который привел к крупному выбросу бериллия в атмосферу. В результате в окружающую среду было выброшено около 63 кг порошкового бериллия. Превышение ПДК достигало 60-890 раз, при значениях ПДК для воздуха в пересчёте на бериллий $0,001 \text{ мг/м}^3$ [300]. Кроме того, Восточный Казахстан, в силу исторически сложившегося экономического развития, связанного с преобладанием цветной металлургии и горнодобывающей промышленности, является одним из наиболее неблагоприятных регионов в Казахстане. Растения, отражая видовые особенности содержания металлов, несут, вместе с тем, локальную окраску состава среды их обитания. Выявлено, что по всем пунктам отбора, содержание меди (в 0,8-1,8), цинка (в 1,1-1,9), кобальта (в 1,2-3,1) и марганца (в 1,3-2,9) превышает их региональные кларковые значения для дикорастущих растений Семипалатинского Прииртышья. Относительно фоновых значений данных элементов для растений Восточного Казахстана, превышений средних концентраций по меди, свинцу, кадмию, кобальту, никелю, хрому, ванадию, бериллию и марганцу не обнаруже-

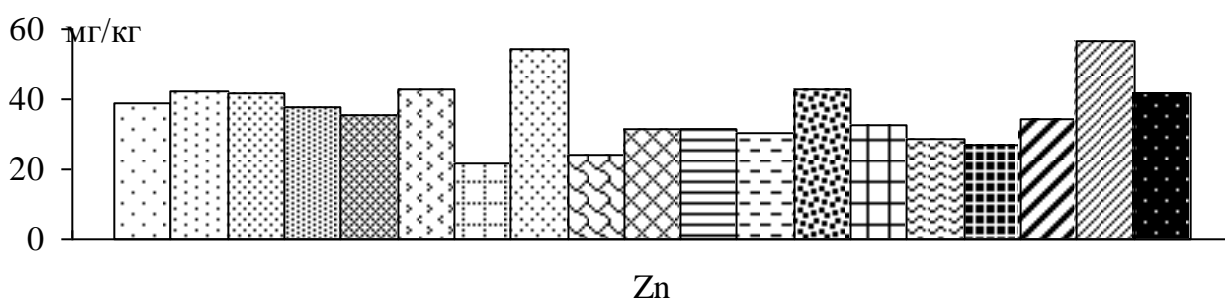
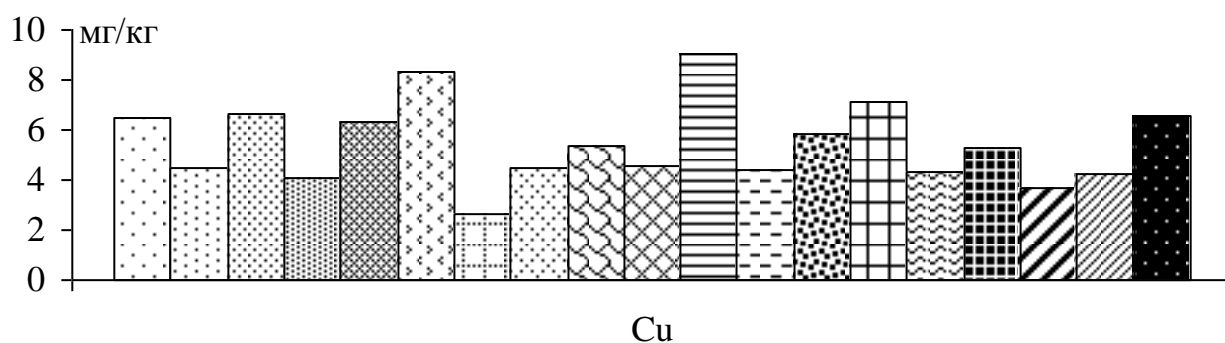
но. По максимальным значениям концентрации выше фона обнаружены для меди, свинца, хрома и бериллия.

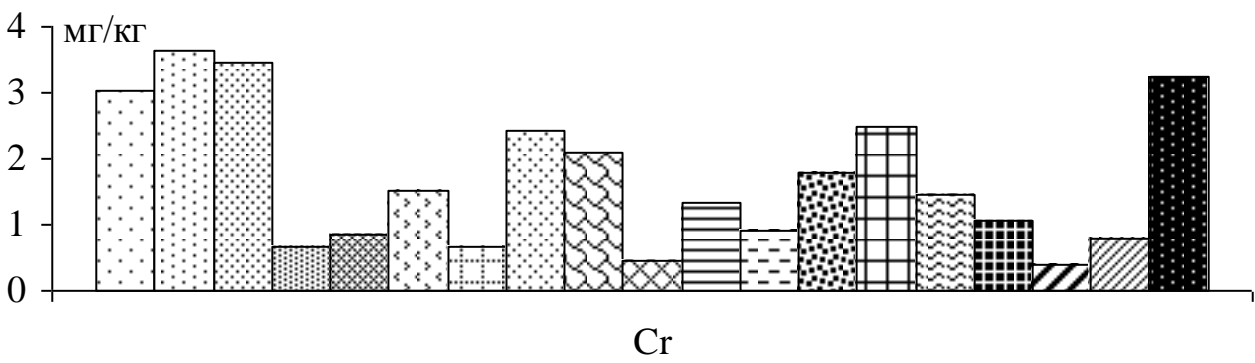
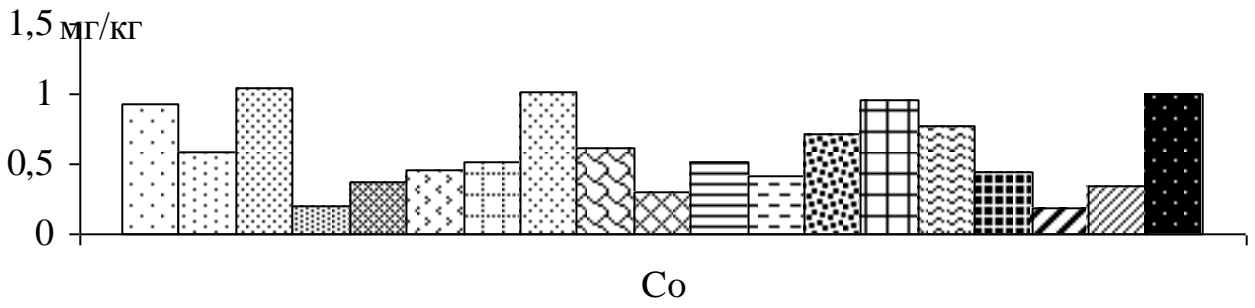
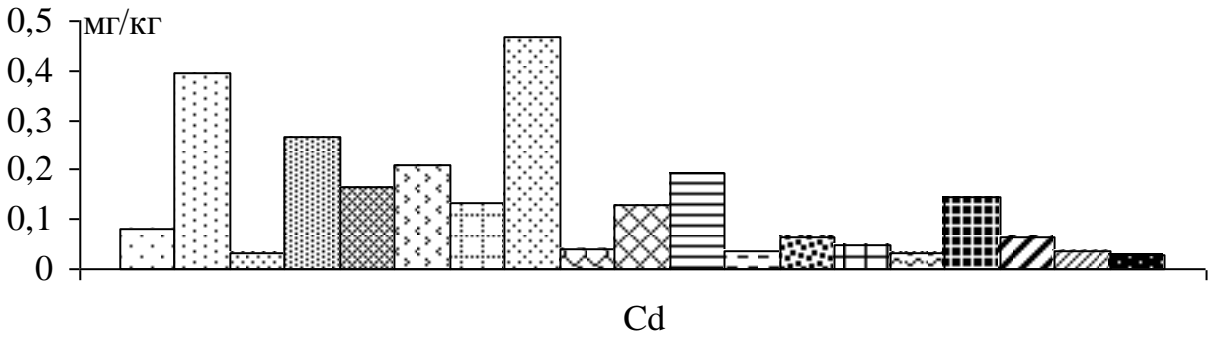
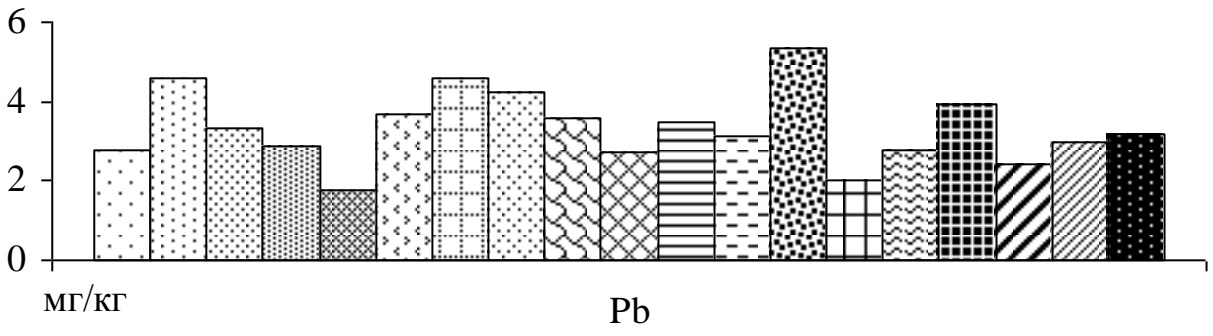
Содержание цинка в травянистых растениях по всем пунктам отбора выше фоновых его значений в 0,4-1,6 раза, максимальные концентрации цинка зафиксированы в растениях, произрастающих в сосновом бору в окрестностях г. Семей. Вместе с тем, в среднем содержание меди, цинка, кобальта и марганца в 1,5; 1,3; 1,6 и 1,9 раза, соответственно, ниже концентраций их в растительности континентов по В.В. Добровольскому [77], кроме свинца, содержание которого в 3,0 раза выше данного показателя.

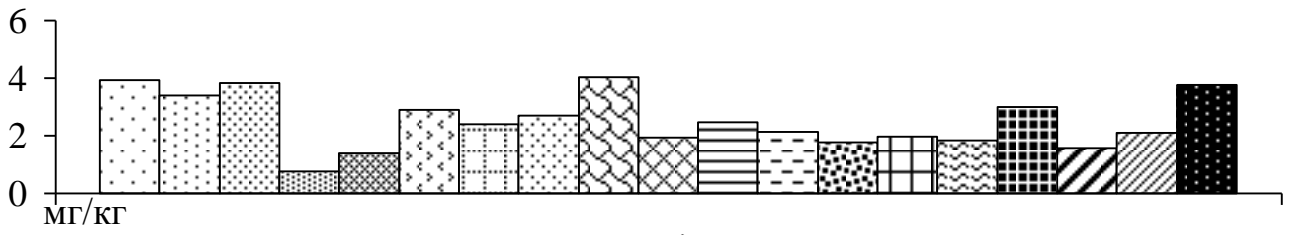
Химический состав среды формирует и химический состав организмов, закрепляя его в генетическом аппарате, что позволяет говорить о видоспецифичности накопления металлов в живых организмах. В настоящее время имеются многочисленные данные, свидетельствующие о том, что разные виды растений проявляют различную устойчивость к действию загрязняющих веществ [6, 90, 110]. Не являются исключением и травянистые растения сосновых боров Семипалатинского Прииртышья. Превышения ПДК кадмия [147, 319] в 1,1-21,1 раза обнаружены в надземной и подземной частях растений цмина песчаного (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench), прострела раскрытого (*Pulsatilla patens* (L.) MILL.), лапчатки гусиной (*Potentilla anserina* L.), полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.), полыни метельчатой (*Artemisia scoparia* Wald. et Kitt), тонконога тонкого (*Koeleria gracilis* (L.) Pers.), бурачка извилистого (*Alyssum tortuosum* Waldst. & Kit. ex Willd.), тимофеевки степной (*Phleum phleoides* (L.) Karst.), овсяницы бороздчатой (*Festuca sulcata* Hack.), мари белой (*Chenopodium album* L.); в надземных частях растений девясила шероховатого (*Inula aspera* Poir.), василька русского (*Centaurea ruthenica* Lam.), василька сибирского (*Centaurea sibirica* L.); в подземной части пырея ползучего (*Agropyron repens* L.). Содержание меди в корнях цмина песчаного (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench) составляет 1,5-2,0 ПДК (таблица 26). В листьях цмина песчаного (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench) концентрации свинца превышают ПДК в 1,2 раза; большинство изученных растений накапливают хром в концентрациях в 2,0 и более раз превышающих как его ПДК, так и его

концентрации, являющиеся критическими для растений, а листья овсяницы бороздчатой (*Festuca sulcata* Hack.) накапливает хром в концентрациях в 16,0 раз превышающих эти показатели [265, 306]. Превышение ПДК по кобальту и никелю не зафиксировано. Содержание свинца в концентрациях равных 1,1-2,4 ПДК выявлены в листьях растений цмина песчаного (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench), прострела раскрытого (*Pulsatilla patens* (L.) MILL.), бурачка извилистого (*Alyssum tortuosum* Waldst. & Kit. ex Willd.), овсяницы бороздчатой (*Festuca sulcata* Hack.). Для цмина песчаного (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench) характерны высокие концентрации свинца и в корнях растений (1,2 ПДК). Наземная часть растений овсяницы бороздчатой (*Festuca sulcata* Hack.), пырея ползучего (*Agropyron repens* L.) аккумулируют соединения марганца в 2 и более раз превышающие критические его значения для растений; в подземной части тонконога тонкого (*Koeleria gracilis* (L.) Pers.) обнаружены концентрации марганца в 2,6 и 1,6 раза превышающие его критические и фитотоксичные концентрации для растений.

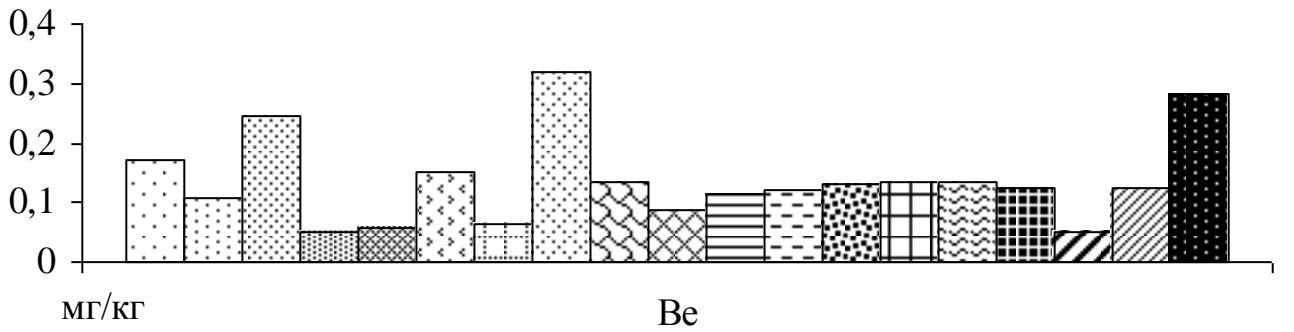
Уровни содержания металлов в травянистых растениях, относящихся к различным семействам, представлены в приложении П и на рисунке 15, из которых видно, что среднее содержание исследованных металлов значительно варьирует.



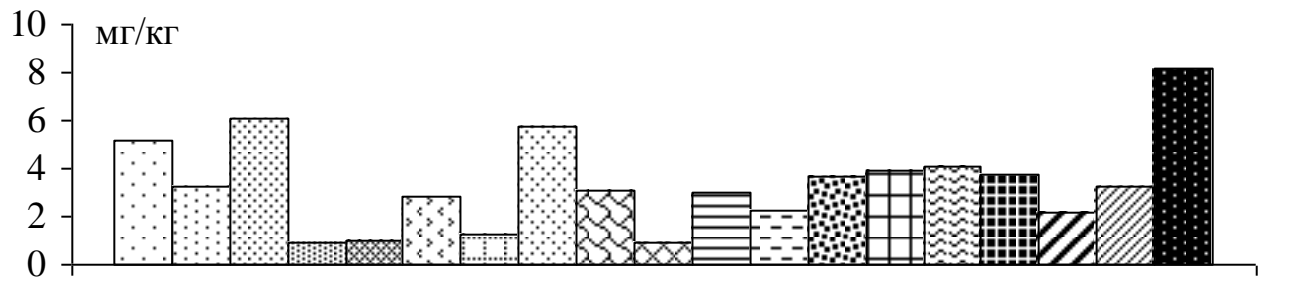




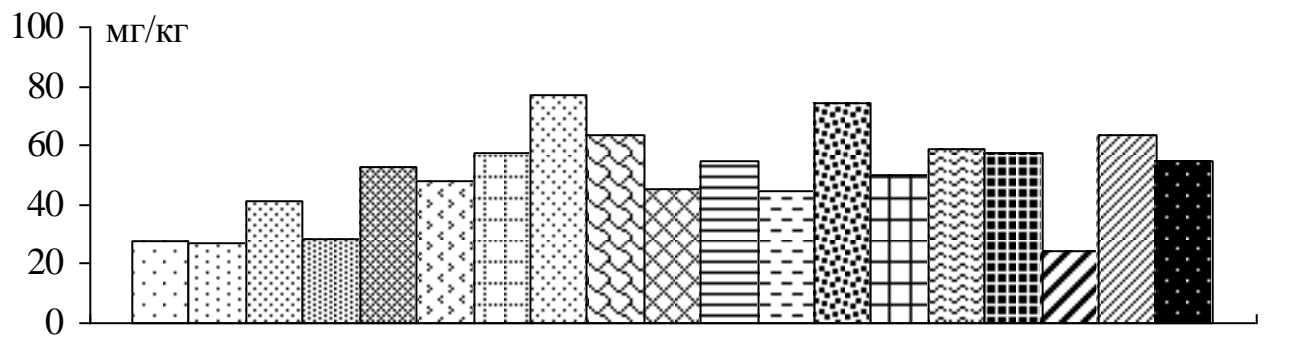
Ni



Be



V



Sr

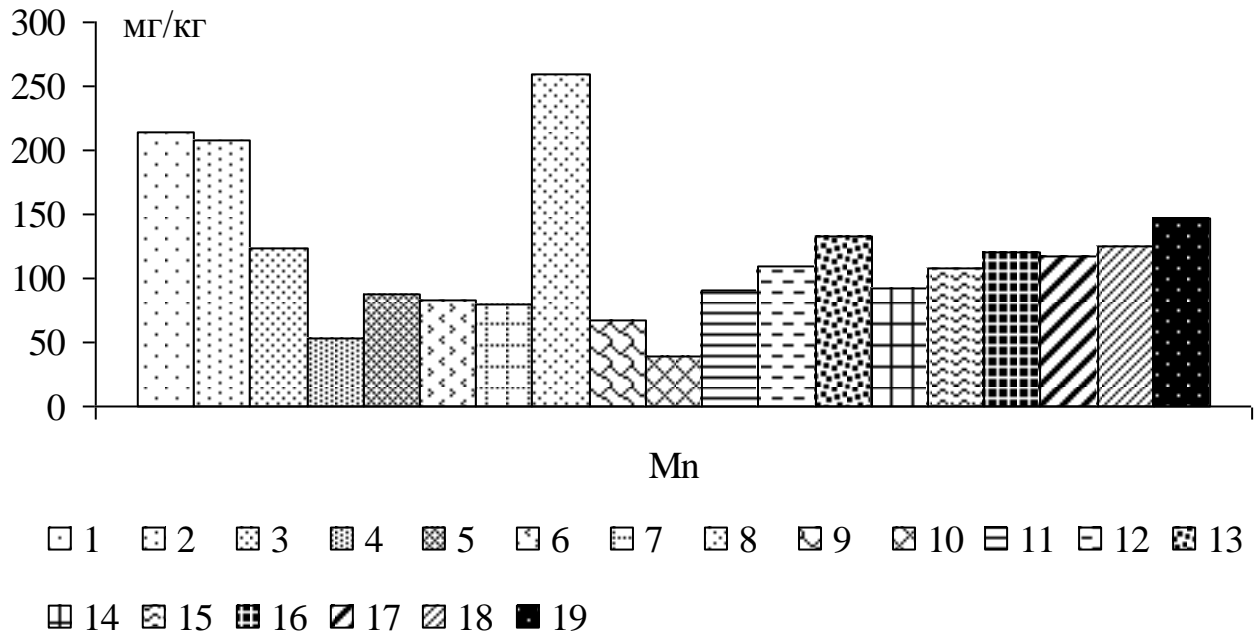


Рисунок 15 - Содержания тяжелых металлов в дикорастущих травянистых растениях сосновых боров Семипалатинского Прииртышья

Примечание - растения располагаются по порядку: осоковые, мятликовые, луковые, маревые, гвоздичные, лютиковые, капустные, розоцветные, бобовые, зонтичные, астровые, ворсянковые, мареновые, тутовые, хвощевые, заразиховые, норичниковые, подорожниковые, спаржевые.

Практически все изученные растения (приложение П), кроме маревых (*Chenopodiaceae Less.*), гвоздичных (*Caryophyllaceae Juzz.*), капустных (*Brassicaceae Burnett*), зонтичных (*Umbelliferae Moris.*), заразиховых (*Orobanchaceae Lindl.*) накапливают бериллий выше его фоновых концентраций в растениях. Выше фоновые концентрации бериллия выявлены в растениях ястребинки волосистой (*Hieracium pilosella L.*), лапчатки гусиной (*Potentilla anserina L.*), астрагала яичкоплодного (*Astragalus testiculatus Pall.*), цмина песчаного (*Helichrysum arenarium (L.) Moench*), лука угловатого (*Allium angulosum L.*). Растения из семейства *Asteraceae Bercht. & J. Presl* – цмин песчаный (*Helichrysum arenarium (L.) Moench*), де-

вясил шероховатый (*Inula aspera* Poir.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), полынь метельчатая (*Artemisia scoparia* Wald. et Kitt), полынь белеющая (*Artemisia leucodes* Schrenk.), василек русский (*Centaurea ruthenica* Lam.), василек сибирский (*Centaurea sibirica* L.), ястребинка волосистая (*Hieracium pilosella* L.); *Poaceae* Burnett – овсяница бороздчатая (*Festuca sulcata* Hack.), пырей ползучий (*Agropyron repens* L.); *Cyperaceae* J. St. Hill. – осока стоповидная (*Carex pediformis* C.A. Mey); *Alliaceae* Borkh. – лук угловатый (*Allium angulosum* L.); *Asparagaceae* Juzz. – спаржа лекарственная (*Asparagus officinalis* L.); *Caryophyllaceae* Juzz. – песчанка узколистная (*Arenaria stenophylla* Ledeb.); *Ranunculaceae* Juzz. – прострел раскрытый (*Pulsatilla patens* (L Mill.), златоцвет весенний (*Adonis vernalis* L.)); *Rubiaceae* Juzz. – подмаренник настоящий (*Galium verum* L.); *Scrophulariaceae* Lindl. – вероника длинолистная (*Veronica longifolia* L.); *Leguminosae* Juss. – солодка уральская (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch), астрагал яичкоплодный (*Astragalus testiculatus* Pall.); *Rosaceae* Juzz. – лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.) накапливают медь, цинк, марганец и кобальт в концентрациях значительно превышающих их региональные кларки для дикорастущей растительности средней полосы Восточного Казахстана [195]. В растениях из семейства *Equisetaceae* Rich. – заразиха голубая (*Orobancha caesia* Reichenb.) обнаружены концентрации кобальта, меди и марганца превышающие их региональные кларки. Растения из семейства *Umbelliferae* Moris. – морковник Бессера (*Silaus Besseri* D.C.) выше кларковых значений накапливают кобальт.

Выше фоновые концентрации кадмия зафиксированы в растениях семейств *Rosaceae* Juzz. – лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.); *Asteraceae* Bercht. & J. Presl – цмин песчаный (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench); *Poaceae* Burnett – овсяница бороздчатая (*Festuca sulcata* Hack.); *Ranunculaceae* Juzz. – прострел раскрытый (*Pulsatilla patens* (L Mill.)); цинка – у *Plantaginaceae* Lindl. – подорожник прижатый (*Plantago derpressa* Willd.).

Содержанием металлов в концентрациях, не превышающих фоновые значения, отличаются растения семейства заразиховые (*Orobanchaceae* Lindl.), являю-

щихся паразитами, химический состав этих растений зависит от химического состава организма – хозяина.

Обнаружено, что травянистые растения некоторых семейств содержат аномальные для растений концентрации металлов [189].

Аномальные для растений концентрации меди обнаружены в корнях цмина песчаного (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench) из семейств *Asteraceae* Bercht. & J. Presl; цинка – в корнях тонконога тонкого (*Koeleria gracilis* (L.) Pers.) из семейства *Poaceae* Burnett и подорожника прижатого (*Plantago derpressa* Willd.) из семейства *Plantaginaceae* Lindl.; бериллия – в цмине песчаном (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench) и ястребинке волосистой (*Hieracium pilosella* L.) из семейства *Asteraceae* Bercht. & J. Presl; в тонконоге тонком (*Koeleria gracilis* (L.) Pers.) и овсянице бороздчатой (*Festuca sulcata* Hack.) из семейства *Poaceae* Burnett; в луке угловатом (*Allium angulosum* L.) из семейства *Alliaceae* Borkh.; в лапчатке гусиной (*Potentilla anserina* L.) из семейства *Rosaceae* Juss.; в астрагале яичкоплодном (*Astragalus testiculatus* Pfl.) из семейства *Leguminosae* Juss.; в простреле раскрытом (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.) из семейства *Ranunculaceae* Juss.; кадмия – в овсянице бороздчатой (*Festuca sulcata* Hack.) из семейства *Poaceae* Burnett; никеля – в тонконоге тонком (*Koeleria gracilis* (L.) Pers.) из семейства *Poaceae* Burnett и в бурачке извилистом (*Alyssum tortuosum* Waldst. & Kit. ex Willd.) из семейства *Brassicaceae* Burnett; стронция – в лапчатке гусиной (*Potentilla anserina* L.) из семейства *Rosaceae* Juss.

В тонконоге тонком (*Koeleria gracilis* (L.) Pers.) из семейства *Poaceae* Burnett зафиксированы аномально высокие концентрации четырех металлов – цинка, бериллия, хрома и никеля, в цмине песчаном (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench) из семейства *Asteraceae* Bercht. & J. Presl обнаружены аномально высокие концентрации меди и бериллия.

Адаптация к высоким концентрациям металлов приводит к появлению видов – концентраторов (и сверхконцентраторов) отдельных металлов. Проведенные исследования показали, что к сверхконцентраторам меди, цинка, кадмия, никеля и

бериллия можно отнести растения семейства мятликовые (*Poaceae Burnett*), луковые (*Alliaceae Borkh.*), розоцветные (*Rosaceae Juzz.*) и бобовые (*Leguminjsae Juss.*).

В работах ряда авторов указывается, что в растениях имеются механизмы защиты от избытка тяжелых металлов [107, 160], поступающих из почвы, причем развитие толерантности к металлам происходит довольно быстро и имеет генетическую основу. Известно, что доступность металлов в почве для растений зависит от биологии последних, позволяющей регулировать содержание металлов в растениях даже при одинаковых количествах их в почве [187]. Способность растений накапливать тяжелые металлы реализуется на разных уровнях организации: клеточном, тканевом и органном, что связано, прежде всего, со способностью растений накапливать металлы в клеточных оболочках и вакуолях клеток разных тканей и органов, а также с существованием барьерных тканей, ограничивающих передвижение ряда металлов. Накопление тяжелых металлов в метаболически-малоактивных компартментах клеток и в органах, которых растение может впоследствии лишиться, а также связывание металлов с хелаторами и их выделение в корневую слизь могут являться механизмами детоксикации тяжелых металлов, в результате чего металлы исключаются из активного метаболизма. Благодаря эффективным механизмам детоксикации металлов растения продолжают расти при повышенном их содержании в среде [237].

Различное поглощение металлов растениями зависит как от состояния и доступности их в почвах, так и от механизмов поглощения их корнями. Корни по отношению к различным металлам проявляют избирательность. Механизм избирательного поглощения элементов корнями растений описан многими исследователями [18, 39, 237, 261, 275]. Видовая специфика накопления тяжелых металлов растениями при равной концентрации их в почве всецело обусловлена биологическими особенностями – избирательностью поглощения корневыми системами и метаболическими процессами в тканях. Такая избирательность регулируется различной проницаемостью при пассивном транспорте ионов мембранами, окружающими протопласт, вакуоль и клеточные органеллы, так и локализованными в них электрогенными и неэлектрогенными насосами, действующими за счет энер-

гии обмена веществ [237, 261, 275]. Поступая в клетки, тяжелые металлы реагируют с функциональными группами белков и других соединений, что может являться одним из механизмов детоксикации, (металлотионеины и фитохелатины), но вместе с тем приводит к многочисленным нарушениям метаболизма и лежит в основе высокой токсичности тяжелых металлов. Прочность связывания ионов тяжелых металлов с функциональными группами биополимеров может различаться, что может быть одной из причин различной токсичности тяжелых металлов [237].

Для многих видов растений концентрации тяжелых металлов в надземных органах, как правило, меньше, чем в подземных, что определяется барьерной функцией корневой системы [20, 52, 242, 243, 245, 247-249]. Исследованные семейства растений по-разному распределяют металлы в надземной и подземной части растения (рисунок 16, таблица 28, приложение Р).

Таблица 28

**Особенности распределения тяжелых металлов в надземных
и подземных частях растений различных семейств**

Семейства растений	надземная часть / подземная часть
1	2
Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.)	- Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Cr, Ni, V, Be, Mn, Sr
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae</i> Lindl.)	- Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Cr, Ni, V, Be, Mn, Sr
Тутовые (<i>Moraceae</i> Lindl.)	- Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Cr, Ni, V, Be, Mn, Sr
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i> Lindl.)	- Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Cr, Ni, V, Be, Mn, Sr
Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett)	Cd, Cr Cu, Zn, Pb, Co, Ni, V, Be, Mn, Sr

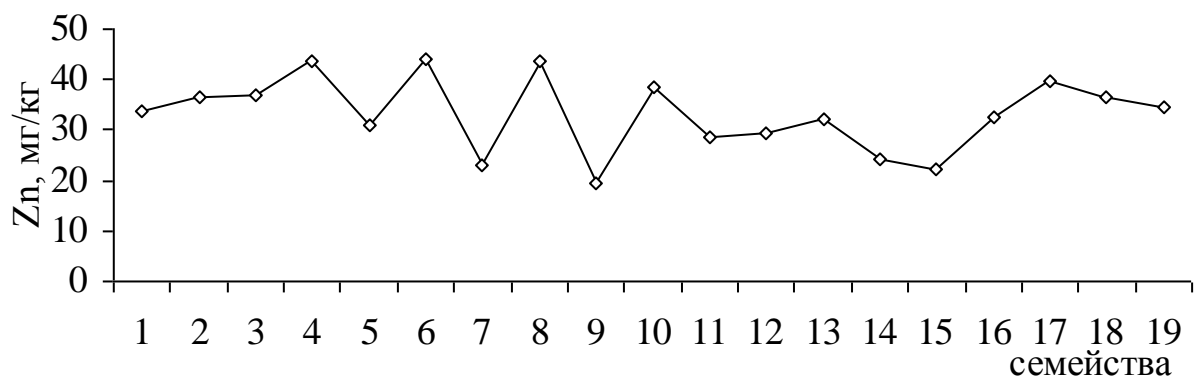
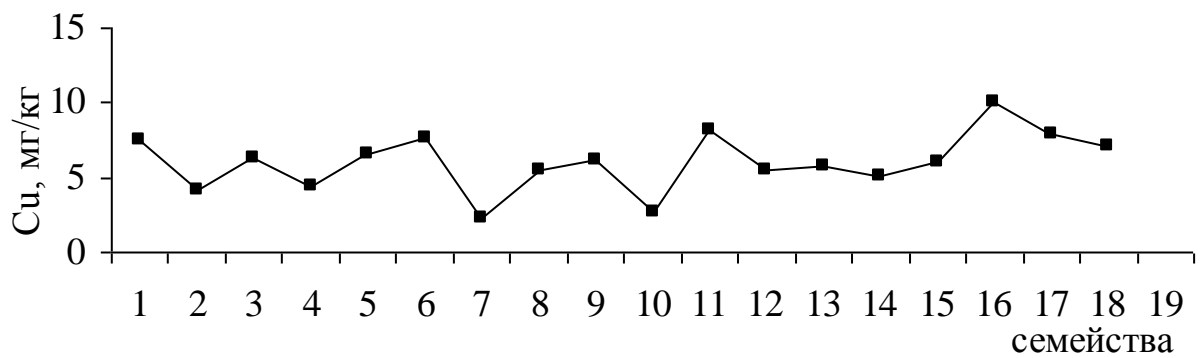
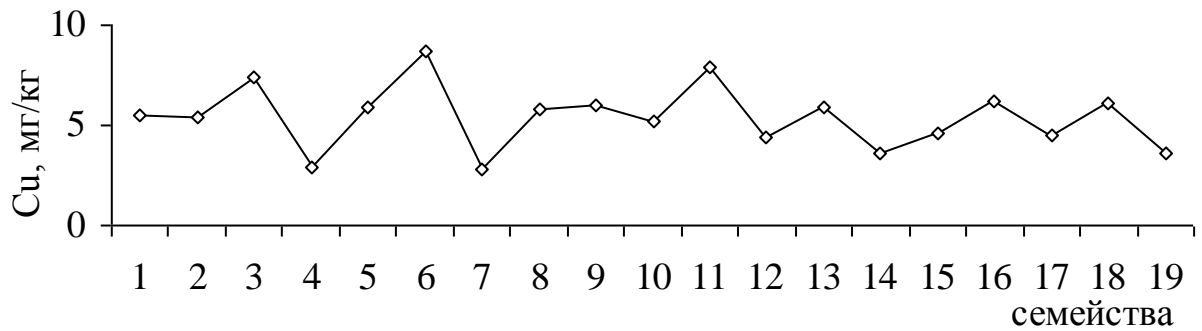
Продолжение таблицы 28

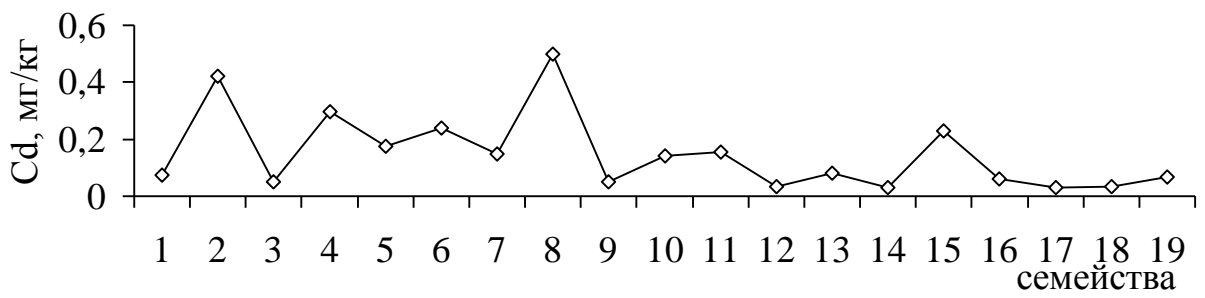
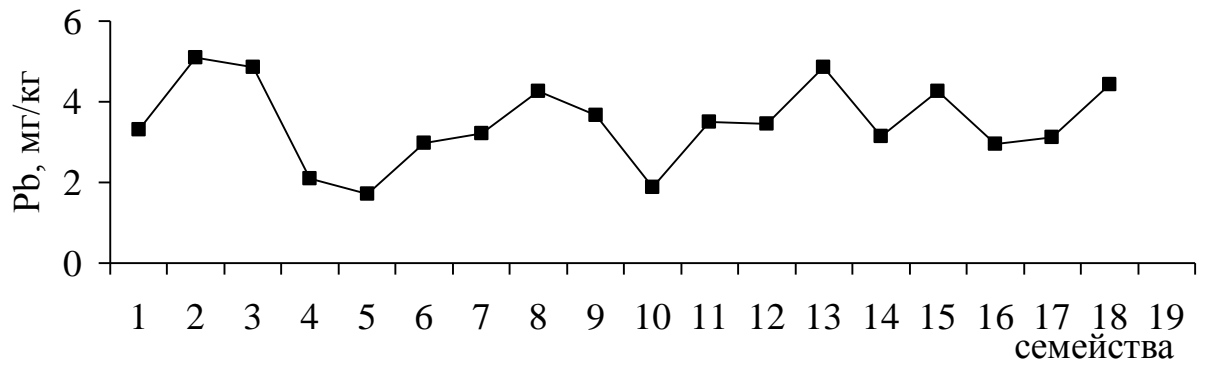
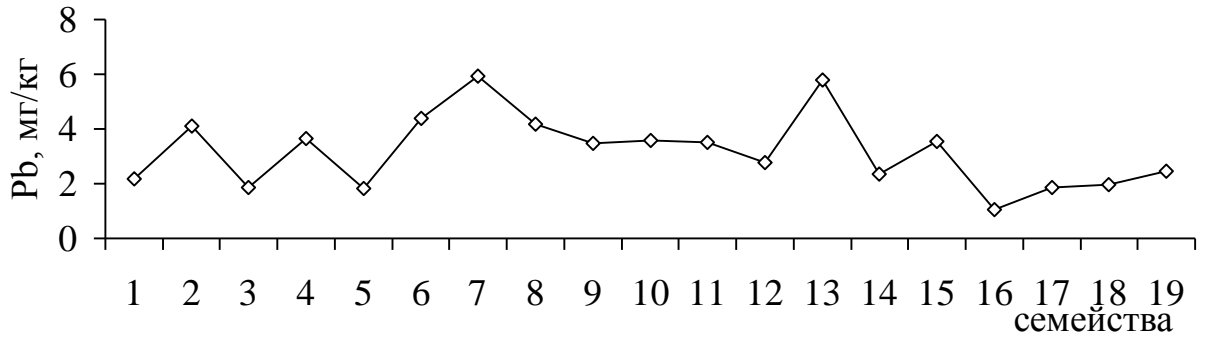
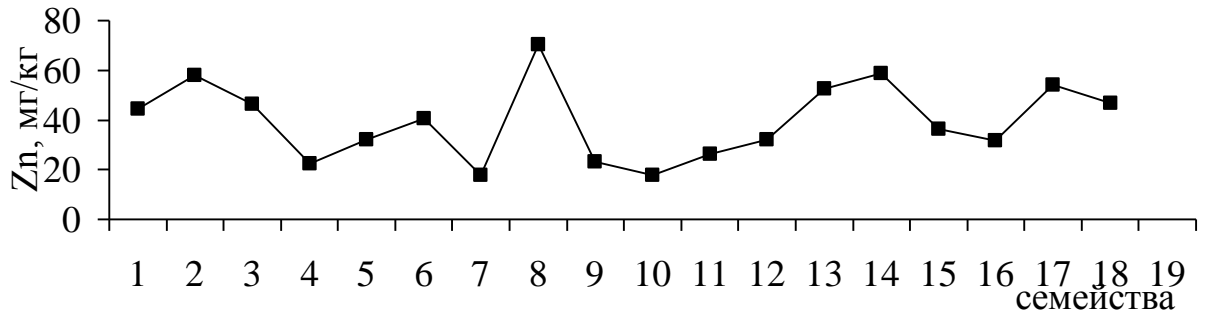
1	2
Луковые (<i>Alliaceae Borkh.</i>), Спаржевые, (<i>Asparagaceae Juzz.</i>)	Cd ----- Cu, Zn, Pb, Co, Cr, Ni, V, Be, Mn, Sr
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae Lindl.</i>)	Zn, Cd ----- Cu, Pb, Co, Cr, Ni, V, Be, Mn, Sr
Маревые (<i>Chenopodiaceae Less.</i>)	Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, Ni, V, Be, Mn, Sr ----- Co
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae Juzz.</i>)	Cu, Pb, Cd, Co, Ni, Be ----- Zn, Cr, V, Mn, Sr
Зонтичные (<i>Umbelliferae Moris.</i>)	Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Cr, Ni, V, Be, Mn, Sr ----- -
Капустные (<i>Brassicaceae Burnett</i>)	Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Cr, Ni, V, Be, Mn, Sr ----- -
Лютиковые (<i>Ranunculaceae Juzz.</i>)	Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, Ni, Mn, Sr ----- Co, V, Be
Бобовые (<i>Leguminosae Juss.</i>)	Cd, Ni ----- Cu, Zn, Pb, Co, Cr, V, Be, Mn, Sr
Астровые (<i>Asteraceae Bercht. & J. Presl</i>)	Zn, Pb, Ni, V, Mn ----- Cu, Pb, Cd, Co, Cr, Be, Sr
Розоцветные (<i>Rosaceae Juzz.</i>)	Cu, Cd, Cr, Mn ----- Zn, Pb, Co, Ni, V, Be, Sr
Мареновые (<i>Rubiaceae Juzz.</i>)	Cu, Pb, Cd, Ni ----- Zn, Co, Cr, V, Be, Mn, Sr
Хвощевые (<i>Equisetaceae Rich.</i>)	Cd, Co, Cr, Ni, V, Be, Mn, Sr ----- Cu, Zn, Pb

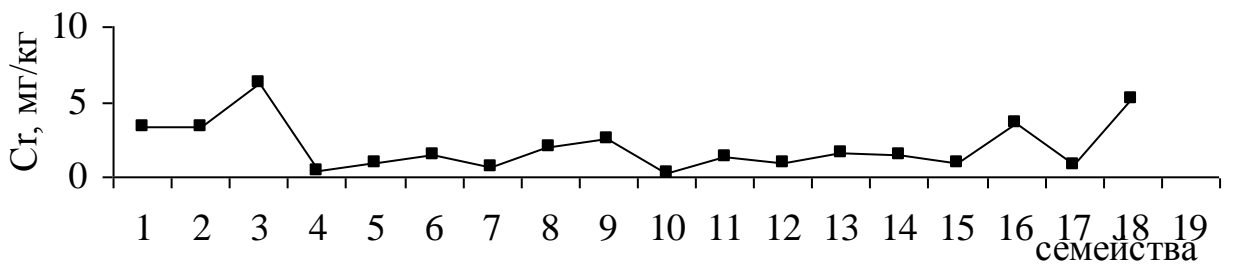
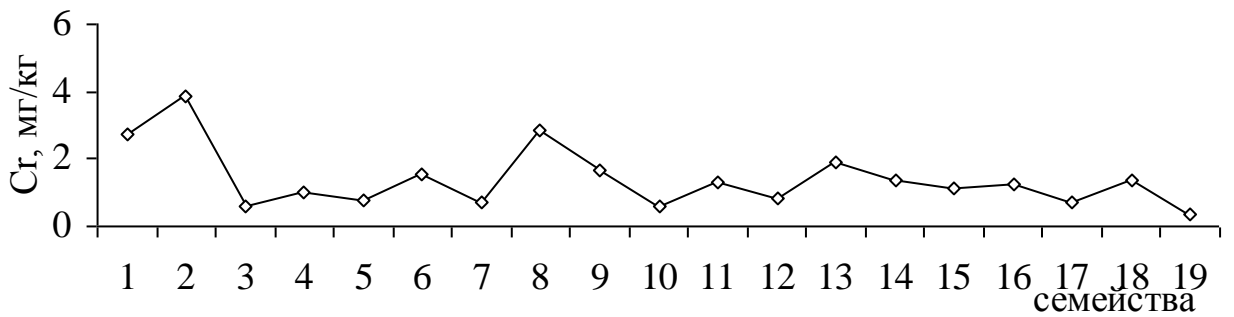
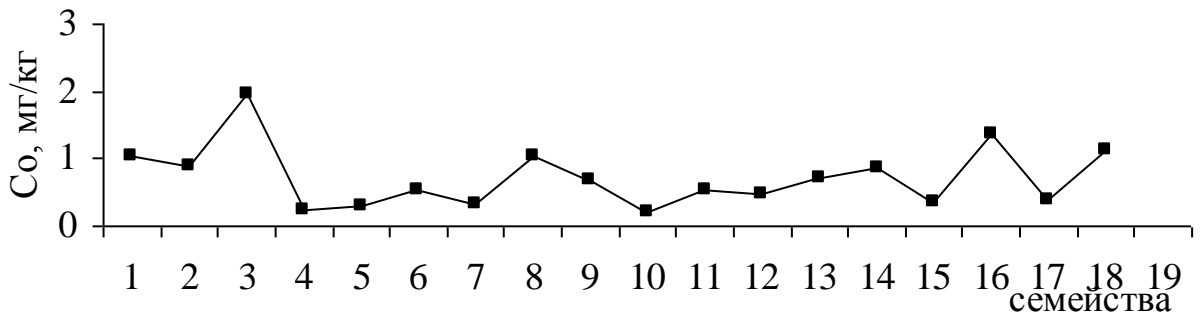
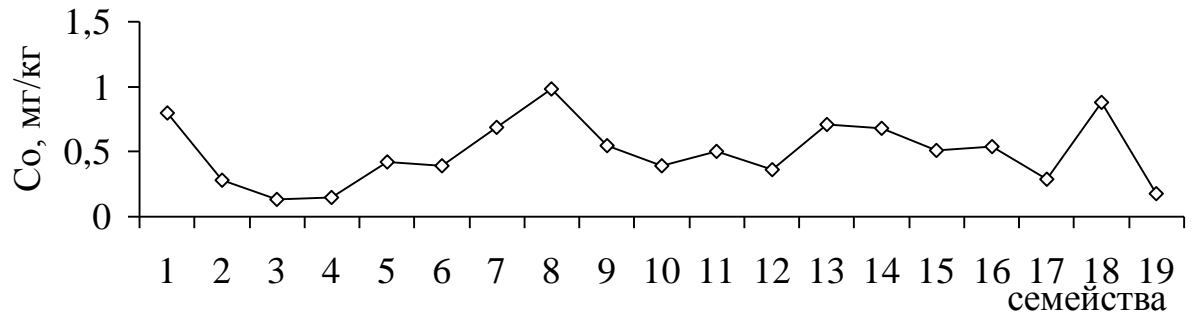
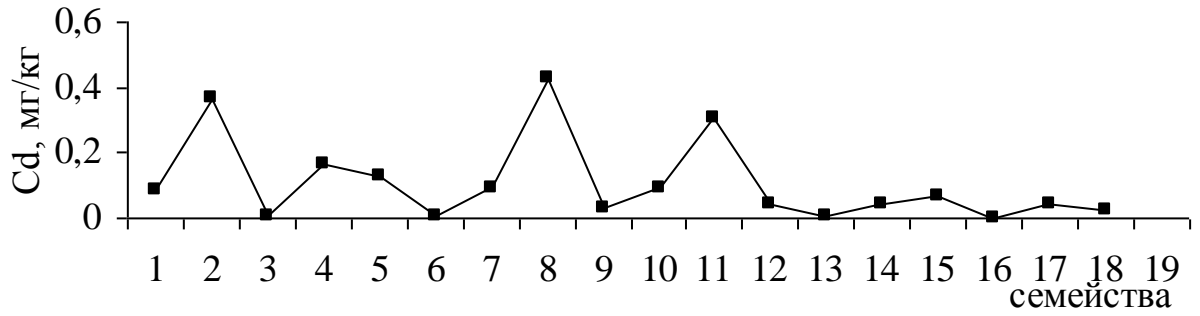
Для отражения корреляционной зависимости между содержанием тяжелых металлов в надземных и подземных частях растений выведены регрессионные

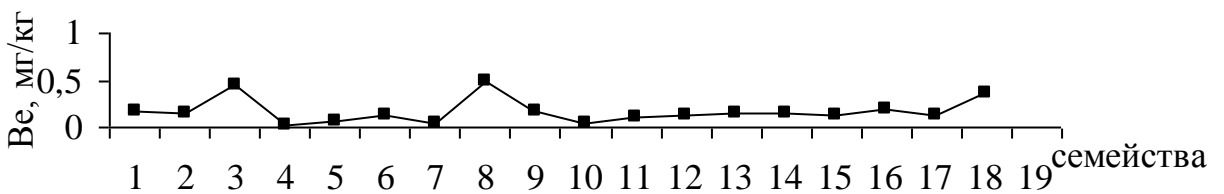
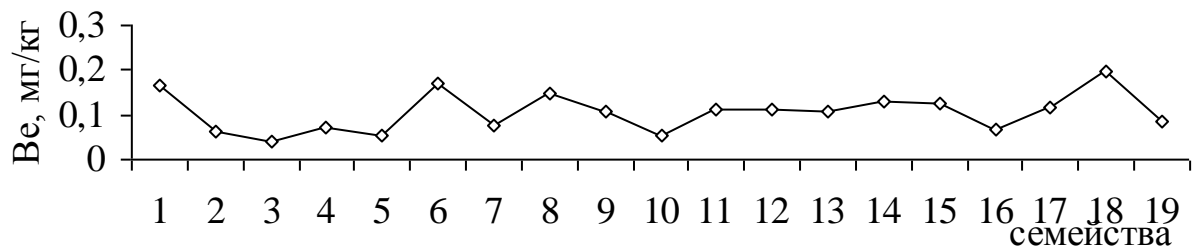
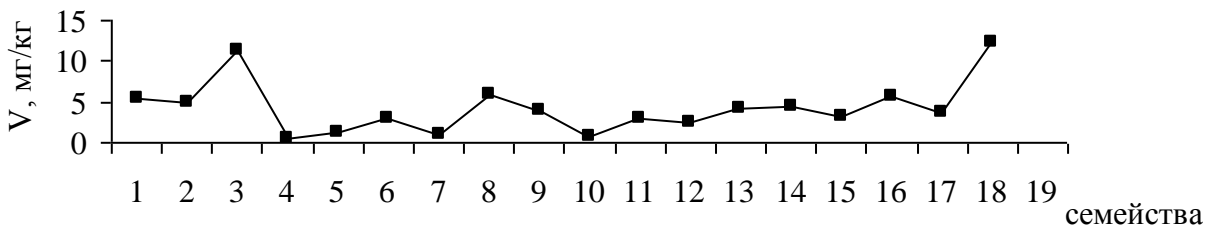
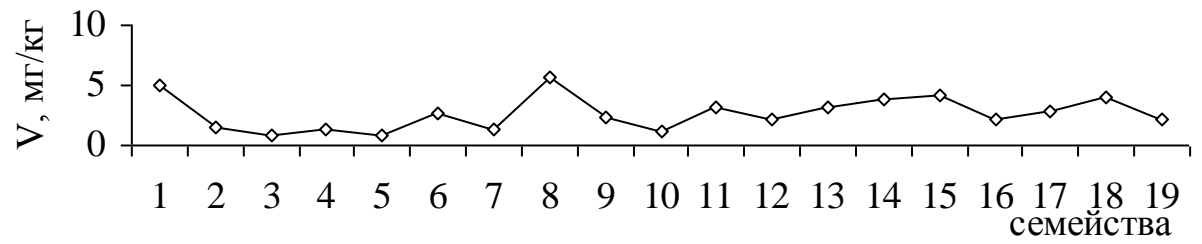
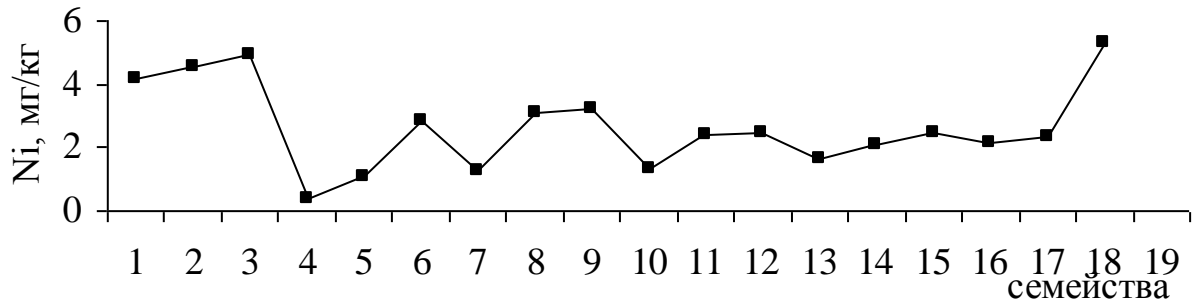
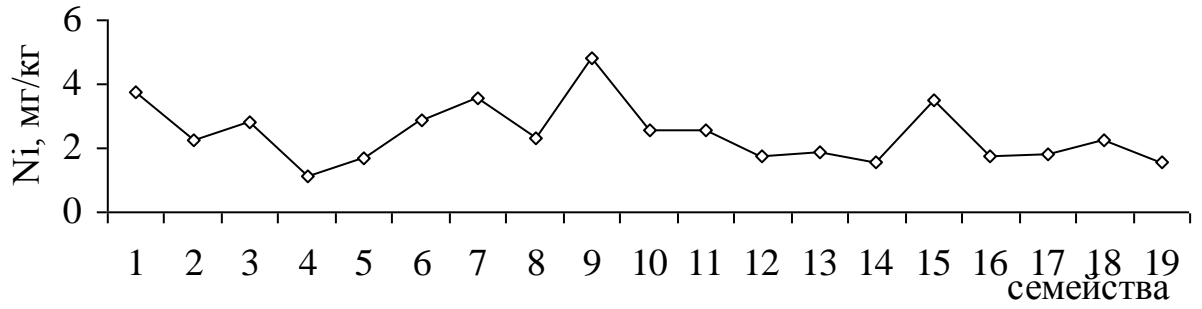
уравнения прямолинейной функции (рисунок 17) и рассчитаны коэффициенты корреляции.

Данные корреляционного анализа показывают, достоверная высокая прямая корреляционная зависимость между содержанием тяжелых металлов в надземных и подземных частях растений существует только для кадмия ($r = 0,82 \pm 0,08$, $t = 10,8$) и меди ($r = 0,59 \pm 0,02$, $t = 2,95$). Для остальных тяжелых металлов четкой корреляционной зависимости не обнаружено.









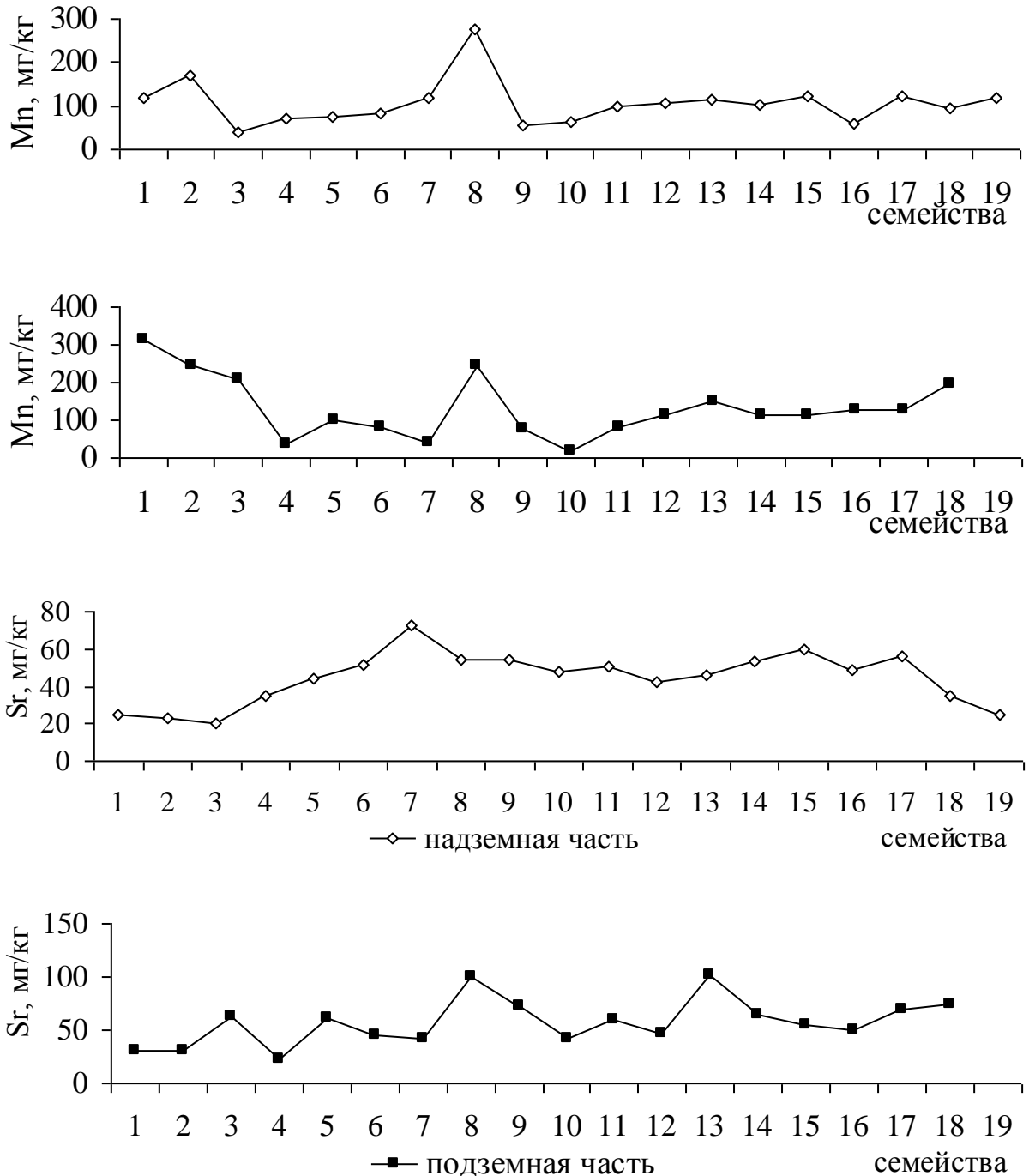
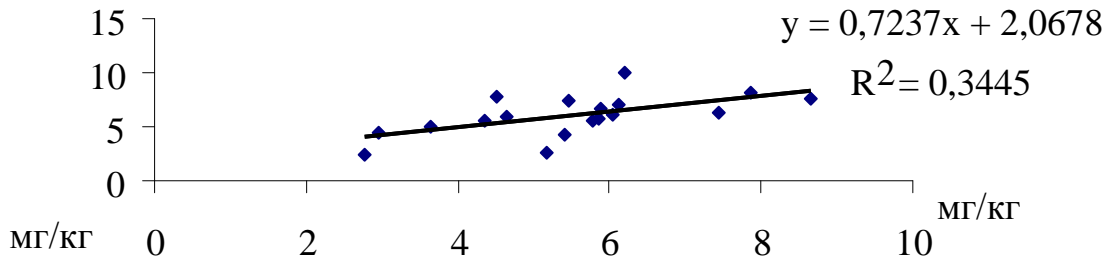
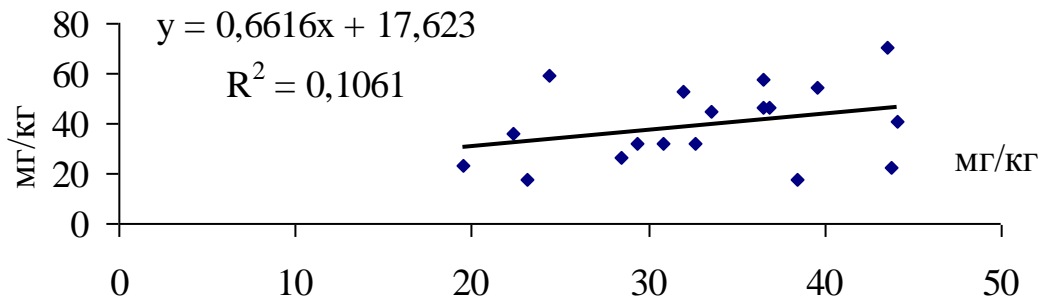


Рисунок 16 - Кривые распределения тяжелых металлов в надземной и подземной частях различных семейств растений

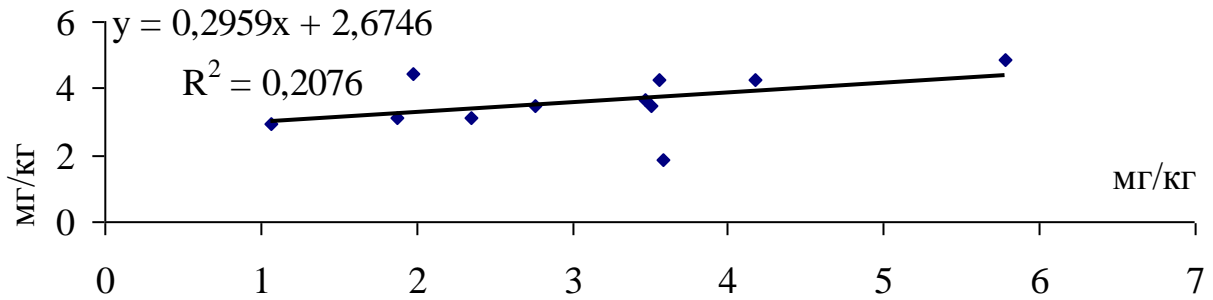
Примечание - растения располагаются по порядку: осоковые, мятликовые, луковые, маревые, гвоздичные, лютиковые, капустные, розоцветные, бобовые, зонтичные, астровые, ворсянковые, мареновые, тутовые, хвоцевые, норичниковые, подорожниковые, спаржевые, заразиховые.



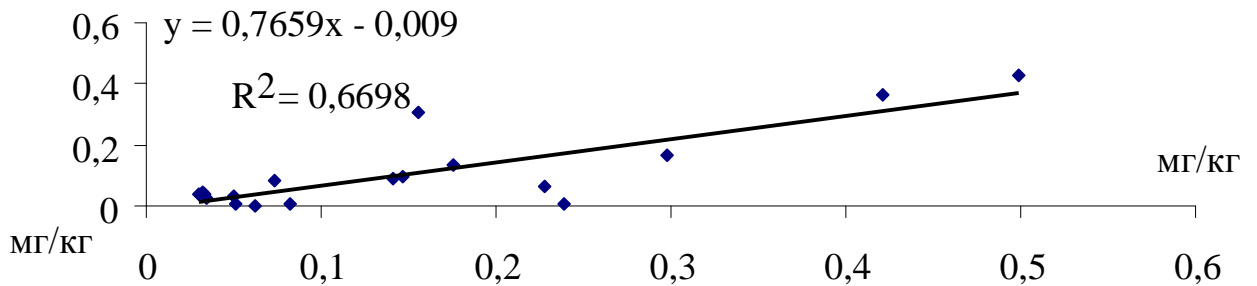
зависимость между содержанием Cu в надземной и подземной частями растений



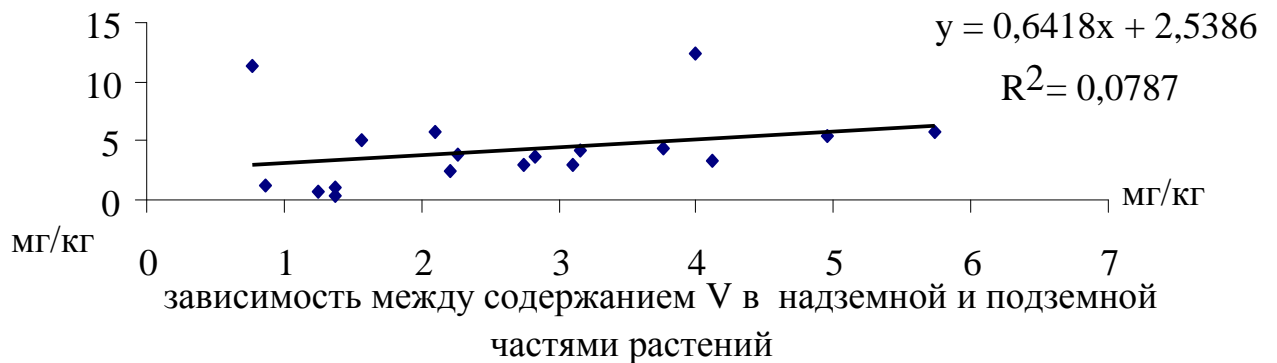
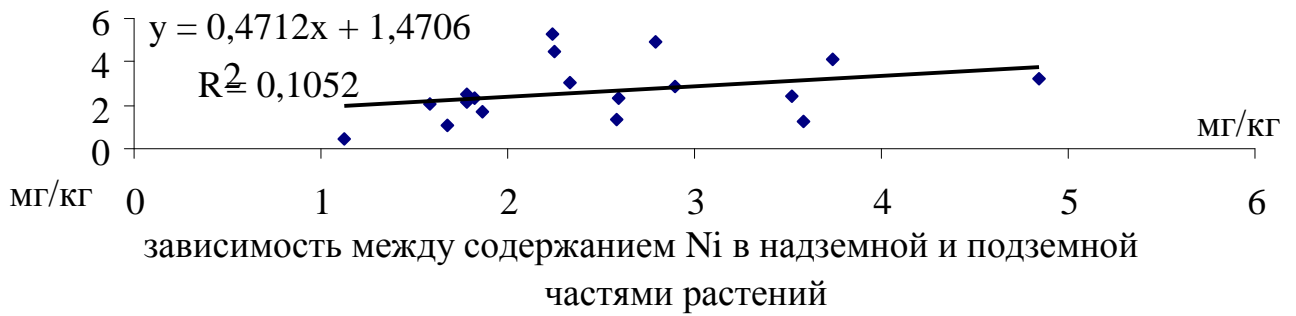
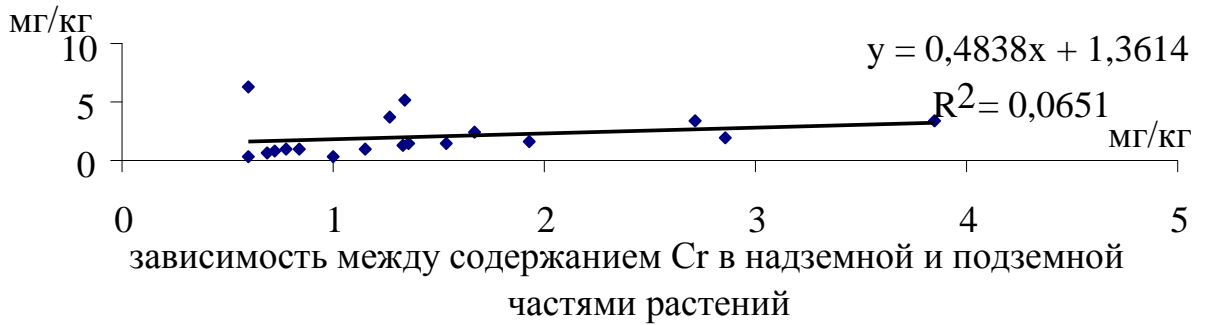
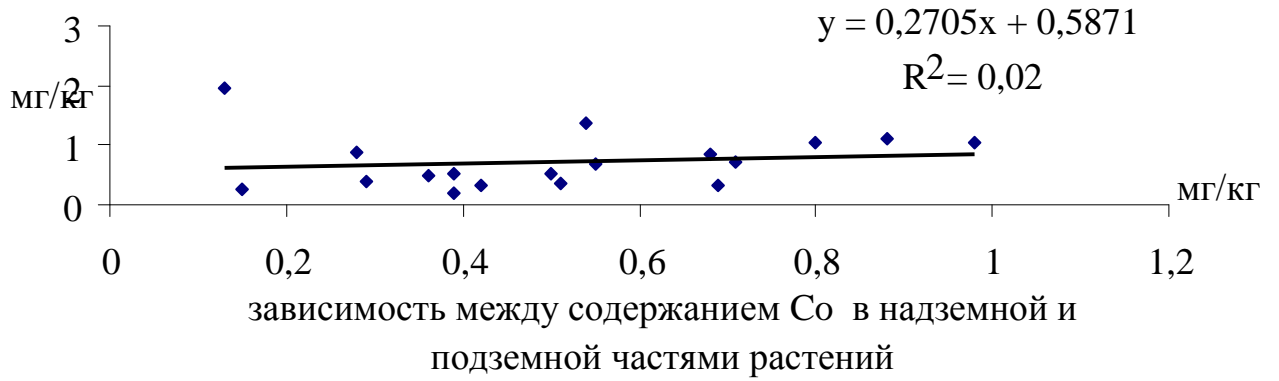
зависимость между содержанием Zn в надземной и подземной частями растений



зависимость между содержанием Pb в надземной и подземной частями растений



зависимость между содержанием Cd в надземной и подземной частями растений



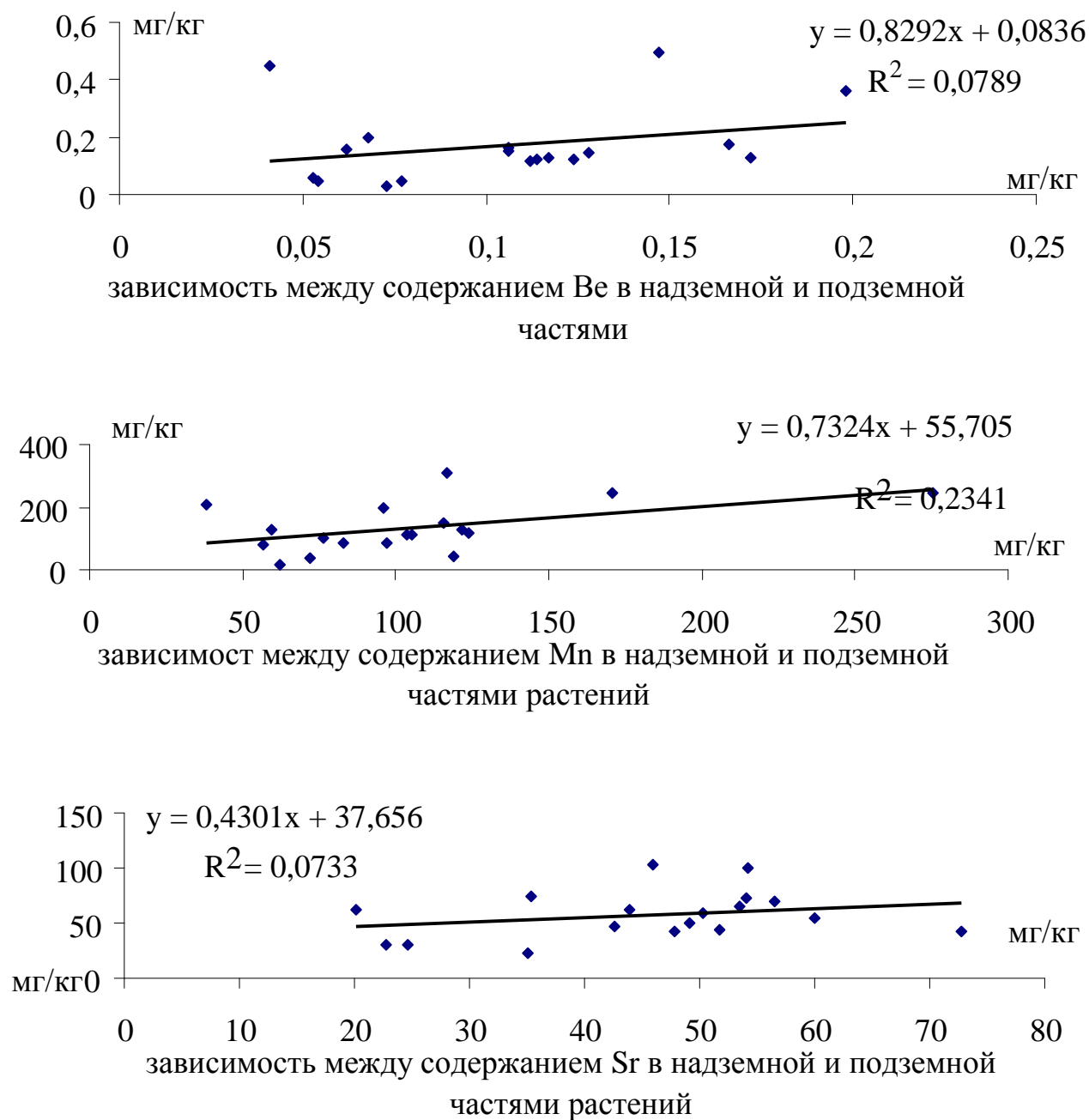
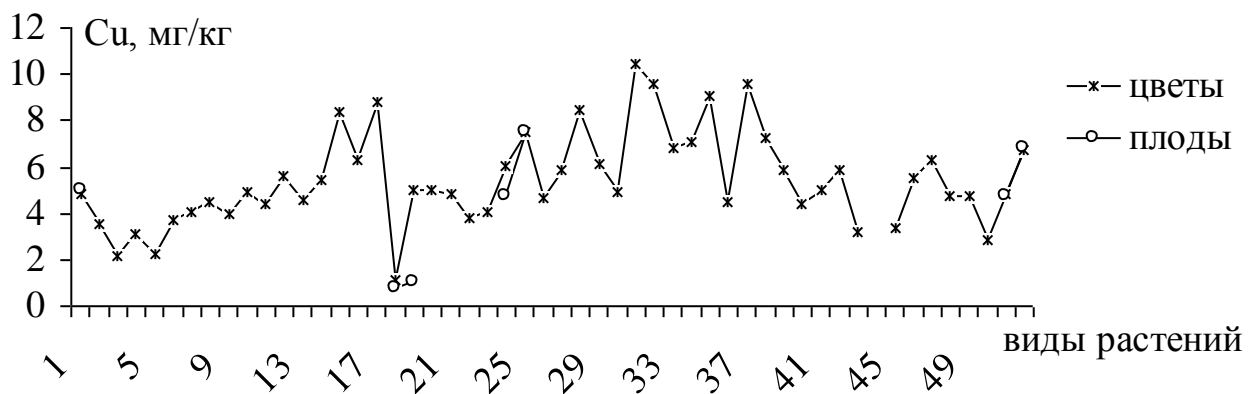
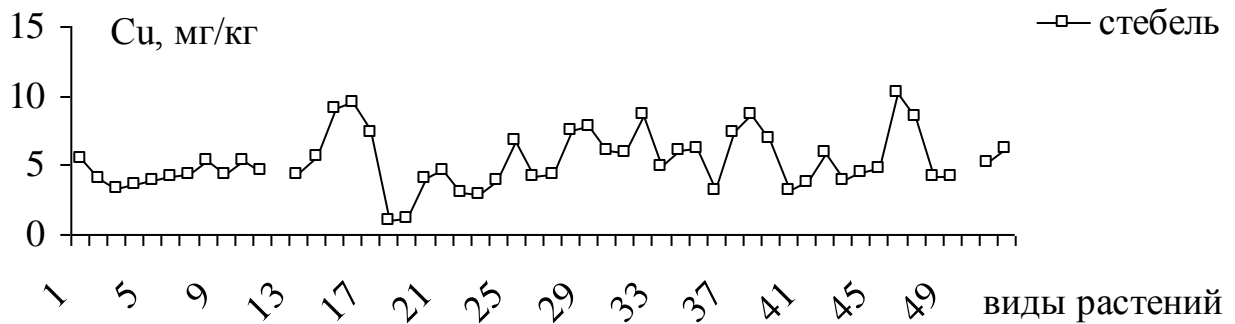
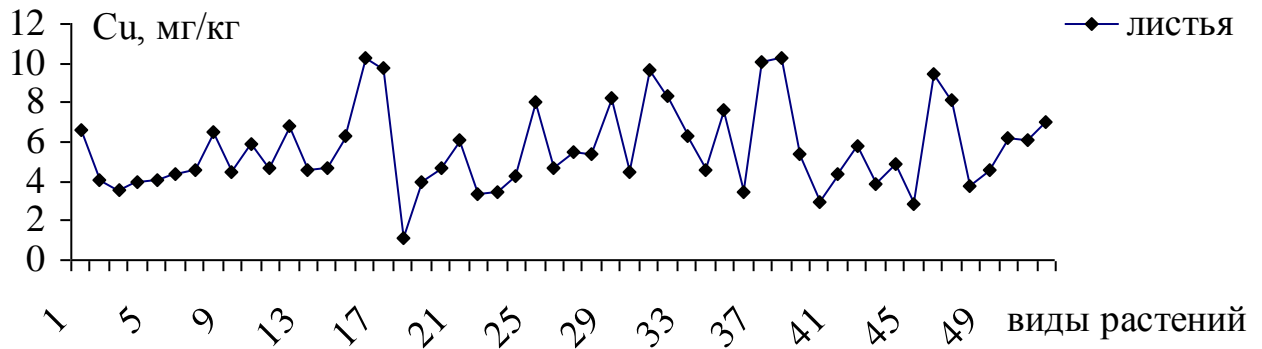
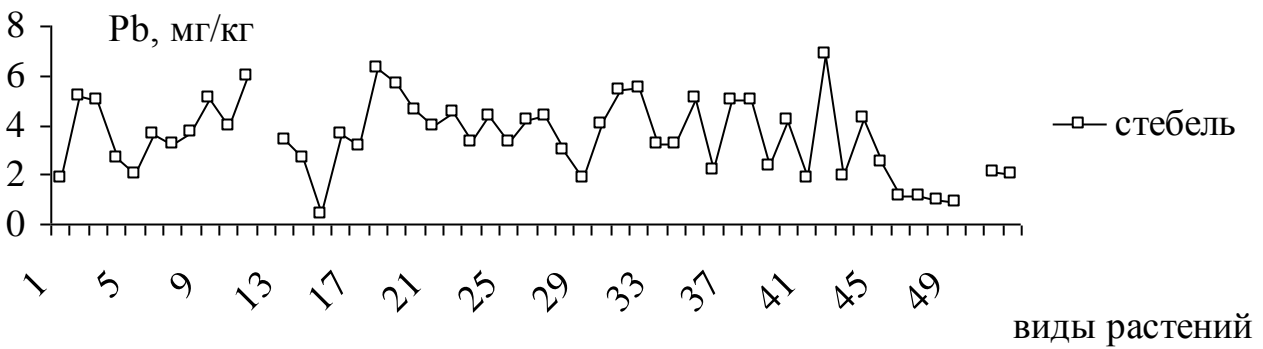
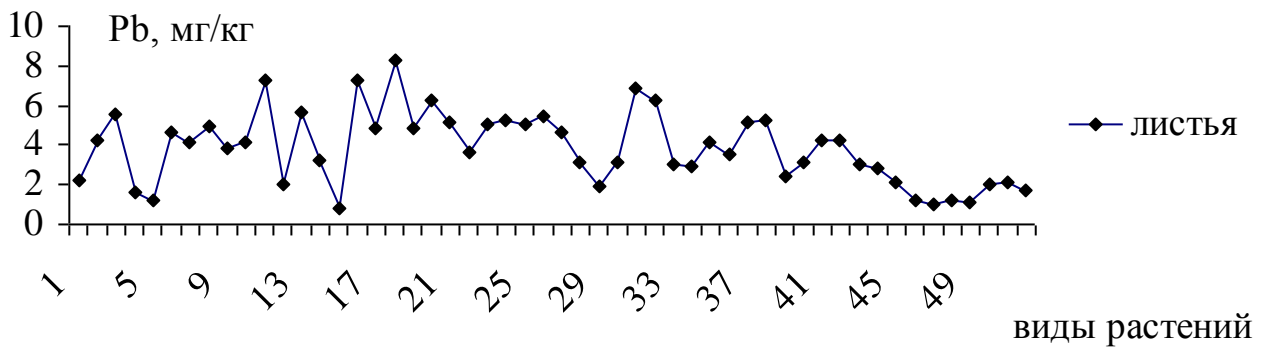
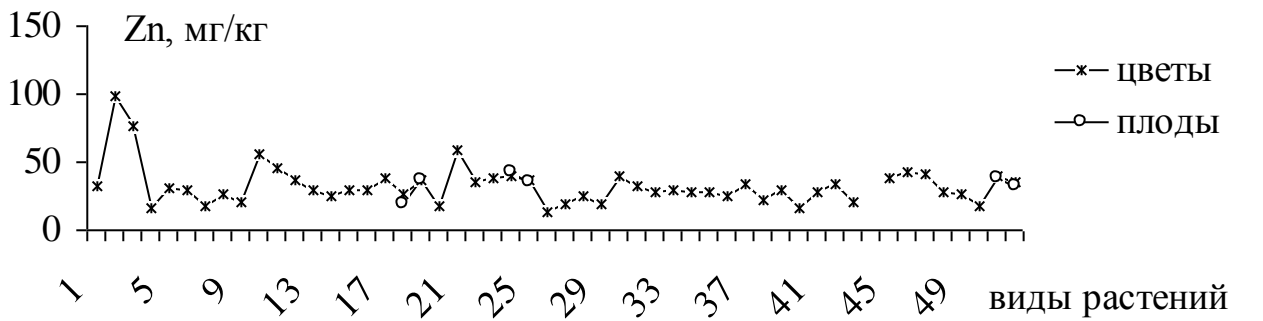
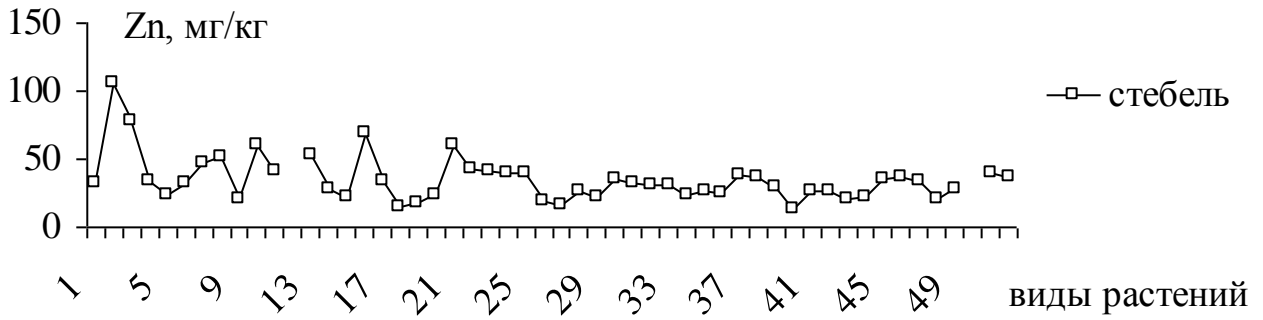
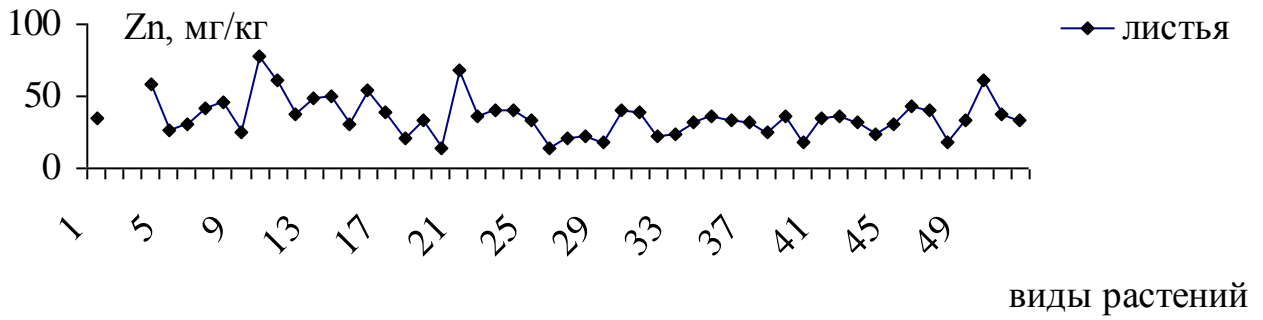


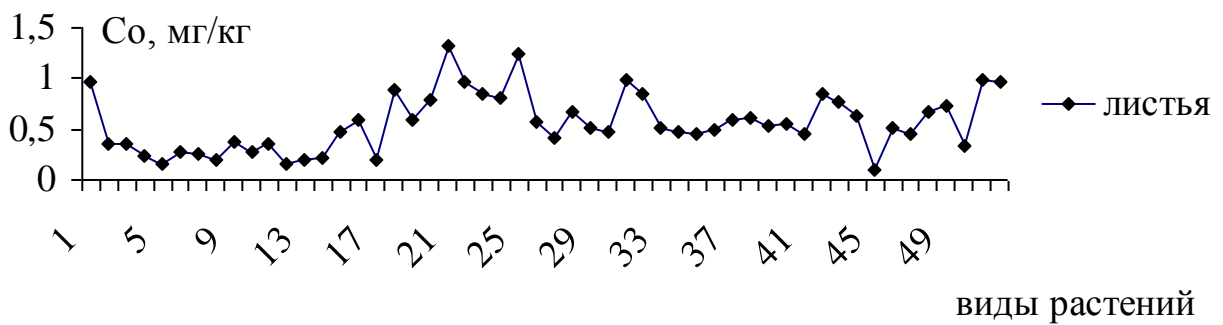
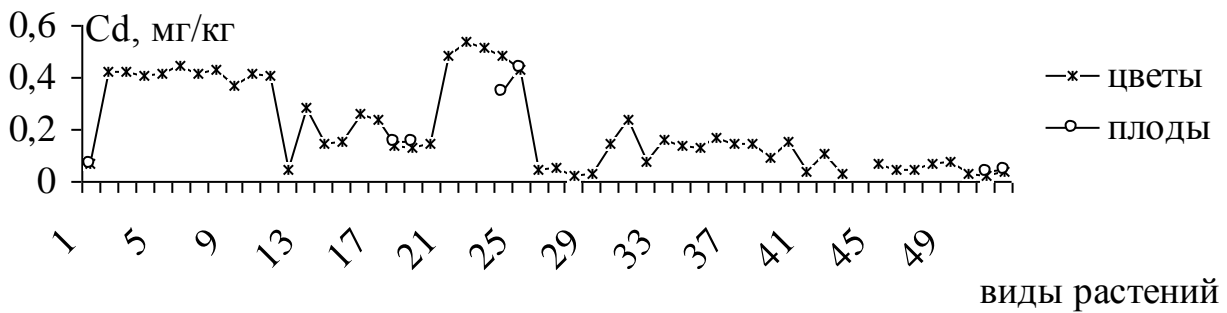
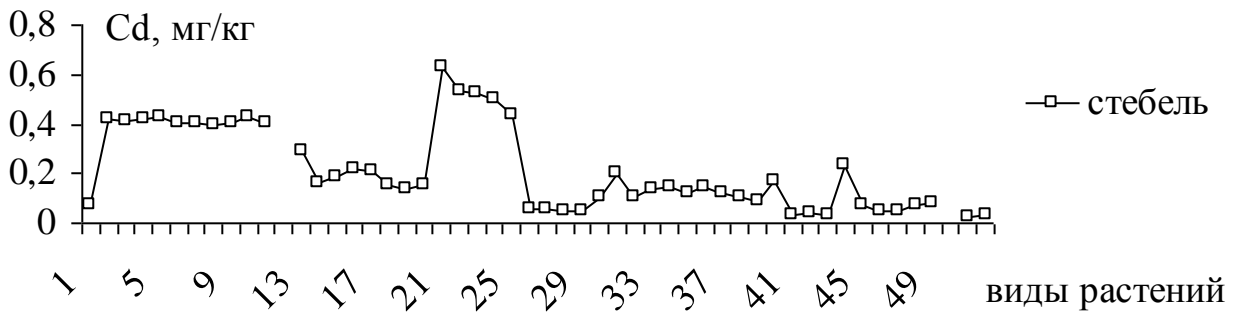
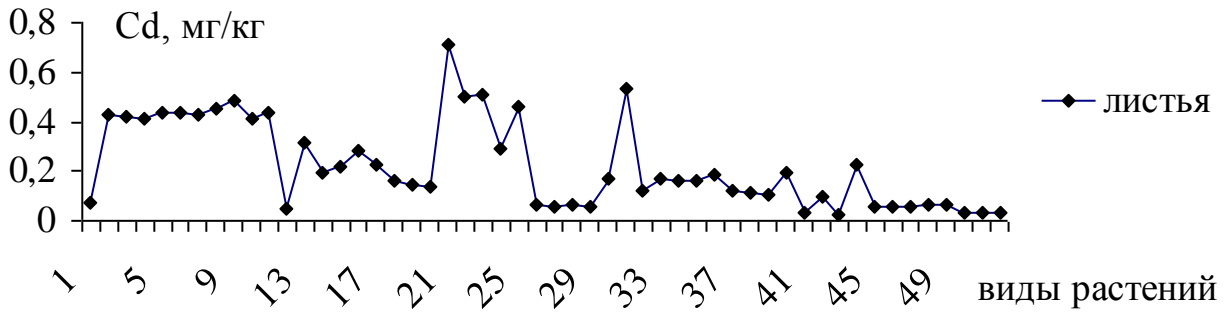
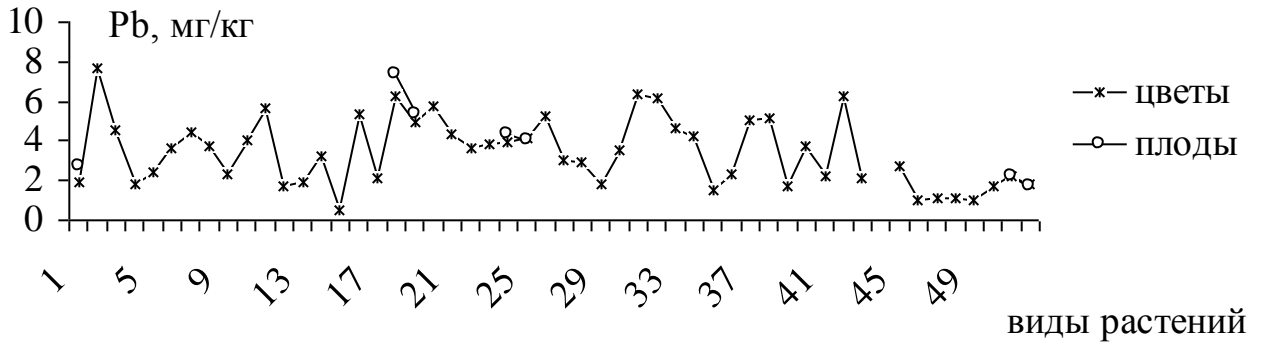
Рисунок 17 - Показатели регрессионной связи между содержанием тяжелых металлов в надземной и подземной частями растений.

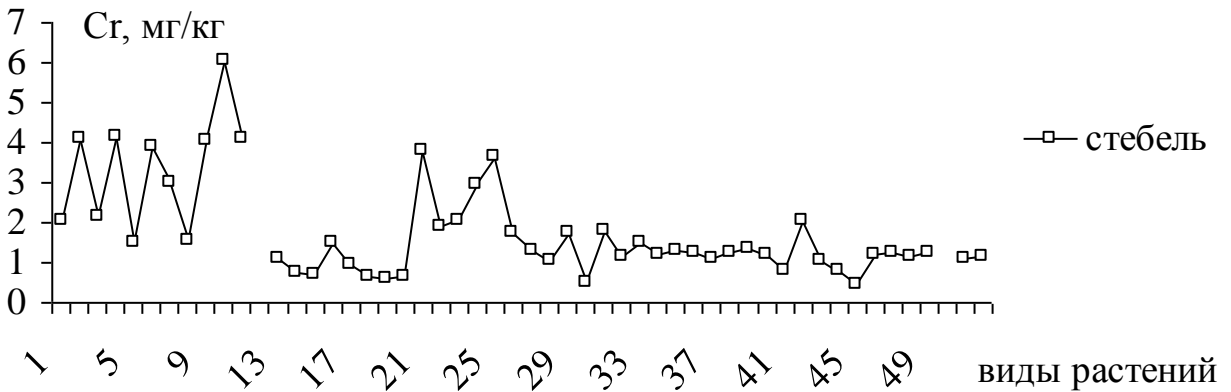
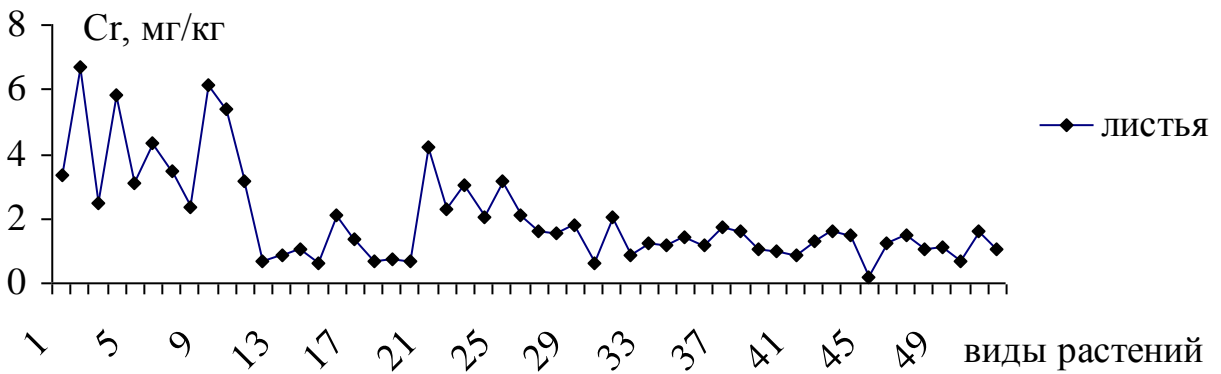
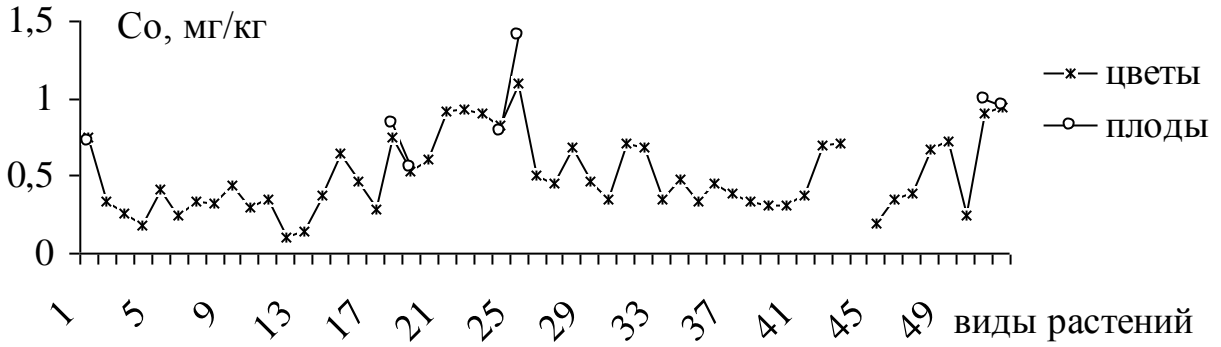
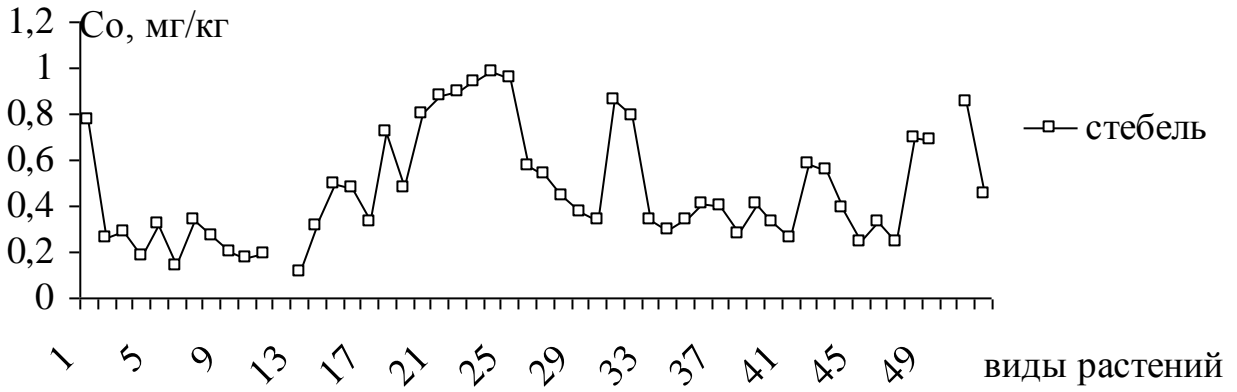
Приложение - на рисунке 17 в уравнениях регрессии x – содержание в надземных органах растений, y – содержание в подземных органах растений; R^2 – достоверность регрессионной зависимости.

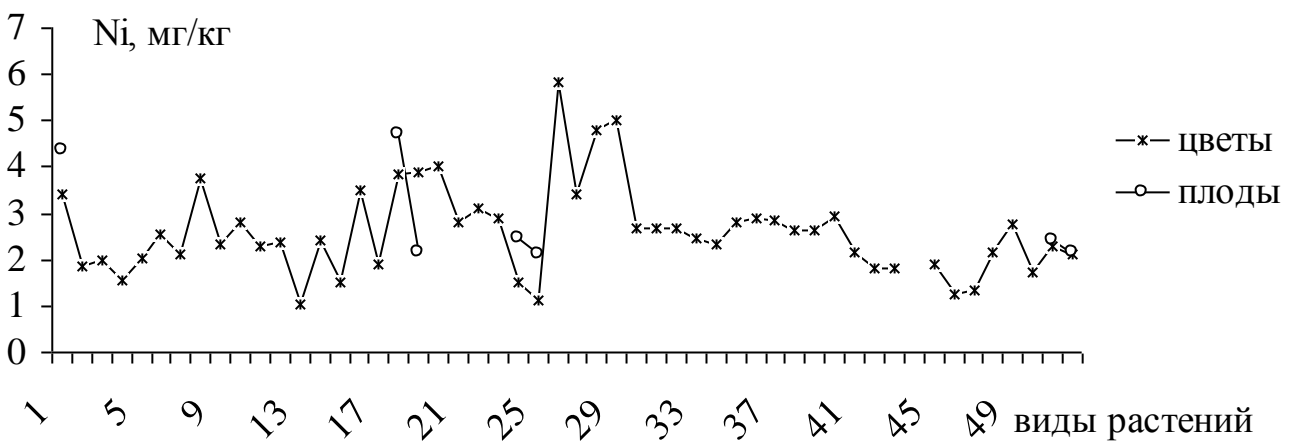
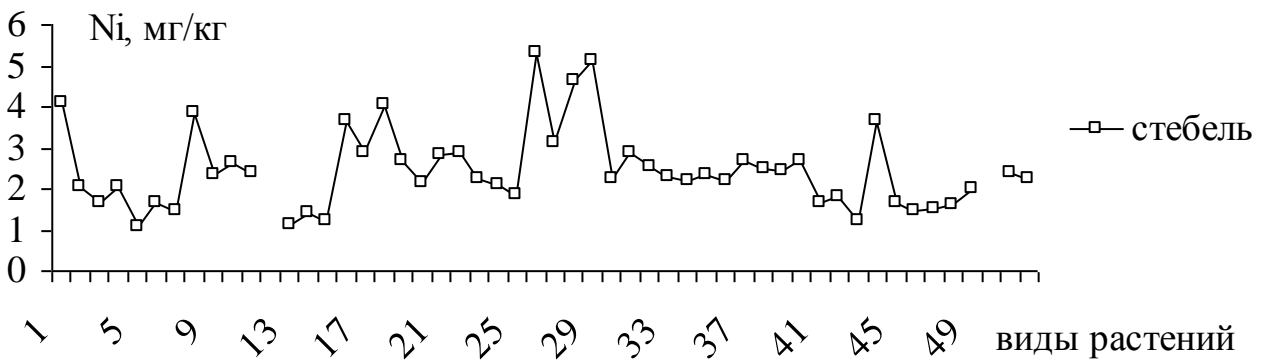
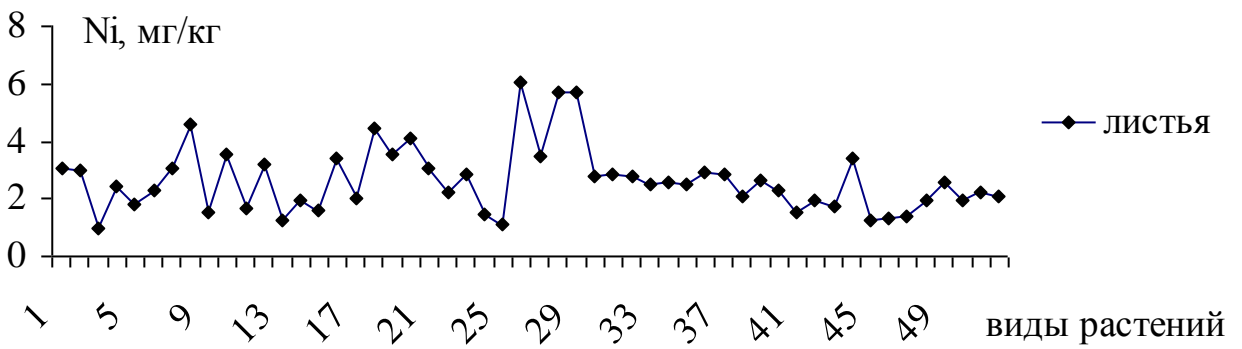
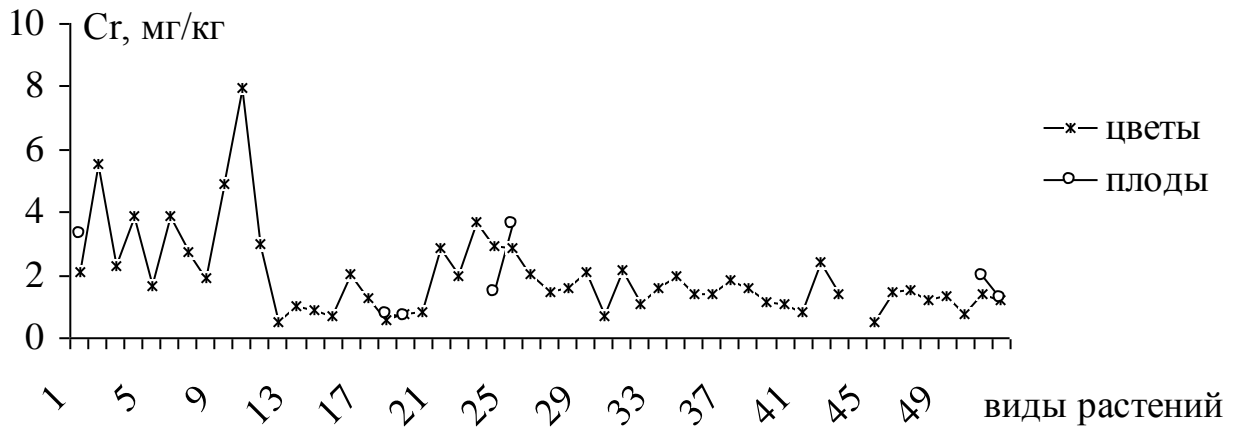
В целом научные сведения о распределении металлов по органам растений весьма противоречивы, и это скорее всего связано с тем, что содержание одного и того же элемента в растительных тканях может одновременно отражать как физиологическую потребность растений в минеральном питании, так и влияние окружающей среды. На рисунке 18 представлены кривые распределения тяжелых металлов по надземным органам различных видов растений.

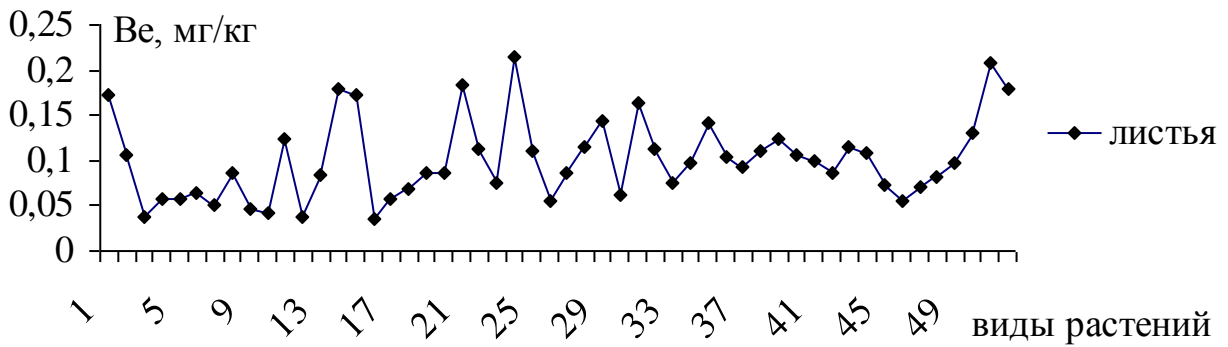
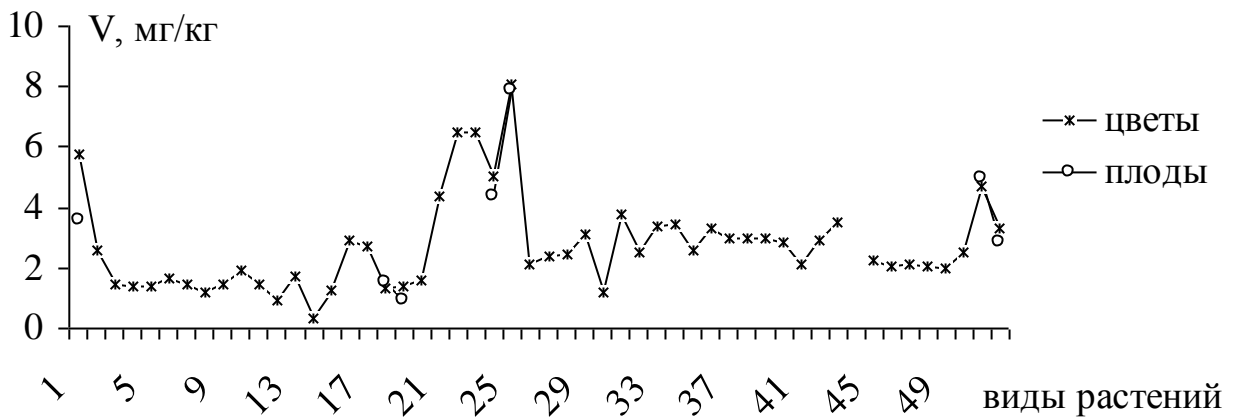
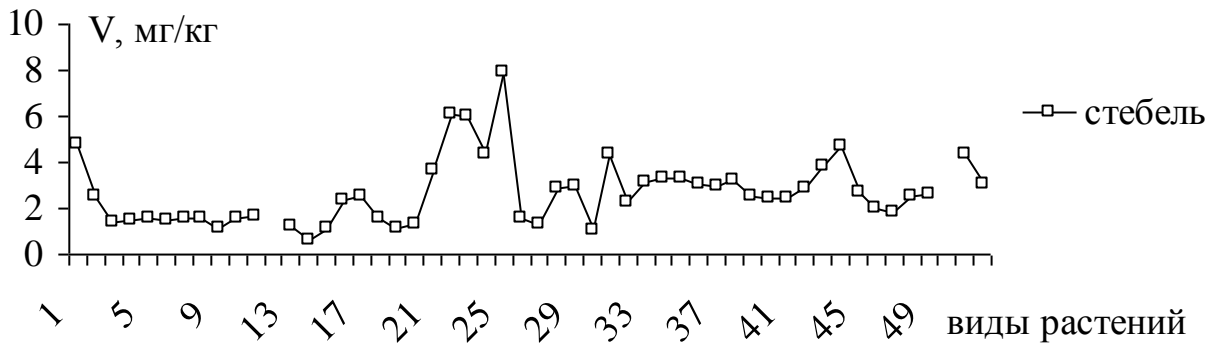
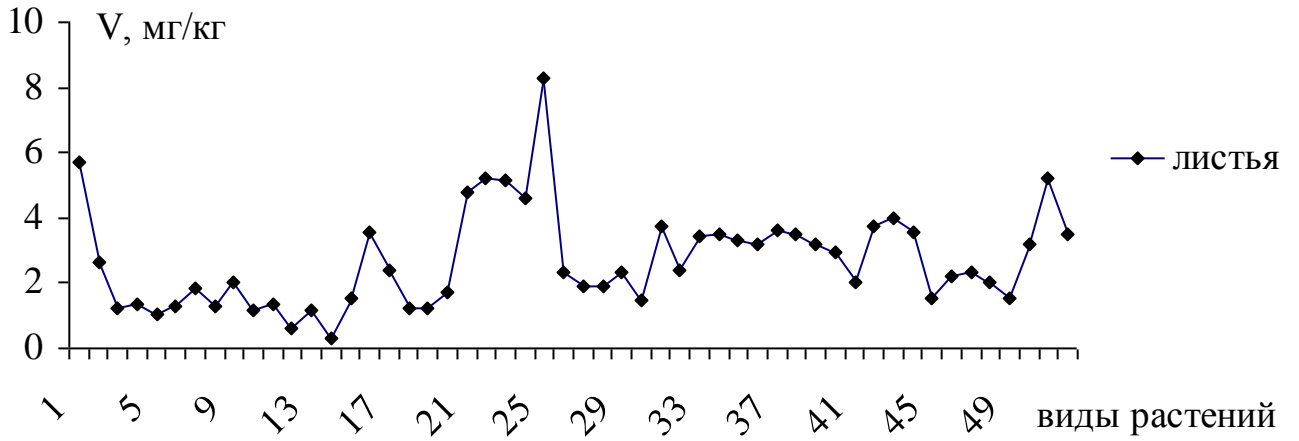


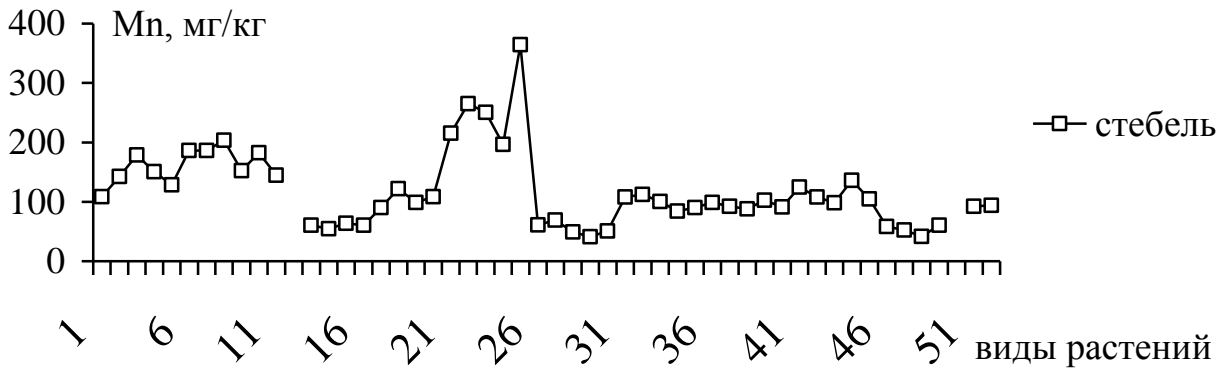
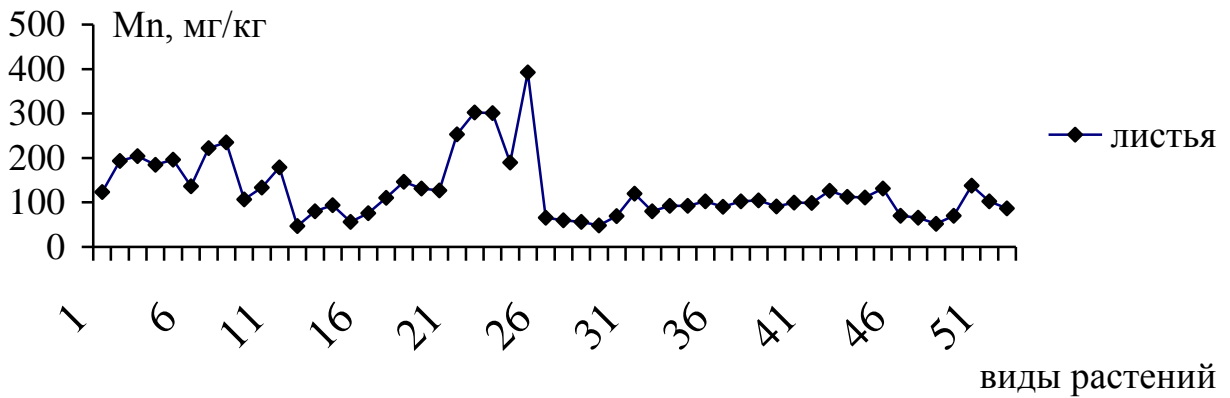
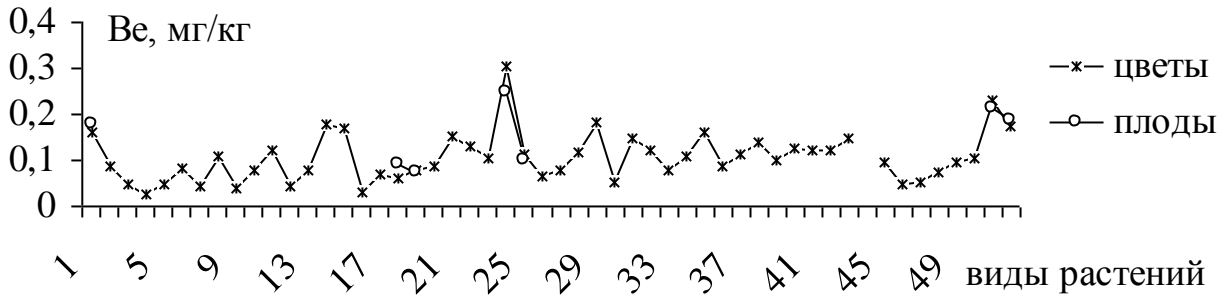
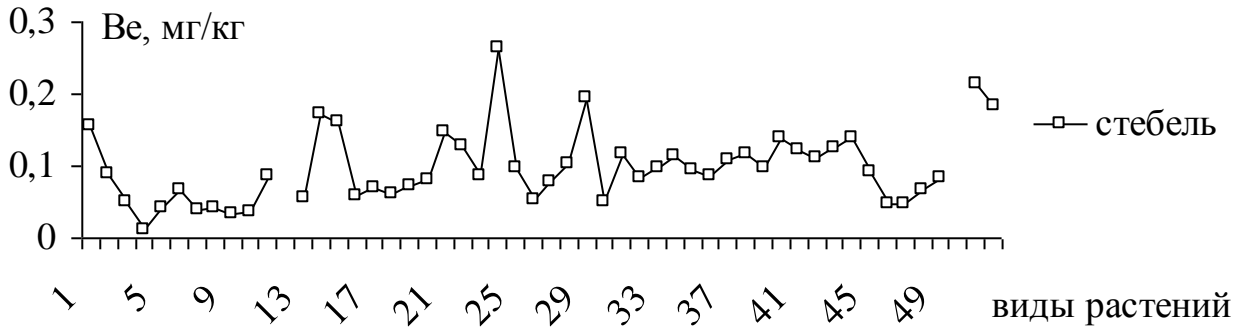












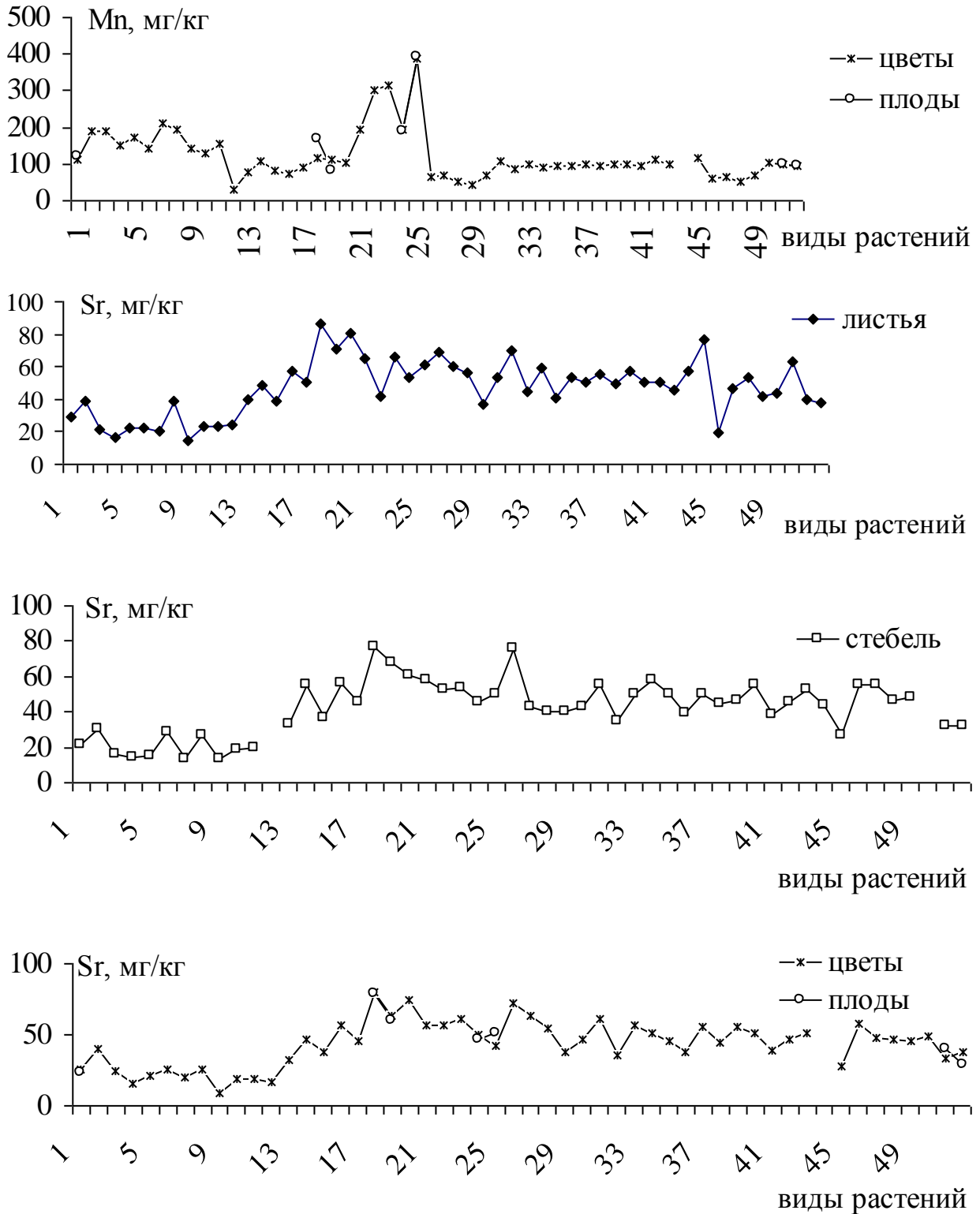


Рисунок 18 - Кривые распределения тяжелых металлов в надземных органах различных видов растений

Примечание - на рисунке 18 растения располагаются по порядку: осока стоповидная, тонконог тонкий, ковыль волосатик, овсец Шелля, мятлик степной, вей-

ник наземный, лисохвост луговой, пырей ползучий, тимофеевка степная, овсяница бороздчатая, волоснец гигантский, лук угловатый, марь белая, качим метельчатый, песчанка узколистная, прострел раскрытый, златоцвет весенний, икотник серый, бурачок извилистый, сурепка обыкновенная, таволга зверобоелистная, лапчатка гусиная, лапчатка длинночерешковая, костяника каменистая, малина обыкновенная, люцерна серповидная, солодка уральская, астрагал яичкоплодный, астрагал роговой, морковник Бессера, цмин песчаный, девясил шероховатый, полынь горькая, полынь метельчатая, полынь белеющая, полынь широколистная, василек русский, василек сибирский, ястребинка волосистая, дурнишник обыкновенный, скабиоза бледно-желтая, подмаренник настоящий, конопля сорная, хвощ луговой, заразиха голубая, вероника длинолистная, вероника колосистая, льнянка дроколистная, льнянка короткошпоровая, подорожник прижатый, спаржа лекарственная, спаржа коротколистная.

Полученные данные о содержании меди в надземных органах показывают, что распределение меди по органам растений происходит в порядке убывания: листья > цветки > стебли > плоды, но максимальные концентрации зафиксированы в органах по убыванию: стебли > листья > цветки > плоды.

В листьях 21 вида растений выявлено содержание меди выше среднего значения (5,65 мг/кг): подмаренник настоящий (5,84 мг/кг) < овсяница бороздчатая (5,87 мг/кг) < спаржа лекарственная = таволга зверобоелистная (6,08 мг/кг) < подорожник прижатый (6,18 мг/кг) < полынь горькая (6,34 мг/кг) < пырей ползучий (6,52 мг/кг) < осока стоповидная (6,62 мг/кг) < лук угловатый (6,86 мг/кг) < спаржа коротколистная (7,00 мг/кг) < полынь белеющая (7,58 мг/кг) < малина обыкновенная (8,05 мг/кг) < вероника колосистая (8,09 мг/кг) < астрагал роговой (8,26 мг/кг) < девясил шероховатый (8,38 мг/кг) < вероника длинолистная (9,49 мг/кг) < цмин песчаный (9,65 мг/кг) < златоцвет весенний (9,76 мг/кг) < василек русский (10,05 мг/кг) < василек сибирский = прострел раскрытый (10,25 мг/кг).

Содержание меди в стеблях 22 видов растений превысило средние показания (5,26 мг/кг): пырей ползучий (5,27 мг/кг) < овсяница бороздчатая (5,28 мг/кг) < осока стоповидная (5,44 мг/кг) < качим метельчатый (5,68 мг/кг) < цмин песчаный (5,85 мг/кг) < подмаренник настоящий (5,86 мг/кг) < полынь метельчатая (6,07 мг/кг) < морковник Бессера (6,12 мг/кг) < полынь белеющая (6,14 мг/кг) < спаржа лекарственная (6,20 мг/кг) < малина обыкновенная (6,75 мг/кг) < ястребинка волосистая (6,86 мг/кг) < василек русский (7,35 мг/кг) < золотцвет весенний (7,36 мг/кг) < астрагал яичкоплодный (7,57 мг/кг) < астрагал роговой (7,75 мг/кг) < вероника колосистая (8,46 мг/кг) < василек сибирский (8,59 мг/кг) < девясил шероховатый (8,68 мг/кг) < песчанка узколистная (9,12 мг/кг) < прострел раскрытый (9,54 мг/кг) < вероника длинолистная (10,17 мг/кг).

В цветках 22 видов растений зафиксированы концентрации меди выше среднего значения (5,40 мг/кг): качим метельчатый (5,42 мг/кг) < вероника длинолистная (5,54 мг/кг) < лук угловатый (5,60 мг/кг) < солодка уральская (5,84 мг/кг) < ястребинка волосистая (5,85 мг/кг) < подмаренник настоящий (5,91 мг/кг) < костяника каменистая (6,08 мг/кг) < астрагал роговой (6,10) < прострел раскрытый (6,28 мг/кг) < вероника колосистая (6,34 мг/кг) < спаржа коротколистная (6,74 мг/кг) < полынь горькая (6,86 мг/кг) < полынь метельчатая (7,04 мг/кг) < василек сибирский (7,24 мг/кг) < малина обыкновенная (7,52 мг/кг) < песчанка узколистная (8,36 мг/кг) < астрагал яичкоплодный (8,44 мг/кг) < золотцвет весенний (8,77 мг/кг) < полынь белеющая (9,06 мг/кг) < василек русский (9,56 мг/кг) < девясил шероховатый (9,58 мг/кг) < цмин песчаный (10,48 мг/кг).

В плодах костяники каменистой, спаржи лекарственной, осоки стоповидной, спаржи коротколистной и малины обыкновенной содержание меди выше средней концентрации (4,38 мг/кг).

Распределение цинка по органам растений происходит в порядке убывания: стебли > листья > цветки > плоды, максимальные концентрации зафиксированы в органах по убыванию: листья > стебли > цветки > плоды.

Превышение среднего содержания цинка (34,36 мг/кг) отмечено в листьях 24 видов растений: осока стоповидная (34,67 мг/кг) < ястребинка волосистая (36,40 мг/кг) < подмаренник настоящий (36,50 мг/кг) < лапчатка гусиная (36,53 мг/кг) < полынь белеющая (36,54 мг/кг) < спаржа лекарственная (37,58 мг/кг) < цмин песчаный (38,77 мг/кг) < морковник Бессера (39,82 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (40,00 мг/кг) < вероника колосистая (40,25 мг/кг) < костяника каменистая (40,50 мг/кг) < лисохвост луговой (41,57 мг/кг) < вероника длинолистная (42,90 мг/кг) < пырей ползучий (46,33 мг/кг) < марь белая (48,78 мг/кг) < качим метельчатый (50,43 мг/кг) < прострел раскрытый (54,66 мг/кг) < овсец Шелля (58,50 мг/кг) < волоснец гигантский (60,54 мг/кг) < подорожник прижатый (61,45 мг/кг) < таволга зверобоелистная (68,33 мг/кг) < овсяница бороздчатая (77,48 мг/кг) < ковыль волосатик (112,15 мг/кг) < тонконог тонкий (124,18 мг/кг).

У 19 видов растений содержание цинка в стеблях превышает его средние значения (34,79 мг/кг): зарази́ха голубая (34,86 мг/кг) < морковник Бессера (35,24 мг/кг) < василек сибирский (36,20 мг/кг) < спаржа коротколистная (36,30 мг/кг) < вероника длинолистная (36,50 мг/кг) < василек русский (38,29 мг/кг) < спаржа лекарственная (39,12 мг/кг) < малина обыкновенная (39,64 мг/кг) < костяника каменистая (40,02 мг/кг) < волоснец гигантский (40,51 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (41,16 мг/кг) < лапчатка гусиная (43,21 мг/кг) < лисохвост луговой (46,42 мг/кг) < пырей ползучий (51,52 мг/кг) < марь белая (53,55 мг/кг) < овсяница бороздчатая (59,84 мг/кг) < таволга зверобоелистная (60,25 мг/кг) < прострел раскрытый (68,86 мг/кг) < ковыль волосатик (78,58 мг/кг) < тонконог тонкий (106,56 мг/кг).

Для 20 видов исследованных растений зафиксировано превышение средней концентрации цинка в цветках (32,56 мг/кг): василек русский (33,39 мг/кг) < подмаренник настоящий (33,46 мг/кг) < спаржа коротколистная (35,34 мг/кг) < лапчатка гусиная (35,52 мг/кг) < малина обыкновенная (36,52 мг/кг) < лук угловатый (36,72 мг/кг) < бурачок извилистый (36,82 мг/кг) < зарази́ха голубая (37,97 мг/кг)

< златоцвет весенний (38,19 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (38,96 мг/кг) < костяника каменистая (39,28 мг/кг) < спаржа лекарственная (39,60 мг/кг) < морковник Бессера (40,26 мг/кг) < вероника колосистая (41,29 мг/кг) < вероника длинолистная (42,10 мг/кг) < волоснец гигантский (45,59 мг/кг) < овсяница бороздчатая (55,52 мг/кг) < таволга зверобоелистная (58,32 мг/кг) < ковыль волосатик (76,52 мг/кг) < тонконог тонкий (98,84 мг/кг).

Плоды спаржи лекарственной и спаржи коротколистной, осоки стоповидной, костяники каменистой и малины обыкновенной содержат цинк выше средней концентрации (29,12 мг/кг).

Распределение свинца по органам растений происходит в порядке убывания: плоды > стебли > листья > цветки, максимальные концентрации зафиксированы в органах по убыванию: стебли > листья > плоды > цветки.

Листья 27 видов растений склонны к накоплению свинца в концентрациях выше средней (3,82 мг/кг): тимофеевка степная (3,86 мг/кг) < полынь белеющая (4,11 мг/кг) < лисохвост луговой = овсяница бороздчатая (4,15 мг/кг) < скабиоза бледно-желтая (4,20 мг/кг) < подмаренник настоящий (4,21 мг/кг) < тонконог тонкий (4,27 мг/кг) < солодка уральская (4,60 мг/кг) < вейник наземный (4,69 мг/кг) < златоцвет весенний (4,82 мг/кг) < бурачок извилистый (4,85 мг/кг) < пырей ползучий (4,95 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (5,02 мг/кг) < малина обыкновенная (5,08 мг/кг) < василек русский (5,12 мг/кг) < таволга зверобоелистная (5,20 мг/кг) < василек сибирский (5,23 мг/кг) < костяника каменистая (5,26 мг/кг) < люцерна серповидная (5,50 мг/кг) < ковыль волосатик (5,59 мг/кг) < марь белая (5,62 мг/кг) < сурепка обыкновенная (6,24 мг/кг) < девясил шероховатый (6,27 мг/кг) < цмин песчаный (6,89 мг/кг) < прострел раскрытый (7,24 мг/кг) < волоснец гигантский (7,28 мг/кг) < икотник серый (8,28 мг/кг).

В стеблях 24 видов растений содержание свинца превышает его средние значения (3,52 мг/кг): вейник наземный (3,64 мг/кг) < пырей ползучий (3,68 мг/кг) < таволга зверобоелистная (3,98 мг/кг) < овсяница бороздчатая (4,00 мг/кг) < мор-

ковник Бессера (4,07 мг/кг) < дурнишник обыкновенный (4,20 мг/кг) < люцерна серповидная (4,23 мг/кг) < хвощ луговой (4,28 мг/кг) < солодка уральская (4,35 мг/кг) < костяника каменистая (4,36 мг/кг) < лапчатка гусиная (4,52 мг/кг) < сурепка обыкновенная (4,63 мг/кг) < ковыль волосатик = василек сибирский (5,00 мг/кг) < василек русский (5,02 мг/кг) < полынь белеющая (5,10 мг/кг) < тимофеевка степная (5,12 мг/кг) < тонконог тонкий (5,20 мг/кг) < цмин песчаный (5,40 мг/кг) < девясил шероховатый (5,52 мг/кг) < бурачок извилистый (5,67 мг/кг) < волоснец гигантский (6,02 мг/кг) < икотник серый (6,31 мг/кг) < подмаренник настоящий (6,84 мг/кг).

Цветки 26 видов растений накапливают свинец в концентрациях выше среднего (3,43 мг/кг): морковник Бессера (3,51 мг/кг) < вейник наземный (3,67 мг/кг) < лапчатка гусиная (3,68 мг/кг) < пырей ползучий (3,70 мг/кг) < дурнишник обыкновенный (3,71 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (3,88 мг/кг) < костяника каменистая (3,92 мг/кг) < овсяница бороздчатая (4,00 мг/кг) < малина обыкновенная (4,10 мг/кг) < полынь метельчатая (4,21 мг/кг) < таволга зверобоелистная (4,38 мг/кг) < лисохвост луговой (4,47 мг/кг) < ковыль волосатик (4,59 мг/кг) < полынь горькая (4,67 мг/кг) < бурачок извилистый (5,00 мг/кг) < василек русский (5,10 мг/кг) < василек сибирский (5,13 мг/кг) < люцерна серповидная (5,27 мг/кг) < прострел раскрытый (5,36 мг/кг) < волоснец гигантский (5,69 мг/кг) < сурепка обыкновенная (5,75 мг/кг) < девясил шероховатый (6,15 мг/кг) < икотник серый (6,23 мг/кг) < подмаренник настоящий (6,29 мг/кг) < цмин песчаный (6,34 мг/кг) < тонконог тонкий (7,63 мг/кг).

Плоды костяники каменистой, малины обыкновенной, икотника серого и бурачка извилистого содержат свинец выше средней концентрации (3,94 мг/кг).

Распределение кадмия по органам растений происходит в порядке убывания: листья > стебли > цветки > плоды, максимальные концентрации зафиксированы в органах по убыванию: стебли > цветки > листья > плоды.

17 видов растений аккумулируют в листьях соединения кадмия в концентрациях выше средней (0,225 мг/кг): костяника каменистая (0,289 мг/кг) < марь белая (0,318 мг/кг) < овсец Шелля (0,410 мг/кг) < овсяница бороздчатая (0,416 мг/кг) < ковыль волосатик (0,423 мг/кг) < тонконог тонкий (0,427 мг/кг) < лисохвост луговой (0,431 мг/кг) < мятлик степной = волоснец гигантский (0,434 мг/кг) < вейник наземный (0,435 мг/кг) < пырей ползучий (0,453 мг/кг) < малина обыкновенная (0,462 мг/кг) < тимофеевка степная (0,485 мг/кг) < лапчатка гусиная (0,502 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (0,513 мг/кг) < цмин песчаный (0,536 мг/кг) < таволга зверобоелистная (0,711 мг/кг).

Содержание соединений кадмия в стеблях 18 видов растений превысило средние его значения (0,214 мг/кг): прострел раскрытый (0,221 мг/кг) < хвощ луговой (0,232 мг/кг) < марь белая (0,293 мг/кг) < пырей ползучий (0,395 мг/кг) < волоснец гигантский (0,404 мг/кг) < лисохвост луговой (0,405 мг/кг) < вейник наземный (0,406 мг/кг) < тимофеевка степная (0,408 мг/кг) < ковыль волосатик (0,411 мг/кг) < тонконог тонкий (0,420 мг/кг) < овсец Шелля (0,424 мг/кг) < мятлик степной (0,427 мг/кг) < овсяница бороздчатая (0,429 мг/кг) < малина обыкновенная (0,434 мг/кг) < костяника каменистая (0,500 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (0,529 мг/кг) < лапчатка гусиная (0,537 мг/кг) < таволга зверобоелистная (0,629 мг/кг).

Содержание соединений кадмия в цветках 18 видов растений превысило средние его значения (0,207 мг/кг): златоцвет весенний (0,235 мг/кг) < цмин песчаный (0,238 мг/кг) < прострел раскрытый (0,262 мг/кг) < тимофеевка степная (0,373 мг/кг) < волоснец гигантский (0,410 мг/кг) < овсец Шелля (0,411 мг/кг) < мятлик степной (0,414 мг/кг) < лисохвост луговой = овсяница бороздчатая (0,415 мг/кг) < ковыль волосатик (0,420 мг/кг) < тонконог тонкий (0,422 мг/кг) < малина обыкновенная (0,431 мг/кг) < пырей ползучий (0,433 мг/кг) < вейник наземный (0,446 мг/кг) < костяника каменистая (0,483 мг/кг) < таволга зверобоелистная

(0,484 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (0,512 мг/кг) < лапчатка гусиная (0,539 мг/кг).

Плоды костяники каменистой и малины обыкновенной содержат кадмий выше средней концентрации (0,179 мг/кг).

Распределение соединений кобальта по органам растений происходит в порядке убывания: плоды > листья > цветки > стебли, максимальные концентрации зафиксированы в органах по убыванию: листья > плоды > цветки > стебли.

В листьях 24 видов растений обнаружены концентрации кобальта, превышающие среднее значение (0,56 мг/кг): дурнишник обыкновенный (0,56 мг/кг) < люцерна серповидная (0,58 мг/кг) < прострел раскрытый (0,59 мг/кг) < василек русский (0,59 мг/кг) < бурачок извилистый (0,60 мг/кг) < василек сибирский (0,62 мг/кг) < хвощ луговой (0,63 мг/кг) < льнянка дроколистная (0,67 мг/кг) < астрагал яичкоплодный (0,68 мг/кг) < льнянка короткошпоровая (0,67 мг/кг) < конопля сорная (0,77 мг/кг) < сурепка обыкновенная (0,78 мг/кг) < костяника каменистая (0,80 мг/кг) < девясил шероховатый (0,84 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (0,85 мг/кг) < подмаренник настоящий (0,85 мг/кг) < икотник серый (0,89 мг/кг) < лапчатка гусиная (0,96 мг/кг) < осока стоповидная (0,96 мг/кг) < спаржа коротколистная (0,97 мг/кг) < цмин песчаный = спаржа лекарственная (0,98 мг/кг) < малина обыкновенная (1,25 мг/кг) < таволга зверобоелистная (1,32 мг/кг).

В стеблях 21 видов растений обнаружены концентрации кобальта, превышающие среднее значение (0,47 мг/кг): прострел раскрытый = бурачок извилистый (0,48 мг/кг) < песчанка узколистная (0,50 мг/кг) < солодка уральская (0,54 мг/кг) < конопля сорная (0,56 мг/кг) < люцерна серповидная (0,57 мг/кг) < подмаренник настоящий (0,58 мг/кг) < льнянка короткошпоровая (0,69 мг/кг) < льнянка дроколистная (0,70 мг/кг) < икотник серый (0,72 мг/кг) < осока стоповидная (0,77 мг/кг) < девясил шероховатый (0,79 мг/кг) < сурепка обыкновенная (0,80 мг/кг) < спаржа лекарственная (0,85 мг/кг) < цмин песчаный (0,86 мг/кг) < таволга зверобоелистная (0,88 мг/кг) < лапчатка гусиная (0,90 мг/кг) < лапчатка длинноче-

решковая (0,94 мг/кг) < малина обыкновенная (0,96 мг/кг) < костяника каменистая (0,98 мг/кг).

Цветки 20 видов растений накапливают кобальт в концентрациях выше среднего (0,50): люцерна серповидная (0,50 мг/кг) < бурачок извилистый (0,53 мг/кг) < сурепка обыкновенная (0,61 мг/кг) < песчанка узколистная (0,65 мг/кг) < льнянка дроколистная (0,67 мг/кг) < девясил шероховатый = астрагал яичкоплодный (0,68 мг/кг) < подмаренник настоящий (0,70 мг/кг) < цмин песчаный = конопля сорная (0,71 мг/кг) < льнянка короткошпоровая (0,73 мг/кг) < икотник серый = осока стоповидная (0,75 мг/кг) < костяника каменистая (0,83 мг/кг) < спаржа лекарственная (0,90 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (0,91 мг/кг) < таволга зверобоелистная (0,92 мг/кг) < лапчатка гусиная (0,93 мг/кг) < спаржа коротколистная (0,94 мг/кг) < малина обыкновенная (1,10 мг/кг).

Плоды спаржи лекарственной, спаржи коротколистной и малины обыкновенной содержат кадмий выше средней концентрации (0,179 мг/кг).

Распределение соединений хрома по органам растений происходит в порядке убывания: листья > цветки > плоды > стебли, максимальные концентрации зафиксированы в органах по убыванию: листья > цветки > стебли > плоды.

19 видов растений накапливают в листьях хром в концентрациях выше среднего значения (2,01 мг/кг): цмин песчаный (2,03 мг/кг) < костяника каменистая (2,04 мг/кг) < люцерна серповидная (2,08 мг/кг) < прострел раскрытый (2,13 мг/кг) < лапчатка гусиная (0,2,30 мг/кг) < пырей ползучий (2,34 мг/кг) < ковыль волосатик (2,51 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (3,04 мг/кг) < мятлик степной (3,12 мг/кг) < волоснец гигантский (3,14 мг/кг) < малина обыкновенная (3,18 мг/кг) < осока стоповидная (3,32 мг/кг) < лисохвост луговой (3,47 мг/кг) < таволга зверобоелистная (4,24 мг/кг) < вейник наземный (4,37 мг/кг) < овсяница бороздчатая (5,42 мг/кг) < овсец Шелля (5,82 мг/кг) < тимофеевка степная (6,14 мг/кг) < тонконог тонкий (6,72 мг/кг).

15 видов растений накапливают в стеблях хром в концентрациях выше среднего значения (1,87 мг/кг): цмин песчаный (1,82 мг/кг) < лапчатка гусиная

(1,90 мг/кг) < подмаренник настоящий (2,04 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (2,05 мг/кг) < ковыль волосатик (2,14 мг/кг) < костяника каменистая (2,94 мг/кг) < лисохвост луговой (3,02 мг/кг) < малина обыкновенная (3,65 мг/кг) < таволга зверобоелистная (3,82 мг/кг) < вейник наземный (3,92 мг/кг) < тимофеевка степная (4,07 мг/кг) < волоснец гигантский = осока стоповидная (4,08 мг/кг) < овсец Шелля (4,14 мг/кг) < овсяница бороздчатая (6,04 мг/кг).

Цветки 19 видов растений накапливают хром в концентрациях выше среднего (1,96 мг/кг): полынь метельчатая (2,00 мг/кг) < прострел раскрытый (2,01 мг/кг) < люцерна серповидная (2,03 мг/кг) < астрагал роговой (2,12 мг/кг) < осока стоповидная (2,13 мг/кг) < цмин песчаный (2,15 мг/кг) < ковыль волосатик (2,31 мг/кг) < подмаренник настоящий (2,42 мг/кг) < лисохвост луговой (2,75 мг/кг) < таволга зверобоелистная = малина обыкновенная (2,89 мг/кг) < костяника каменистая (2,93 мг/кг) < волоснец гигантский (3,01 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (3,70 мг/кг) < вейник наземный (3,86 мг/кг) < овсец Шелля (3,87 мг/кг) < тимофеевка степная (4,91 мг/кг) < тонконог тонкий (5,55 мг/кг) < овсяница бороздчатая (7,98 мг/кг).

Плоды спаржи лекарственной, осоки стоповидной и малины обыкновенной содержат хром выше средней концентрации (1,87 мг/кг).

Распределение соединений никеля по органам растений происходит в порядке убывания: плоды > листья > цветки > стебли, максимальные концентрации зафиксированы в органах по убыванию: листья > стебли > плоды > цветки.

23 вида растений накапливают в листьях никель в концентрациях выше среднего значения (2,64 мг/кг): ястребинка волосистая (2,64 мг/кг) < девясил шероховатый (2,76 мг/кг) < морковник Бессера (2,78 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая = василек русский (2,86 мг/кг) < цмин песчаный (2,87 мг/кг) < полынь широколистная (2,89 мг/кг) < тонконог тонкий (3,02 мг/кг) < таволга зверобоелистная (3,03 мг/кг) < осока стоповидная = лисохвост луговой (3,08 мг/кг) < лук угловатый (3,21 мг/кг) < прострел раскрытый (3,42 мг/кг) < солодка уральская (3,48

мг/кг) < бурачок извилистый (3,55 мг/кг) < овсяница бороздчатая (3,56 мг/кг) < сурепка обыкновенная (4,10 мг/кг) < икотник серый (4,44 мг/кг) < пырей ползучий (4,60 мг/кг) < астрагал яичкоплодный (5,67 мг/кг) < астрагал роговой (5,68 мг/кг) < люцерна серповидная (6,04 мг/кг).

В стеблях 18 видов содержание никеля превышает средние значения (2,46 мг/кг): василек сибирский (2,50 мг/кг) < девясил шероховатый (2,52 мг/кг) < овсяница бороздчатая (2,64 мг/кг) < бурачок извилистый (2,68 мг/кг) < василек русский = дурнишник обыкновенный (2,70 мг/кг) < таволга зверобоелистная (2,88 мг/кг) < златоцвет весенний = цмин песчаный (2,87 мг/кг) < солодка уральская (3,11 мг/кг) < хвощ луговой (3,64 мг/кг) < прострел раскрытый (3,65 мг/кг) < пырей ползучий (3,83 мг/кг) < икотник серый (4,04 мг/кг) < осока стоповидная (4,10 мг/кг) < астрагал яичкоплодный (4,64 мг/кг) < астрагал роговой (5,12 мг/кг) < люцерна серповидная (5,32 мг/кг).

В цветках 24 видов растений содержание никеля превышает среднее его значение (2,46 мг/кг): василек сибирский (2,62 мг/кг) < ястребинка волосистая (2,65 мг/кг) < девясил шероховатый (2,67 мг/кг) < цмин песчаный (2,69 мг/кг) < марь белая (2,70 мг/кг) < льнянка короткошпоровая (2,78 мг/кг) < овсяница бороздчатая = полынь белеющая (2,80 мг/кг) < таволга зверобоелистная (2,83 мг/кг) < василек русский (2,84 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (2,88 мг/кг) < полынь широколистная (2,91 мг/кг) < дурнишник обыкновенный (2,93 мг/кг) < лапчатка гусиная (3,09 мг/кг) < солодка уральская (3,40 мг/кг) < осока стоповидная (3,42 мг/кг) < прострел раскрытый (3,49 мг/кг) < пырей ползучий (3,75 мг/кг) < икотник серый (3,86 мг/кг) < бурачок извилистый (3,87 мг/кг) < сурепка обыкновенная (4,00 мг/кг) < астрагал яичкоплодный (4,78 мг/кг) < астрагал роговой (5,01 мг/кг) < люцерна серповидная (5,83 мг/кг).

Плоды осоки стоповидной и икотника серого содержат никель выше средней концентрации (2,91 мг/кг).

Распределение соединений ванадия по органам растений происходит в порядке убывания: плоды > листья = цветки > стебли, максимальные концентрации зафиксированы в органах по убыванию: листья > стебли > цветки > плоды.

У растений 22 видов в листьях зафиксированы концентрации ванадия выше среднего значения (2,70 мг/кг): дурнишник обыкновенный (2,97 мг/кг) < подорожник прижатый = ястребинка волосистая (3,16 мг/кг) < полынь широколистная (3,22 мг/кг) < полынь белеющая (3,32 мг/кг) < полынь горькая (3,45 мг/кг) < полынь метельчатая (3,48 мг/кг) < василек сибирский = спаржа коротколистная (3,50 мг/кг) < хвощ луговой (3,55 мг/кг) < прострел раскрытый (3,56 мг/кг) < василек русский (3,61 мг/кг) < подмаренник настоящий = цмин песчаный (3,72 мг/кг) < конопля сорная (3,98 мг/кг) < костяника каменистая (4,62 мг/кг) < таволга зверобоелистная (4,80 мг/кг) < лапчатка гусиная (5,23 мг/кг) < спаржа лекарственная (5,24 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (5,30 мг/кг) < осока стоповидная (5,68 мг/кг) < малина обыкновенная (8,28 мг/кг).

В стеблях 18 видов растений зафиксированы концентрации ванадия выше среднего значения (2,67 мг/кг): зарази́ха голубая (2,68 мг/кг) < астрагал яичкоплодный (2,80 мг/кг) < астрагал роговой (2,93 мг/кг) < василек русский (2,98 мг/кг) < полынь широколистная (3,04 мг/кг) < полынь горькая (3,10 мг/кг) < василек сибирский (3,18 мг/кг) < полынь белеющая (3,28 мг/кг) < полынь метельчатая (3,32 мг/кг) < таволга зверобоелистная (3,69 мг/кг) < подмаренник настоящий (3,80 мг/кг) < цмин песчаный (4,33 мг/кг) < костяника каменистая (4,34 мг/кг) < хвощ луговой (4,69 мг/кг) < осока стоповидная (4,82 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (5,99 мг/кг) < лапчатка гусиная (6,05 мг/кг) < малина обыкновенная (7,89 мг/кг).

В цветках 21 вида растений зафиксированы концентрации ванадия выше среднего значения (2,70 мг/кг): златоцвет весенний (2,73 мг/кг) < дурнишник обыкновенный (2,87 мг/кг) < подмаренник настоящий (2,89 мг/кг) < прострел раскрытый (2,90 мг/кг) < василек сибирский = василек русский = ястребинка волоси-

стая (3,01 мг/кг) < астрагал роговой (3,14 мг/кг) < полынь широколистная (3,28 мг/кг) < спаржа коротколистная (3,32 мг/кг) < полынь горькая (3,35 мг/кг) < полынь метельчатая (3,46 мг/кг) < конопля сорная (3,50 мг/кг) < цмин песчаный (3,80 мг/кг) < таволга зверобоелистная (4,35 мг/кг) < спаржа лекарственная (4,70 мг/кг) < костяника каменистая (5,03 мг/кг) < осока стоповидная (5,78 мг/кг) < лапчатка гусиная (6,48 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (6,49 мг/кг) < малина обыкновенная (8,10 мг/кг).

Плоды спаржи лекарственной, костяники каменистой и малины обыкновенной содержат ванадий выше средней концентрации (3,73 мг/кг).

Распределение соединений бериллия по органам растений происходит в порядке убывания: плоды > цветки > листья > стебли, максимальные концентрации зафиксированы в органах по убыванию: листья > стебли > цветки > плоды.

23 вида растений концентрируют в листьях бериллий выше его среднего значения (0,101 мг/кг): полынь широколистная (0,105 мг/кг) < тонконог тонкий (0,106 мг/кг) < дурнишник обыкновенный (0,107 мг/кг) < хвощ луговой (0,109 мг/кг) < малина обыкновенная (0,110 мг/кг) < василек сибирский (0,111 мг/кг) < девясил шероховатый (0,112 мг/кг) < лапчатка гусиная (0,113 мг/кг) < конопля сорная (0,114 мг/кг) < астрагал яичкоплодный (0,115 мг/кг) < волоснец гигантский (0,124 мг/кг) < ястребинка волосистая (0,125 мг/кг) < подорожник прижатый (0,130 мг/кг) < полынь белеющая (0,141 мг/кг) < астрагал роговой (0,143 мг/кг) < цмин песчаный (0,164 мг/кг) < осока стоповидная = песчанка узколистная (0,172 мг/кг) < качим метельчатый = спаржа коротколистная (0,179 мг/кг) < таволга зверобоелистная (0,184 мг/кг) < спаржа лекарственная (0,208 мг/кг) < костяника каменистая (0,214 мг/кг).

21 вид растений концентрируют в стеблях бериллий выше его среднего значения (0,097 мг/кг): полынь горькая (0,097 мг/кг) < ястребинка волосистая (0,098 мг/кг) < астрагал яичкоплодный (0,102 мг/кг) < василек русский (0,107 мг/кг) < подмаренник настоящий (0,112 мг/кг) < полынь метельчатая (0,113 мг/кг) < цмин

песчаный (0,116 мг/кг) < василек сибирский (0,118 мг/кг) < скабиоза бледно-желтая (0,121 мг/кг) < конопля сорная (0,124 мг/кг) < лапчатка гусиная (0,127 мг/кг) < хвощ луговой (0,139 мг/кг) < дурнишник обыкновенный (0,140 мг/кг) < таволга зверобоелистная (0,148 мг/кг) < осока стоповидная (0,155 мг/кг) < песчанка узколистная (0,161 мг/кг) < качим метельчатый (0,172 мг/кг) < спаржа коротколистная (0,184 мг/кг) < астрагал роговой (0,195 мг/кг) < спаржа лекарственная (0,213 мг/кг) < костяника каменистая (0,263 мг/кг).

Выявлено, что в цветках 21 вида растений концентрируется бериллий выше его среднего значения (0,105 мг/кг): полынь метельчатая (0,107 мг/кг) < малина обыкновенная (0,111 мг/кг) < василек русский (0,113 мг/кг) < астрагал яичкоплодный (0,116 мг/кг) < подмаренник настоящий (0,120 мг/кг) < скабиоза бледно-желтая = девясил шероховатый (0,121 мг/кг) < дурнишник обыкновенный (0,128 мг/кг) < лапчатка гусиная (0,129 мг/кг) < василек сибирский (0,140 мг/кг) < конопля сорная (0,146 мг/кг) < цмин песчаный (0,149 мг/кг) < таволга зверобоелистная (0,154 мг/кг) < полынь белеющая = осока стоповидная (0,160 мг/кг) < песчанка узколистная (0,171 мг/кг) < спаржа коротколистная (0,172 мг/кг) < качим метельчатый (0,177 мг/кг) < астрагал роговой (0,184 мг/кг) < спаржа лекарственная (0,229 мг/кг) < костяника каменистая (0,304 мг/кг).

Плоды спаржи лекарственной и коротколистной, костяники каменистой и осоки стоповидной содержат бериллий выше средней концентрации (0,156 мг/кг).

Распределение соединений марганца по органам растений происходит в порядке убывания: плоды > листья > цветки > стебли, максимальные концентрации зафиксированы в органах по убыванию: листья > цветки > стебли > плоды.

Зафиксировано, что 18 видов растений концентрируют в листьях марганец выше его среднего значения (128,11 мг/кг): зарази́ха голубая (131,17 мг/кг) < бурчок изви́стый (131,47 мг/кг) < овсяница бороздчатая (133,23 мг/кг) < вейник наземный (136,38 мг/кг) < подорожник прижатый (137,55 мг/кг) < икотник серый (146,57 мг/кг) < волоснец гигантский (178,80 мг/кг) < овсец Шелля (184,57 мг/кг)

< костяника каменистая (189,42 мг/кг) < тонконог тонкий (193,70 мг/кг) < мятлик степной (195,92 мг/кг) < ковыль волосатик (204,45 мг/кг) < лисохвост луговой (222,30 мг/кг) < пырей ползучий (235,36 мг/кг) < таволга зверобоелистная (253,41 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (301,03 мг/кг) < лапчатка гусиная (302,24 мг/кг) < малина обыкновенная (392,57 мг/кг).

У 18 видов растений в стеблях происходит накопление марганца выше его среднего значения (118,45 мг/кг): икотник серый (122,24 мг/кг) < скабиоза бледно-желтая (124,46 мг/кг) < мятлик степной (128,56 мг/кг) < хвощ луговой (135,92 мг/кг) < тонконог тонкий (142,62 мг/кг) < волоснец гигантский (144,54 мг/кг) < овсец Шелля (150,65 мг/кг) < тимофеевка степная (152,12 мг/кг) < ковыль волосатик (178,68 мг/кг) < овсяница бороздчатая (182,20 мг/кг) < лисохвост луговой (186,08 мг/кг) < вейник наземный (186,30 мг/кг) < костяника каменистая (196,56 мг/кг) < пырей ползучий (203,30 мг/кг) < таволга зверобоелистная (215,45 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (250,23 мг/кг) < лапчатка гусиная (265,27 мг/кг) < малина обыкновенная (364,42 мг/кг).

Из 52 видов исследованных растений у 15 видов в цветках происходит накопление марганца выше его среднего значения (121,68 мг/кг): овсяница бороздчатая (129,20 мг/кг) < тимофеевка степная (140,14 мг/кг) < вейник наземный (143,22 мг/кг) < овсец Шелля (152,58 мг/кг) < волоснец гигантский (154,86 мг/кг) < мятлик степной (172,32 мг/кг) < ковыль волосатик (188,67 мг/кг) < тонконог тонкий (190,63 мг/кг) < таволга зверобоелистная (192,34 мг/кг) < пырей ползучий (193,14 мг/кг) < костяника каменистая (194,52 мг/кг) < лисохвост луговой (209,62 мг/кг) < лапчатка гусиная (303,57 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (314,09 мг/кг) < малина обыкновенная (389,93 мг/кг).

Плоды икотника серого, костяники каменистой и малины обыкновенной накапливают марганец выше средней его концентрации (163,63 мг/кг) в 52 видах исследованных растений.

Распределение соединений стронция по органам растений происходит в порядке убывания: плоды > листья > цветки > стебли, максимальные концентрации зафиксированы в органах по убыванию: листья > стебли > цветки > плоды.

Выявлено, что из 52 видов растений для листьев 27 видов характерно накопление стронция в концентрациях выше его среднего значения (46,87 мг/кг): качим метельчатый (48,23 мг/кг) < василек сибирский (49,56 мг/кг) < скабиоза бледно-желтая (50,05 мг/кг) < дурнишник обыкновенный (50,06 мг/кг) < златоцвет весенний (50,22 мг/кг) < костяника каменистая (53,24 мг/кг) < полынь широколистная (50,38 мг/кг) < вероника длинолистная = полынь белеющая (53,26 мг/кг) < морковник Бессера (53,54 мг/кг) < василек русский (55,65 мг/кг) < астрагал яичкоплодный (56,22 мг/кг) < конопля сорная (56,82 мг/кг) < прострел раскрытый (56,86 мг/кг) < ястребинка волосистая (57,20 мг/кг) < полынь горькая (59,62 мг/кг) < солодка уральская (60,23 мг/кг) < малина обыкновенная (60,84 мг/кг) < подорожник прижатый (63,59 мг/кг) < таволга зверобоелистная (65,33 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (66,40 мг/кг) < люцерна серповидная (69,25 мг/кг) < цмин песчаный (70,36 мг/кг) < бурачок извилистый (71,10 мг/кг) < хвощ луговой (76,40 мг/кг) < сурепка обыкновенная (81,05 мг/кг) < икотник серый (85,94 мг/кг).

В стеблях 29 видов происходит накопление стронция в концентрациях выше его среднего значения (42,23 мг/кг): солодка уральская (42,58 мг/кг) < морковник Бессера (42,87 мг/кг) < хвощ луговой (43,60 мг/кг) < василек сибирский (44,26 мг/кг) < златоцвет весенний (45,38 мг/кг) < костяника каменистая (45,61 мг/кг) < подмаренник настоящий (45,90 мг/кг) < ястребинка волосистая = льнянка дроколистная (46,58 мг/кг) < льнянка короткошпоровая (48,63 мг/кг) < василек русский (49,65 мг/кг) < малина обыкновенная (50,20 мг/кг) < полынь горькая (50,26 мг/кг) < полынь белеющая (50,36 мг/кг) < конопля сорная (52,28 мг/кг) < лапчатка гусиная (52,64 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (53,27 мг/кг) < вероника колосистая (55,20 мг/кг) < вероника длинолистная (55,22 мг/кг) < цмин песчаный = дурнишник обыкновенный (55,32 мг/кг) < качим метельчатый (55,42 мг/кг) < про-

стрел раскрытый (56,00 мг/кг) < полынь метельчатая (58,26 мг/кг) < таволга зверобоелистная (58,31 мг/кг) < сурепка обыкновенная (60,57 мг/кг) < бурачок извилистый (68,22 мг/кг) < люцерна серповидная (75,85 мг/кг) < икотник серый (76,84 мг/кг).

В цветках 29 видов происходит накопление стронция в концентрациях выше его среднего значения (43,51 мг/кг): василек сибирский (44,87 мг/кг) < полынь белеющая (45,21 мг/кг) < золотцвет весенний (45,46 мг/кг) < льнянка короткошпоровая (46,01 мг/кг) < подмаренник настоящий (46,72 мг/кг) < льнянка дроколистная (46,95 мг/кг) < качим метельчатый (46,98 мг/кг) < морковник Бессера (46,99 мг/кг) < вероника колосистая (48,32 мг/кг) < подорожник прижатый (49,37 мг/кг) < костяника каменистая (50,31 мг/кг) < конопля сорная (51,31 мг/кг) < дурнишник обыкновенный (51,40 мг/кг) < полынь метельчатая (51,53 мг/кг) < астрагал яичкоплодный (54,60 мг/кг) < ястребинка волосистая (55,52 мг/кг) < василек русский (55,74 мг/кг) < полынь горькая (56,17 мг/кг) < прострел раскрытый (56,40 мг/кг) < таволга зверобоелистная (57,02 мг/кг) < лапчатка гусиная (57,20 мг/кг) < вероника длинолистная (58,30 мг/кг) < лапчатка длинночерешковая (61,17 мг/кг) < цмин песчаный (61,37 мг/кг) < бурачок извилистый (63,23 мг/кг) < солодка уральская (63,33 мг/кг) < люцерна серповидная (71,86 мг/кг) < сурепка обыкновенная (74,50 мг/кг) < икотник серый (80,09 мг/кг).

Плоды икотника серого, бурачка извилистого и малины обыкновенной накапливают стронций выше средней его концентрации (46,98 мг/кг).

Из всех исследованных растений листья таволги зверобоелистной отличаются накоплением всех 11 тяжелых металлов в концентрациях выше их средних значений. В листьях цмина песчаного выше средних значений накапливается до 10 металлов, повышенные концентрации 9 металлов зафиксированы в листьях лапчатки длинночерешковой, костяники каменистой и малины обыкновенной. Листья овсяницы бороздчатой, пырея ползучего, осоки стоповидной, прострела раскрытого, лапчатки гусиной и тонконога тонкого аккумулируют по 6 тяжелых металлов в концентрациях выше среднего. Листья подмаренника настоящего, спаржи лекар-

ственной, девясила шероховатого, ястребинки волосистой, ковыля волосатика и бурачка извилистого содержат в повышенных концентрациях по 5, а листья спаржи лекарственной, полыни широколиственной астрагала яичкоплодного, хвоща полевого, овсеца Шелля, вейника наземного, сурепки обыкновенной и дурнишника обыкновенного по 4 тяжелых металла из 11 анализируемых. По 3 металла в концентрациях выше среднего отмечено в листьях полыни горькой, астрагала рогового, вероники длинолистной, златоцвета весеннего, морковника Бессера, мари белой, качима метельчатого, тимофеевки степной, солодки уральской и мятлика степного. По 2 металла в концентрациях выше среднего накапливают листья лука угловатого, вероники колосистой и скабиозы бледно-желтой. Листья полыни метельчатой содержат в повышенных концентрациях ванадий, песчанки – бериллий, заразики – марганец, льнянки дроколистной и короткошпоровой – кобальт.

Минимальные концентрации всех элементов отмечены в листьях конопли сорной и полыни белеющей.

Повышенные содержания в стеблях растений всех 11 металлов не выявлено. Концентрации выше средних для 10 металлов отмечены в стеблях таволги звероелистной; 9 металлов – в стеблях костяники каменистой и лапчатки гусиной; стебли цмина песчаного и малины обыкновенной аккумулируют одновременно по 8 металлов в концентрациях выше средних значений; стебли овсяницы бороздчатой, подмаренника настоящего, васильков русского и сибирского, лапчатки длинолистной, хвоща лугового содержат по 7 металлов в вышесредних концентрациях, а пырея ползучего, осоки стоповидной и прострела раскрытого по 5 металлов одновременно. По 4 элемента, содержащихся в превышающих средние значения концентрациях, обнаружены в стеблях полынях метельчатой и белеющей, морковника Бессера, спаржи лекарственной, астрагалов яичкоплодного и рогового, девясила шероховатого, лисохвоста лугового, тонконога тонкого, вейника наземного, дурнишника обыкновенного, люцерны серповидной, солодки уральской, тимофеевки степной и бурачка извилистого. По 3 металла, в концентрациях выше средних, выявлены в стеблях ястребинки волосистой, златоцвета весеннего, песчанки узколистной, вероники длинолистной, мятлика степного, полыни горькой,

сурепки обыкновенной, овсеца Шелля, конопля сорной и качима метельчатого, а в стеблях вероники колосистой, заразики голубой, спаржи коротколистной, мари белой, льнянок дроколистной и короткошпоровой, скабиозы бледно-желтой зафиксировано по 2 металла с концентрациями выше средних. Стебли полыни широколистной накапливают повышенные концентрации ванадия.

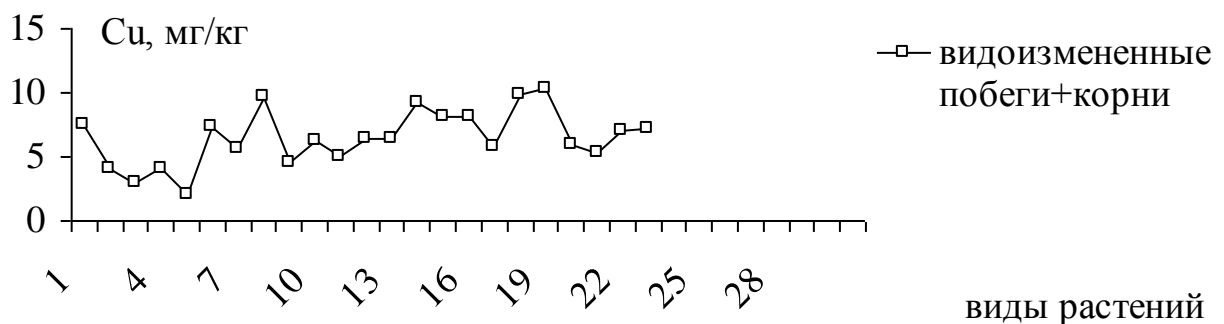
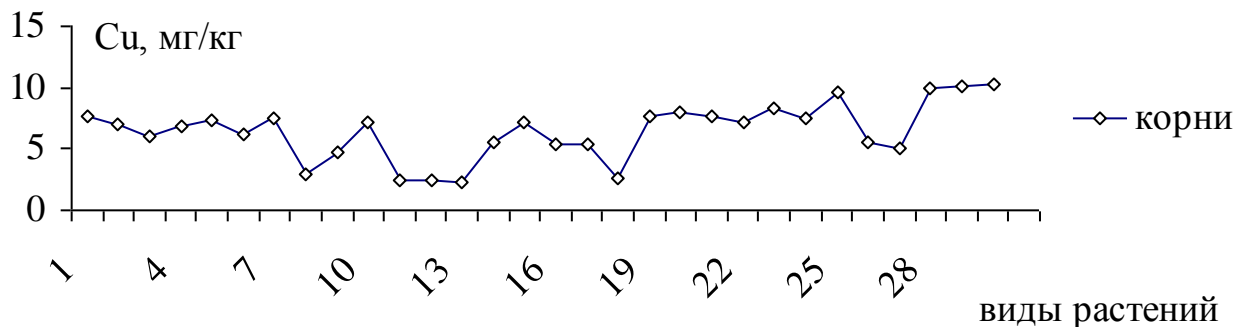
Концентрации выше средних для 10 металлов отмечены в цветках таволги зверобоелистной и костяники каменистой; 9 металлов – лапчаток длинночерешковой и гусиной, малины обыкновенной; 8 металлов в цветках подмаренника настоящего; цветки василька русского и прострела раскрытого аккумулируют по 7 металлов в повышенных концентрациях; по 6 металлов в выше средних концентрациях содержат цветки полыни метельчатой, василька сибирского и овсяницы бороздчатой; а цветки астрагала яичкоплодного, спаржи коротколистной, девясила шероховатого, осоки стоповидной и бурачка извилистого, волосенца гигантского, ковыля волосатика, тонконога тонкого, дурнишника обыкновенного и люцерны серповидной - по 5 металлов одновременно. Цветки ястребинки волосистой, астрагала рогового, полыней горькой и белеющей, спаржи лекарственной, вейника наземного, пырея ползучего, лисохвоста степного, сурепки обыкновенной, икотника серого, конопля сорной способны накапливать одновременно по 4 металла, а цветки качима метельчатого, вероник длинолистной и колосистой, солодки уральской, песчанки узколистной, морковника Бессера, тимофеевки степной, овсеца Шелля, льнянки короткошпоровой одновременно по три металла, в концентрациях превышающих средние значения для всех исследованных растений. В цветках льнянки дроколистной, мятлика степного и лука угловатого зафиксировано содержание одновременно двух металлов в концентрациях выше среднего значения. В цветках заразики голубой отмечены концентрации цинка выше среднего его значения, относительно 52 видов исследованных растений.

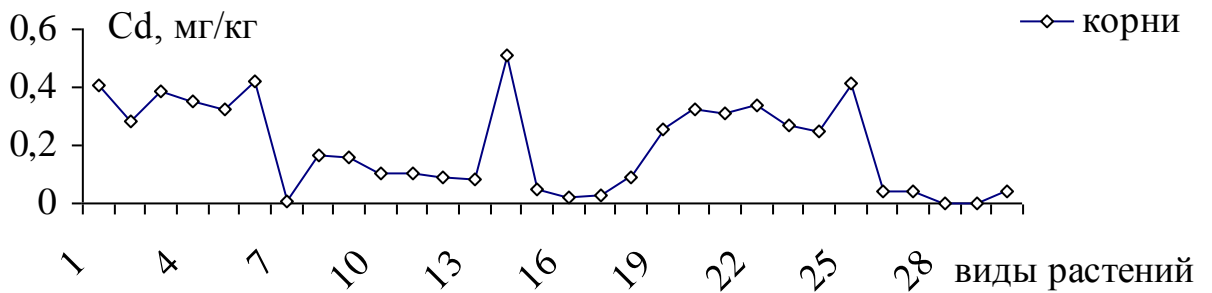
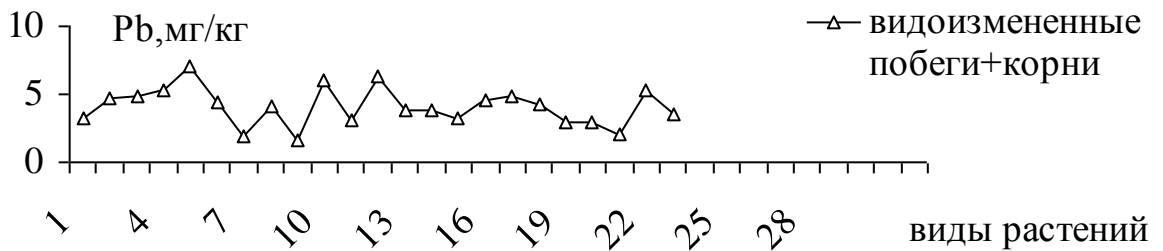
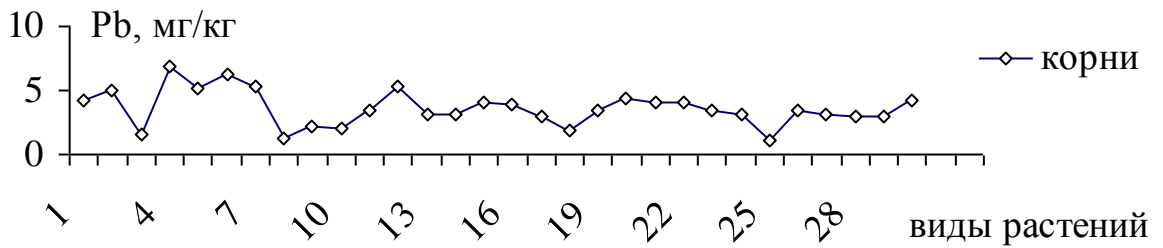
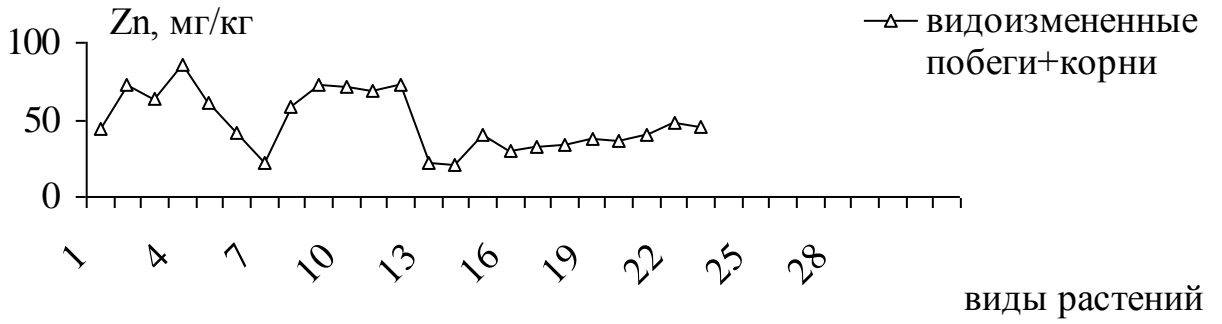
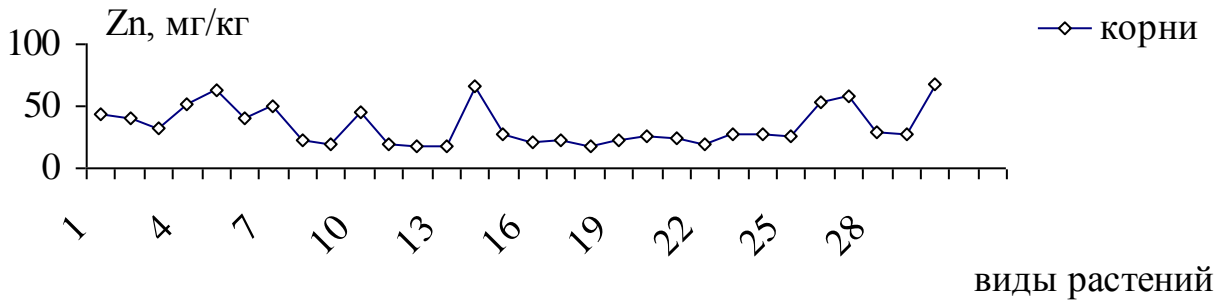
Одновременное присутствие нескольких металлов в концентрациях выше средних их значений для травянистых растений сосновых боров, зафиксированы и в плодах некоторых растений: по 9 металлов – в плодах костяники каменистой и малины обыкновенной; по 6 металла – в плодах спаржи лекарственной; по 5 – в

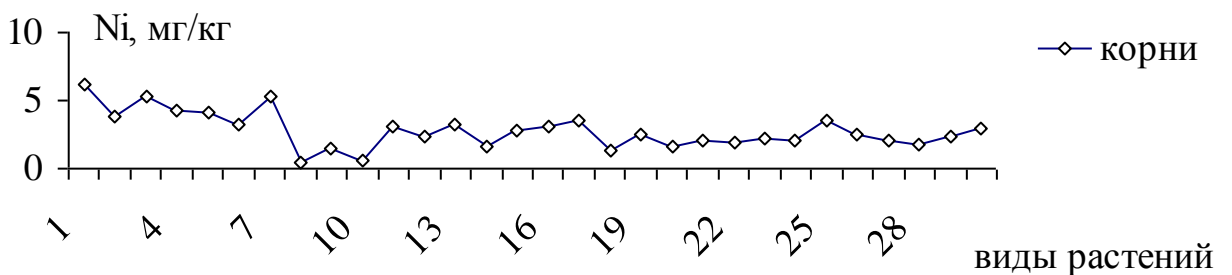
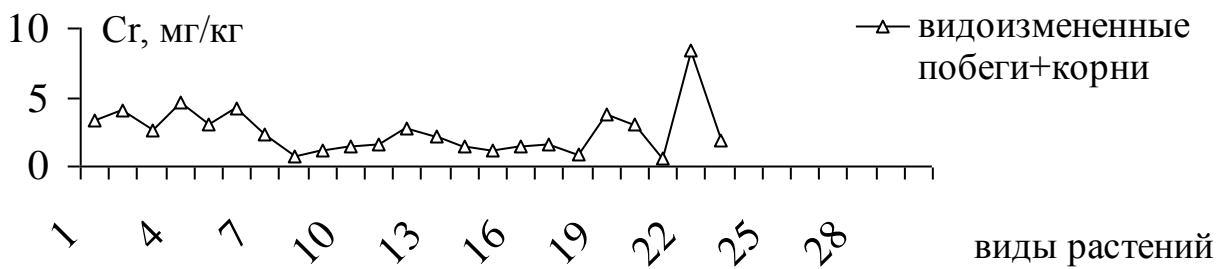
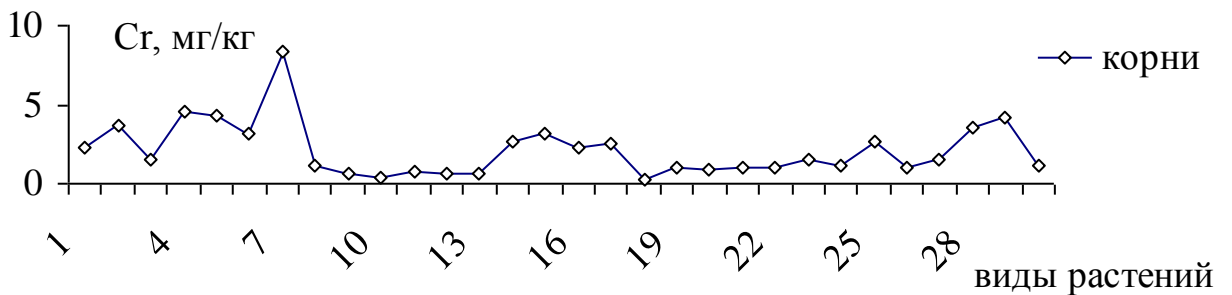
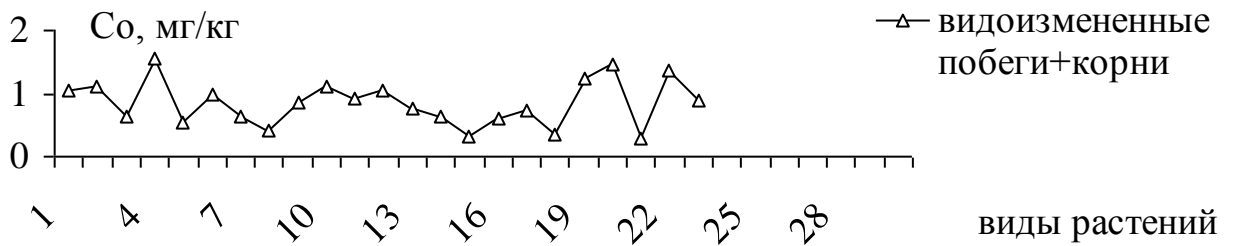
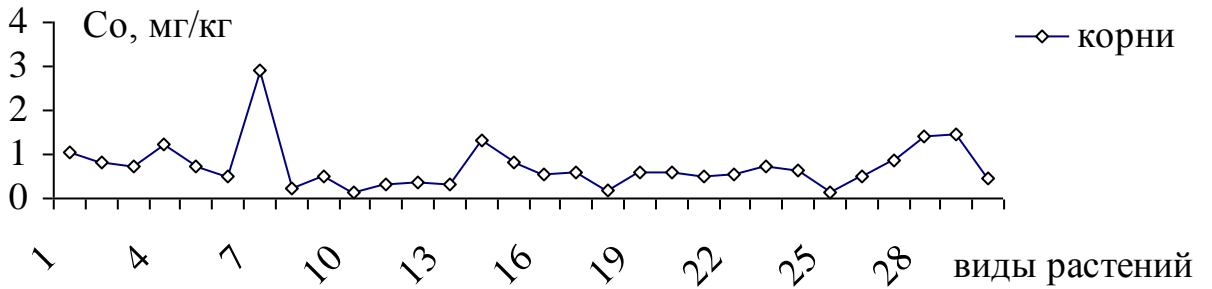
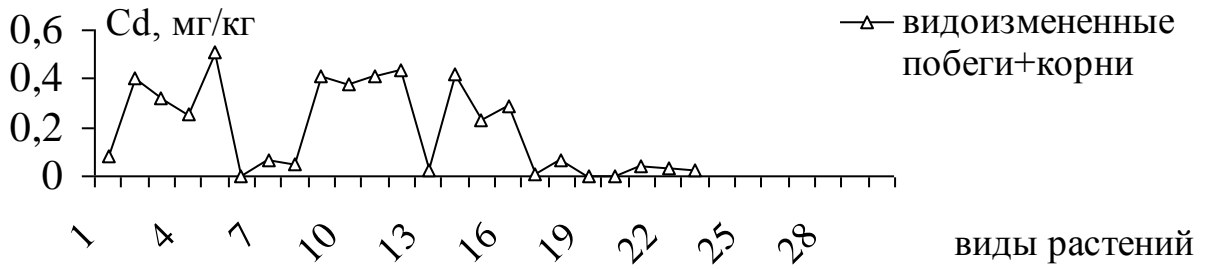
плодах осоки стоповидной; по 4 металла – в плодах спаржи коротколистной и икотника серого; по 2 металла – в плодах бурачка извилистого.

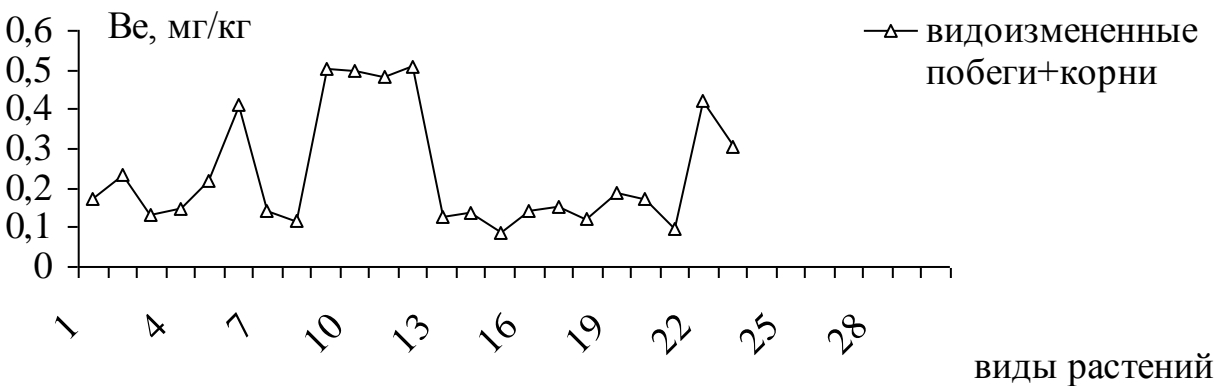
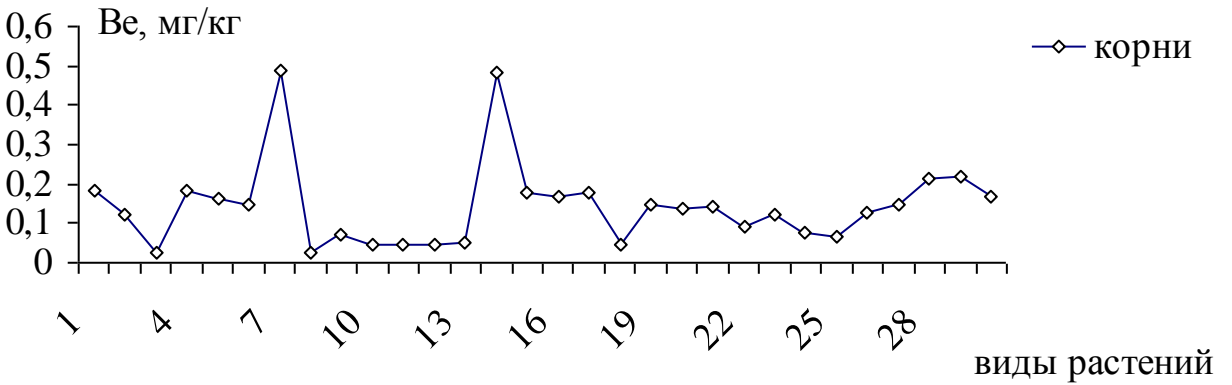
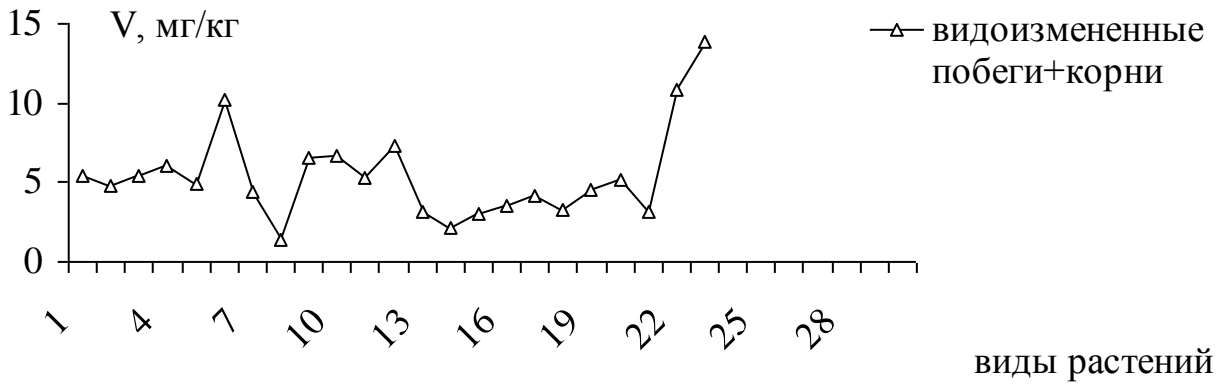
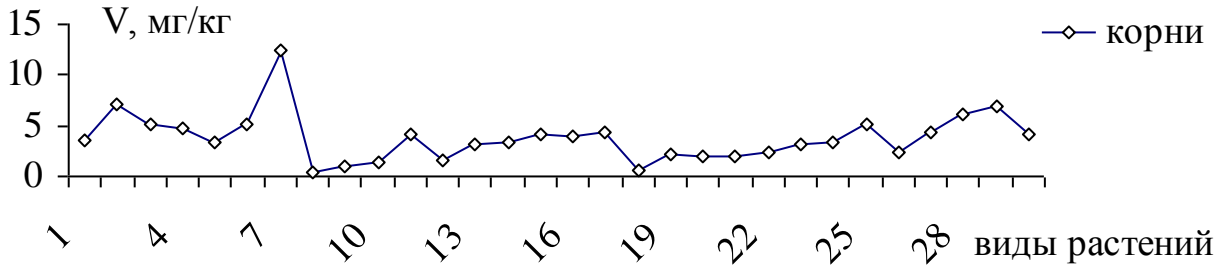
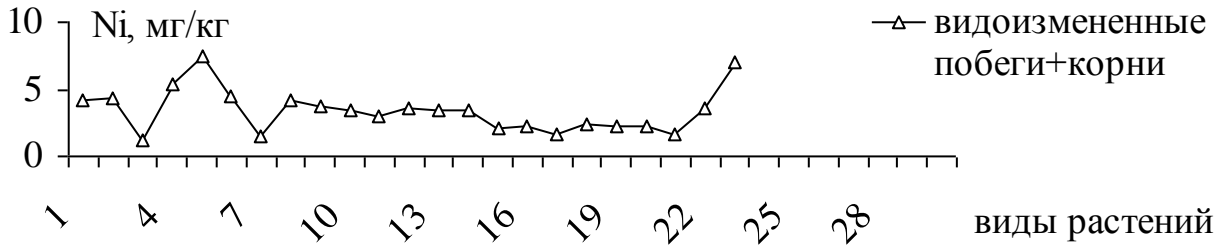
Полученные данные о металлонакопительных способностях травянистых растений сосновых боров Семипалатинского Прииртышья целесообразно использовать при разработке мероприятий по фиторемедиации территорий с возможным загрязнением соединениями тяжелых металлов. Особенно перспективно в этом направлении использовании таволги зверобоелистной, цмина песчаного и некоторых представителей семейства розоцветные. Эти растения, обладая хорошими металлопоглотительными возможностями, способны создавать эстетически приятный вид городским ландшафтам.

Особый интерес в целях фиторемедиации представляют возможности аккумулировать соединения тяжелых металлов подземными частями растений. На рисунке 19 представлены кривые распределения тяжелых металлов по подземным органам и частям растений различных видов.









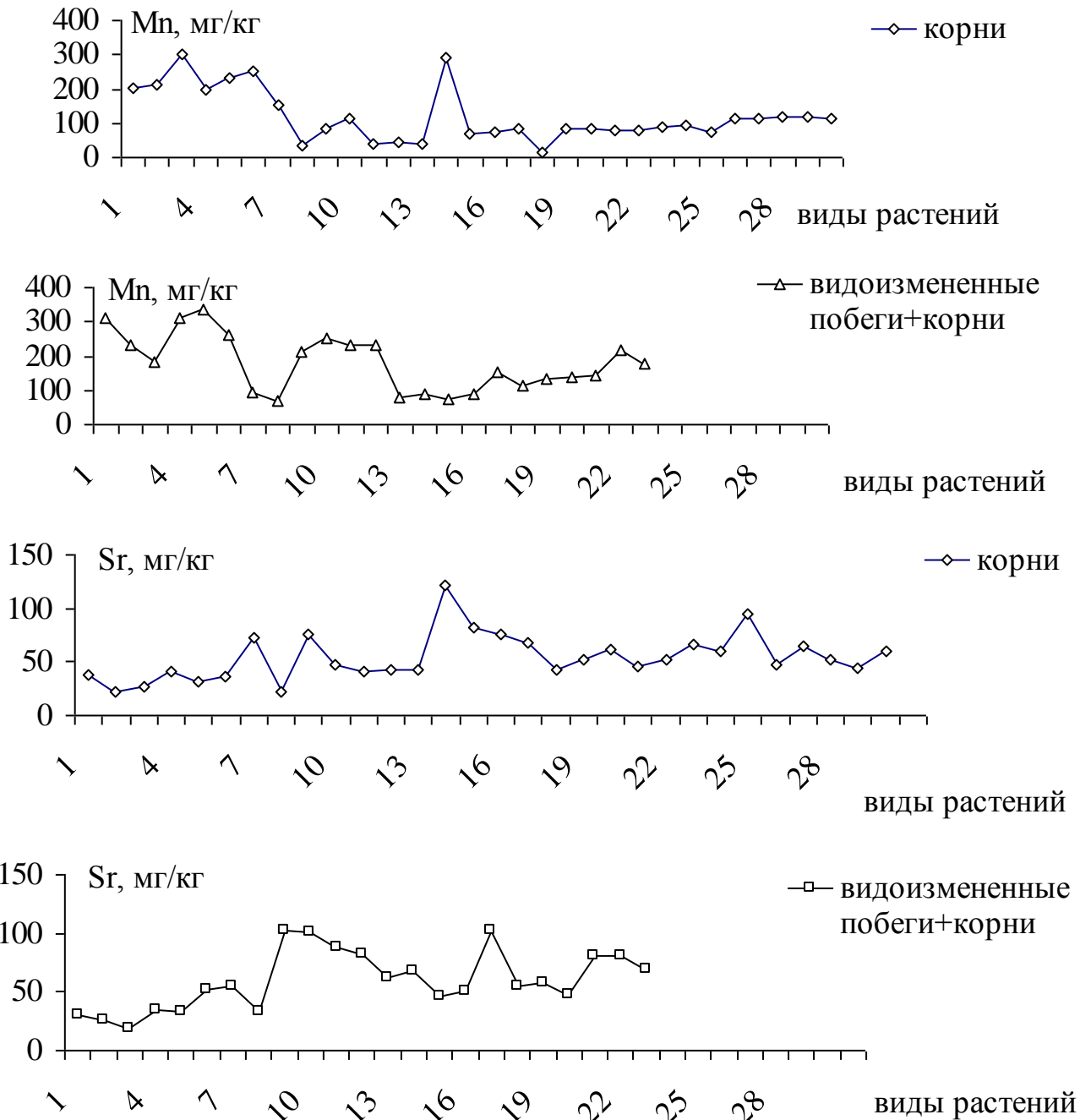


Рисунок 19 – Кривые распределения тяжелых металлов в подземных органах различных видов растений

Примечание - на рисунке 19 на кривой «корни» растения располагаются по порядку: тонконог тонкий, ковыль волосатик, овсец Шелля, мятлик степной, тимофеевка степная, овсяница бороздчатая, лук угловатый, марь белая, качим метельчатый, песчанка узколистная, икотник серый, бурачок извилистый, сурепка обыкновенная, таволга зверобоелистная, люцерна серповидная, астрагал яичкоплод-

ный, астрагал роговой, морковник Бессера, полынь горькая, полынь метельчатая, полынь белеющая, полынь широколистная, василек русский, василек сибирский, дурнишник обыкновенный, скабиоза бледно-желтая, конопля сорная, льнянка дроколистная, льнянка короткошпоровая, подорожник прижатый; на кривой «ви-доизмененные побеги+корни»: осока стоповидная, вейник наземный, лисохвост луговой, пырей ползучий, волоснец гигантский, лук угловатый, прострел раскры-тый, златоцвет весенний, лапчатка гусиная, лапчатка длинночерешковая, костяни-ка каменистая, малина обыкновенная, солодка уральская, цмин песчаный, девясил шероховатый, ястребинка волосистая, подмаренник настоящий, хвощ луговой, вероника длинолистная, вероника колосистая, подорожник прижатый, спаржа ле-карственная, спаржа коротколистная.

Исследованиями выявлено, что для 17 видов растений характерно содержа-ние меди в корнях в концентрациях значительно превышающих средние значения (6,44 мг/кг): мятлик степной (6,88 мг/кг) < ковыль волосатик (6,96 мг/кг) < качим метельчатый (7,12 мг/кг) < полынь широколистная (7,23 мг/кг) < люцерна серпо-видная (7,24 мг/кг) < тимофеевка степная (7,26 мг/кг) < лук угловатый = василек сибирский (7,50 мг/кг) < полынь горькая (7,60 мг/кг) < полынь белеющая (7,65 мг/кг) < тонконог тонкий (7,69 мг/кг) < полынь метельчатая (8,00 мг/кг) < василек русский (8,24 мг/кг) < дурнишник обыкновенный (9,58 мг/кг) < льнянка дроко-листная (10,00 мг/кг) < льнянка короткошпоровая (10,10 мг/кг) < подорожник прижатый (10,35 мг/кг).

Превышение средних значений по цинку (34,11 мг/кг) выявлено в корнях растений: ковыль волосатик (40,52 мг/кг) < тимофеевка степная (40,57 мг/кг) < мятлик степной (43,87 мг/кг) < песчанка узколистная (45,28 мг/кг) < лук углова-тый (50,54 мг/кг) < тонконог тонкий (51,24 мг/кг) < конопля сорная (58,85 мг/кг) < овсяница бороздчатая (62,42 мг/кг) < таволга зверобоелистная (65,64 мг/кг) < по-дорожник прижатый (68,30 мг/кг).

В корнях следующих растений зафиксированы концентрации свинца превышающие его средние значения (3,59 мг/кг): астрагал яичкоплодный (3,85 мг/кг) < полынь широколистная (4,02 мг/кг) < полынь белеющая (4,07 мг/кг) < люцерна серповидная (4,08 мг/кг) < подорожник прижатый (4,20 мг/кг) < мятлик степной (4,23 мг/кг) < полынь метельчатая (4,32 мг/кг) < ковыль волосатик (5,02 мг/кг) < тимopheевка степная (5,20 мг/кг) < таволга зверобоелистная (5,26 мг/кг) < лук угловатый (5,36 мг/кг) < овсяница бороздчатая (6,24 мг/кг) < тонконог тонкий (6,85 мг/кг).

Выявлено, что для 14 видов растений характерно содержание кадмия в корнях в концентрациях значительно превышающих средние значения (0,196 мг/кг): василек сибирский (0,249 мг/кг) < полынь горькая (0,253 мг/кг) < ковыль волосатик (0,284 мг/кг) < василек русский (0,268 мг/кг) < полынь белеющая (0,312 мг/кг) < полынь метельчатая (0,326 мг/кг) < тимopheевка степная (0,327 мг/кг) < полынь широколистная (0,335 мг/кг) < мятлик степной (0,352 мг/кг) < овсец Шелля (0,384 мг/кг) < тонконог тонкий (0,405 мг/кг) < дурнишник обыкновенный (0,413 мг/кг).

В корнях 12 видов растений зафиксированы концентрации кобальта превышающие его средние значения (0,72 мг/кг): василек русский (0,73 мг/кг) < овсец Шелля = тимopheевка степная (0,74 мг/кг) < ковыль волосатик (0,80 мг/кг) < люцерна серповидная (0,82 мг/кг) < конопля сорная (0,85 мг/кг) < тонконог тонкий (1,05 мг/кг) < таволга зверобоелистная (1,30 мг/кг) < мятлик степной (1,25 мг/кг) < льнянка дроколистная (1,39 мг/кг) < льнянка короткошпоровая (1,44 мг/кг).

Превышение средних значений по хрому (2,12 мг/кг) выявлено в корнях растений: астрагал яичкоплодный (2,22 мг/кг) < тонконог тонкий (2,28 мг/кг) < астрагал роговой (2,51 мг/кг) < таволга зверобоелистная (2,67 мг/кг) < дурнишник обыкновенный (2,70 мг/кг) < люцерна серповидная (3,12 мг/кг) < овсяница бороздчатая (3,22 мг/кг) < льнянка дроколистная (3,58 мг/кг) < ковыль волосатик

(3,68 мг/кг) < льнянка короткошпоровая (4,16 мг/кг) < тимофеевка степная (4,35 мг/кг) < мятлик степной (4,58 мг/кг).

В корнях 14 видов растений зафиксированы концентрации никеля превышающие его средние значения (2,78 мг/кг): люцерна серповидная (2,85 мг/кг) < подорожник прижатый (3,00 мг/кг) < икотник серый = астрагал яичкоплодный (3,12 мг/кг) < сурепка обыкновенная (3,21 мг/кг) < овсяница бороздчатая (3,24 мг/кг) < дурнишник обыкновенный (3,51 мг/кг) < астрагал роговой (3,53 мг/кг) < ковыль волосатик (3,82 мг/кг) < тимофеевка степная (4,13 мг/кг) < мятлик степной (4,32 мг/кг) < овсец Шелля (5,23 мг/кг) < лук угловатый (5,26 мг/кг) < тонконог тонкий (6,20 мг/кг).

Установлено, что в корнях следующих видов растений содержание ванадия значительно выше его среднего значения (3,78 мг/кг): астрагал яичкоплодный (3,94 мг/кг) < икотник серый (4,05 мг/кг) < люцерна серповидная (4,06 мг/кг) < подорожник прижатый (4,20 мг/кг) < астрагал роговой (4,32 мг/кг) < конопля сорная (4,44 мг/кг) < мятлик степной (4,72 мг/кг) < дурнишник обыкновенный (5,05 мг/кг) < овсяница бороздчатая (5,16 мг/кг) < овсец Шелля (5,21 мг/кг) < льнянка дроколистная (6,12 мг/кг) < льнянка короткошпоровая (7,00 мг/кг) < ковыль волосатик (7,04 мг/кг) < лук угловатый (12,48 мг/кг).

Содержание бериллия выше его средних значений (0,215 мг/кг) зафиксировано в корнях только льнянки короткошпоровой (0,220 мг/кг) и лука угловатого (0,486 мг/кг).

Для 8 из исследованных видов растений выявлено в корнях содержание марганца, превышающее его средние значения (120,37 мг/кг): лук угловатый (153,87 мг/кг) < мятлик степной (199,42 мг/кг) < тонконог тонкий (204,52 мг/кг) < ковыль волосатик (212,41 мг/кг) < тимофеевка степная (230,52 мг/кг) < овсяница бороздчатая (253,02 мг/кг) < таволга зверобоелистная (293,50 мг/кг) < овсец Шелля (301,22 мг/кг).

Также установлено, что в корнях следующих видов растений, содержание стронция значительно выше его среднего значения (54,42 мг/кг): подорожник

прижатый (59,32 мг/кг) < василек сибирский (60,38 мг/кг) < полынь горькая (60,90 мг/кг) < конопля сорная (64,52 мг/кг) < василек русский (66,04 мг/кг) < астрагал роговой (68,43 мг/кг) < астрагал яичкоплодный (76,35 мг/кг) < качим метельчатый (76,50 мг/кг) < люцерна серповидная (82,65 мг/кг) < лук угловатый (73,20 мг/кг) < дурнишник обыкновенный (94,60 мг/кг) < таволга зверобоелистная (121,51 мг/кг).

Полученные результаты позволяют утверждать, что ведущую роль в активной аккумуляции тяжелых металлов в подземной части растений, играют осоковые и мятликовые, особенно дерновинные, астровые, тутовые и бобовые, развивающие крупные корневые системы.

Исследование химического состава естественной травянистой растительности сосновых боров позволили установить определенную видовую специфику в накоплении тех или иных тяжелых металлов, выявить виды растений-аккумуляторов и растений-исключателей, проявляющих устойчивость к накоплению металлов. Выявлено, что для осоки стоповидной характерно распределение меди и кобальта в следующем убывающем порядке - подземная часть растения > листья > стебли > плоды > цветки; цинка и свинца – подземная часть растения > плоды > листья > стебли > цветки; кадмия – подземная часть растения > стебли > цветки > листья > плоды; марганца и стронция – подземная часть растения > листья > плоды > цветки > стебли; хрома, бериллия и никеля – плоды > подземная часть растения > листья > цветки > стебли; ванадия – цветки > листья > подземная часть растения > стебли > плоды.

У икотника серого в направлении – подземная часть растения > цветки > листья > стебли > плоды – уменьшается содержание меди; уменьшение содержания ванадия – подземная часть растения > стебли > плоды > цветки > листья; в направлении – цветки > листья > подземная часть растения > плоды > стебли – цинка; листья > плоды > стебли > цветки > подземная часть растения – свинца и кадмия; хрома – плоды > подземная часть растения > листья > стебли > цветки; никеля и марганца – плоды > листья > стебли > цветки > подземная часть растения; стронция – листья > цветки > плоды > стебли > подземная часть растения.

В органах икотника серого и бурачка извилистого в направлении – листья > плоды > цветки > стебли > подземная часть растения распределяется кобальт; в направлении – плоды > листья > стебли > цветки > подземная часть растения – бериллий.

Уменьшение содержания меди у бурачка извилистого происходит в направлении цветки > листья > подземная часть растения > стебли > плоды; цинка – цветки > плоды > листья > стебли > подземная часть растения; в направлении – стебли > плоды > цветки > листья > подземная часть растения – свинца; плоды > листья > стебли > цветки > подземная часть растения – кадмия; листья > цветки > плоды > стебли = подземная часть растения – хрома; цветки > листья > стебли > подземная часть растения > плоды – никеля; марганца и стронция – листья > цветки > стебли > плоды > подземная часть растения.

Установлено, что распределение ванадия происходит схожим образом у бурачка извилистого и костяники каменистой в направлении – подземная часть растения > цветки > листья > стебли > плоды.

В направлении цветки > подземная часть растения > плоды > листья > стебли происходит уменьшение концентраций меди у костяники каменистой; для свинца выявлено уменьшение по органам в порядке – листья > стебли > плоды > цветки > подземная часть растения; в направлении – листья > стебли > плоды > цветки > подземная часть растения – идет распределению кадмия; кобальт распределяется по убыванию – стебли > подземная часть растения > цветки > листья > плоды; стебли > цветки > листья > подземная часть растения > плоды – хром; подземная часть растения > плоды > листья > стебли > цветки – цинка; подземная часть растения > стебли > цветки > листья > плоды – марганец.

Для малины обыкновенной выявлено, что концентрации меди, свинца и ванадия распределяются по органам растения в следующем порядке – листья > цветки > плоды > стебли > подземная часть растения; распределение кадмия происходит в порядке – листья > плоды = подземная часть растения > стебли > цветки; кобальта – плоды > листья > подземная часть растения > цветки > стебли; хрома – стебли > плоды > листья > цветки > подземная часть растения; марганца –

листья > плоды > цветки > стебли > подземная часть растения; цинка – подземная часть растения > стебли > цветки > плоды > листья и стронция – подземная часть растения > листья > плоды > стебли > цветки.

Отмечено, что для костяники каменистой и малины обыкновенной одинаково происходит распределение никеля в направлении – подземная часть растения > плоды > стебли > цветки > листья; бериллия – подземная часть растения > цветки > листья > плоды > стебли.

У спаржи лекарственной в порядке подземная часть растения > листья > стебли > цветки > плоды происходит распределение меди; в направлении подземная часть растения > цветки > стебли > плоды > листья – цинка; подземная часть растения > цветки = плоды > стебли > листья – свинца и бериллия; в направлении – плоды > листья = подземная часть растения > стебли > цветки – кадмия; кобальта, хрома и стронция – подземная часть растения > плоды > листья > цветки > стебли; марганца – подземная часть растения > листья > цветки > плоды > стебли и стронция для костяники каменистой.

Для спаржи коротколистной свойственно уменьшение содержания меди в органах в направлении – листья > подземная часть растения > плоды > цветки > стебли; цинка и свинца – подземная часть растения > стебли > цветки > листья > плоды; кадмия – плоды > цветки > листья > стебли > подземная часть растения; кобальта – листья > плоды > цветки > подземная часть растения > стебли; хрома и марганца – подземная часть растения > плоды > цветки > стебли > листья; бериллия – подземная часть растения > плоды > стебли > листья > цветки; стронция – подземная часть растения > листья > цветки > стебли > плоды.

Распределение никеля в обоих видах спаржи происходит в направлении – подземная часть растения > стебли > плоды > цветки > листья; ванадия – подземная часть растения > листья > стебли > цветки > плоды.

Уменьшение концентраций меди и никеля – подземная часть растения > листья > стебли > цветки характерно для тонконового тонкого, овсеца Шелля; для ковыля волосатика, мятлика степного, тимофеевки степной, овсяницы бороздчатой – меди; конопли сорной – меди и стронция; цинка – для конопли сорной, тимофе-

евки степной и цмина песчаного; у овсяницы бороздчатой, ястребинки волосистой и вероники длинолистой – свинца; у девясила шероховатого, полыни метельчатой и дурнишника обыкновенного – кадмия; у ковыля волосатика, прострела раскрытого, люцерны серповидной, полыни широколистной и полыни белеющей, василька русского и ястребинки волосистой, овсеца Шелля, льнянки дроколистной и льнянки короткошпоровой – кобальта; у пырея ползучего – никеля и марганца; у лисохвоста лугового и конопли сорной – ванадия; у тонконога тонкого и ястребинки волосистой – бериллия; у таволги зверобоелистной – марганца; у тимофеевки степной, овсяницы бороздчатой, волосенца гигантского, таволги зверобоелистной и полыни широколистной – стронция.

Распределение меди по убыванию – листья > стебли > подземная часть растения > цветки обнаружено у вейника наземного, василька сибирского, а цинка – у овсеца Шелля; у солодки уральской – свинца, а у мари белой – свинца и стронция; у таволги зверобоелистной и качима метельчатого – кадмия; у полыни белеющей – стронция.

Для василька русского уменьшение содержания меди происходит в порядке – листья > цветки > подземная часть растения > стебли; цинка – для вероники длинолистой; для полыни метельчатой – цинка и марганца; для тимофеевки степной – хрома; для сурепки обыкновенной – никеля; для овсеца Шелля и цмина песчаного – бериллия; василька сибирского - марганца.

Уменьшение содержания меди в порядке – листья > стебли > цветки > подземная часть растения происходит у лисохвоста лугового, пырея ползучего, волосенца гигантского, астрагала рогового; цинка – у тонконога тонкого, ковыля волосатика, качима метельчатого и льнянки короткошпоровой; кадмия – у мятлика степного, тимофеевки степной, мари белой, песчанки узколистной, солодки уральской, астрагалов яичкоплодного и рогового, вероники длинолистой и колосистой; кобальта – у цмина песчаного, девясила шероховатого и дурнишника обыкновенного; хрома – лисохвоста лугового и таволги зверобоелистной; никеля – у мари белой и астрагала рогового; ванадия – полыни белеющей; марганца – у сурепки обыкновенной и златоцвета весеннего.

В направлении листья > подземная часть растения > стебли > цветки происходит уменьшение содержания меди у прострела раскрытого, цинка – у овсяницы бороздчатой, таволги зверобоелистной, ястребинки волосистой, свинца – у ковыля волосатика и златоцвета весеннего, кадмия – цмина песчаного; хрома – у вейника наземного; бериллия – у полыни широколистной.

Для мари белой и сурепки обыкновенной установлено, что в порядке – цветки > листья > стебли > подземная часть растения происходит уменьшение концентраций меди; для морковника Бессера и вероники колосистой – цинка; для качима песчаного – свинца; для вейника наземного, златоцвета весеннего и подмаренника настоящего – кадмия; для сурепки обыкновенной, лапчатки длинночерешковой, морковника Бессера, цмина песчаного и василька русского – хрома; для полыней белеющей и широколистной, ястребинки волосистой – никеля; для полыни широколистной – ванадия; для лапчатки гусиной и дурнишника обыкновенного – марганца.

В органах мари белой в направлении - стебли > листья > цветки > подземная часть растения происходит изменение концентраций цинка, а у лапчатки длинночерешковой и люцерны серповидной – кадмия.

У сурепки обыкновенной - стебли > цветки > подземная часть > листья уменьшается содержание цинка, у подмаренника настоящего – свинца; у астрагала рогового – бериллия.

Уменьшение содержание меди в направлении подземная часть растения > стебли > цветки > листья происходит у качима метельчатого и ястребинки волосистой; у вероники колосистой – свинца; кадмия – у конопли сорной; у ястребинки волосистой и дурнишника обыкновенного – хрома; у тимофеевки степной и волосенца гигантского – никеля; у овсеца Шелля, мятлика степного, волосенца гигантского, качима метельчатого, астрагала яичкоплодного, льнянок дреколистной и короткошпоровой – ванадия; у полыней горькой и метельчатой, скабиозы бледно-желтой – бериллия; у вейника наземного, тимофеевки степной и солодки уральской – марганца.

В направлении стебли > цветки > листья > подземная часть растения уменьшается содержание меди у песчанки узколистной и морковника Бессера, в таком же направлении происходит распределение цинка по органам у астрагала яичкоплодного, девясила шероховатого, полыни горькой, василька русского; свинца – у овсеца Шелля, морковника Бессера и дурнишника обыкновенного, кадмия – у овсеца Шелля, сурепки обыкновенной, льнянки дроколистной и короткошпоровой; хрома – у мари белой; никеля – у прострела раскрытого; ванадия – у цмина песчаного; бериллия – у дурнишника обыкновенного; марганца – полыней широколистной и горькой, ястребинки волосистой и девясила шероховатого.

У златоцвета весеннего происходит уменьшение концентрации меди и цинка в порядке листья > цветки > стебли > подземная часть растения; у полыни белеющей – цинка; у прострела раскрытого, сурепки обыкновенной, люцерны серповидной, цмина песчаного, девясила шероховатого, васильков русского и сибирского – свинца; кадмия – у тонконога тонкого, ковыля волосатика, лисохвоста лугового, пырея ползучего, прострела раскрытого и морковника Бессера; кобальта – лапчатки гусиной, морковника Бессера и астрагала яичкоплодного; хрома – у тонконога тонкого, овсеца Шелля, качима метельчатого, златоцвета весеннего, лапчатки гусиной, полыни белеющей и василька сибирского; никеля – у лисохвоста лугового, песчанки узколистной, люцерны серповидной, астрагала яичкоплодного, морковнике Бессера, василька русского, полыни метельчатой, девясила шероховатого и подмаренника настоящего; ванадия – у таволги зверобоелистной, морковника Бессера, полыней горькой и метельчатой; бериллия – у мари белой, качима метельчатого, песчанки узколистной, сурепки обыкновенной и морковника Бессера; марганца – у лисохвоста лугового, мари белой, морковника Бессера, цмина песчаного, полыни белеющей и василька русского.

У полыни белеющей в направлении – стебли > листья > подземная часть растения > цветки распределяется свинец; у волосенца гигантского – хром.

Подземная часть растения > цветки > листья > стебли в таком порядке располагаются соединения меди у лапчатки гусиной и лапчатки длинночерешковой, солодки уральской, полыни горькой, полыни широколистной, льнянки корот-

кошпоровой, скабиозы бледно-желтой; цинка - у мятлика степного; свинца – у лисохвоста лугового; кадмия – у васильков русского и сибирского; хрома – у вероники длинолистной и вероники колосистой; никеля – у лапчатки длинночерешковой, мятлика степного, вейника наземного и конопли сорной; ванадия – у солодки уральской и девясила шероховатого; бериллия – у пырея ползучего, овсяницы бороздчатой, люцерны серповидной и астрагала яичкоплодного; марганца – у льнянки короткошпоровой.

Цветки > листья > подземная часть растения > стебли в таком порядке распределяется медь в цмине песчаном; никель и марганец – в качиме песчаном; никель – в льнянках дроколистной и короткошпоровой; бериллий – в девясиле шероховатом; марганец в лапчатке длинночерешковой.

Для таволги звербобелистной свойственно уменьшение содержания меди в органах в направлении листья > подземная часть растения > цветки > стебли, а для волосенца гигантского, полыни широколистной и скабиозы бледно-желтой в таком направлении происходит уменьшение содержания цинка, у вейника наземного и скабиозы бледно-желтой – свинца; у песчанки узколистной и васильков русского и сибирского – ванадия.

Распределение меди по органам льнянки дроколистной, полыни метельчатой и дурнишника обыкновенного – подземная часть растения > цветки > стебли > листья; у льнянки дроколистной, таким же образом, распределяется – цинк и хром; у мятлика степного – свинец и кобальт; у скабиозы бледно-желтой – кадмий; у пырея ползучего и качима метельчатого – кобальт; у песчанки узколистной – хром и марганец; у астрагалов яичкоплодного и рогового, льнянки короткошпоровой – хром; у ковыля волосатика, лапчатки гусиной, дурнишника обыкновенного и скабиозы бледно-желтой – никель; ванадий – у ковыля волосатика, вейника наземного, овсяницы бороздчатой, лапчаток гусиной и длинночерешковой, астрагала рогового; бериллий – ковыля волосатика, вейника наземного, лапчаток гусиной и длинночерешковой, подмаренника настоящего, василька русского.

В порядке цветки > подземная часть растения > листья > стебли уменьшается содержание меди и бериллия в полыни белеющей; стронция – в тонконоге тонком, ковыле волосатике и солодке уральской.

Для люцерны серповидной выявлен следующий порядок уменьшения концентраций меди по органам – подземная часть растения > листья > цветки > стебли; у песчанки узколистной, солодки уральской, дурнишника обыкновенного и подмаренника настоящего в таком направлении происходит уменьшение концентраций цинка; у пырея ползучего, песчанки узколистной, таволги зверобоелистной, лапчатки длинночерешковой, астрагалов яичкоплодного и рогового, полыни широколистной, конопли сорной, льнянки дроколистной – свинца; у льнянки короткошпоровой – свинца и марганца; у волосенца гигантского, полыни горькой и полыни белеющей, ястребинки волосистой – кадмия; в тонконоге тонком, вейнике наземном, волосенце гигантском, мари белой, астрагале роговом, полыни горькой, васильке сибирском, скабиозе бледно-желтой, веронике длинолистной и колосистой, полыни метельчатой – кобальта; в конопле сорной – кобальта и марганца; у ковыля волосатика, мятлика степного, пырея ползучего, прострела раскрытого, люцерны серповидной, солодки уральской, скабиозы бледно-желтой и конопли сорной – хрома; полыни горькой – никеля; у тонконога тонкого, тимофеевки степной, прострела раскрытого, сурепки обыкновенной, люцерны серповидной, ястребинки волосистой, дурнишника обыкновенного, подмаренника настоящего – ванадия; у вероники длинолистной и колосистой – ванадия и марганца; у мятлика степного, лисохвоста лугового, тимофеевки степной, волосенца гигантского, вероник длинолистной и колосистой, солодки уральской, таволги зверобоелистной, льнянок дроколистной и короткошпоровой – бериллия; марганца - в тонконоге тонком, ковыле волосатике, овсеце Шелля, мятлике степном, астрагалах яичкоплодном и роговом, волосенце гигантском, простреле раскрытом и люцерне серповидной; стронция – у овсеца Шелля, мятлика степного, песчанки узколистной,

лапчатки длинночерешковой, астрагала яичкоплодного, девясила шероховатого и василька сибирского.

В астрагале яичкоплодном распределение концентраций меди по органам происходит в направлении цветки > стебли > подземная часть растения > листья; у лапчатки гусиной – кадмия; у подмаренника настоящего – хрома.

У девясила шероховатого и подмаренника настоящего в порядке – цветки > стебли > листья > подземная часть растения – уменьшается медь; у песчаника узколистного – кобальт; у овсяницы бороздчатой, полыней горькой, метельчатой и широколистной – хром; у василька сибирского – никель; у мари белой и златоцвета весеннего – ванадий; у василька сибирского – бериллий.

Вероника колосистая и вероника длинолистная отличаются распределением концентраций меди по убыванию – подземная часть растения > стебли > листья > цветки; вейник наземный, лисохвост луговой, пырей ползучий (и ванадия), лапчатки гусиная и длинночерешковая, люцерна серповидная – цинка; свинца – у мятлика степного; у златоцвета весеннего, цмина песчаного, вероник длинолистной и колосистой – никеля; у прострела раскрытого и златоцвета весеннего – бериллия; у качима петельчатого – стронция.

Для прострела раскрытого и василька сибирского в направлении – стебли > подземная часть растения > листья > цветки происходит уменьшение содержания цинка; для овсяницы бороздчатой – кадмия; для скабиозы бледно-желтой – марганца.

Для тонконога тонкого, полыни горькой и полыни метельчатой выявлено уменьшение содержания свинца в направлении цветки > подземная часть растения > стебли > листья, а для конопли сорной – бериллия; для вероники длинолистной – стронция.

Распределение свинца по органам лапчатки гусиной происходит в порядке – подземная часть растения > стебли > листья = цветки.

В органах сурепки обыкновенной в направлении – стебли > листья > цветки > подземная часть растения распределяется кобальт; у вероники колосистой – стронций. Установлено, что у таволги зверобоелистной и подмаренника настоя-

щего в направлении – листья > подземная часть растения > цветки > стебли распределяется кобальт, а у цмина песчаного и скабиозы бледно-желтой – стронций. Распределение кобальта у тимофеевки степной и овсяницы бороздчатой в направлении – подземная часть растения > цветки > листья > стебли.

В девясиле шероховатом в направлении – стебли > подземная часть растения > цветки > листья – распределяются соединения хрома, а в скабиозе бледно-желтой – ванадия.

Распределение стронция по органам вейника наземного, лисохвоста лугового, льнянки короткошпоровой происходит в направлении – стебли > цветки > подземная часть растения > листья; у пырея – листья > подземная часть растения > стебли > цветки; у прострела раскрытого, златоцвета весеннего, сурепки обыкновенной и морковника Бессера – листья > цветки > стебли > подземная часть растения; у полыни горькой – цветки > листья > подземная часть растения > стебли; у ястребинки волосистой – листья > цветки > подземная часть растения > стебли; у лапчатки гусиной, подмаренника настоящего и льнянки дроколистной – подземная часть растения > цветки > стебли > листья; у люцерны серповидной, астрагала рогового, полыни метельчатой и дурнишника обыкновенного – подземная часть растения > стебли > цветки > листья;

Медь, цинк и свинец у хвоща лугового распределяются в направлении – подземная часть растения > листья > стебли, кадмий, ванадий и никель – стебли > листья > подземная часть растения; кобальт и хром – листья > подземная часть растения > стебли; бериллия и марганца – стебли > подземная часть растения > листья; стронция – листья > стебли > подземная часть растения.

У подорожника прижатого в направлении изменяется содержание меди, цинка, свинца, кадмия, кобальта, ванадия, бериллия, марганца, стронция и никеля – подземная часть растения > листья > цветки; хрома – подземная часть растения > цветки > листья.

У заразики голубой уменьшение меди, кадмия и ванадия происходит в направлении стебли > цветки > листья, а в направлении – цветки > стебли > ли-

стья – цинка, свинца, хрома, никеля, бериллия и стронция; марганца в направлении – листья > цветки > стебли.

Для лука угловатого распределение меди, свинца, кобальта, хрома, марганца, стронция и никеля происходит в направлении – подземная часть растения > листья > цветки; цинка, бериллия и ванадия – подземная часть растения > цветки > листья; кадмий в корнях лука угловатого не обнаружен, соответственно – листья > цветки.

Как показали исследования, корневая система большинства видов растений обладает высокой аккумуляционной способностью. Растения осока стоповидная, скабиоза бледно-желтая, конопля сорная и подорожник прижатый (приложения С, Т) можно отнести к растениям–исключателям, согласно классификации И.В. Серегина, А.Д. Кожевниковой [239, 240]. Поскольку у этих растений поглощаемые тяжелые металлы задерживались в корневой системе и практически не поступали в побеги. В побегах растений-исключателей поддерживается низкая концентрация металлов, несмотря на высокую концентрацию в окружающей среде, в этом случае барьерную функцию выполняет корень. По данным И.В. Серегина [237] для Cd и Pb эта функция определяется барьерной ролью эндодермы, в то время как для металлов, проходящих через эндодермальный барьер (Ni), могут функционировать иные морфофизиологические барьеры на уровне корня, например накопление в местах перфораций. Все перечисленные барьеры, однако, не универсальны для всех металлов. В отличие от исключателей, у гипераккумуляторов функциональные барьеры на уровне корня и побега отсутствуют. Исходя из представлений Д.А. Сабинина [231] об акропетальном и базипетальном характере распределения химических элементов в растениях, можно заключить, что исследованные тяжелые металлы в данных растениях накапливаются по акропетальному типу.

Растения тонконог тонкий, ковыль волосатик, овсец Шелля, мятлик степной, вейник наземный, лисохвост луговой, пырей ползучий, тимофеевка степная, овсяница бороздчатая, волоснец гигантский, лук угловатый, таволга зверобоелистная, лапчатка гусиная, лапчатка длинночерешковая, костяника каменистая,

малина обыкновенная, люцерна серповидная, солодка уральская, астрагал яичкоплодный, астрагал роговой, цмин песчаный, девясил шероховатый, полынь горькая, полынь метельчатая, полынь белеющая, полынь широколистная, василек русский, василек сибирский, ястребинка волосистая, дурнишник обыкновенный, подмаренник настоящий, вероника длинолистная, вероника колосистая, льнянка дроколистная, льнянка короткошпоровая большую часть исследованных тяжелых металлов также накапливают в подземной части растения. Предполагается это связано с тем, что апопластический транспорт металлов блокируется в гидрофобных частях клеточных стенок: поясах Каспари, воздухоносных полостях и кутикуле, выполняющих определенную защитную функцию и ограничивающих переход в проводящие ткани [303]. Кроме того, поступающие в корни элементы могут прочно фиксироваться, не переходя полностью в надземную часть за счет их хелатирования и, как следствие, уменьшение подвижности [8, 114, 115]. Многие растения снижают проникновение металлов в протопласт, аккумулируя их в клеточных стенках эпидермы за счет связывания с белками слизи. Выделяемая клетками и покрывающая поверхность корня слизь ограничивает проникновение тяжелых металлов в клетки, т.е. выполняет барьерную функцию. В работе М.Г. Половниковой [207] указывается, что металлы связываются с карбоксильными группами уроновых кислот слизи, или выделяемые в почву экссудаты корней могут содержать гистидин, цитрат и другие хелаторы тяжелых металлов. Хелатирование металлов в цитозоле является очень важным механизмом детоксикации тяжелых металлов, веществами, образующими с металлом хелат, могут служить аминокислоты, органические кислоты.

В тоже время икотник серый, бурачок извилистый, сурепка обыкновенная, морковник Бессера в большей мере концентрируют металлы в надземной части, т.е. их можно отнести к растениям-аккумуляторам. Склонность к базипетальному типу накопления тяжелых металлов проявляют и такие растения, как прострел раскрытый и златоцвет весенний из семейства лютиковые (*Ranunculaceae* Juzz.), а также качим метельчатый, песчанка узколистная из семейства гвоздичные (*Caryophyllaceae* Juzz.).

Одни и те же металлы могут оказывать различное физиологическое влияние не только в разных органах, но и на разных фазах развития растения, о чем свидетельствуют рассчитанные коэффициенты корреляции между различными парами металлов в отдельных подземных и надземных органах растений. Так установлено, что больше всего положительных корреляционных связей происходит на стадии формирования и существования плода значения коэффициента корреляции колеблется от 0,46 до 0,93 для разных металлов. Больше всего положительных корреляционных связей установлено между содержанием в плодах растений меди и кобальта с другими металлами. Так, с достаточно высокой достоверностью установлены зависимости между медью и цинком ($r = 0,46 \pm 0,25$), медью и кобальтом ($r = 0,72 \pm 0,16$), медью и ванадием ($r = 0,78 \pm 0,12$), медью и хромом ($r = 0,69 \pm 0,16$). Для соединений кобальта положительные корреляционные связи выявлены также с соединениями хрома ($r = 0,58 \pm 0,18$), марганца ($r = 0,80 \pm 0,09$) и ванадия ($r = 0,86 \pm 0,08$). Положительные корреляционные связи установлены еще для ряда пар металлов, таких как кадмий-ванадий, кадмий-марганец, хром-ванадий, хром-марганец, цинк-бериллий, ванадий-марганец, свинец-стронций, со значениями коэффициента корреляции 0,57-0,93.

Вместе с тем, в плодах растений выявлены и отрицательно коррелирующие пары металлов, например, медь-свинец ($r = -0,76 \pm 0,13$), свинец-бериллий ($r = -0,62 \pm 0,19$), хром-стронций ($r = -0,51 \pm 0,21$) и бериллий-стронций ($r = -0,62 \pm 0,19$).

Обнаружено, что две пары металлов кадмий-хром ($r = 0,63-0,69$) и ванадий-марганец ($r = 0,46-0,57$) положительно коррелируют между собой и в листьях, и в стеблях и в цветках растений.

В стеблях растений положительные корреляционные связи выявлены между парами цинк-кадмий, кобальт-ванадий, кадмий-марганец, хром-марганец со значениями коэффициента корреляции 0,51-0,78, отрицательные корреляционные зависимости характерны для пары хром-стронций ($r = -0,46 \pm 0,24$).

В листьях травянистых растений выявлены только положительные корреляционные зависимости между парами кобальт-ванадий, кобальт-бериллий, кобальт-

стронций, кадмий-марганец, значение коэффициента корреляции колеблется от 0,51 до 0,74.

В цветках растений выявленные корреляционные связи между парами металлов кобальт-ванадий, кобальт-бериллий, кадмий-марганец являются положительными ($r = 0,49-0,78$).

Выявленные положительные корреляционные связи между парами кобальт-ванадий и кадмий-марганец прослеживаются и в стеблях, и в листьях, и в цветках и в плодах травянистых растений.

Положительно коррелирующая между собой пара кобальт-бериллий зафиксирована как в листьях, так и в цветках растений.

В корнях травянистых растений выявлены только положительные зависимости. Больше всего коррелирующих пар обнаружено для хрома. Соединения хрома коррелируют со свинцом, никелем, ванадием, бериллием, марганцем и кобальтом, при размахе варьирования коэффициента корреляции от 0,46 до 0,86. Соединения марганца положительно коррелируют с соединениями цинка, кадмия и никеля ($r = 0,51-0,65$); для соединений никеля отмечены положительные связи с соединениями ванадия ($r = 0,60 \pm 0,20$); кобальт вступает в положительные взаимодействия с соединениями ванадия и бериллия ($r = 0,80-0,83$); вместе с тем для бериллия выявлены положительные корреляционные связи с соединениями ванадия, стронция и цинка ($r = 0,52-0,60$).

Исследование содержания металлов в подземных видоизмененных побегах (корневищах и луковицах) травянистых растений выявило много общих черт в распределении и взаимовлиянии металлов с корнями растений. Обнаружены аналогичные пары металлов положительно коррелирующие между собой как в корнях растений, так и в подземных побегах. Это пары хрома с ванадием, марганцем, кобальтом; бериллия с цинком, стронцием, ванадием; марганца с цинком и никелем; ванадия с кобальтом и никелем ($r = 0,47-0,70$). Вместе с тем, в подземных побегах обнаружены положительные связи марганца со свинцом, кобальтом, ванадием и бериллием.

Обнаруженные в подземных побегах растений положительные корреляционные связи между цинком и кадмием, были также зафиксированы и в стеблях растений.

Общими для надземных и подземных органов растений оказались и положительно коррелирующие пары металлов хром-марганец, хром-ванадий, хром-кобальт, кобальт-ванадий, марганец-кадмий и кобальт-беррилий.

В ходе исследования изучены закономерности распределения металлов и по систематическим группам, несмотря на выявленные существенные различия в накоплении металлов, однодольные и двудольные растения характеризуются кадмиевой геохимической специализацией химического состава. Формула геохимической специализации однодольных травянистых растений имеет следующий вид – $Cd_{1,3} Zn_{0,5} Pb_{0,2} Ni_{0,2} Mn_{0,2} Cu_{0,1} Cr_{0,04} Be_{0,03} V_{0,01} Co_{0,01} Sr_{0,004}$, а для двудольных – $Cd_{1,0} Sr_{0,06} Zn_{0,4} Pb_{0,2} Cu_{0,1} Ni_{0,1} Mn_{0,1} Cr_{0,02} Be_{0,02} V_{0,01} Co_{0,01}$. Вместе с тем, установлено, что двудольные растения накапливают в фитомассе стронция на порядок выше, чем однодольные, что обусловлено рядом причин. Во-первых, характером корневых систем и глубиной проникновения корней в почву, и, во-вторых, различным объемом почвы, из которого растение усваивает металлы. Результаты лабораторных исследования по изучению проницаемости корневых систем растений, проведенные И.В. Серегиним [237] указывают на то, что проницаемость апопласта коры и центрального цилиндра однодольных и двудольных растений для разных металлов различна, в том числе и для стронция. Высокая мобильность стронция может определяться невысокой прочностью связывания его с материалом клеточных оболочек и в тоже время значительная часть металла может находиться на поверхности клеточных оболочек или в периплазматическом пространстве. В совокупности это может определять высокую мобильность стронция, в результате чего модификация клеточных оболочек паренхимы стелы не ограничивает его передвижение в более глубокие ткани корня, в том числе в клетки сердцевины.

С помощью различных расчетных показателей выявлены уровни накопления металлов растениями разных семейств (таблица 32).

**Коэффициенты накопления и перераспределения тяжелых металлов в
травянистых растениях сосновых боров Семипалатинского Прииртышья**

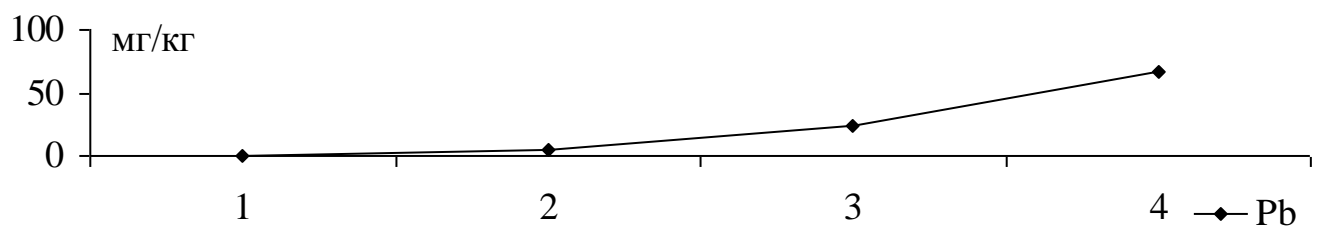
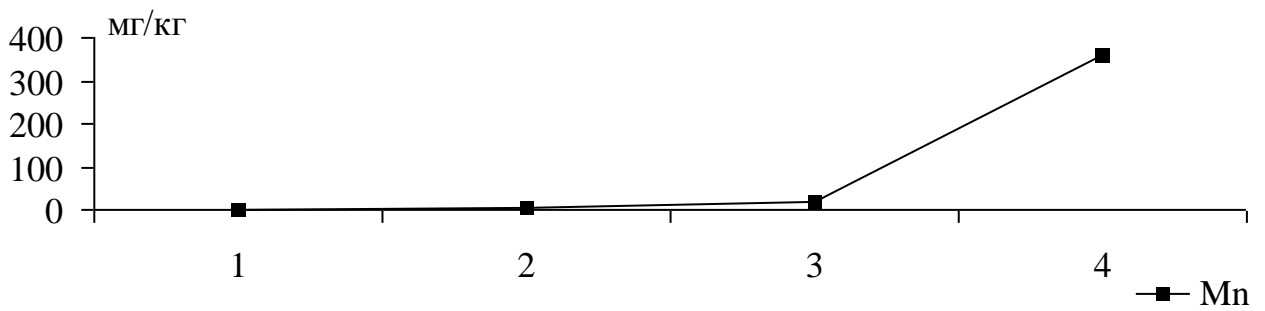
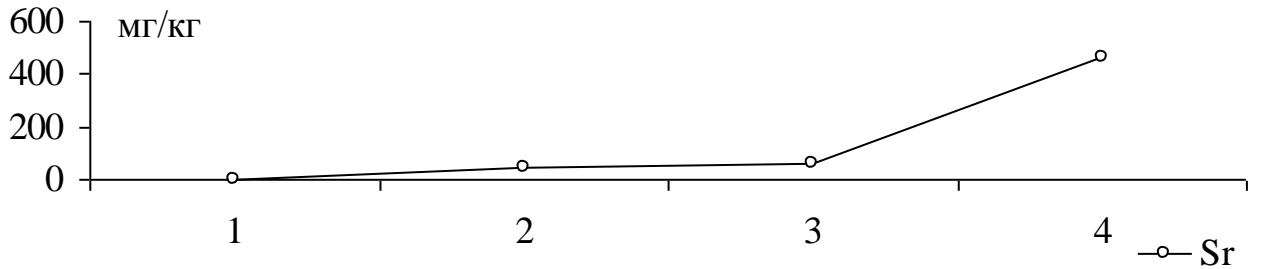
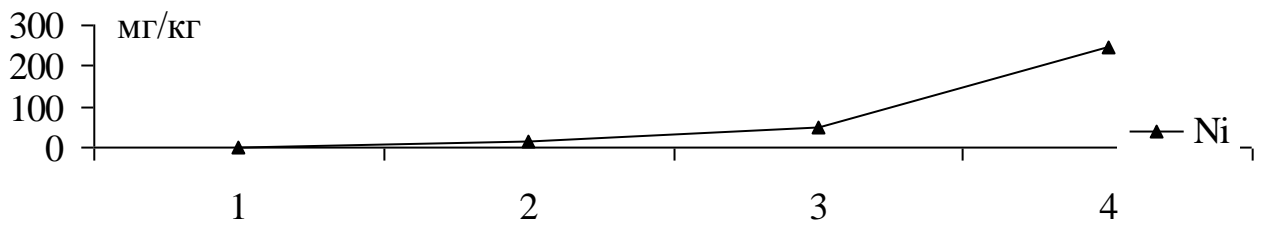
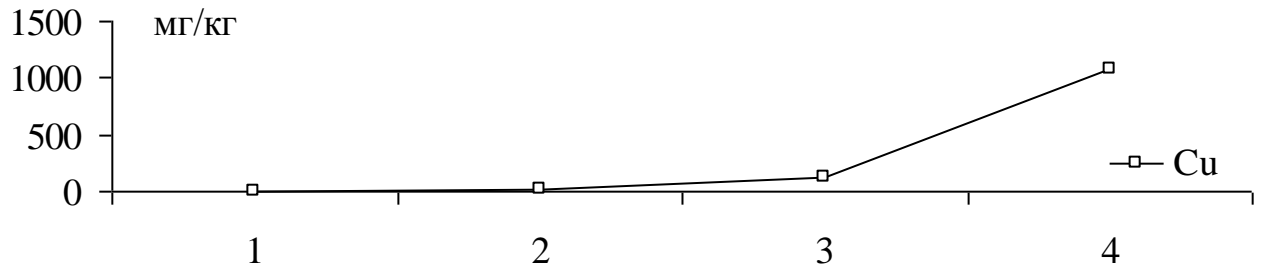
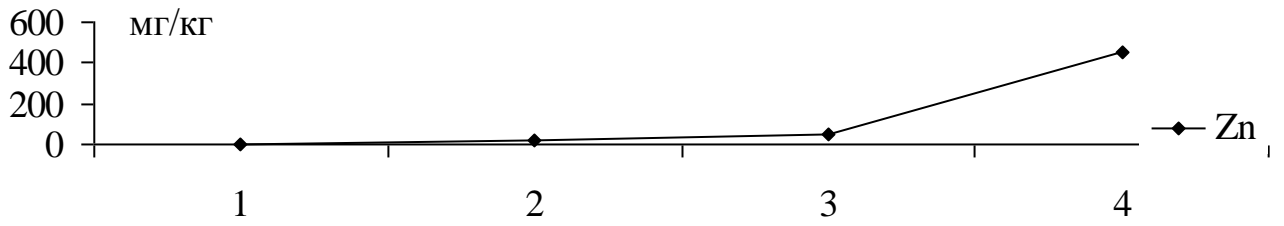
Элемент	K _{Н1}				K _{Н2}				K _П	ПБЭ	КБП
	1	2	3	4	1	2	3	4			
Cu	0,5	16,4	115,1	1082,0	0,5	17,8	124,7	1172,0	0,9	0,1	7,6
Zn	0,6	16,9	49,7	453,1	0,7	18,9	55,3	505,0	0,8	0,4	6,7
Pb	0,1	4,2	24,1	67,4	0,1	4,3	24,6	68,8	1,0	0,2	1,8
Cd	0,8	4,4	23,5	23,5	0,7	3,5	18,8	18,8	1,4	1,1	11,1
Co	0,1	4,6	11,1	31,1	0,1	5,4	13,2	36,8	0,7	0,03	1,1
Cr	0,08	16,3	27,2	81,5	0,09	18,6	31,0	93,0	0,8	0,02	0,7
Ni	0,2	16,5	49,6	248,0	0,2	16,6	49,8	249,0	1,0	0,04	2,1
V	0,08	13,3	63,6	63,6	0,1	15,8	75,6	75,6	0,7	-	0,7
Be	0,07	13,1	1,8	26,2	0,09	16,1	2,2	32,2	0,6	-	0,8
Sr	0,5	44,4	57,5	460,2	0,5	49,3	63,9	511,4	0,8	0,6	5,1
Mn	0,3	5,1	19,1	356,4	0,3	5,6	20,9	390,6	0,8	-	3,7

Примечание - в таблице K_н рассчитаны относительно: 1 – валового содержания в почве; 2 – кислоторастворимой формы; 3 – обменной формы; 4 - водорастворимой формы.

Коэффициент накопления, или аккумулятивный индекс - количественный показатель перехода химических элементов из почвы в растение, т.е. отношение концентрации тяжелых металлов в воздушно-сухой массе растений к концентрации валовой и подвижных форм соединений тяжелых металлов в почве. Коэффициент накопления близок к коэффициенту биологического поглощения, но поглощение является физиологическим процессом, а накопление – результат, как поглощения, так и внутреннего перераспределения химических элементов. Если

коэффициент накопления меньше 1, то превалирует загрязнение растений из почвы, являющейся основным источником элементов в них и свидетельствует о пассивном поступлении элемента и об отсутствии механизмов активного накопления металлов. Коэффициент накопления больше 1 говорит о том, что поступление металлов в растительную продукцию происходит не только из почвы, но и из атмосферы [97]. Рассчитанные коэффициенты накопления доказывают, что травянистые растения сосновых боров даже в условиях незагрязненных почв накапливают тяжелые металлы в высоких концентрациях (рисунок 20). Валовое содержание металлов в почве не является главным источником данных элементов для растений, основное поглощение металлов идет за счет их подвижных, более доступных для растений форм, а так же за счет их поступления из атмосферы. Относительно соединений кадмия, свинца и никеля у растений наблюдается нарушение функции корневого барьера, о чем свидетельствуют коэффициенты перераспределения (таблица 32).

Растения избирательно поглощают элементы, а интенсивность поглощения характеризуется отношением количества элемента в золе растений к его количеству в почве или горной породе (или литосфере в целом). Этот предложенный Б.Б. Плыновым показатель А.И. Перельман [197] назвал коэффициентом биологического поглощения. Рассчитанные КБП позволяют охарактеризовать потенциальную биогеохимическую подвижность металлов (рисунок 21) согласно рядам биологического поглощения [197]. Расчеты показали, что для травянистой растительности сосновых боров Семипалатинского Прииртышья элементом энергичного накопления является кадмий (11,1); элементами сильного накопления (КБП от 1,1 до 7,6) – медь, цинк, свинец, кобальт, никель, стронций, марганец, а слабого накопления и среднего захвата (КБП 0,7-0,8) – хром, ванадий, бериллий. По аналогии с КБП, элементы со значениями показателя биотичности, равными 0,3 и выше, играют наиболее существенную роль в биологическом круговороте веществ в экосистем [66, 118]. Относительно ПБЭ существенную роль в общем круговороте веществ в лесной экосистеме играют кадмий (1,1) > стронций (0,6) > цинк (0,4) (таблица 32).



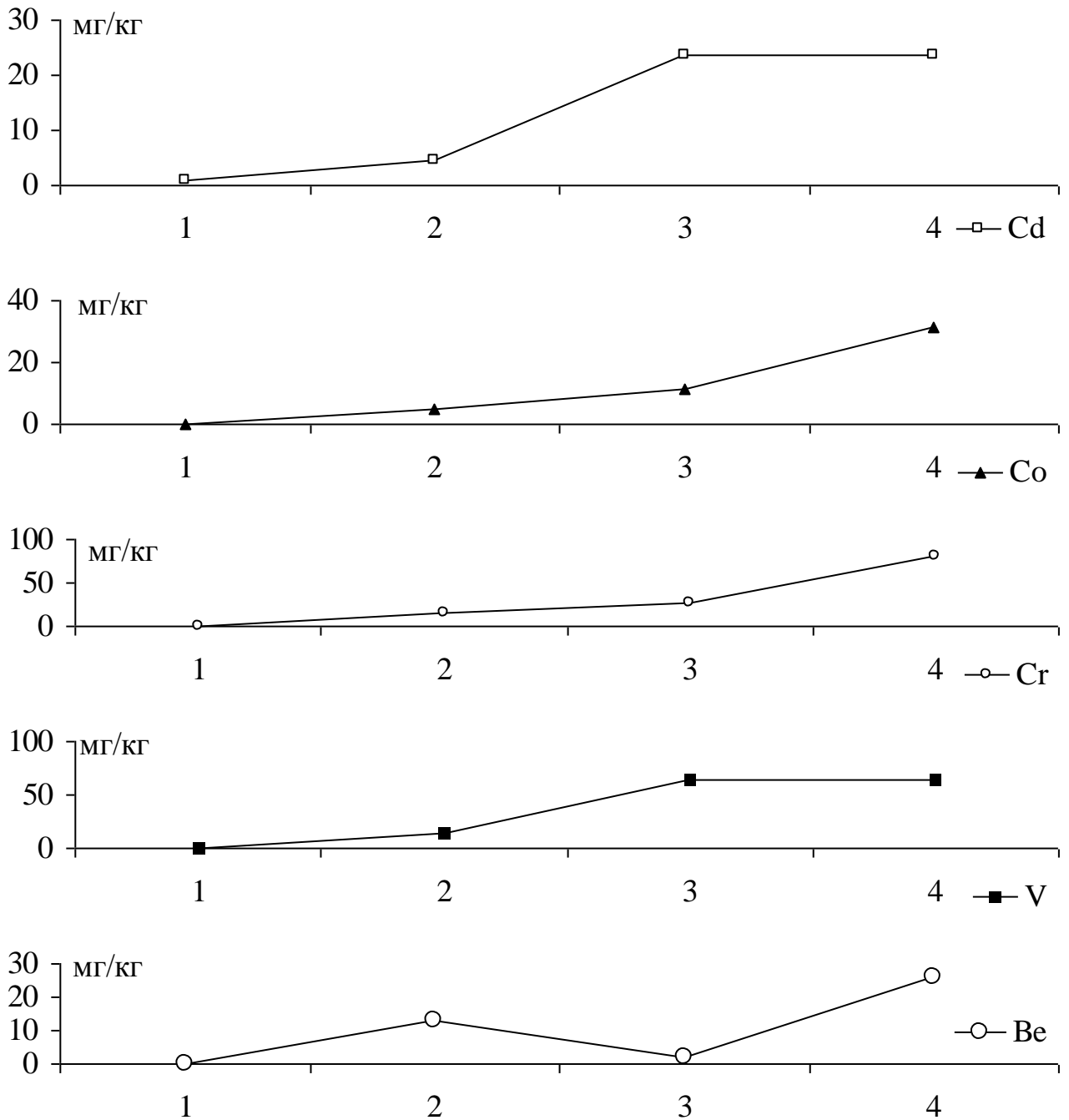


Рисунок 20 - Коэффициенты накопления тяжелых металлов травянистых растениях сосновых боров Семипалатинского Прииртышья

Примечание - 1 – валовое содержание; 2 – кислоторастворимая форма; 3 – обменная форма; 4 – водорастворимая форма.

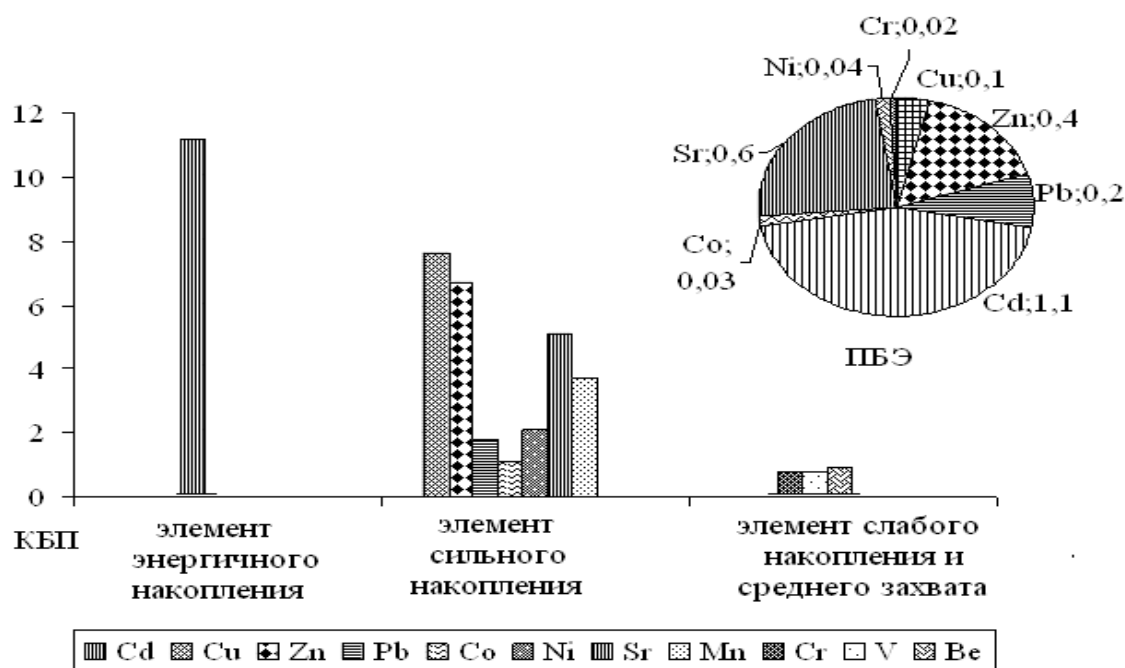


Рисунок 21 - Потенциальная биогеохимическая подвижность металлов в травянистых растениях сосновых боров Семипалатинского Прииртышья

В ходе исследования закономерностей накопления тяжелых металлов растениями сосновых боров, выявлено, что существует определенная зависимость в накоплении тяжелых металлов растениями от их жизненной формы. Исследования показали, что металлоаккумуляционная способность растений в зависимости от принадлежности к различным жизненным формам неодинакова. В фитомассе деревьев выше концентрации цинка и кадмия, чем в кустарниках и травах. В фитомассе травянистых растений концентрации меди, свинца, хрома, никеля, бериллия, марганца, кобальта и стронция выше, чем в кустарниках и деревьях. В порядке увеличения концентраций металлов, изученные формы растений образуют следующие ряды: по содержанию Cu, Pb, Cr, Ni, Be, Mn – кустарники – деревья – травы; по содержанию Zn – травы – кустарники – деревья; по содержанию Cd – кустарники – травы – деревья; по содержанию Co, Sr – деревья – кустарники – травы. Вероятнее всего, отличия связаны с уровнем организации анатомо-морфологической структуры и физиолого-биохимических функций растений, сте-

пенью адаптации их к условиям среды, и также обусловлены, как было сказано выше, характером корневых систем, глубиной проникновения корней в почву и различным объемом почвы, из которого растение усваивает тяжелые металлы.

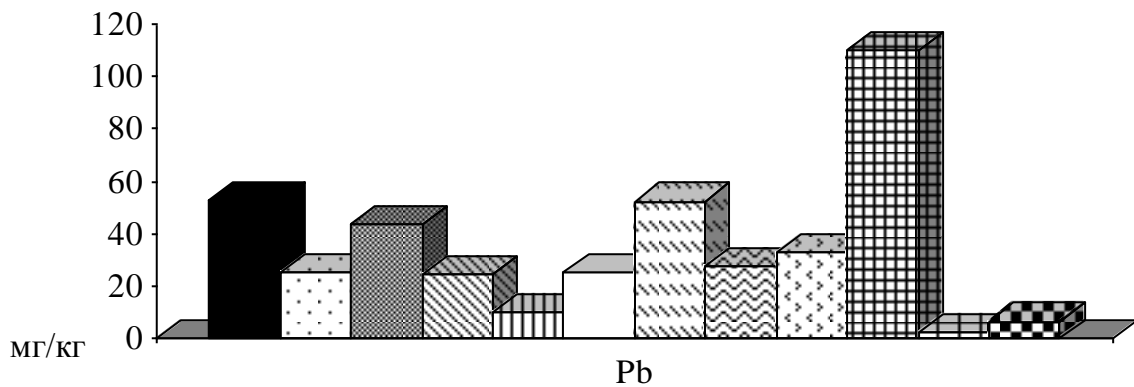
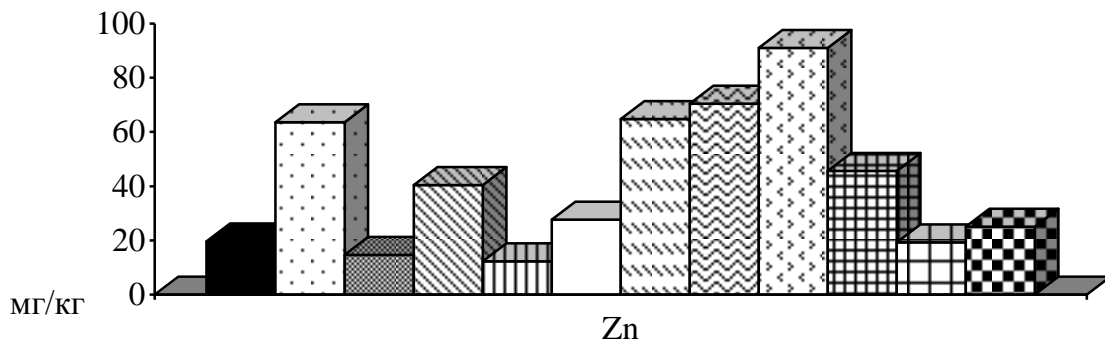
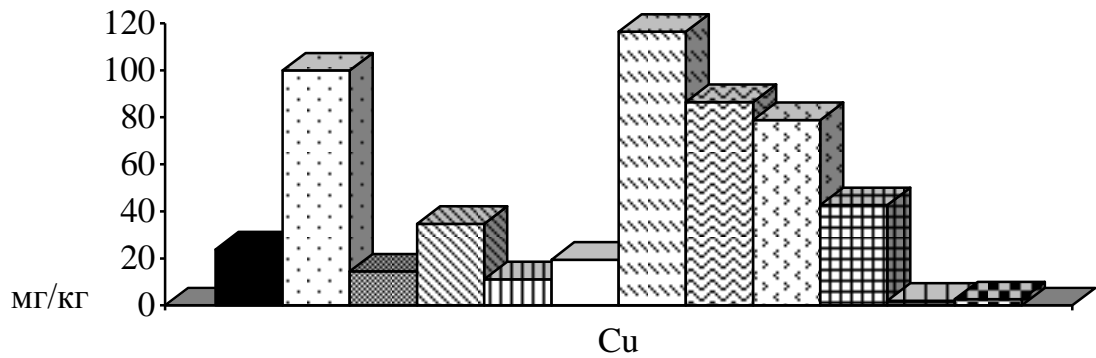
Таким образом, исследование химического состава растений показало, что для фоновых боровых песков сосновых боров большее значение имеет ландшафтно-геохимические условия миграции металлов и связанные с ними биогеохимическая специализация растений по семействам и классам.

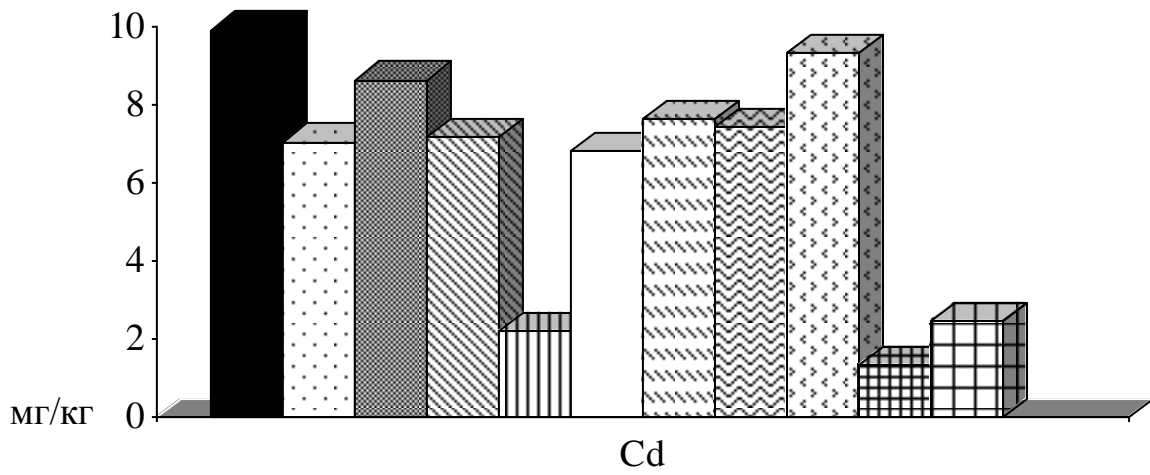
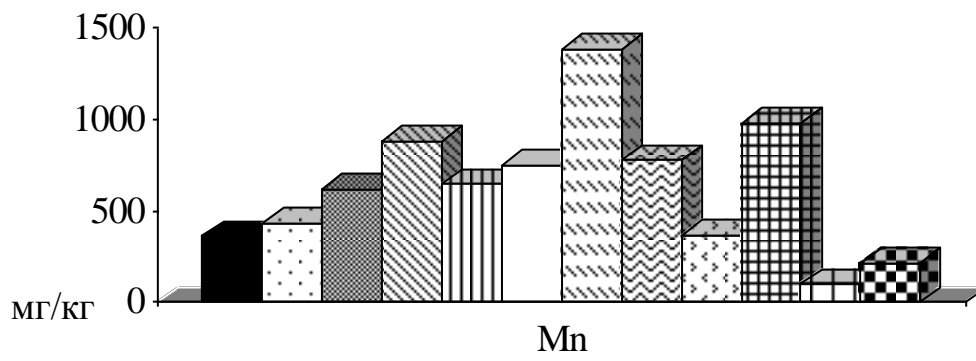
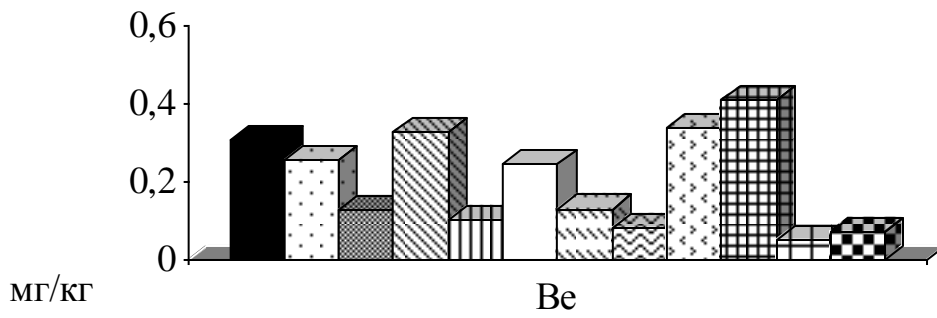
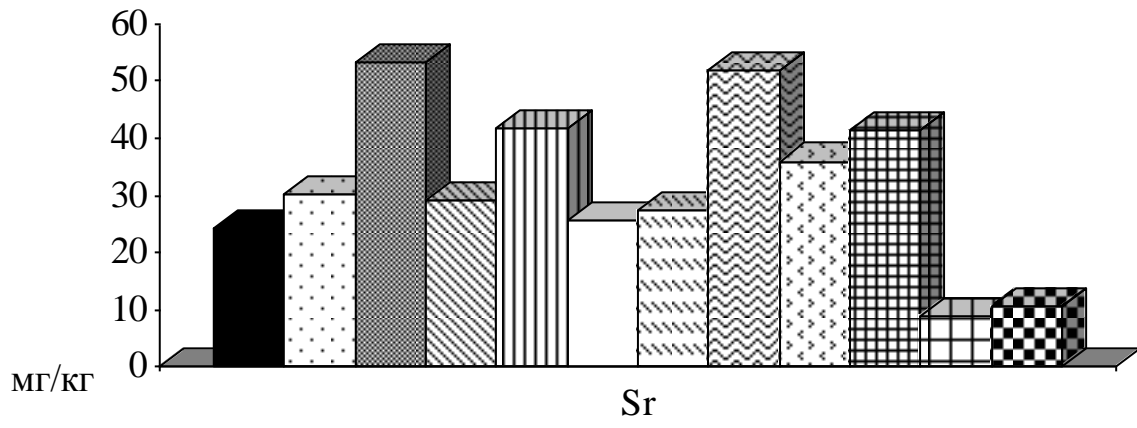
Количество металлов и формы их соединений в растениях сосновых боров определяются физико-химическими свойствами элементов, их физиологической ролью в метаболических процессах, биологическими особенностями растений, а также содержанием тяжелых металлов в почвообразующих породах, в боровых песках и атмосфере.

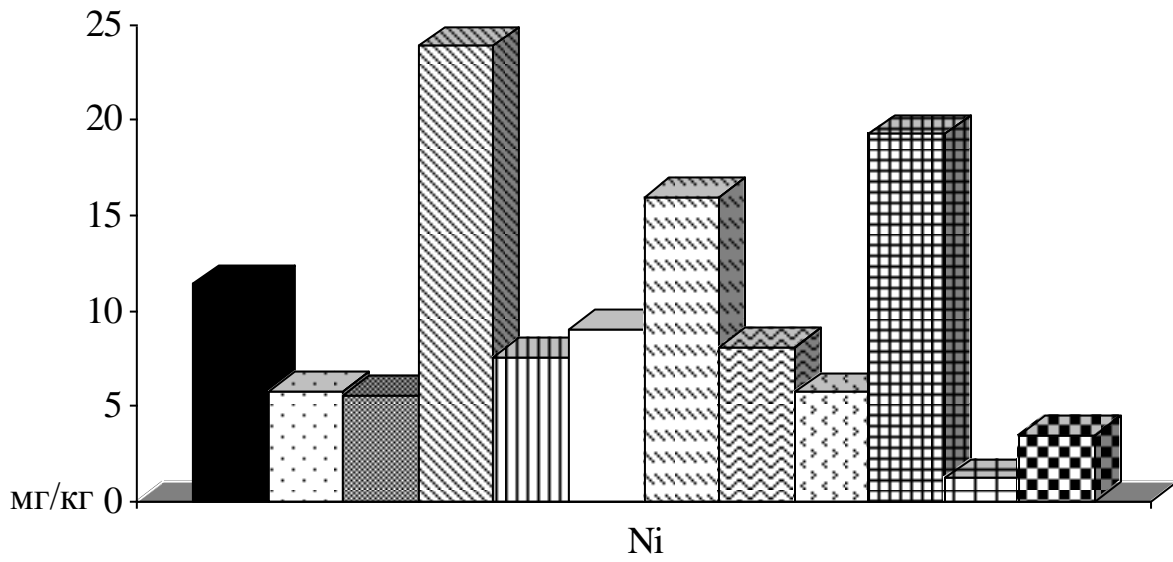
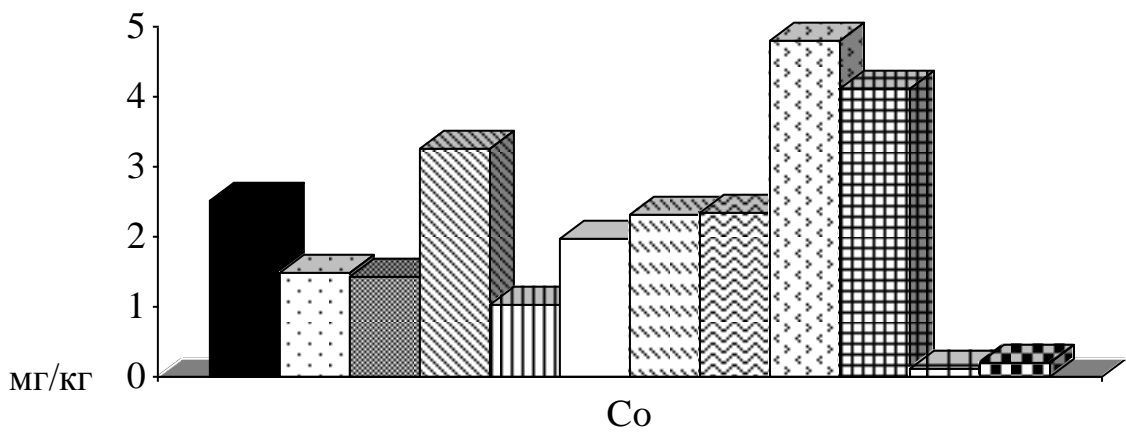
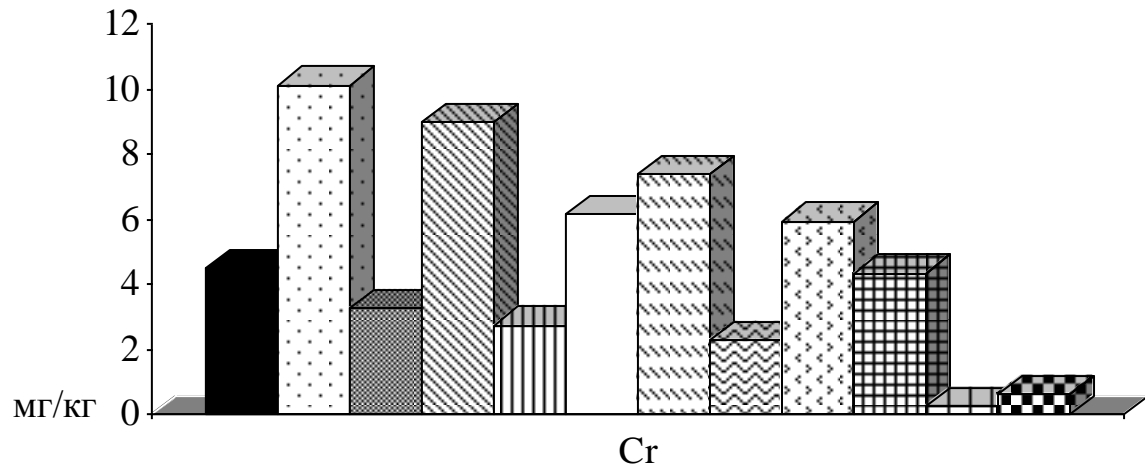
4.3 Биогеохимические особенности содержания тяжелых металлов в грибах сосновых боров Семипалатинского Прииртышья

Одним из важнейших компонентов лесных экосистем являются грибы. Грибы, произрастающие в лесах, являются не только ценными пищевыми продуктами, но и специфическими компонентами лесных биогеоценозов, играют важную роль в их функционировании, а также в миграции тяжелых металлов [128]. Многие виды грибов используются в качестве биоиндикаторов для оценки состояния лесных экосистем и оказываемого на них антропогенного воздействия, определения природоохранной значимости леса [9]. Установлено, что некоторые базидиомицеты, развиваясь даже в условиях незагрязненных экосистем, накапливают в своих плодовых телах элементы в концентрациях, превышающих установленные лимиты [125]. Основное поступление минеральных веществ в плодовые тела грибов осуществляется о время активного роста мицелия. Мицелий микоризообразующих видов располагается в более глубоких горизонтах почвы и грибы способны воспринимать тяжелые металлы из почвы, где они содержатся лишь в виде следов, впитывать их и хранить в плодовом теле [125]. Изучение содержания металлов в плодовых телах базидиомицетов, развивающихся в условиях природных экосистем, не испытывающих существенного техногенного воздействия, показало, что элементный состав базидиом грибов отличается сильной вариабельностью (приложение У, рисунки 22-27). Поскольку плодовые тела *Russula lilacea* Quel. (сыроежка лиловая), *Russula densifolia* Gill. (сыроежка белая, темнеющая), *Russula fragilis* Fr. (сыроежка ломкая), *Russula rubra* Fr. (сыроежка темно-красная), *Russula foetens* Fr. (валуй), *Cantharellus aurantiacus* (Wulfen) Fr. (лисичка ложная), *Agaricus campestris* (Schaefer.) Fr. (шампиньон луговой), *Lactarius piperatus* (Fr.) S.F. Gray. (груздь перечный), *Suillus luteus* (Fr.) S. F. Gray (масленок настоящий), *Amanita pantherina* (Fr.) Secr. (мухомор серый), *Laetiporus sulphureus* (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing. (трутовик серно-желтый), *Fomes fomentarius* (L.:Fr.) Gill. (трутовик

настоящий) развивались в схожих эдафических условиях, можно отметить, что главным фактором, определяющим величину и избирательный характер накопления тяжелых металлов, является не экологическая обстановка, а комплекс биологических особенностей представителей разных видов [55, 68, 125, 283, 311]. С другой стороны, отмечается и тот факт, что техногенное воздействие на экосистемы вызывает достоверное увеличение содержания металлов и других токсичных элементов в плодовых телах базидиальных макромицетов [203, 292].







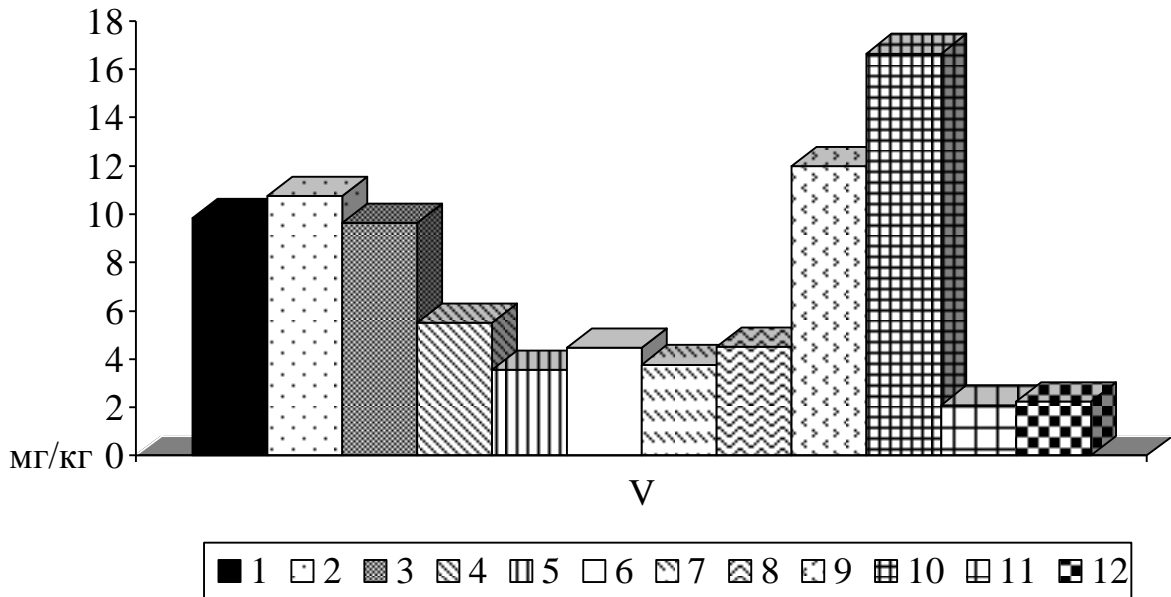


Рисунок 22 - Распределение тяжелых металлов в грибах сосновых боров Семипалатинского Прииртышья

Примечание - на рисунках 22, 23 представлены виды грибов: 1. *Russula lilacea* Quel. 2. *Russula densifolia* Gill. 3. *Russula fragilis* Fr. 4. *Russula rubra* Fr. 5. *Russula foetens* Fr. 6. *Cantharellus aurantiacus* (Wulfen) Fr. 7. *Agaricus campestris* (Schaefer.) Fr. 8. *Lactarius piperatus* (Fr.) S.F. Gray. 9. *Suillus luteus* (Fr.) S. F. Gray 10. *Amanita pantherina* (Fr.) Secr. 11. *Laetiporus sulphureus* (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing. 12. *Fomes fomentarius* (L.:Fr.) Gill.

Особенностью грибов является их способность аккумулировать химические элементы именно из субстрата, тогда как другие используемые в качестве биоиндикаторов объекты, концентрируют токсиканты из атмосферы (мхи, лишайники) или одновременно из нескольких сред (сосудистые растения) [125]. При этом микоризы грибов играют важную роль для минерального питания сосудистых растений, особенно в хвойных лесах, в условиях недостатка доступных формословных элементов минерального питания. Гифы грибов увеличивают сосущую поверхность корней сосудистого хозяина в 100-1000 раз, а также подкисляют почвенную

среду в непосредственной близости с корнем, увеличивая мобильность минеральных элементов для корневого питания растений [163].

В ходе исследования выявлено, что большинство изученных грибов отличаются повышенным накоплением отдельных металлов или групп металлов. К таким грибам, прежде всего можно отнести *Agaricus campestris* (Schaefer.) Fr. (шампиньон луговой) – медь, марганец; *Suillus luteus* (Fr.) S. F. Gray (масленок настоящий) – цинк, кобальт; *Amanita pantherina* (Fr.) Secr. (мухомор серый) – кадмий, свинец, ванадий, бериллий; *Russula lilacea* Quel. (сыроежку лиловую) – кадмий; *Russula densifolia* Gill. (сыроежку белую) – хром; *Russula fragilis* Fr. (сыроежку ломкую) – стронций и *Russula rubra* Fr. (сыроежку темно-красную) – никель. Наименьшей способностью к накоплению исследованных металлов в плодовых телах обладают ксилотрофные базидиомицеты (рисунок 22), что объясняется биологическими особенностями этих грибов. Ксилотрофные базидиомицеты являются неотъемлемым компонентом гетеротрофного блока лесных экосистем. Благодаря мощному ферментативному комплексу, способному разлагать лигноцеллюлозы, дереворазрушающие базидиомицеты играют ведущую роль в процессе деструкции древесины, который является одним из ключевых этапов в круговороте веществ и трансформации энергии в лесных экосистемах. Ксилотрофные базидиомицеты имеют свою субстратную специализацию, которая проявляется в их преимущественной приуроченности к древесным остаткам определенных видов деревьев [170]. Кроме того, питание и метаболизм ксилотрофных грибов тесно связаны со свойствами субстрата – стволов, пней, корней, в древесине которых развивается мицелий [54] этим и объясняется их низкая аккумуляционная способность относительно тяжелых металлов.

Во всех изученных грибах (кроме ксилотрофных) содержание меди и цинка превышает их ПДК для грибов по меди (ПДК 10,0 мг/кг) от 1,1 до 11,6 раз и по цинку (ПДК 20,0 мг/кг) - от 1,4 до 4,5 раз. А содержание свинца (ПДК 0,5 мг/кг) и кадмия (ПДК 0,1 мг/кг) во всех изученных грибах, включая ксилотрофные, превышает их ПДК для грибов от 5,4 до 219,4 раза по свинцу и от 13,4 до 99,4 раз -

по кадмию. Содержание ванадия в грибах санитарными нормами не предусмотрено [205, 206].

Процентная доля каждого элемента от суммарного содержания металлов в совокупности изученных видов грибов представлена на рисунке 23.

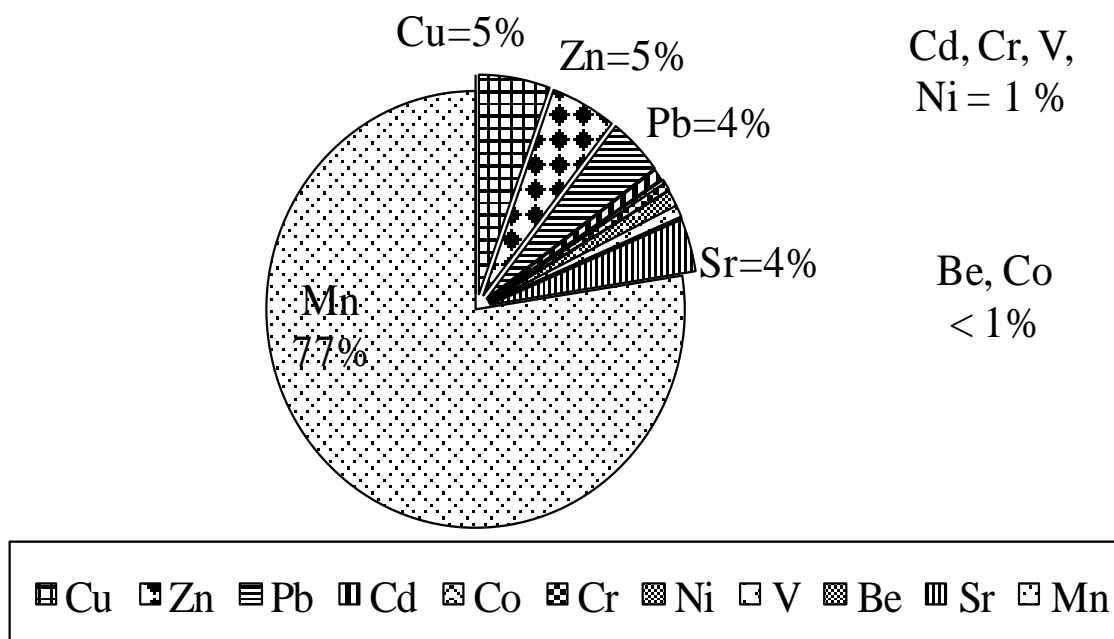


Рисунок 23 - Процентная доля отдельного металла от суммарного их содержания в плодовых телах изученных видов грибов в их совокупности

Более высокое содержание тяжелых металлов в грибах связано с наличием в почвах подвижных форм элементов. Грибы плохо или совсем не усваивают труднорастворимые формы. Известно, что обменные процессы наиболее интенсивны в шляпках (*pileus*) напочвенных макромицетов, поэтому и концентрации макро- и микроэлементов там выше, чем в ножках (*stipa*) [60, 283]. Однако данная закономерность в распределении по органам грибов проявляется не для всех изученных металлов. Установлено, что все исследованные грибы максимально накапливают в шляпках соединения меди, кадмия, ванадия, никеля, кобальта, стронция, бериллия. Максимальное накопление соединений цинка, свинца, хрома происходит в ножках данных грибов (приложение У, рисунок 24).

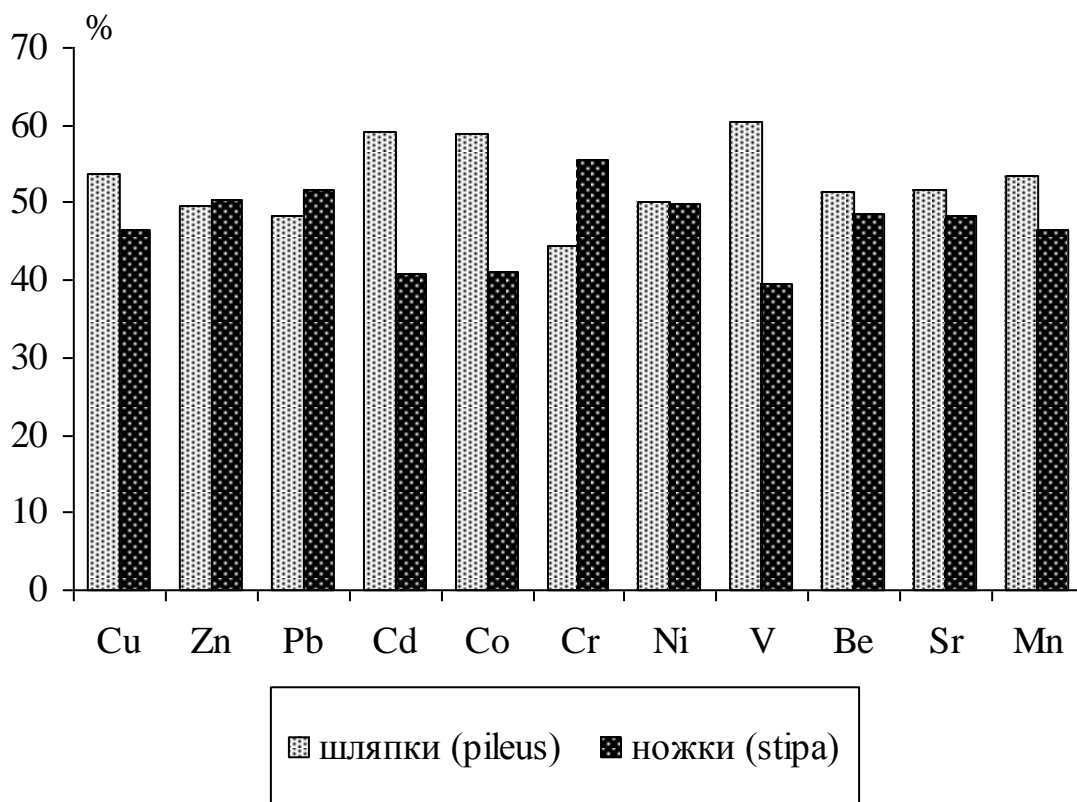


Рисунок 24 - Соотношение содержания тяжелых металлов в шляпках и ножка к общему их содержанию в плодовом теле изученных видов грибов (в их совокупности), %

Причем, металлонакопительная способность разных органов грибов может значительно отличаться. Установлено, что интервал концентраций элементов в шляпках и ножках составляет:

для меди - от 1,2 до 30,5 раза, для цинка - от 1,4 до 29,3 раза, для стронция - от 1,1 до 1,6 раза, максимум непропорциональности в распределении данных элементов характерен для груздя перечного (*Lactarius piperatus Fr.*);

для свинца - от 2,3 до 41,2 раза, для кобальта - от 1,4 до 16,8 раза, для никеля - от 1,2 до 35,8 раза, максимум непропорциональности этих элементов характерен для лисички ложной (*Cantharellus aurantiacus Fr.*);

для кадмия - от 1,3 до 8,2 раза, для хрома - от 1,4 до 7,1 раза, для бериллия - от 1,2 до 5,9 раза, максимум непропорциональности данных элементов характерен для сыроежки вонючей (*Russula toctens* Fr.);

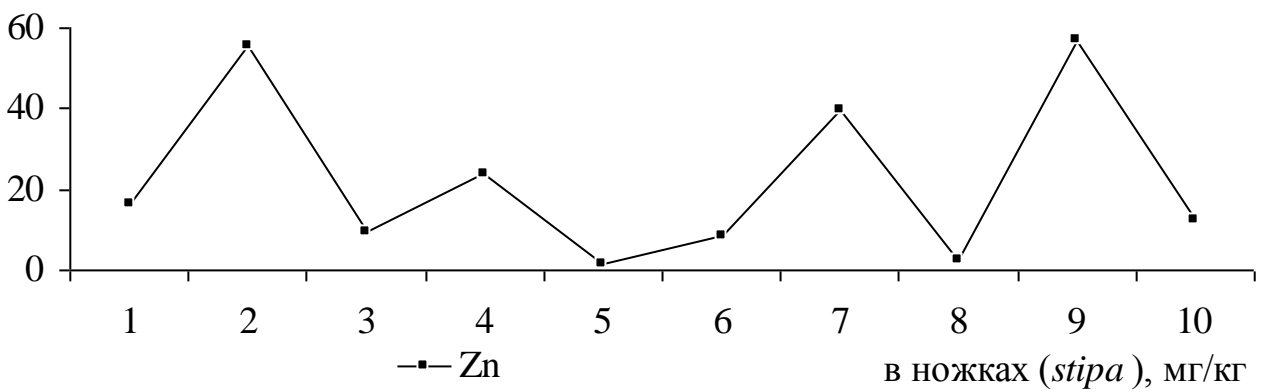
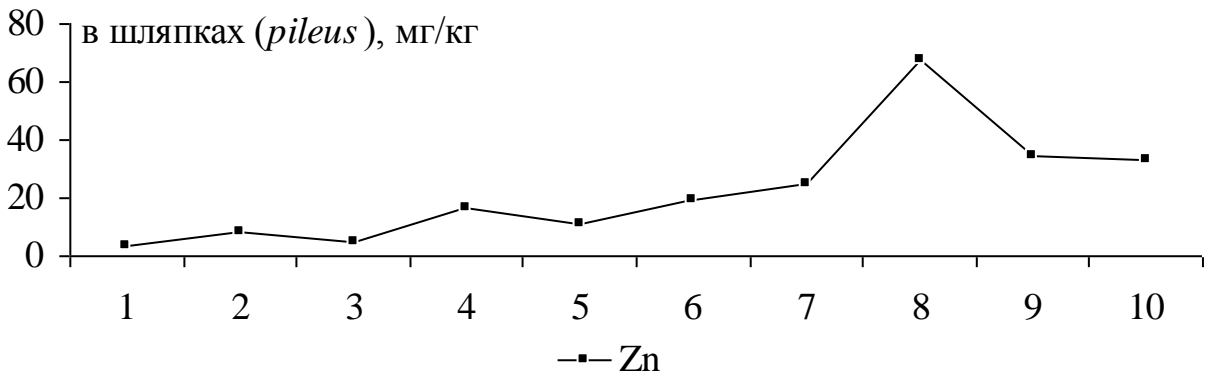
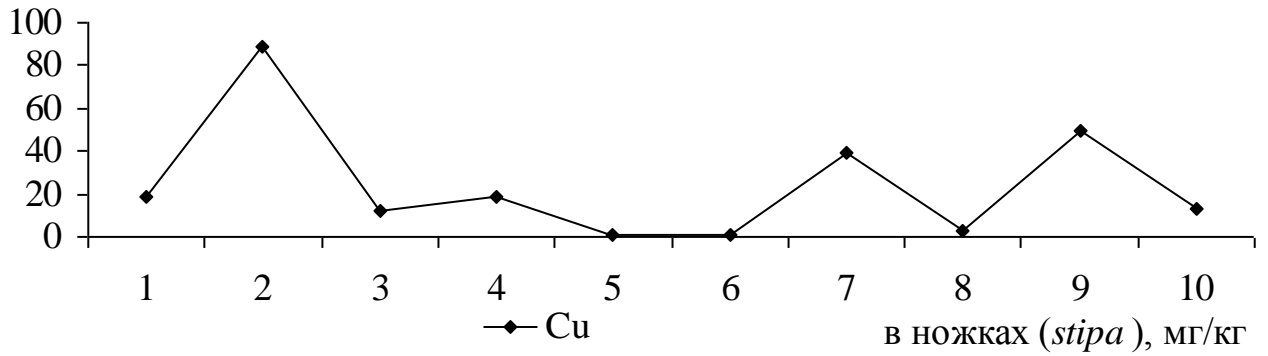
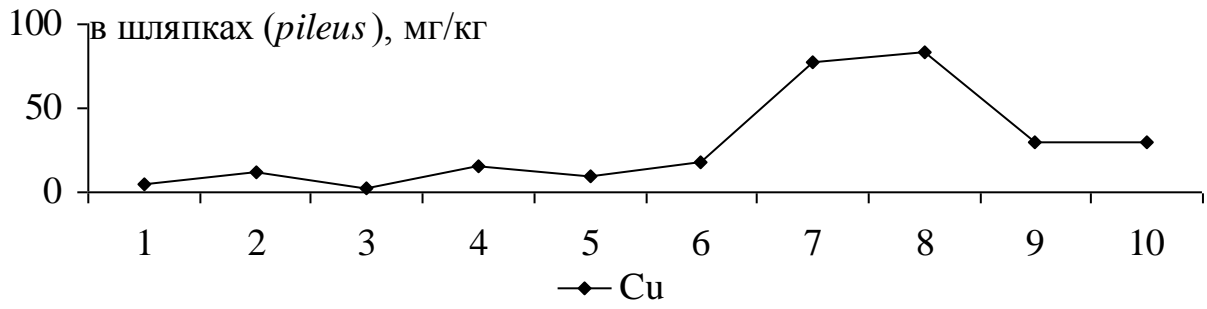
для ванадия - от 1,1 до 3,3 раза, максимум непропорциональности характерен для сыроежки лиловой (*Russula lilacea* Fr.);

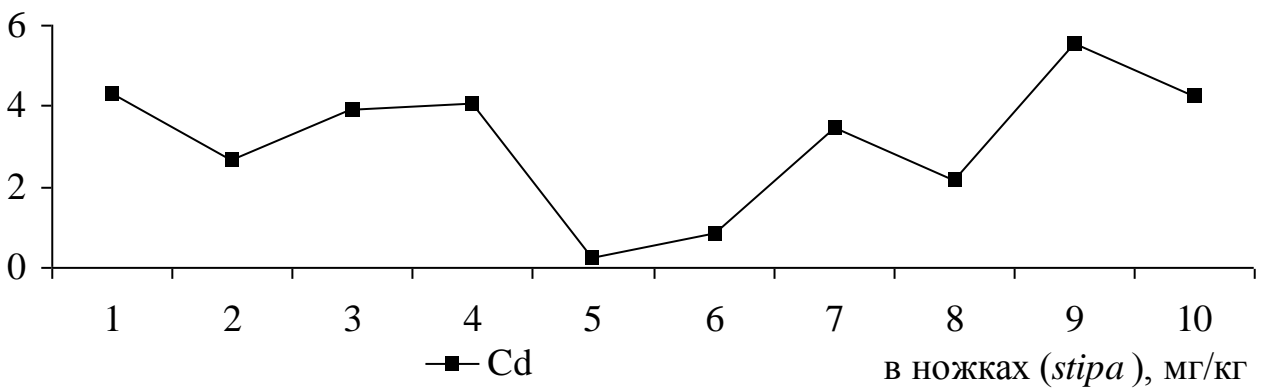
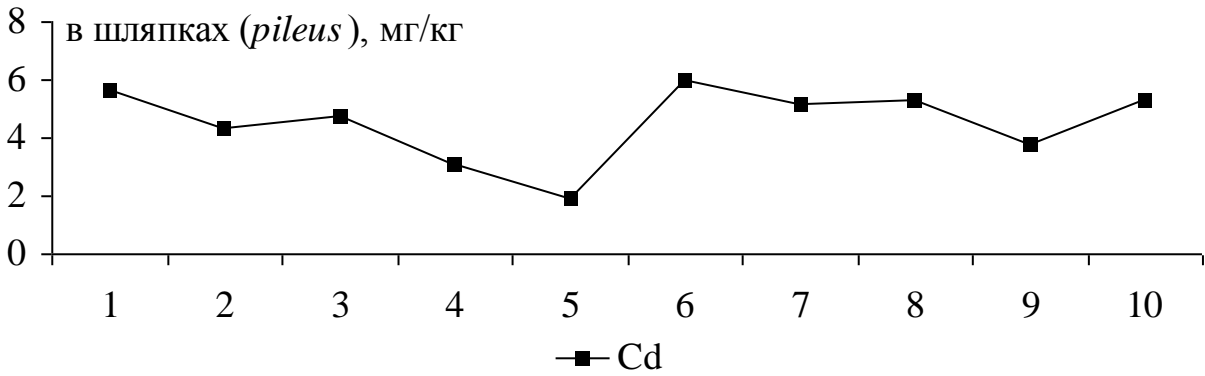
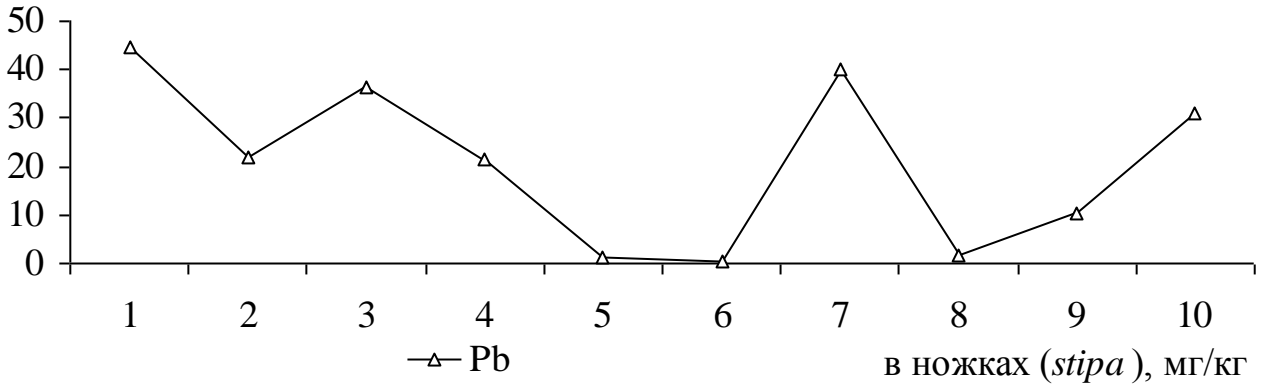
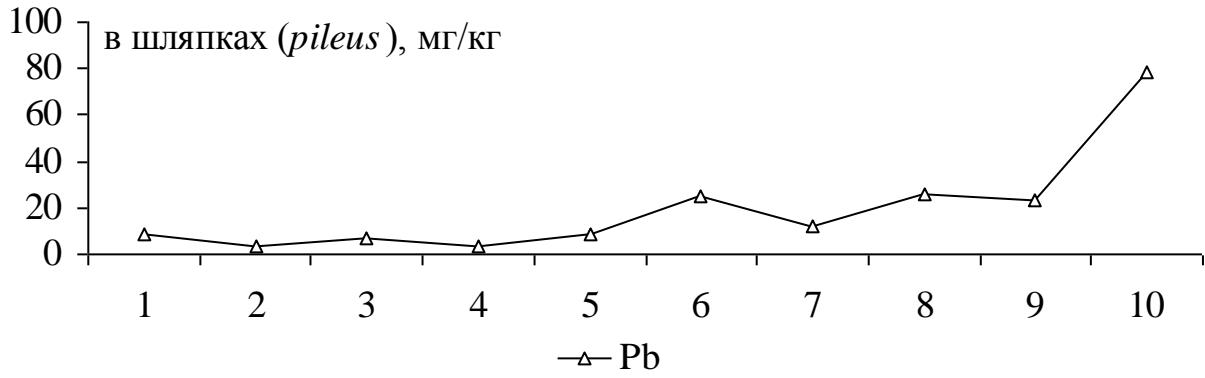
для марганца - от 1,1 до 2,3 раза, максимум непропорциональности характерен для сыроежки темно-красной (*Russula rubra* Fr.).

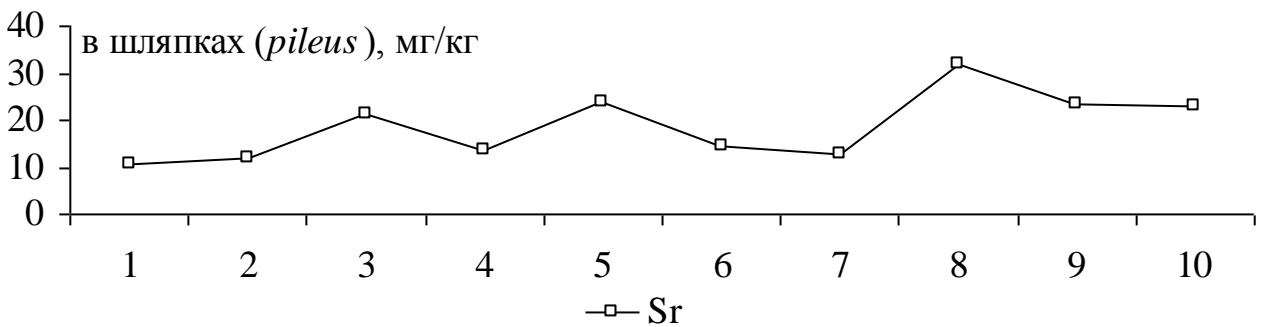
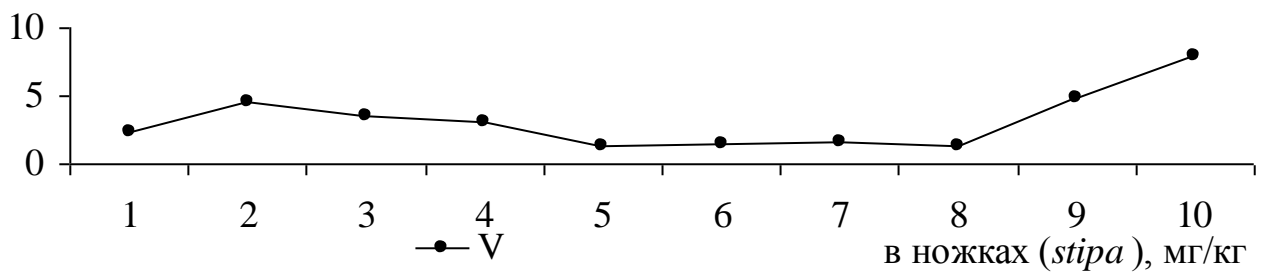
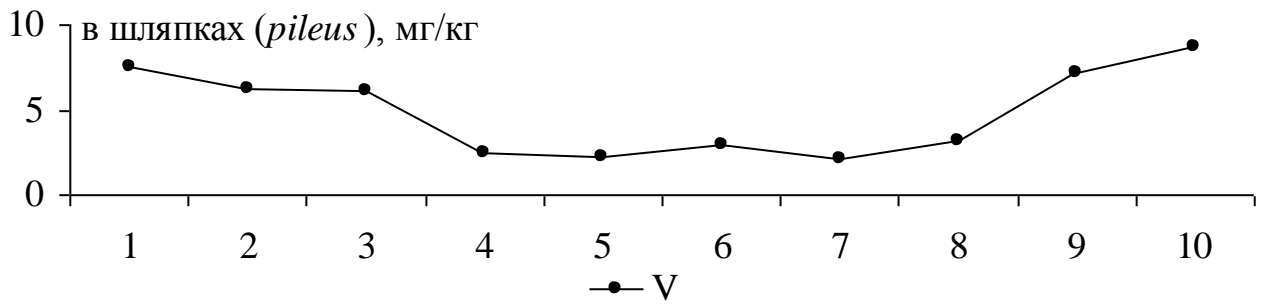
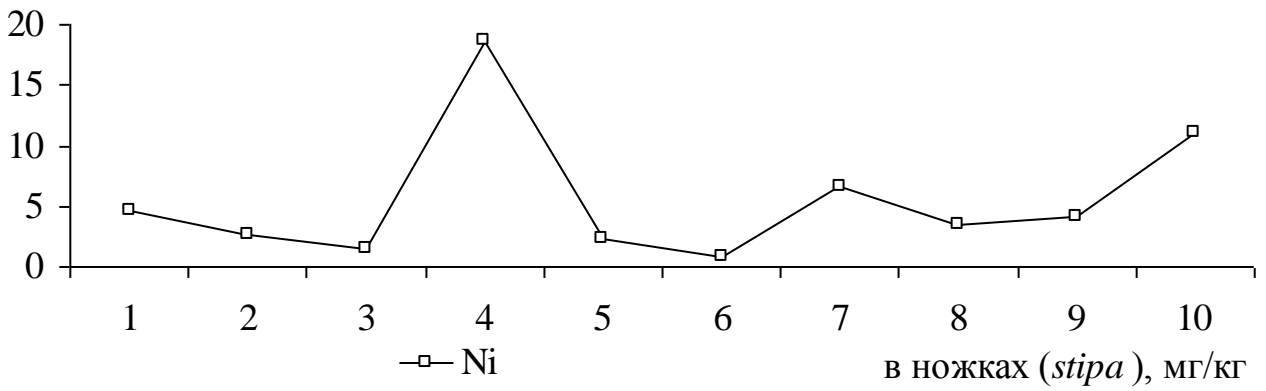
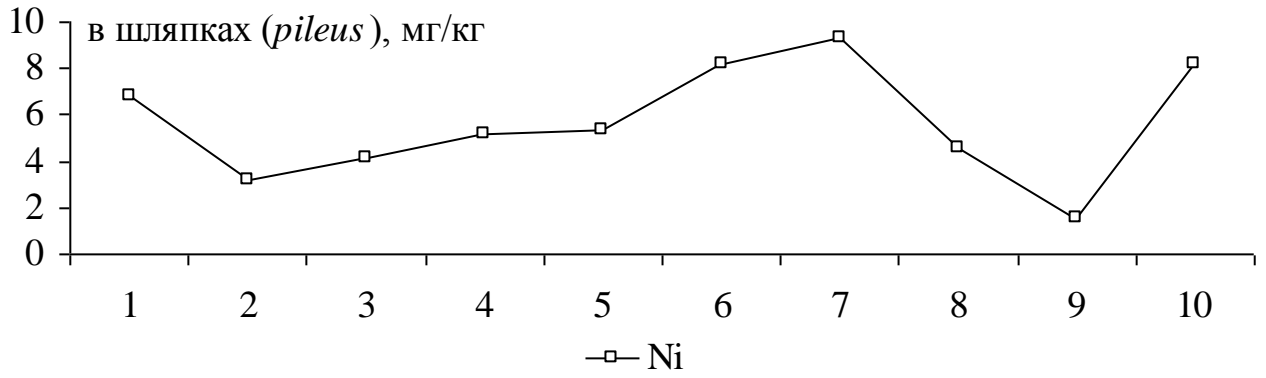
Зависимость распределения металлов в ножках и шляпках напочвенных макромицетов представлена на рисунке 25.

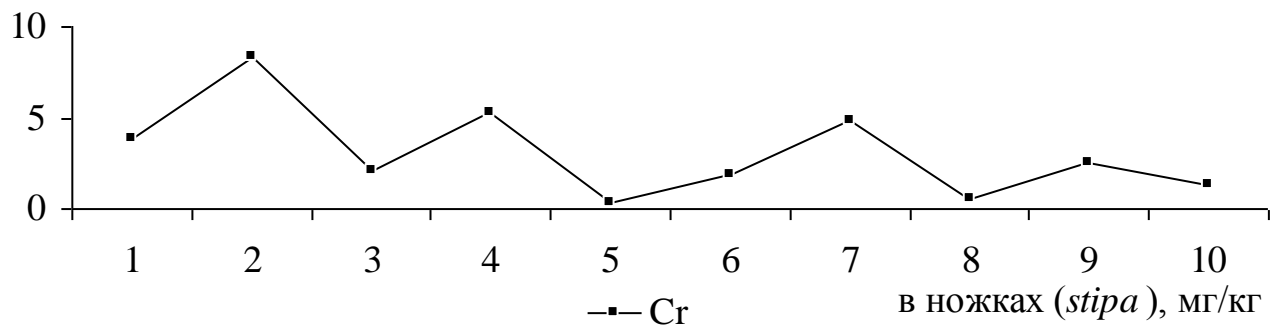
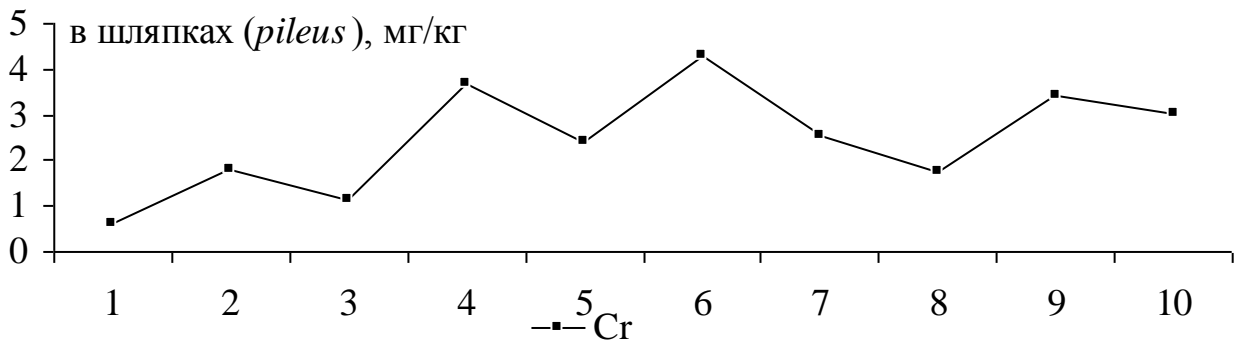
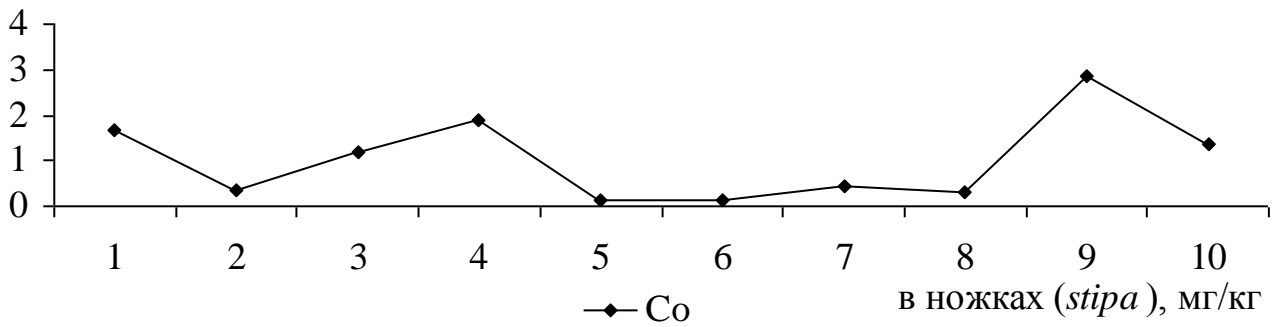
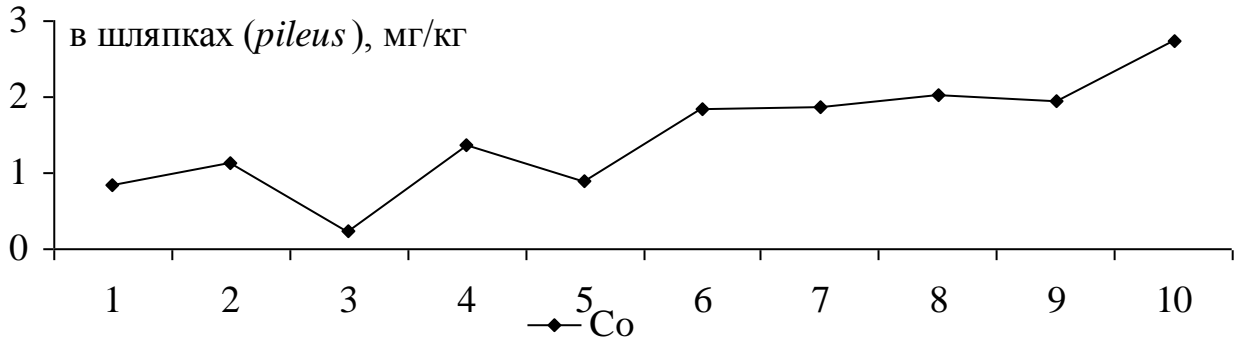
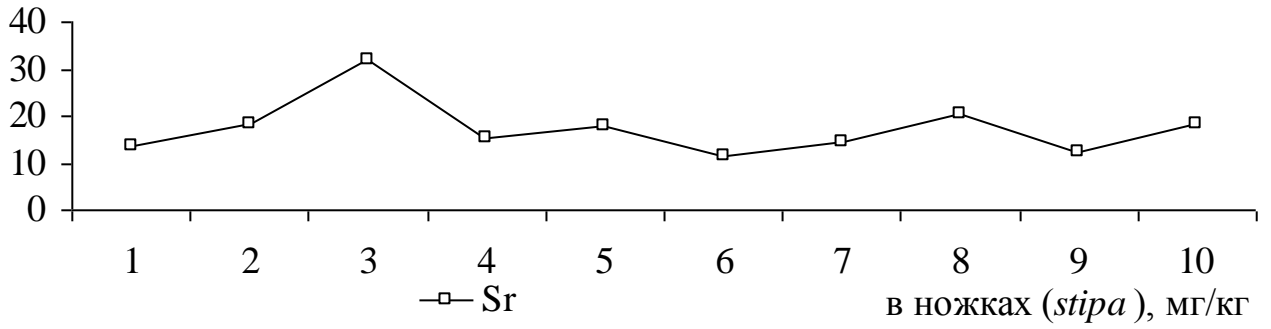
Оценивая аккумуляционную способность грибов, по отношению к металлам, в зависимости от принадлежности к определенному семейству, исследуемые высшие грибы можно распределить в следующем убывающем порядке: *Agaricus* (шампиньоны) > *Amanita* (мухоморы) > *Lactarius* (млечники) > *Cantharellus* (лисички) > *Russula* (сыроежки) > *Boletus* (масленок).

Для каждого отдельного вида характерна определенная геохимическая структура и формула геохимической специализации (относительно кларка в литосфере) его химического состава (приложение Ф). Для большинства изученных видов грибов (66,7%) характерна кадмиево-свинцовая и кадмиево-свинцово-медная специализация химического состава, для масленка настоящего (*Boletus luteus* Fr.) - кадмиево-свинцово-медно-цинковая, а для мухомора серого (*Amanita pantherina* Fr.) – кадмиево-свинцово-марганцевая, для сыроежки вонючей (*Russula foetens* Fr.) и лисички ложной (*Cantharellus aurantiacus* Fr.) - кадмиевая специализация химического состава.









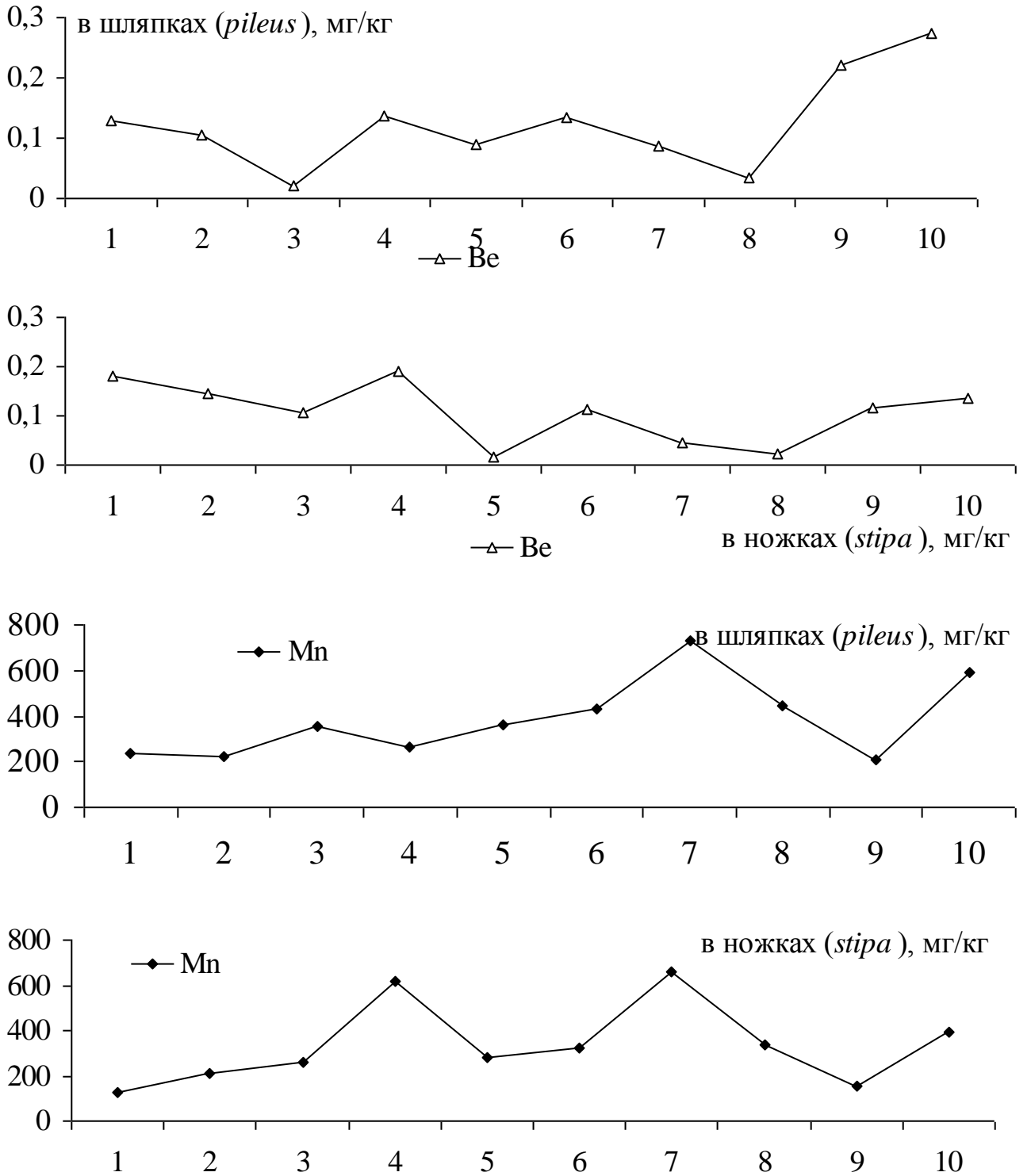


Рисунок 25 - Кривые распределения тяжелых металлов в шляпках и ножках грибов сосновых боров Семипалатинского Прииртышья

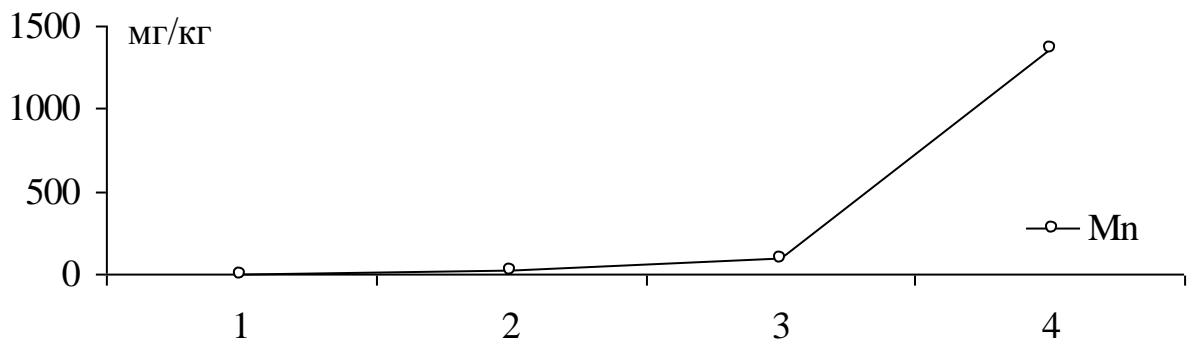
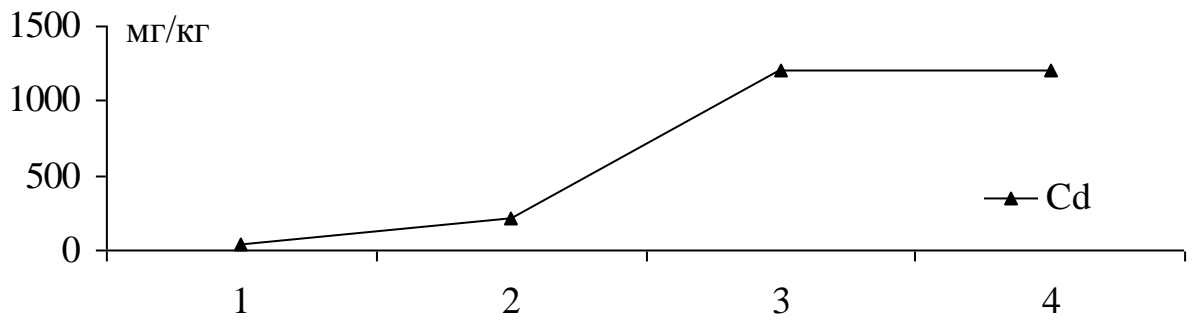
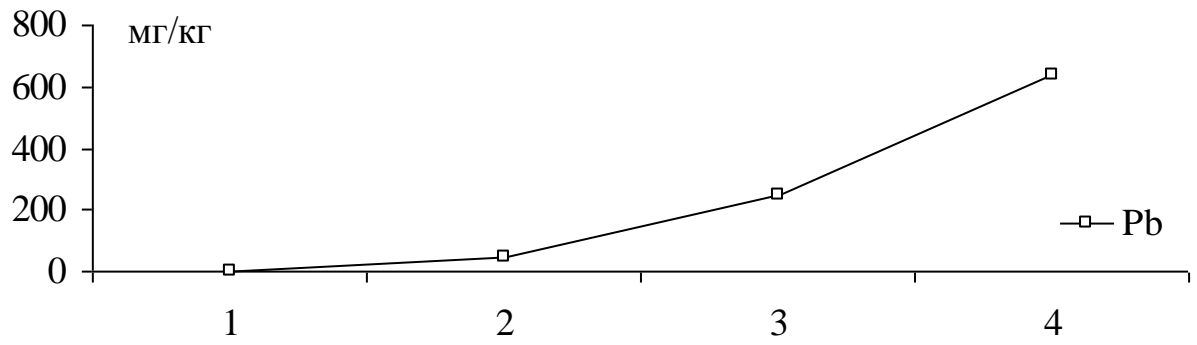
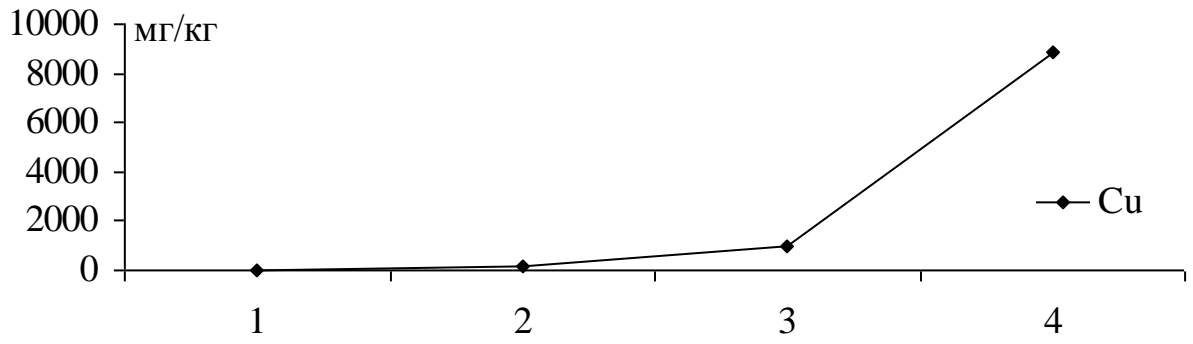
Интенсивность поглощения элементов прямо пропорциональна показателю биотичности элементов, который (приложение X) у изученных видов грибов изменялся от 0,006 - 19,0 у трутовиков до 0,2-73,8 у остальных грибов. Максимальные значения отмечены для мухомора серого (*Amanita pantherina* Fr.). По среднему значению ПБЭ все исследованные виды грибов можно отнести к группе интенсивного поглощения тяжелых металлов при широком размахе данного показателя. Анализ показателя биотичности элементов для отдельных металлов показал, что медь, цинк, свинец, кадмий играют наиболее существенную роль в биологическом круговороте веществ в микоценозе, а кобальт, хром, никель, ванадий, бериллий, стронций, марганец - менее значительную.

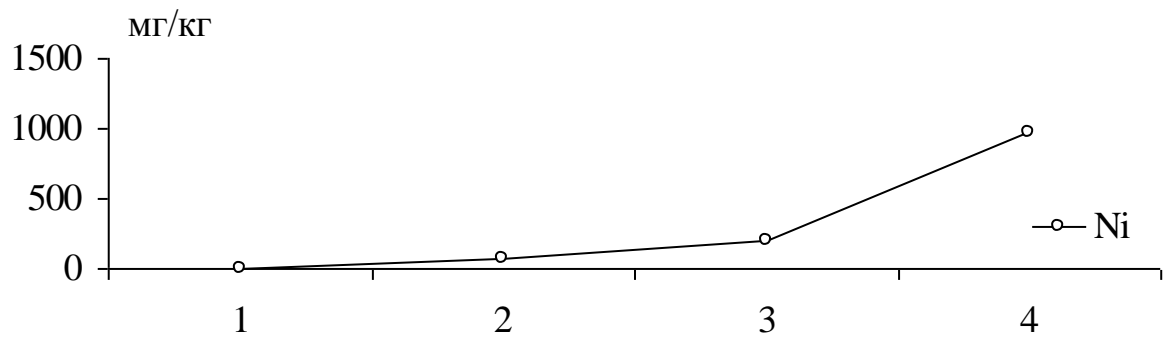
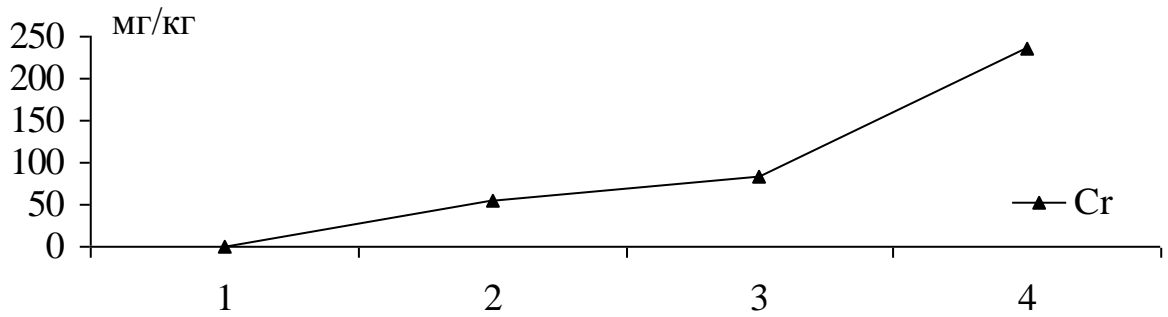
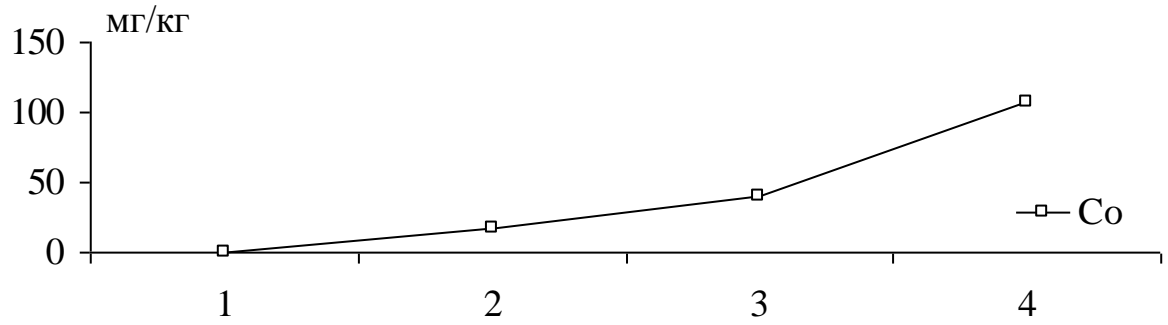
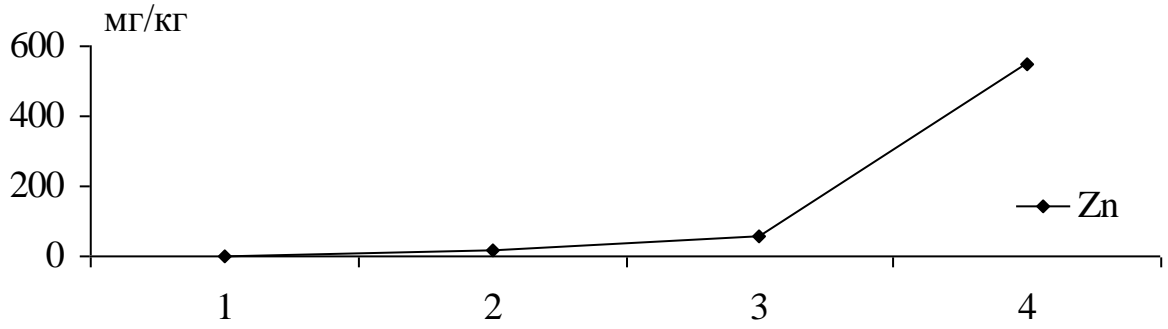
Грибы – организмы, обладающие иным механизмом питания, чем растения. Накопление металлов определяется биологическими особенностями видов грибов, а также условиями их произрастания. Мощным источником поступления химических элементов в грибы является почвенный покров, на котором они произрастают. Для отражения корреляционной зависимости между содержанием тяжелых металлов в изученных видах грибов и содержанием их валовых и подвижных форм в борových песках были выведены регрессионные уравнения прямолинейной функции (приложение Ц). Данные корреляционного анализа показывают, что для всех изученных грибов имеет место достоверная высокая прямая корреляционная зависимость между содержанием в грибах меди и ее валовым содержанием в почве, для подвижных ее форм выявленные корреляционные связи имеют низкую достоверность. Для соединений цинка четкой корреляционной зависимости не обнаружено. Для всех грибов имеет место прямая корреляционная зависимость содержания цинка в грибах и его валовым содержанием и кислоторастворимой формой в почве, для остальных подвижных форм выявленные корреляционные связи имеют низкую достоверность. Между содержанием в грибах и в почве свинца, хрома, никеля, ванадия и бериллия общей корреляционной закономерности не обнаружено, выявленные корреляционные связи имеют низкую достоверность. В отношении кадмия выявленная прямая корреляционная зависимость имеют низкую достоверность. Для всех грибов обнаружена обратная корреляционная зави-

симось содержания кобальта в грибах и его подвижными формами в почве, для кислоторастворимой формы эти связи имеют прямую направленность. Достоверная высокая прямая корреляционная связь обнаружена между содержанием в грибах стронция и его валовой формой в почве, в остальных случаях, выявленные корреляционные связи имеют низкую достоверность.

Обнаружена общая корреляционная закономерность в содержании марганца в изученных грибах и его валовым содержанием и подвижными формами (кроме кислоторастворимой формы) в почве. В случае с кислоторастворимой формой марганца выявленная слабая обратная корреляционная связь имеет очень низкую достоверность.

Рассчитанные коэффициента накопления металлов грибами (рисунок 26) относительно валового их содержания в почве, показали, что в микобиоте лесного биогеоценоза концентраторами элементов по убыванию являются: мухомор серый (*Amanita pantherina* (Fr.) Secr.) (6,6) > масленок настоящий (*Suillus luteus* (Fr.) S. F. Gray) (6,3) > сыроежка лиловая (*Russula lilacea* Quel.) (6,1) > шампиньон луговой (*Agaricus campestris* (Schaefer.) Fr.) (6,0) > сыроежка ломкая (*Russula fragilis* Fr.) (5,3) = груздь перечный (*Lactarius piperatus* (Fr.) S.F. Gray.) (5,3) > сыроежка темно-красная (*Russula rubra* Fr.) (4,9) > лисичка ложная (*Cantharellus aurantiacus* (Wulfen) Fr.) (4,4) > сыроежка белая, темнеющая (*Russula densifolia* Gill.) (4,3) > сыроежка волнующая (*Russula foetens* Fr.) (1,6) > трутовик настоящий (*Fomes fomentarius* (L.:Fr.) Gill.) (1,5) > трутовик серно-желтый (*Laetiporus sulphureus* (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing.) (0,9). Коэффициенты накопления могут быть значительно выше, если рассчитать их по подвижной форме металлов в почвах (приложение Ц). Проведенные расчеты свидетельствуют о том, что мощным поставщиком металлов в грибы является не только почва, но и атмосферный воздух.





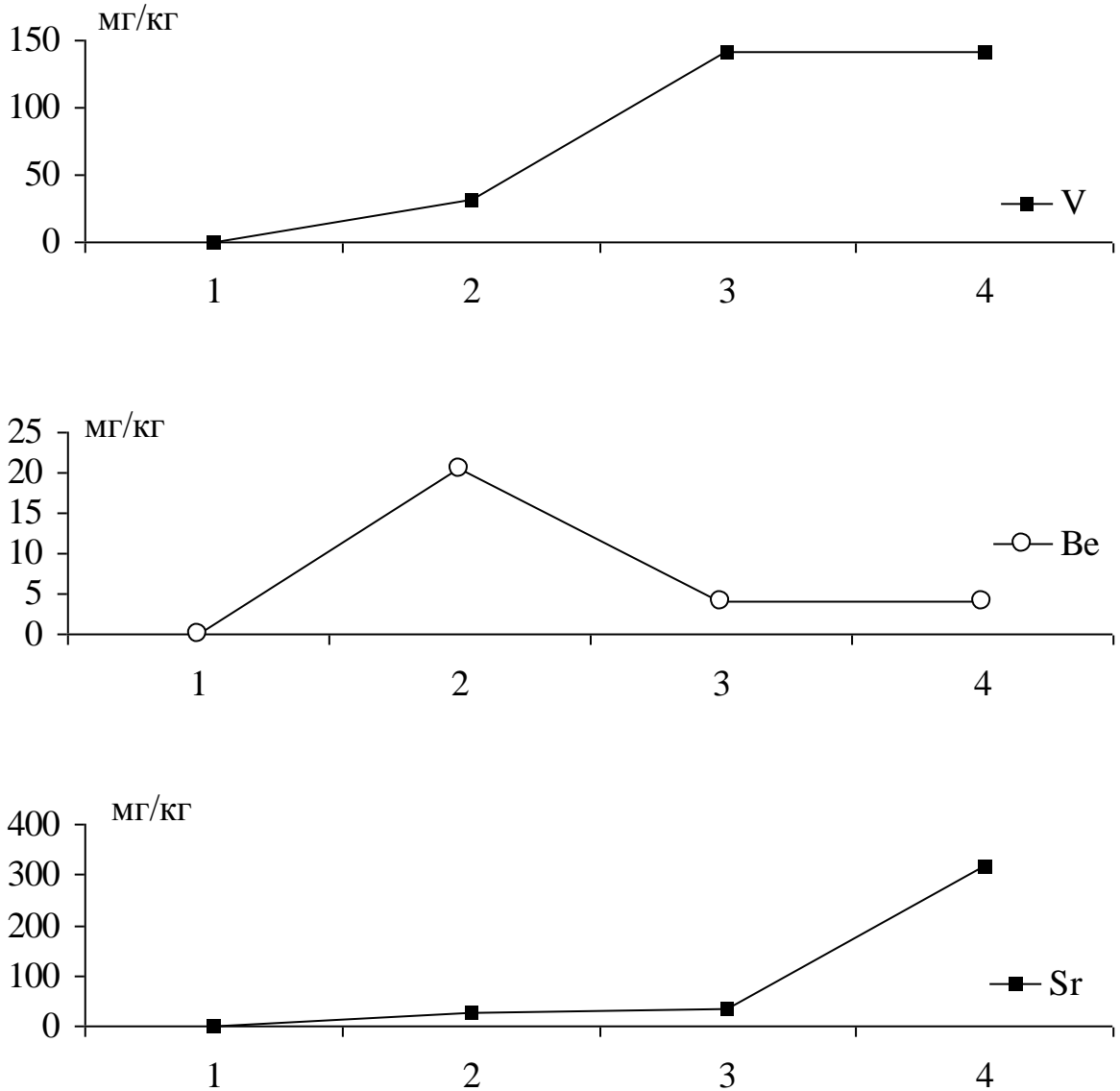


Рисунок 26 - Коэффициенты накопления тяжелых металлов грибами относительно: 1 - валового содержания; 2 – кислоторастворимой; 3 – обменной; 4 – водрастворимой форм тяжелых металлов в боровых песках

Для характеристики химических особенностей исследуемых грибов был рассчитан КБП. Величина КБП характеризует интегральную величину поглощения элемента грибами (растениями) из различных компонентов почвы, хотя он и

не позволяет оценить роль каждого из них в отдельности. Кроме того, КБП предполагает, что единственный источник поступления элемента в растения (грибы) - почва. Исходя из данных, представленных в таблице 38 (приложение Щ), у изученных 12 видов грибов КБП, рассчитанный по валовому содержанию в боровых песках сосновых боров, составляет: для меди - 0,37 (при разбросе значений от 0,001 до 1,13); для цинка - 0,06 (от 0,01 до 0,13); для свинца - 1,50 (от 0,12 до 4,75); для кадмия - 39,77 (от 8,02-59,52); для кобальта - 0,39 (от 0,02 до 0,89); для хрома - 0,24 (от 0,01 до 0,51); для никеля - 0,68 (от 0,09 до 1,66); для ванадия - 0,019 (от 0,002 до 0,043); для бериллия - 0,012 (от 0,001 до 0,025); для стронция - 0,025 (от 0,003 до 0,078); для марганца - 0,17 (от 0,02 до 0,35).

Как видно из рисунка 28, КБП одного и того же элемента для разных видов грибов имеет очень большой размах варьирования. Согласно рядам биологического поглощения элементов медь для сыроежки белой, темнеющей (*Russula densifolia* Gill.) (8,3 % от общего числа изученных видов грибов) является элементом сильного накопления, для остальных изученных видов грибов (75,0 %) – элементом слабого накопления и среднего захвата, для трутовиков-сапротрофов (16,7 %), которые непосредственно с почвой не связаны, - элементом слабого захвата.

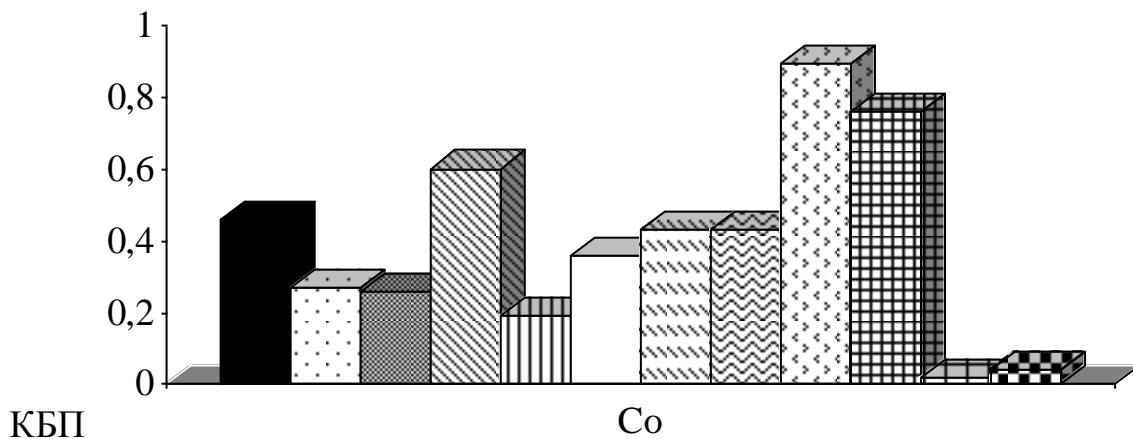
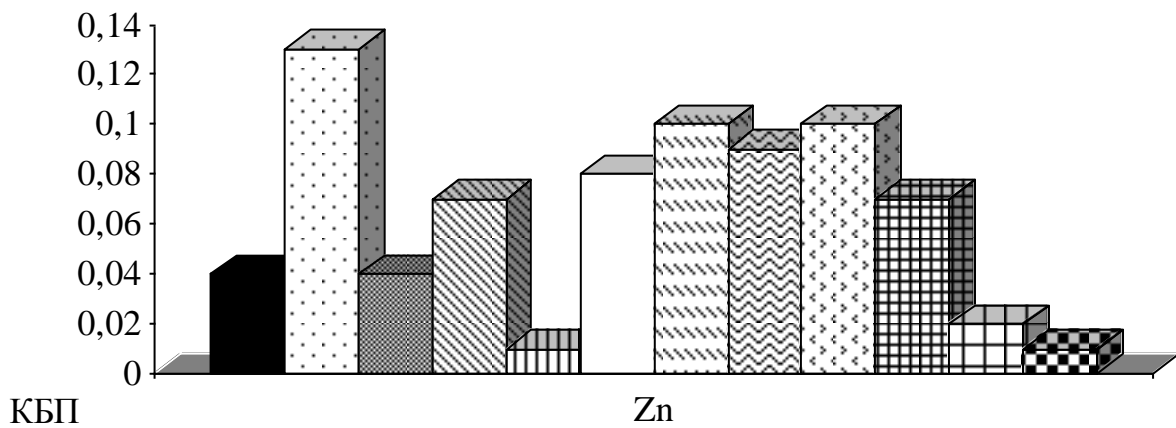
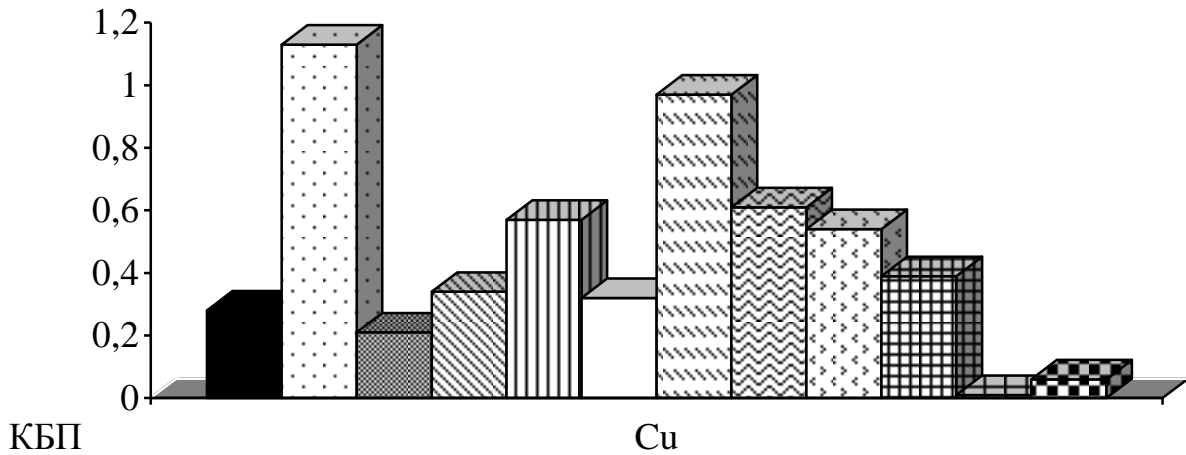
Цинк для 25,0 % изученных видов грибов является элементом слабого накопления и среднего захвата, а для 75,0 %, - элементом слабого захвата.

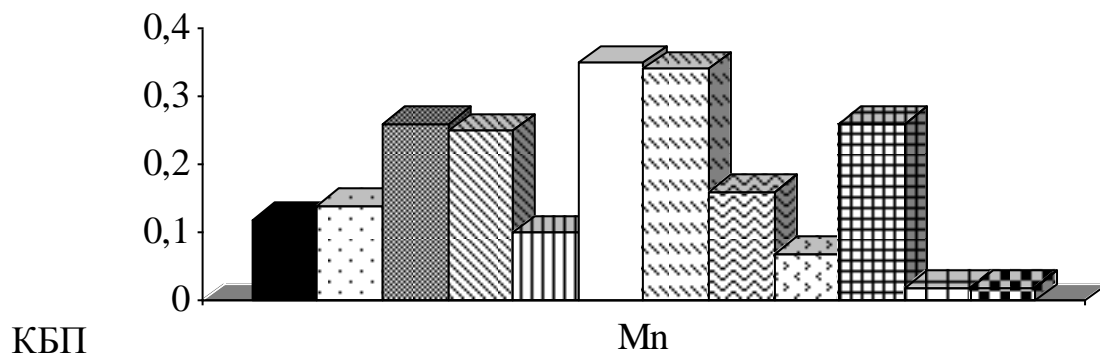
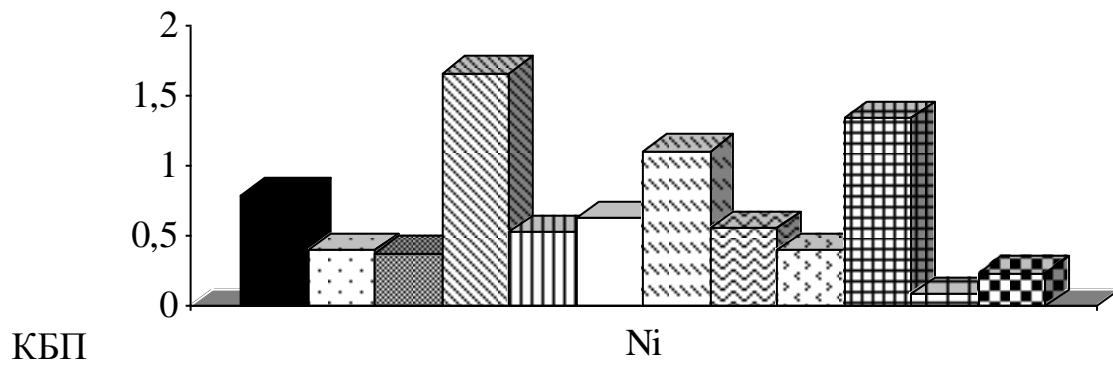
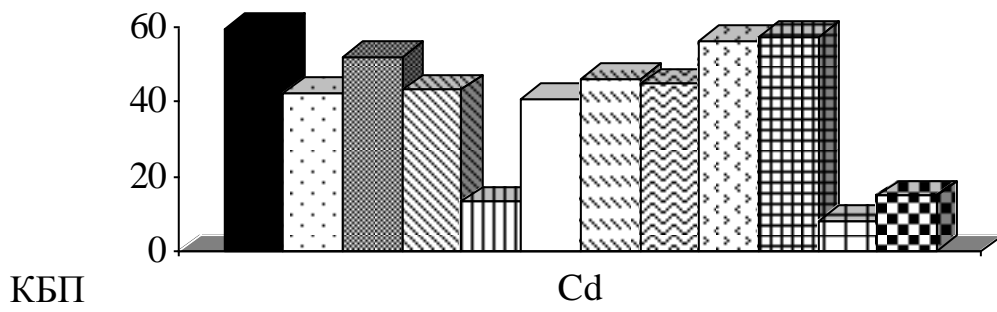
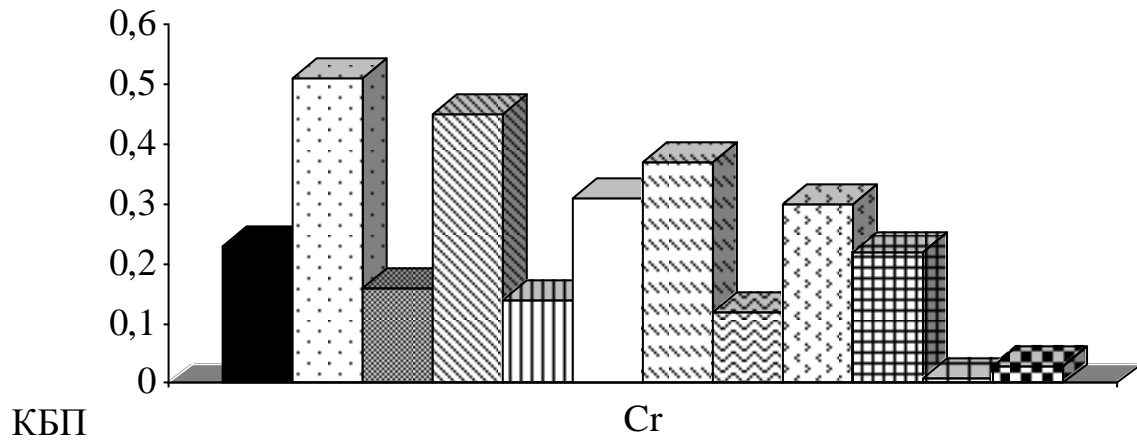
Свинец, как и цинк, для 25,0 % изученных грибов является элементом слабого накопления и среднего захвата, а для остальных - элементом сильного накопления.

Кадмий для 8,3% изученных видов грибов (трутовик серно-желтый (*Laetiporus sulphureus* (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing.)) является элементом сильного накопления, для остальных – элементом энергичного накопления.

Кобальт и хром для 16,7 % (трутовики серно-желтый и губчатый (*Laetiporus sulphureus* (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing., *Fomes fomentarius* (L.:Fr.) Gill.)) являются элементами слабого захвата, для остальных изученных видов грибов (83,3 %) - элементами слабого накопления и среднего захвата.

Никель для трутовика серно-желтого (*Laetiporus sulphureus* (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing.) является элементом слабого захвата (8,3 %), для 66,7 % изученных видов грибов - элементом слабого накопления и среднего захвата, а для шампиньона лугового (*Agaricus campestris* (Schaefer.) Fr.), мухомора серого (*Amanita pantherina* (Fr.) Secr.) и сыроежки темно-красной (*Russula rubra* Fr.) (25,0 % от исследованных видов грибов) – элементом сильного накопления.





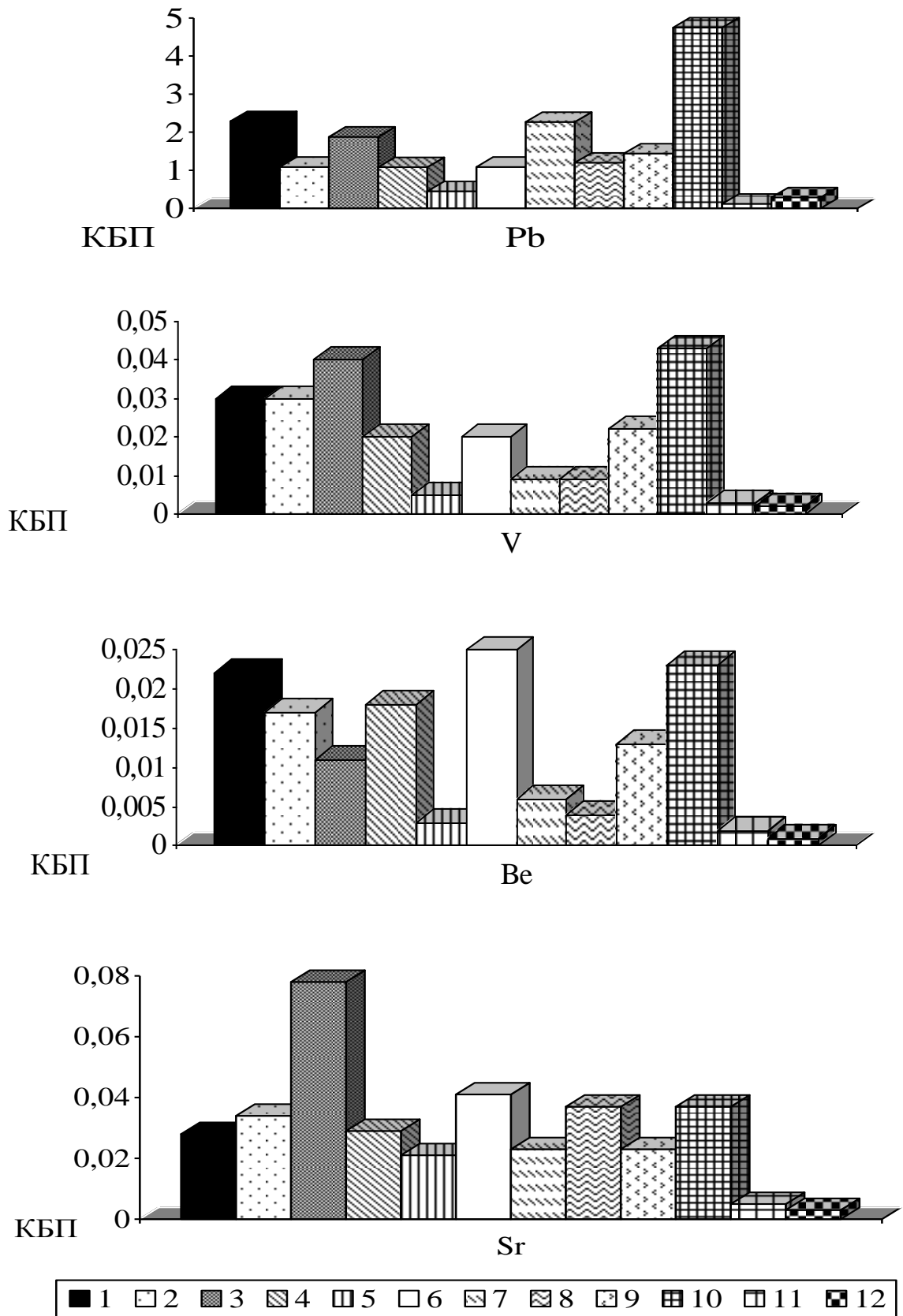


Рисунок 27 - Значения КБП для грибов сосновых боров Семипалатинского Прииртышья

Ванадий и бериллий для 58,3 % изученных видов грибов является элементом слабого захвата, а для 41,7 % - элементом очень слабого захвата.

Стронций для 83,3 % изученных видов грибов является элементом слабого захвата, а для 16,7 % - элементом очень слабого захвата.

Марганец для 75,0 % изученных грибов является элементом слабого накопления и среднего захвата, а для 25,0 % - элементом слабого захвата.

В целом для изученных грибов общей закономерности в биологическом накоплении металлов не выявлено. Элементом энергичного накопления является кадмий, к элементам сильного накопления в разной степени относятся кадмий, медь, свинец, никель. Выявлено, что в группу элементов слабого накопления и среднего захвата входят медь, цинк, свинец, кобальт, хром, никель, марганец; элементами слабого захвата являются медь, цинк, кобальт, хром, никель, ванадий, бериллий, стронций, марганец; элементами очень слабого захвата – ванадий, бериллий, стронций.

Для выявления степени взаимного влияния элементов друг на друга были рассчитаны коэффициенты корреляции (приложение Э: таблица 39), а также выведены регрессионные уравнения прямолинейной функции (приложение: Ю таблица 40), отражающие зависимость между содержанием элементов в плодовых телах изученных видов грибов. Между всеми металлами выявлена прямая корреляционная зависимость, однако степень ее проявления различна. Достоверно высокая корреляционная связь характерна: для меди с цинком и хромом; для кобальта с цинком, свинцом, кадмием, никелем, ванадием и бериллием; для никеля со свинцом, хромом, бериллием и марганцем; для кадмия со свинцом, хромом, ванадием и бериллием; для свинца с ванадием, бериллием и марганцем; для бериллия с хромом и ванадием. В случае с другими элементами выявленные корреляционные связи имеют низкую степень достоверности.

Выводы

1. В борových песках сосновых боров Семипалатинского Прииртышья, относящихся к категории фоновых почв, содержание подвижных форм тяжелых металлов положительно коррелирует с их валовым содержанием. Формирование химического состава борových песков находится под влиянием не только эндогенных факторов (состава и свойств материнских пород, количество гумуса и карбонатов), но и в определенной степени экзогенных факторов, таких как климатические условия территории, промышленные выбросы и наличие источников загрязнения, а также биотических факторов.

2. Равнинные боровые пески сосновых боров в окрестностях города Семей, сел Долонь и Сосновка Бескарагайского района и бугристые боровые пески в Бородулихинском районе и в окрестностях города Семей носят полиэлементный характер загрязнения и отличаются повышенными концентрациями меди, цинка, свинца, кадмия, кобальта, хрома, никеля, бериллия и ванадия.

3. Растения сосновых боров Семипалатинского Прииртышья накапливают тяжелые металлы в высоких концентрациях, основное поглощение идет за счет подвижных форм металлов, а так же за счет их поступления из атмосферы, что подтверждают рассчитанные коэффициенты накопления. Накопление тяжелых металлов растениями находится в зависимости от их жизненной формы. В фитомассе деревьев преобладают концентрации цинка и кадмия. В фитомассе травянистых растений осуществляется большее накопление меди, свинца хрома, никеля, бериллия, марганца, кобальта и стронция, чем в кустарниках и деревьях, что связано с уровнем организации анатомо-морфологической структуры и физиолого-биохимических функций растений, степенью адаптации их к условиям среды, характером корневых систем, глубиной проникновения корней в почву и различным объемом почвы, из которого растение усваивает тяжелые металлы.

4. Травянистые растения из семейства осоковые (*Cyperaceae J. St. Hill.*), ворсянковые (*Dipsacaceae Lindl.*), тутовые (*Moraceae Lindl.*), подорожниковые (*Plantaginaceae Lindl.*) накапливают тяжелые металлы по акропетальному типу, а растения из семейства капустные (*Brassicaceae Burnett*) и зонтичные (*Umbelliferae Moris.*) – по базипетальному типу, вероятнее всего, за счет нарушения функций корневого барьера, о чем свидетельствуют коэффициенты перераспределения.

5. Установлено, что к растениям-исключателям относятся травянистые растения из семейства осоковые (*Cyperaceae J. St. Hill.*), ворсянковые (*Dipsacaceae Lindl.*), тутовые (*Moraceae Lindl.*), подорожниковые (*Plantaginaceae Lindl.*), а к растениям-концетраторам - представители семейства капустные (*Brassicaceae Burnett*) и зонтичные (*Umbelliferae Moris.*).

6. Исходя из потенциальной биогеохимической подвижности металлов, согласно рядам биологического поглощения, для растений сосновых боров Семипалатинского Прииртышья, элементом энергичного накопления является кадмий. Медь, цинк, свинец, кобальт, никель, стронций, марганец в той или иной мере являются элементами сильного накопления, а хром, - слабого накопления и среднего захвата. Существенную роль в общем круговороте веществ в лесной экосистеме играют кадмий, стронций и цинк.

7. Для изученных видов грибов общей закономерности в биологическом накоплении металлов не выявлено. Для 91% изученных видов грибов кадмий является элементом энергичного накопления. Для трутовика серно-желтого (*Laetiporus sulphureus (Bull. Fr.) Bond. Et. Sing.*) и сыроежки белой, темнеющей (*Russula densifolia Gill.*) элементами сильного накопления являются медь и кадмий. Для остальных грибов медь – элемент слабого накопления и среднего захвата, а для трутовиков (*Fomes Fomentarius* и *Laetiporus Sulphureus (Bull.) Bond. Et Sing*) – элемент слабого захвата. Для одних видов грибов в группу элементов слабого накопления и среднего захвата входят цинк, свинец, кобальт, хром, никель, марганец; для других – цинк, кобальт, хром, никель, ванадий, бериллий, стронций, марганец являются элементами слабого захвата. Для всех видов грибов элементами очень слабого захвата являются ванадий, бериллий, стронций. Медь, свинец,

кадмий и никель, накапливающиеся в грибах, активно участвуют в биогеохимическом круговороте веществ, а такие элементы как кобальт, хром, цинк, ванадий, бериллий, стронций и марганец менее доступны для грибов и роль их в биогеохимическом круговороте, незначительна.

8. Почвенно-растительный покров сосновых боров характеризуется свинцово-кадмиевой, кадмиевой, кадмиево-свинцово-медной геохимической структурой и специализацией, что в полной мере отображает специфику промышленного загрязнения Восточного Казахстана.

9. Несмотря на то, что значительная территория сосновых боров находится в зоне влияния населенных пунктов Восточно-Казахстанской области, биогеохимическая оценка их состояния позволяет охарактеризовать почвенно-климатические условия на данной территории, как удовлетворительные для произрастания насаждений сосны обыкновенной II-V классов бонитета. Древостой сосновых боров характеризуется достаточно высокой емкостью биологического поглощения тяжелых металлов, с вовлечением фитомассой древостоя в биогеохимический круговорот до 5,860 т/га металлов.

Список литературы

1. Автухович, И.Е. Металлы и древесные растения: экологические аспекты взаимодействия: дис. ... д-ра с.-хоз. наук: 03.00.16 / Автухович Ирина Евгеньевна. – Москва, 2006. – 462 с.
2. Айвазян, А.Д. Геохимические особенности флоры ландшафтов Юго-Западного Алтая : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.06 / Айвазян Анастасия Дмитриевна. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – 24 с.
3. Александрова, Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л.Н. Александрова. – Л.: Наука, 1980. – 216 с.
4. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
5. Алексеева-Попова, Н.В. Накопление цинка, марганца, железа в растениях при разном уровне меди в среде // Растения в экстремальных условиях минерального питания; под ред. М.Я. Школьника, Н.В. Алексеевой – Поповой. – Л.: Наука, 1983. – С. 54-64.
6. Алексеева-Попова, Н.В. Устойчивость к тяжелым металлам (Pb, Zn, Cu) отдельных видов и популяций естественных фитоценозов из района медноколчеданных рудопроявлений // Растения в условиях экстремальных условий минерального питания / Н.В. Алексеева-Попова, Т.И. Игошина, А.В. Косицин, Н.Л. Ильинская. – Л. : Наука, 1983. – С. 22-42.
7. Алексеенко, В.А. Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие, оценка: Монография. – М.: Университетская книга, Логос, 2006. – 520 с.
8. Антонов-Каратаев, И.Н. О формах и условиях миграции веществ в почвенном профиле / И.Н. Антонов-Каратаев, И.Л. Цурюпа // Почвоведение. – 1961. – №8. – С. 1-12.
9. Арефьев, С.П. Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов / С.П. Арефьев. – Новосибирск: Наука, 2010. – 260 с.

10. Аржанова, В.С. Трансформация почв под влиянием горнопромышленного типа техногенеза: методические аспекты и результаты (юг Дальнего Востока России) / Аржанова В.С., Елпатьевская В.П., Елпатьевский П.В. // Современные проблемы загрязнения почв. Сб. мат-лов II Межд. научн. конф. Алтайского государственного аграрного университета. – Барнаул, 2007. – Т. 1. – С. 11-16.
11. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ. – 1970. – 488 с.
12. Арыстангалиев, С.А. Растения Казахстана / С.А. Арыстангалиев, Е.Р. Рамазанов. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1977. – 288 с.
13. Ахтямова, Г.Г. Особенности химического состава руслового аллювия малых рек в городских ландшафтах / Г.Г. Ахтямова, Е.П. Янин // Матер. Межд. научн. конф. «Геохимия биосферы» (к 90-летию А.И. Перельмана). – М.– Смоленск, 2006. – С. 49-50.
14. Бабкин, В.В. Физико-биохимические аспекты действия тяжелых металлов на растения / В.В. Бабкин, А.А. Завалин // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. - №5. – С. 17-21.
15. Баимова, С. Р. Тяжелые металлы в системе «почва – растения - животные» в условиях Башкирского Зауралья : дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Баимова Светлана Ринатовна. – Уфа. – 2009. – 151 с.
16. Байтенов, М.С. Флора Казахстана. Иллюстрированный определитель семейств и родов / М.С. Байтенов - Алматы: Гылым, 1999. – Т. 1. – 395 с.
17. Балбышев, И.Н. Из жизни леса / И.Н. Балбышев. – С-П.: ЛЕНИЗДАТ, 1990. – С. 3-5, 152-161, 164-167.
18. Барбер, С. А. Биологическая доступность питательных веществ в почве / С.А. Барбер. – М.: Агропромиздат. – 1988. – 376 с.
19. Бахарева, И.Ю. Изменение экологических условий на гарях в ленточных борах Алтайского края в зонах сухой и умеренно-засушливой колочной степи: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Бахарева Ирина Юрьевна. – Барнаул, 2009. – 17 с.

20. Безель, В.С. Структура ценопопуляций одуванчика и специфика накопления тяжелых металлов / В.С. Безель, Т.В. Жуйкова, В.Н. Позолотина // Экология. – 1998. – №5. – С. 376-382.

21. Безель, В.С. Химическое загрязнение среды: вынос химических элементов надземной фитомассой травянистой растительности / В.С. Безель, Т.В. Жуйкова // Экология. – 2007. – №4. – С. 259-267.

22. Безель, В.С. Геохимическая экология травянистой растительности при химическом загрязнении среды / В.С. Безель, Т.В. Жуйкова, Е.С. Мордвина // Материалы V Международной биогеохимической школы. – Семипалатинск. – 2005. – 528 с.

23. Белых, Л.И. Геохимические и гигиенические интегральные показатели оценки химического загрязнения почв / Л.И. Белых, И.А. Рябчикова, В.А. Серышев, С.С. Тимофеева, Э.Э. Пензина, О.М. Карпукова, Е.Н. Коржова, А.Н. Смагунова // Мат-лы Межд. научн. конф. «Геохимия биосферы» (к 90-летию А.И. Перельмана). – М.–Смоленск, 2006. – С. 64-65.

24. Бельгибаев, М.Е. О происхождении Прииртышского реликтового соснового бора / М.Е. Бельгибаев // География в школах и вузах Казахстана. – 2009. – № 2. – С. 2-4.

25. Берг, Л.С. Географические зоны Советского Союза. / Л.С. Берг. – М., 1947. – Т.1. – 397 с.

26. Беус, А.А. Геохимия окружающей среды / А.А. Беус, М.И. Грабовская, Н.В. Тихонова – М.: Недра. – 1976. – 248 с.

27. Большаков, В.А. Методические рекомендации по оценке загрязненности городских почв и снежного покрова тяжелыми металлами / В.А. Большаков, Ю.Н. Водяницкий, Т.И. Борисочкина, З.Н. Кахнович, В.В. Мясников. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1999. – 31 с.

28. Большаков, В.А. Загрязнение почв и растительности тяжелыми металлами / В.А. Большаков и др. - М.: Гидрометеиздат. – 1978. – 49 с.

29. Бондарев, Л.Т. Ландшафты, металлы и человек / Л.Т. Бондарев. – М.: Мысль, 1976. – 153 с.

30. Бондарцев, А.С. Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа / А.С. Бондарцев. – М., Л., Изд-во АН СССР, 1953.
31. Борисочкина, Т.И. Загрязнение агроландшафтов России тяжелыми металлами: источники, масштабы, прогнозы / Т.И. Борисочкина, Ю.Н. Водяницкий // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. – М. – 2007. – № 60. – С. 82-89.
32. Букштынов, А. Д. Леса / А. Д. Букштынов, Б. И. Грошев, Г. В. Крылов. – М.: Мысль, 1981. – 316 с.
33. Бурлакова, Л.М. Влияние лесных пожаров на свойства подзолистых почв (на примере Ханты-Мансийского автономного округа) / Л.М. Бурлакова, Г.Г. Морковкин, Ю.С. Ананьева, С.И. Завалишин, В.А. Каменский // Лесной вестник. – 2002. – №2. – С. 66-70.
34. Бурова, Л.Г. Загадочный мир грибов / Л.Г. Бурова. – М.: Мир, 1991. – С. 17-18.
35. Вагниц, П.Р. Ленточные боры / П.Р. Вагниц. – М.-Л., Гослесбумиздат, 1953.
36. Важеник, Н.Г. Диагностика плодородия почв, подверженных техногенному загрязнению / Н.Г. Важеник // Бюл. почв. ин-та. ВАСХНИЛ. – 1987. – 40 с.
37. Варшад, Г.М. Химические формы элементов в природных водах и почвах: прогнозирование и экспериментальные методы определения / Г.М. Варшад и др. // Экоаналитика - 96. Тез.докл. Всерос. конф. по анализу объектов окр. среды. - Краснодар. – 1996. – С. 16-18.
38. Васильева, Т.Г. Биохимические особенности хвои поврежденных пожаром лиственниц как пищевого субстрата хвоегрызущих насекомых / Т.Г. Васильева, А.С. Плешанов // Информационный бюллетень. – Иркутск: СИФИБР СО АН СССР, 1969а. – Вып. 4. – С. 95-96.
39. Вахмистров, Д.Б. Питание растений / Д.Б. Вахмистров. – М.: Знание, 1979. – Сер. биол. – №3. – 64 с.
40. Вернадский, В.И. Биосфера / В.И. Вернадский. – М.: Мысль, 1967. – 348 с.

41. Вернадский, В.И. Химическое строение биосферы земли и ее окружения / В.И. Вернадский. – М., 1965. – 374 с.
42. Виноградов, А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах / А.П. Виноградов. – М., Изд-во АН СССР, 1957. – 238 с.
43. Виноградов, А.П. Основные закономерности в распределении микроэлементов между растениями и средой // Микроэлементы в жизни растений и животных. / А.П. Виноградов. – М.: Изд-во А.Н. СССР, 1952. – С. 7-20.
44. Власенко, В.А. Таксономический состав и структура биоты трутовых грибов сосновых лесов правобережья Верхнего Приобья / В.А. Власенко. // Растительный мир Азиатской России. – 2009. – № 1(3). – С. 13-18.
45. Власова, И.И. Культуры сосны обыкновенной на Сахалине / И.И. Власова, В.М. Ерёмин, А.В. Копанина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12. – №1(3). – С. 863-866.
46. Власова, Н. П. Практикум по лесным травам / Н.П. Власова. – М.: Изд-во Агропромиздат, 1986. – 108 с.
47. Водяницкий, Ю.Н. Изучение тяжелых металлов в почвах / Ю.Н. Водяницкий. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2005б. – 109 с.
48. Водяницкий, Ю.Н. Сродство тяжелых металлов и металлоидов к фазам-носителям в почвах (литературный обзор) / Ю.Н. Водяницкий // Агрохимия. – 2008. – № 8. – С. 50-55.
49. Водяницкий, Ю.Н. Методы последовательной экстракции тяжелых металлов из почв – новые подходы и минералогический контроль (аналитический обзор) / Ю.Н. Водяницкий // Почвоведение. – 2006. – № 10. – С. 1190-1199.
50. Водяницкий, Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах / Ю.Н. Водяницкий. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН. – 2008. – 85 с.
51. Войнар, А.И. Микроэлементы в живой природе / А.И. Войнар. – М.: Высш. шк., 1962. – 91 с.

52. Воробейчик, Е.Л. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень) / Е.Л. Воробейчик, О.Ф. Садыков, М.Г. Фарафонов. – Екатеринбург: Наука, 1994. – 280 с.

53. Воробьев, С.А. Влияние выхлопов автомобильного транспорта на содержание тяжелых металлов в городских экосистемах / С.А. Воробьев // Безопасность жизнедеятельности. – 2003. – №10. – С. 36-38.

54. Второва, В.Н. Мультиэлементный анализ растений лесных экосистем Восточной Европы / В.Н. Второва, Б. Маркерт // Известия РАН. Сер. Биол., 1995. – №4. – С. 447-454.

55. Второва, В.Н. Микро- элементный состав растений и дереворазрушающих грибов как индикатор состояния дубрав Московского мегаполиса / В.Н. Второва, О.Н. Солнцева, П.В. Гордиенко // Лесоведение. – 2003. – № 6. – С. 20-27.

56. Гармаш, Г.А. Накопление тяжелых металлов в почвах и растениях вокруг металлургических предприятий : дис. ... канд. биол. наук: 06.01.03 / Гармаш Григорий Александрович. – Новосибирск. – 1985. – 150 с.

57. Гармаш, Н.Ю. Устойчивость пшеницы и конских бобов к тяжелым металлам / Н.Ю. Гармаш // Известия СО АН СССР. Сер. биол. науки. – 1985. – Вып. 1. – №6. – С. 92-100.

58. Геохимические барьеры в зоне гипергенеза / Под ред. Н.С. Касимова и А.Е. Воробьева. – М.: Изд-во Моск. ун-та. – 2002. – 394 с.

59. Геохимия тяжёлых металлов в природных и техногенных ландшафтах / Под ред. М. А. Глазовской. – М.:МГУ, 1983. – 254 с.

60. Герштанский, Н.Д. Экология грибов-макромицетов Астраханской области: дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.16 / Герштанский Николай Дмитриевич. – Астрахань. – 2006. – 261 с.

61. Гигиенические критерии состояния окружающей среды // Принципы оценки безопасности пищевых добавок из контаминантов в продуктах питания ВОЗ. – М., 1991. – Вып. 70. – 158 с.

62. Гирс, Г.И. Физиология ослабленного дерева / Г.И. Гирс. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1982. – 256 с.

63. Гладышев, В.П. Гигиенические аспекты приготовления пищи / В.П. Гладышев, Е.В. Колесникова // Гигиена и санитария. – 2000. – №4. – С.22-25.
64. Гладышев, В.П. Мониторинг тяжелых металлов в грибах и грибной продукции Томской области / В.П. Гладышев, Н.М. Мордвинова, Е.В. Колесникова // Гигиена и санитария. – 2001. – №4. – С.51-53.
65. Глазовская, М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям / М.А. Глазовская. – М.: Изд-во. Моск. ун-та. – 1997. – 102 с.
66. Глазовский, Н.Ф. Биогеохимический круговорот химических элементов и подходы к его изучению / Н.Ф. Глазовский // Биогеохимический круговорот веществ в биосфере. – М.: Наука, 1987. – С. 56-64.
67. Глинка, Н.Л. Общая химия / Н.Л. Глинка. – Л., Изд. «Химия», 1977. – С. 570-756.
68. Голубкина, Н.А. Селен в экологии и медицине / Н.А. Голубкина, А.В. Скальный, Я.А. Соколов, Л.Ф. Щелкунов. – М: Изд-во КМК. – 2002. – 155 с.
69. Горбунов, Н.И. Поглощительная способность почв и ее природа / Н.И. Горбунов. – М.: ОГИЗ-Сельхозгиз, 1948. – 120 с.
70. Горленко, М.В. Грибы СССР (справочник) / М.В. Горленко и др. – М., 1980. – 384 с.
71. Горшков, В.В. Динамика возобновления сосны обыкновенной при восстановлении бореальных сосновых лесов после пожаров / В.В. Горшков, Н.И. Ставрова // Ботан. журн. – 2002. – Т. 87. – №2. – С. 62-78.
72. Грибанов, Л.Н. Степные боры Алтайского края и Казахстана / Л.Н. Грибанов. – М.Л. – 1960. – С. 67-69.
73. Грибы. Текст Я. Клана. – Прага: Артия, 1994. – 224 с.
74. Гринвуд, Н. Химия элементов / Н. Гринвуд, А. Эрншо. – М.: Бином, 2008. – Т. 1. – 607 с. – Т. 2. – 670 с.
75. Гуняженко, И.В. Влияние низовых пожаров на содержание хлорофилла и питательных веществ в хвое сосны обыкновенной / И.В. Гуняженко // Лесоведение и лесное хозяйство. – Минск: Высшая школа, 1972. – Вып. 5. – С. 21-24.

76. Денисов, С.И. Полевая практика по экологии: учебное пособие / С.И. Денисов. - Мн.: Университет, 1999 г. – 120 с.
77. Добровольский, В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние / В.В. Добровольский. – М.: Мысль, 1983. – 272 с.
78. Добровольский, В.В. География почв с основами почвоведения / В.В. Добровольский. – М.: ВЛАДОС, 1999. – 384 с.
79. Добровольский, В.В. Микроэлементы в почвах и почвообразующих породах Казахстана / В.В. Добровольский // Почвоведение. – 1960. – №2. – С. 15-23.
80. Добровольский, В.В. Основы биогеохимии: учеб. пособие для геогр., биол., геолог., с.-х. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1998. – 413 с.
81. Добровольский, В.В. Практикум по географии почв с основами почвоведения / В.В. Добровольский. – М.: Просвещение, 1982. – 127 с.
82. Дунаев, Е.А. Деревянистые растения Подмоскovie в осеннее-зимний период: методы экологических исследований / Е.А. Дунаев. – М.: МосгорСЮН, 1999. – 232 с.
83. Евдокименко, М.Д. Проблемы лесной пирологии / М.Д. Евдокименко. – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1975. – С. 207-220.
84. Евсеева, Т. Механизмы поступления, распределения и детоксикации тяжелых металлов у растений / Т. Евсеева, И. Юраниева, Е. Храмова / Физиология растений. – 2003. – Т. 133. – С. 218-229.
85. Егоркина, Г.И. Реакция мужского гаметофита культурных растений на загрязнение почвы тяжелыми металлами / Г.И. Егоркина, Т.В. Бабич // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – №5. – С. 23-26.
86. Егоров, А.Д. Микроэлементы в почвах и лугопастбищных растениях мерзлотных ландшафтов Якутии / А.Д. Егоров и др. – Якутск: Якут. Кн. Изд-во, 1970. – IX ч. – 287 с.
87. Елпатьевский, П. В. Поглощение химических элементов древесной растительностью в различных эколого-геохимических условиях / П. В. Елпатьевский, В.С. Аржанова // География и природные ресурсы. – 1985. – №3. – С. 117-125.

88. Жаркинов, Е.Ж. Состояние экологической ситуации в Восточном Казахстане и актуальные задачи научных исследований в этом регионе / Е.Ж. Жаркинов, В.Н. Голдобин, Ш.Д. Дюсупов, А.О. Балтаева // Медицина: Опыт, проблемы, перспективы: Сб. научно-практических статей. – Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГУ, 1999. – С.27-32.

89. Жидеева, В.А. Особенности распределения различных форм агротехногенной меди в почвах яблоневых садов Курской области / В.А. Жидеева, И.И. Васенев, А.П. Щербаков // Агрехимия. – 1999. – №9. – С. 68-69.

90. Жуйкова, Т.В. Разные стратегии адаптации растений к токсическому загрязнению среды тяжелыми металлами (на примере *Taraxacum officinale* S.L.) / Т.В. Жуйкова, В.Н. Позолотина, В.С. Безель // Экология. – 1999. – №3. – С. 189-196.

91. Золотарева, Б.Н. Распределение и трансформация соединений тяжелых металлов Cu, Zn, Ni, Pb, Cl в экосистемах: дис. ... д-ра физ.-мат. наук: 03.00.16 / Золотарева Берта Николаевна. – М., 1994. – 268 с.

92. Зырин, Н.Г. Нормирование содержания металлов в системе почва-растение / Н.Г. Зырин, Е.В. Каплунова, А.В. Сердюкова // Химия в сельском хозяйстве. – 1985. – №6. – С. 45-48.

93. Зырин, Н.Г. Использование метода проростков для определения подвижности микроэлементов в почвах и оценки химических методов / Н.Г. Зырин, Г.П. Стоилов // Агрехимия. – 1964. – Т. 7. – С. 74-79.

94. Зырин, Н.Г. Формы соединений микроэлементов в почвах и методы их изучения / Н.Г. Зырин, Г.В. Мотузова, А.И. Обухов // Тез. докл. X международного конгресса почвоведов. – М., 1974. – Т. 2. – С. 350-357.

95. Игнатьева, О.В. Элементный состав хвои и морфофизиологические показатели сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris* L.) в условиях техногенного загрязнения: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Игнатьева Ольга Владимировна. – Иркутск, 2005. – 232 с.

96. Ильин, В.Б. Геохимическая ситуация на территории Обь-Иртышского междуречья / В.Б. Ильин // Почвоведение. – 2007. – № 12. – С. 1442–1452.

97. Ильин, В. Б. Защитные возможности системы почва - растения при загрязнении почв ТМ / В. Б. Ильин, М. Д. Степанова // ТМ в окружающей среде. – М.: Из-во. МГУ, 1986. – С. 80-85.
98. Ильин, В.Б. Химические элементы в системе П-Р / В.Б. Ильин, М.Д. Степанова. – Новосибирск: Наука, 1982. – 73 с.
99. Ильин, В.Б. Элементный химический состав растений / В.Б. Ильин. - Новосибирск: Наука, 1985. – 129 с.
100. Ильин, В.Б. Загрязнение тяжелыми металлами огородных почв и культур в городах Кузбасса / В.Б. Ильин // Агрохимия. – 1991. – №7. – С.67-77.
101. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В.Б. Ильин – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
102. Ильин, В.Б. Влияние тяжелых металлов на рост, развитие и урожайность с/х культур / В.Б. Ильин, Г.А. Гармаш, Н.Ю. Гармаш. // Агрохимия. – 1985. – № 6. – С. 90-100.
103. Ильин, В.Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В.Б. Ильин, А.И. Сысо. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001 г. – 229 с.
104. Ильин, В.Б. Особенности микроэлементного состава почв Западной Сибири и их отражение в региональной биогеохимии, экологии, почвоведения / В.Б. Ильин, А.И. Сысо // Сиб. экол. журн. – 2004. – №3. – С. 259-271.
105. Ильин, В.Б. Оценка буферности почв по отношению к тяжелым металлам / В.Б. Ильин // Агрохимия. – 1995а. – №10. – С. 109-113.
106. Исаев, А.С. Взаимодействие дерева и насекомых – ксилофагов (на примере лиственницы сибирской) / А.С. Исаев, Г.И. Гирс. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. – 346 с.
107. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 440 с.
107. Кадацкий, В.Б. Распределение форм тяжелых металлов в естественных ландшафтах Беларуси / В.Б. Кадацкий, Л.И. Васильева, Н.И. Тановицкая, С.Е. Головатый // Экология. – 2001. – №1. – С. 33-37.

109. Казнина, Н.М. Влияние кадмия на некоторые анатомо-морфологические показатели листа и содержание пигментов у ячменя / Н.М. Казнина, Г.Ф. Лайдинен, Ю.В. Венжик, А.Ф. Титов // Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы. – Казань. – 2006. – Ч. 1. – С. 153-155.

110. Калимова, И.Б. Токсическое действие тяжелых металлов и устойчивость к ним проростков злаков: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Калимова Ирина Борисовна. – СПб., 2009. – 17 с.

111. Калинин, Б.Д. Экологический контроль тяжелых металлов в объектах окружающей среды / Б.Д. Калинин, Р.И. Плотников, М.А. Соколов // Экология и промышленность России. – 2000. – №5 – С. 32-34.

112. Карипбаева, Н.Ш. Влияние загрязнения атмосферы на растительность ленточного бора Семипалатинского Прииртышья / Н.Ш. Карипбаева, В.В. Полевик. // Вестник СГУ им. Шакарима. – 1997 г. – № 1 . – С. 167-172.

113. Касимов, Н.С. Геохимия ландшафтов (на примере Казахстана) / Н.С. Касимов. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 120 с.

114. Кауричев, И.С. Особенности генезиса почв временного избыточного увлажнения: дис. ... д-ра с.-х. наук: 03.02.13 / Кауричев Иван Сергеевич. – М.: ТСХА, 1965. – 523 с.

115. Кауричев, И.С. Хелатные железоорганические соединения в почвах / И.С. Кауричев, Е.М. Ноздрунова, И.Г. Цурюпа // Доклады к VIII Международному конгрессу почвоведов. – М.: Наука, 1964. – С. 158-166.

116. Кашулина, Г.М. Физическая деградация и химическое загрязнение почв Северо-Запада Европы / Г.М. Кашулина, В.А. Чекушин, И.В. Богатырев // Современные проблемы загрязнения почв. Сб. мат-лов II Межд. научн. конф. – М., 2007. – Т. 2. – С. 74-78.

117. Ковалевский, А.Л. Биологические поиски рудных месторождений / А.Л. Ковалевский. – М.: Недра, 1974. – 144 с.

118. Ковальский, В.В. Геохимическая экология / В.В. Ковальский. – М.: Наука, 1974. – 298 с.

119. Колесников, С.И. Биологические свойства чернозема обыкновенного при загрязнении Ba, Mn, Sb, Sn, Sr, V, W / С.И. Колесников, С.В. Пономарева, Т.В. Денисова, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков // *Агрохимия*. – 2011. – №1. – С. 81-89.

120. Колесникова, Е. В. Экологическая оценка содержания тяжелых металлов в пищевом сырье и продуктах питания Томской области : дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. / Колесникова Елена Владимировна. – Новосибирск, 2002. – 177 с.

121. Колходжаев, М.К. Почвы Семипалатинской области / М.К. Колходжаев, Н.И. Котин, А.А. Соколов. – Алма-Ата: Наука, 1968. – 474 с.

122. Копцик, Г.Н. Загрязнение лесных экосистем ТМ в зоне влияния медно-никелевого комбината на Кольском полуострове / Г.Н. Копцик, К.Ф. Налбандян // *Вестн. Моск. ун-та. – Сер. 17. Почвоведение*. – 2000. – №4. – С. 3-12.

123. Корельская, Т. А. Сезонная динамика содержания элементов питания в вегетативных органах древесных и кустарниковых пород г. Архангельска / Т. А. Корельская // *Биоразнообразие, охрана и рациональное использование растительных ресурсов Севера: Мат. XI Перфильевских научных чтений, посвященных 125-летию со дня рождения И. А. Перфильева (1882–1942); 23–25 мая 2007 г.* – Архангельск, 2007. – Часть 2. – С. 132–134.

124. Косицин, А.В. Внутрипопуляционная изменчивость устойчивости к свинцу / А.В. Косицин, Н.В. Алексеева-Попова, Т.И. Игошина // *Растения в экстремальных условиях минерального питания* / под ред. М.Я. Школьника, Н.В. Алексеевой–Поповой. – Л.: Наука, 1983. – С. 64-74.

125. Костычев, А.А. Возможность использования базидиальных макромицетов в качестве биоиндикаторов загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами и мышьяком / А.А. Костычев // *Вестник ОГУ*. – 2009. – №1. – С. 108-112.

126. Кошкин, Е. И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур: учеб. для вузов / Е.И. Кошкин. – М.: Дрофа, 2010. – 640 с.

127. Кравкина, И.М. Влияние атмосферных загрязнителей на структуру листа / И.М. Кравкина // *Ботанический журнал*. – 1991. – Т. 76. – № 1. – С. 3-9.

128. Краснов В.П. Прикладная радиоэкология леса / В.П. Краснов, О.О. Орлов, В.О. Бузун, В.П. Ландин, З.М. Шелест / под ред. В.П. Краснова. – Монография. - Житомир: «Полесье», 2007. – 680 с.
129. Краснощеков, Ю.Н. Послепожарное функционирование лесных экосистем в Восточном Прибайкалье / Ю.Н. Краснощеков, М.Д. Евдокименко, Ю.С. Чередникова, М.В. Болонева // Сиб. экол. журн. – 2010. – №2. – С. 221-230.
130. Кулагин, Ю.З. Древесные растения и промышленная среда / Ю.З. Кулагин. – М.: Наука, 1974. – 124 с.
131. Кулагин, Ю.З. Индустриальная дендрэкология и прогнозирование / Ю.З. Кулагин. – М.: Наука, 1985. – 118 с.
132. Кулагин, Ю.З. Лесообразующие виды, техногенез и прогнозирование / Ю.З. Кулагин. – М.: Наука, 1980. – 116 с.
133. Куликов, П.В. Определитель сосудистых растений Челябинской области. – Екатеринбург: УрОРАН, 2010. – 969 с.
134. Куценогий, К.П. Эмиссии крупного лесного пожара в Сибири / К.П. Куценогий, Э.Н. Валендик, Н.С. Буфетов, В.Б. Барышев // Сиб. экол. журн. – 1996. – №1. – С. 93-101.
135. Куценогий, К.П. Постпирогенные изменения элементного состава лесных горючих материалов и почв в сосновых лесах Средней Сибири / К.П. Куценогий, О.В. Чанкина, Г.А. Ковальская, Т.И. Савченко, А.В. Иванова, П.А. Тарасов // Сиб. экол. журн. – 2003. – №6. – С. 735-742.
136. Кушлин, А. Оценка мировых лесных ресурсов 2000 г. / А. Кушлин, Чаарт Схиллхорн ван Веен, Уильям Саттон. Технический документ Всемирного Банка. Рабочий доклад для публичного обсуждения. Серия материалов по экологически и социально устойчивому развитию, Европа и Центральная Азия. Казахстан. Лесной сектор в переходный период: Ресурсы, пользователи и устойчивое использование // ФАО, Рим, 2001 г.
137. Ладонин, Д.В. Влияние техногенного загрязнения на фракционный состав меди и цинка в почвах / Д.В. Ладонин // Почвоведение. – 1995. – № 10. – С. 1299-1305.

138. Ладонин, Д.В. Соединения тяжелых металлов в почвах – проблемы и методы изучения / Д.В. Ладонин // Почвоведение. – 2002. – №6. – С. 682-692.
139. Ладонин, Д.В. Использование изотопных отношений для выявления источников загрязнения почв Юго-восточного административного округа г. Москвы свинцом / Д.В. Ладонин, О.В. Пляскина // Современные проблемы загрязнения почв. Сб. мат-лов II Межд. научн. конф. – М. – 2007. – Т.2. – С. 208-212.
140. Лазарев, А.И. Дары щедрого леса / А.И. Лазарев. - Алма-Ата: Кайнар, 1990. – 304 с.
141. Лактионов, Н.И. Лабораторный практикум по почвоведению / Н.И. Лактионов, И.А. Шеларь, В.Д. Муха / Под ред. А.М. Гринченко. – Харьков: Изд-во ХСХИ, 1976. – 95 с.
142. Лебедева, Л.А. Грибы / Л.А. Лебедева. – Госторгиздат. – Л.-М., 1937. – 200 с.
143. Линевич, Н.Л. Мезоклиматические критерии выделения естественных зон климатического риска атмосферного загрязнения наземных экосистем / Н.Л. Линевич // Экологический риск: Материалы второй всерос. конф. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2001. – С.219-221.
144. Ловкова, М.Я. Почему растения лечат / М.Я. Ловкова, А.М. Рабинович, С.М. Пономарева и др. – М.: Наука, 1989. – 255 с.
145. Лукин, С.В. Эколого-агрохимические основы адаптивных систем земледелия для эрозионноопасных и загрязненных тяжелыми металлами агроландшафтов в ЦЧР России : автореф. дис. ... докт. с.-х.наук: 06.01.04, 06.01.15 / Лукин Сергей Викторович. – М., 1999. – 46 с.
146. Лукина, Н.В. Питательный режим лесов северной тайги: природные и техногенные аспекты / Н.В. Лукина, В.В. Никонов. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1998. – 316 с.
147. Лукина, Н.В. Поглощение аэротехногенных загрязнителей растениями сосняков на северо-западе Кольского полуострова / Н.В. Лукина, В.В. Никонов // Лесоведение. – 1993. – №6. – С. 34-41.

148. Максимова, Е.Ю. Влияние пожаров на почвы Тольяттинского островного бора // XIV Докучаевские молодежные чтения посвященные 165-летию со дня рождения В.В. Докучаева «Почвы в условиях природных и антропогенных стрессов»: мат-лы Всерос. науч. конф. / под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб.: Изд. Дом С.-Петербур. Гос. Ун-та, 2011. – С. 150-152.

149. Малафеев, В.М. Растения и стрессы / В.М. Малафеев, В.П. Афанасьев. – М.: Наука, 1992. – 181 с.

150. Мальгин, М.А. Микроэлементы в растениях и кормах Алтая / М.А. Мальгин // Резервы кормопроизводства Горного Алтая. – Горно-Алтайск. – 1975. – С. 109-129.

151. Мальгин, М.А. Селен в основных компонентах окружающей среды Алтая / М.А. Мальгин, А.В. Пузанов, Т.М. Майманова // Химия в интересах устойчивого развития. – 2000. – Т.8. – № 6. – С. 837-843.

152. Манько, Ю.И. Усыхание ели в свете глобального ухудшения темнохвойных лесов / Ю.И. Манько, Г.А. Гладкова. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 228 с.

153. Матвеев, В.Н. Биоэкологическая оценка вовлечения тяжелых металлов в основные трофические цепи и биогеохимический круговорот в условиях агрофитоценозов (На примере лесостепного Высокого Заволжья) : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.16 / Матвеев Владимир Николаевич. – Тольятти, 2004. – 20 с.

154. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке. ГОСТ 26424-85. – Введ. 1986-01-01., Москва. – 1985. – 30 с.

155. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. – М.: Минздрав СССР, 1982. – 57 с.

156. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометиздат, 1981. – 108 с.

157. Методы определения микроэлементов в почвах, растениях и водах. Под ред. Важенина И.Г. – М.: Колос, 1974. – 286 с.

158. Микроэлементы в окружающей среде / Под ред. П.А.Власюка. – Киев.: Наукова думка, 1980. – 57 с.
159. Минеев, В.Г. Цинк в окружающей среде / В.Г. Минеев, А.А. Алексеев, Т.А. Гришина // Агрехимия. – 1984. – №3. – С. 126-138.
160. Минеев, В.Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / В.Г. Минеев, Б. Дебрецени, Т. Мазур / Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Колос, 1993. – 174 с.
161. Минкин, Н.В. Актуальные вопросы физической и коллоидной химии почв / Н.В. Минкин, Н.И. Горбунов, П.А. Садименко. – Ростов-на-Дону, 1982. – 172 с.
162. Минкина, Т.М. Формы соединений тяжелых металлов в почвах степной зоны / Т.М. Минкина, Г.В. Мотузова, О.Г. Назаренко, В.С. Крыщенко, С.С. Манджиева // Почвоведение. – 2008. – №7. – С. 810-818.
163. Мирчинк, Т.Г. Почвенная микология / Т.Г. Мирчинк. – М.: МГУ, 1988. – 220 с.
164. Михайлова, Т.А. Влияние промышленных выбросов на леса Байкальской природной территории / Т.А. Михайлова // География и природные ресурсы. – 2003. – №1. – С. 51-59.
165. Михайлова, Т.А. Эколого-физиологическое состояние лесов, загрязняемых промышленными эмиссиями: автореф. дис. ... доктора биол. наук: 03.00.16 / Михайлова Татьяна Алексеевна. – Иркутск, 1997. – 47 с.
166. Мищенко, Л.Н. Особенности почвенного покрова и их влияние на экологическое состояние земельных ресурсов Омской области / Л.Н. Мищенко, Я.Р. Рейнгард // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Сибири в условиях реформы (Сибресурс – 1 – 95/) / Тез. докл. науч.-произв. конф. Ом. гос. аграр. ун-та (22-24 нояб. 1995). – Омск, 1995. – С. 22-27.
167. Мотузова, Г.В. Принципы и методы почвенно-химического мониторинга / Г.В. Мотузова. – М.: МГУ, 1988. – 99 с.

168. Мотузова, Г.В. Соединения микроэлементов в почвах: системная организация, экологическое значение, мониторинг / Г.В. Мотузова. – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 166 с.
169. Мухин, В.А. Грибы / В.А. Мухин // Югра: Дела и Люди. – 1998. – № 3. – С. 5-10.
170. Мухин, В.А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины / В.А. Мухин. – Екатеринбург: Наука, 1993. – 231 с.
171. Мухин, В.А. Роль базидиальных дереворазрушающих грибов в лесных биогеоценозах / В.А. Мухин // Лесоведение. – 1981. – №1. – С. 46-53.
172. Насонов, Д.Н. Местная реакция протоплазмы и распространяющееся возбуждение. 2-е изд. / Д.Н. Насонов. – М.-Л.: Изд-во АН СССР. – 1962. – 426 с.
173. Неверова, О.А. Биоэкологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха по состоянию древесных растений / О.А. Неверова. – Новосибирск: Наука, 2001. – 119 с.
174. Николаев, А.Я. Биологическая химия / А.Я. Николаев. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 1998. – 496 с.
175. Обухов, А.И. Биогеохимия тяжелых металлов в городской среде / А.И. Обухов, О.М. Лепнева // Почвоведение. – 1989. – №5. – 65-73.
176. Овчаренко, М.М. Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение / М.М. Овчаренко // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – №4. – С. 8-16.
177. Овчаренко, М.М. Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение / М.М. Овчаренко. – М.: Высшая школа, 1997. – 290 с.
178. Одум, Ю. Экология / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – Т.1. – 328 с.; – Т.2. – 376 с.
179. Орлов, Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
180. Орлов, А.Я. Почвенная экология сосны / А.Я. Орлов, С.П. Кошельников. – М.: Наука, 1971. – 322 с.

181. Осовецкий, Б.М. Природно-техногенные осадки / Б.М. Осовецкий, Е.А. Меньшикова. – Пермь: ГОУВПО Пермский гос. ун-т, 2006. – 208 с.
182. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. ГОСТ 17.4.3.01-83 (СТ СЭВ 3847-82). – Введ. 1984-01-07. – М. – 1984. – 27 с.
183. Охрана природы. Почвы. Методы определения емкости катионного обмена ГОСТ 17.4.4.01-84. – Введ. 1985-04-01. – М., 1985. – 16 с.
184. Павлова, Т.С. Зольный состав хвои сосны в южнотаежных лесах Урала / Т.С. Павлова // Тр. ИЭРиЖ УНЦ АН СССР. – Свердловск, 1972. – Вып. 5. – С. 187-192.
185. Панин, М.С. Валовое содержание и фракционный состав соединений тяжелых металлов в ризосфере *Artemisia absinthium L.* в условиях техногенного загрязнения г. Усть-Каменогорска и его окрестностей / М.С. Панин, Е.Н. Бирюкова, Г.В. Мотузова // Современные проблемы загрязнения почв. Сб. мат-лов II Межд. научн. конф. – М., 2007. – Т. 1. – С. 189-192.
186. Панин, М.С. Загрязнение тяжелыми металлами почв города Семипалатинска / М.С. Панин // Поиск. Серия естественных и технических наук. – 1996. – № 2. – С. 99-108.
187. Панин, М.С. Миграция тяжелых металлов и пути поступления их в растения / М.С. Панин // Аккумуляция тяжелых металлов растениями Семипалатинского Прииртышья. – 1999. – С. 23-30.
188. Панин, М.С. Формы соединений тяжелых металлов в почвах средней полосы Восточного Казахстана (фоновый уровень) / М.С. Панин. – Семипалатинск: ГУ «Семей», 1999. – 329 с.
189. Панин, М.С. Эколого-биогеохимическая оценка техногенных ландшафтов Восточного Казахстана / М.С. Панин. – Алматы: Изд-во «Эверо», 2000. – 338 с.
190. Панин, М.С. Обеспеченность почв и растений Семипалатинской области некоторыми микроэлементами / М.С. Панин, Н.З. Котелков // Агрехимия. – 1968. – №6. – С. 119-124.

191. Парамонов, Е.Г. Крупные лесные пожары в Алтайском крае / Е.Г. Парамонов, Я.Н. Ишутин. – Барнаул: ПГП «Дельта», 1999. – 193 с.
192. Парибок, Т.А. Загрязнение растений металлами и его эколого-физиологические последствия // Растения в экстремальных условиях минерального питания. / Т.А. Парибок. – Л., 1983. – С. 82-100.
193. Пахарькова, Н.В. Морфологические особенности хвои у разных климатических типов сосны обыкновенной в географических культурах / Н.В. Пахарькова, Н.А. Кузьмина, С.Р. Кузьмин, А.А. Ефремов // Сиб. экол. журн. – 2014. – №1. – С. 107-113.
194. Пахарькова, Н.В. Различия в акклимационных стратегиях сосны обыкновенной и ели сибирской на загрязнение воздушной среды / Н.В. Пахарькова, О.П. Калякина, А.А. Шубин, Ю.С. Григорьев, С.В. Пахарьков, Г.А. Сорокин // Хвойные бореальной зоны. – 2010. – №3. – С. 231-236.
195. Пашковский, К.А. Возобновление сосны в ленточных борах Прииртышья / К.А. Пашковский. – А-А: Наука, 1951. – С.22-28.
196. Перельман, А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман. – М.: Высш. шк., 1975. – 342 с.
197. Перельман, А.И. Геохимия: Учеб. для геол. спец. вузов. 2-е изд., перераб. и доп. / А.И. Перельман. – М.: Высш. шк., 1989. – 528 с.
1986. Перельман, А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. – М.: Астрейя-2000, 1999. – 762 с.
199. Переломов, Л.В. Взаимодействие редкоземельных элементов с биотическими и абиотическими компонентами почв / Л.В. Переломов // Агрохимия. – 2007. – № 11. – С. 85-96.
200. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве. – введ. 1991-11-19. – М., 1991. – 24 с.
201. Плеханова, И.О. Экстракционные методы изучения состояния тяжелых металлов в почвах и их сравнительная оценка / И.О. Плеханова, В.А. Бамбушева // Почвоведение. – 2010. – №9. – С. 1081-1088.

202. Плохинский, Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. – М.: Изд-во Моск. Университет, 1975. – 367 с.
203. Поддубный, А.В. Оценка качества среды по содержанию тяжелых металлов в опенке осеннем *Armillaria mellea* / А.В. Поддубный, Н.К. Христофорова // Микология и фитопатология. – 1999.– Вып. 4. – Т. 33. – С. 271–275.
204. Поздняков, Л.К. Мерзлотное лесоведение / Л.К. Поздняков. – Новосибирск: Наука. сиб. отд-ние, 1986. – 192 с.
205. Позняковский, В.М. Гигиенические основы питания и экспертизы продовольственных товаров / В.М. Позняковский. – Новосибирск: НГУ, 1996. – 430 с.
206. Позняковский, В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза пищевых продуктов / В.М. Позняковский. Учебник. - 5-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 455 с.
207. Половникова, М.Г. Изменений активности компонентов системы антиоксидантной защиты и полифенолоксидазы у газонных растений на разных этапах онтогенеза в условиях городской среды / М.Г. Половникова, О.Л. Воскресенская // Физиология растений. – 2008. – Т. 55. – № 5. – С. 777-785.
208. Понизовский, А.А. Механизмы поглощения свинца (Pb) почвами / А.А. Понизовский, Е.В. Мироненко // Почвоведение. – 2001. – №4. – С. 418-429.
209. Пономарева, В.В. Гумус и почвообразование / В.В. Пономарева, Г.А. Плотникова. – Л.: Наука, 1980. – 222 с.
210. Пономарева, В.В. Жизнь леса / В.В. Пономарева // Наука и жизнь. – 1976. – № 7. – С. 20-26.
211. Почвы Алтайского края / Под. ред. В.И.Базилевич и А.Н.Розанова. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 382 с.
212. Почвы. Отбор проб. ГОСТ 28168-89. – Введ. 1990-04-01. – М. – 1990. – 10 с.
213. Правдин, Л.Ф. Сосна обыкновенная / Л.Ф. Правдин. – М., 1964. – 190 с.
214. Практикум по агрохимии / под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 214 с.

215. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК). – М.: Изд-во Минздрав СССР, 1982.

216. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК). ГН 2.1.7.2041-06. – введ., 2006-01.23. – М., 2006. – 10 с.

217. Прохорова, Н.В. Аккумуляция тяжелых металлов дикорастущими и культурными растениями в лесостепном и степном Поволжье / Н.В. Прохорова, Н.М. Матвеев, В.А. Павловский. – Самара: Изд-во «Самар. ун-т», 1998. – 131 с.

218. Прохорова, Н.В. Распределение тяжелых металлов в почвах и растениях в зависимости от экологических особенностей лесостепного и степного Поволжья (на примере Самарской области): автореф. дис. ...канд. биол. наук: 03.00.16 / Прохорова Наталья Владимировна. – Самара, 1996. – 22 с.

219. Растения в экстремальных условиях минерального питания / Под ред. М.Я.Школьника и Н.В. Алексеевой-Поповой. – Л.: Наука, 1983. – 177 с.

220. Рейнгард, Я.Р. Деграция почв экосистем юга Западной Сибири: монография / Я.Р. Рейнгард. – Лодзь – Польша, 2009. – 636 с.

221. Ремезов, Н.П. Почвенные коллоиды и поглощительная способность почв / Н.П. Ремезов. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 224 с.

222. Ремезов, Н.П. Биологический круговорот азота и зольных элементов в лесных насаждениях / Н.П. Ремезов, Л.Н. Быкова, К.М. Смирнова // Труды Ин-та леса АН СССР, 1955. – Т. XXIV. – С. 164-167.

223. Решетников, С.И. Формы соединений меди в загрязненных и фоновых дерново-подзолистых почвах / С.И. Решетников // Биологические науки. – 1990. – № 4. – С. 114-123.

224. Ринькис, Г.Я. Методы анализа почв и растений / Г.Я. Ринькис, Х.К. Рамане, Т.А. Куницкая. – Рига: Зинатне, 1987. – 210 с.

225. Ринькис, Г.Я. Оптимизация минерального питания растений / Г.Я. Ринькис. – Рига: Зинатне, 1972. – С. 280-287.

226. Рихванов, Л.П. К геохимии живого вещества / Л.П. Рихванов, Н.В. Барановская, Т.Н. Игнатова // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде. Материалы IV Международной научно-практической конференции. Семи-

палатинский государственный педагогический институт, 19–21 октября 2006 года. – Семипалатинск. – 2006. – Т. 1. – С. 19–40.

227. Родин, Л.Е. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара / Л.Е. Родин, Н.И. Базилевич. – М.-Л.: Наука, 1965. – 254 с.

228. Рудакова, Э.В. Микроэлементы: поступление, транспорт и физиологические функции в растениях / Э.В. Рудакова, К.Д. Каракис, Т.Н. Сидоркина / отв. ред. Л.К. Островская. АН УССР. Ин-т физиологии растений. – Киев: Наук. Думка, 1987. – 180 с.

229. Рэуце, К. Борьба с загрязнением почвы / К. Рэуце, С. Кырстя. – М.: Агропромиздат, 1986. – 221 с.

230. Рябина, З.Н. Определитель сосудистых растений Оренбургской области / З.Н. Рябина, М.С. Князев. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 758 с.

231. Сабинин, Д. А. Физиологические основы питания растений / Д. А. Сабинин. – М.: АН СССР, 1955. – 205 с.

232. Савич, В.И. Почвенная экология / В.И. Савич, Н.В. Парахин, В.Г. Сычев, Л. Степанова, В.Т. Лобков, Х.А. Амергужин, А.Ю. Щербаков, Е.А. Романчик. – Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2002. – 546 с.

233. Садовникова, Л.К. Физические и химические методы исследования почв / Л.К. Садовникова, Д.В. Ладонин / Под. ред. Д.С. Орлова и А.Д. Воронина. – М., 1994. – С. 130-141.

234. Сапожников, А.П. Послепожарное почвообразование в кедрово-широколиственных лесах / А.П. Сапожников, Л.О. Карпачевский, Л.С. Ильина // Лесной вестник. – 2001. – №1. – С. 132-164.

235. Сергейчик, С.А. Экологическая физиология хвойных пород Беларуси в техногенной среде / С.А. Сергейчик, А.А. Сергейчик, Е.А. Сидорович. – Минск: Белорусская наука, 1998. – 200 с.

236. Серегин, И.В. Гистохимические методы изучения распределения кадмия и свинца в растениях / И.В. Серегин, В.Б. Иванов // Физиология растений. – 1997. – Т. 44. – С. 915–921.

237. Серегин, И.В. Распределение тяжелых металлов в растениях и их действие на рост : автореф. дис. ... д-ра. биол. наук : 03.00.12 / Серегин Илья Владимирович. – М., 2009. – 333 с.

238. Серегин, И.В. Является ли барьерная функция эндодермы единственной причиной устойчивости ветвления корней к солям тяжелых металлов / И.В. Серегин, В.Б. Иванов // Физиология растений. – 1997. – Т. 44. – С. 922–925.

239. Серегин, И.В. Распределение тяжелых металлов и стронция по тканям проростков кукурузы в связи с проблемой специфичности и избирательности их токсического действия / И.В. Серегин, А.Д. Кожевникова // Биоразнообразие природных и антропогенных экосистем / Сб. статей участн. молод. науч. семинара. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – С. 92–97.

240. Серегин, И.В. Транспорт, распределение и токсическое действие стронция на рост проростков кукурузы / И.В. Серегин, А.Д. Кожевникова // Физиология растений. – 2004. – Т. 51. – С. 241–248.

241. Серегин, И.В. Физиологическая роль никеля и его токсическое действие на высшие растения / И.В. Серегин, А.Д. Кожевникова // Физиология растений, 2006. – Т. 53. – №2. – С. 285-308.

242. Сибиркина, А.Р. Биогеохимические особенности накопления тяжелых металлов растениями соснового бора Семипалатинского Прииртышья // Вопросы образования и науки в XXI веке: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 29 апреля 2013 г.: в 11 частях. Часть 8; Министерство обр. и науки РФ. Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2013. – С. 118-120.

243. Сибиркина, А.Р. Биогеохимические особенности накопления соединений тяжелых металлов травянистыми растениями соснового бора Семипалатинского Прииртышья / А.Р. Сибиркина // Современные проблемы науки и образова-

ния. – 2013. – № 5; URL:<http://www.science-education.ru/111-10331> (Дата публикации: 15.10.2013).

244. Сибиркина, А.Р. Биогеохимические особенности содержание тяжелых металлов в песках соснового бора Семипалатинского Прииртышья // Наука и образование: сборник научных трудов по материалам IV Международной научно-практической конференции 30-31 октября 2013 г. – Мюнхен, Германия. – С. 23-28. (396 с.)

245. Сибиркина, А.Р. Биогеохимическая оценка содержания тяжелых металлов в листьях кустарниковых растений соснового бора Семипалатинского Прииртышья // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. – № 11 (58) – Часть I. – С. 74-77.

246. Сибиркина, А.Р. Биогеохимические условия формирования почвенного покрова соснового бора Семипалатинского Прииртышья // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 января 2013 г.: в 13 частях; Часть 13; Министерство обр. и науки РФ. Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2013. – С. 127-128.

247. Сибиркина, А.Р. Особенности накопления бериллия различными видами трав соснового бора Семипалатинского Прииртышья / А.Р. Сибиркина // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3; URL: www.science-education.ru/103-6028 (Дата публикации: 17.04.2012).

248. Сибиркина, А.Р. Особенности содержания цинка, стронция и марганца в органах и тканях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) соснового бора Семипалатинского Прииртышья (Республика Казахстан) // Вестник ИГПИ им. П.П. Ершова. – 2014. – №4 (16). – С. 97-100.

249. Сибиркина, А.Р. Содержание Cu и Zn в травах соснового бора Семипалатинского Прииртышья / А.Р. Сибиркина // Мир науки, культуры, образования. – 2011. – №5 (30). – С. 231-235.

250. Сибиркина, А.Р. Содержание Cr в песках соснового бора Семипалатинского Прииртышья Республики Казахстан / А.Р. Сибиркина // Современные про-

блемы науки и образования. – 2012. – № 4; URL: www.science-education.ru/104-6477 (Дата публикации: 19.06.2012).

251. Сибиркина, А.Р. Содержание кадмия в органах сосны обыкновенной ленточных боров Прииртышья Республики Казахстан / А.Р. Сибиркина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2013. – № 2. – С. 130-137.

252. Сибиркина, А.Р. Содержание цинка в грибах соснового бора Семипалатинского Прииртышья Республики Казахстан // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде. Доклады V Международной научно-практической конференции. Семипалатинский государственный педагогический институт, 15-18 октября 2008 г. – Семей. – 2008. – Т.2. – С. 65-71.

253. Сибиркина, А.Р. Травянистый покров соснового бора Семипалатинского Прииртышья как индикатор современного сукцессионного процесса в окружающей среде / А.Р. Сибиркина // Актуальные проблемы экологии и природопользования в Казахстане и сопредельных территориях. Материалы II Международной научно-практической конференции. Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, 23-24 октября 2007 года. – Павлодар. – 2007. – Т.1. – С. 233-235.

254. Сиромля, Т.И. К вопросу о подвижных формах соединений химических элементов в почвах / Т.И. Сиромля // Сиб. экол. журн. – 2009. – № 2. – С. 307-318.

255. Совместный приказ Министерства здравоохранения (№99 от 30.01.2004 г.) и Министерства охраны окружающей среды (№ 21-п от 27.01.2004 г.).

256. Соколов, А.А. Природные зоны Казахстана / А.А. Соколов // Агрохимическая характеристика почв СССР. Казахстан и Челябинская область. – М.: Наука, 1968. – Т.8. – С. 9-24.

257. Соколов, А.А. Природные зоны, пояса и районы Семипалатинской области / А.А. Соколов, М.К. Колходжаев, Н.И. Котин // Изв. АН Каз ССР. Сер ботан. и почвовед. – 1961. – Вып 2.

258. Соколова, О.Я. Тяжелые металлы в системе элемент – почва – зерновые культуры / О.Я. Соколова, А.В. Стряпков, С.В. Антимонов, С.Ю. Соловых // Вестник ОГУ. – 2006. – №4. – С. 106-110.

259. Сокольский, И. Целебный красный лес / И. Сокольский // Наука и жизнь : журнал. – 2008. – № 2. – С. 156-160.

260. Сосорова, С.Б. Пирогенное изменение содержания микроэлементов в почвах и растениях сосновых лесов Западного Забайкалья / С.Б. Сосорова, М.Г. Меркушева, Л.Л. Убугунов // Сиб. экол. журн. – 2013. – №5. – С. 661-674.

261. Спицына, С.Ф. Микроэлементы в системе: почва – растения и эффективность микроудобрений в Алтайском крае : дис. ... д-ра с.-хоз. наук : 06.01.04 / Спицына Светлана Федоровна. – Барнаул, 1992. – 424 с.

262. Степанова, М.Д. Состояние и элементный химический состав пшеницы, выращенной на почвах, загрязненных свинцом и кадмием / М.Д. Степанова // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. – 1980. – Вып. 1. – №5. – С. 129-136.

263. Степанюк, В.В. Влияние соединений кадмия на урожай и элементный состав сельскохозяйственных растений / В.В. Степанюк // Агрoхимия. – 1998. – №6. – С. 74-76.

264. Сысо, А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири / А.И. Сысо. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 277 с.

265. Тарабрин, В.П. Физиология устойчивости древесных растений в условиях загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами / В.П. Тарабрин // Микроэлементы в окружающей среде. – Киев: Наукова думка, 1987. – 17 с.

266. Теоретические вопросы фитоиндикации. – Л.: Наука, 1971. – 236 с.

267. Титов, А.Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам: Монография / А.Ф. Титов, В.В. Таланова, Н.М. Казнина, Г.Ф. Лайдинен / Институт биологии КарНЦ РАН. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 172 с.

268. Трейман, А.А. Потребление макро- и микроэлементов конскими бобами / А.А. Трейман // Агрoхимия. – 1990. - №10. – С. 59-69.

269. Тюрин, А.В. Лесная вспомогательная книжка / А.В. Тюрин, Н.М. Науменко, П.В. Воропанов. – М.;Л., 1956. – 532 с.
270. Уваров, Г.И. Практикум по почвоведению с основами бонитировки почв / Г.И. Уваров, П.В. Голеусов. – Белгород: Изд-во Белгор. гос. ун-та, 2004. – 140 с.
271. Устемиров, К.Ж. Лесокультурная оценка гарей в Прииртышье и разработка мер по улучшению условий их обсеменения с целью восстановления сосновых насаждений: автореф. дис. ... канд. сельскохоз. наук: 06.03.01 / Устемиров Кайрат Жангабылович. – Алматы, 2010. – 22 с.
272. Уфимцева, М.Д. Фитоиндикация экологического состояния урбогеосистем Санкт-Петербурга / М. Д. Уфимцева, Н. В. Терехина. – СПб.: Наука, 2005. – 339 с.
273. Учватов, В.П. Природные и антропогенные потоки вещества в ландшафтах Русской равнины: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 04.00.03 / Учватов Валерий Петрович. – М: МГУ, 1994. – 37 с.
274. Федоров, В.Д. Экология: учебник для биол. спец. ун-тов / В.Д. Федоров, Т.Г. Гильманов. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 463 с.
275. Феник, С.И. Механизмы формирования устойчивости растений к тяжелым металлам / С.И. Феник, Т.Б. Трофимьяк, Я.Б. Блюм // Успехи совр. биологии. – 1995. – Т.115. – Вып. 3. – С. 261-275.
276. Флора Казахстана. – Изд-во Академии наук Каз. ССР. – Т.1-9. – А.-А., 1961.
277. Фуксман, И.Л. Влияние тяжелых металлов на саженцы сосны обыкновенной / И.Л. Фуксман, Т.А. Шуляковская, Г.К. Канючкова // Экология. – 1998. – №4. – С. 277-281.
278. Фурсов, М.Р. Глобальные проблемы окружающей среды / М.Р. Фурсов. – М.: МГУ, 1995. – С. 458-562.
279. Химия тяжелых металлов / Под ред. Зырина Н.Г. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 204 с.

280. Хочачка, П. Биохимическая адаптация / П. Хочачка, Д. Сомеро. – М.: Мир, 1988. – 567 с.
281. Цветков, П.А. Исследование природы пожаров в северной тайге Средней Сибири / П.А. Цветков // Хвойные бореальной зоны. – 2006. – №2. – С. 186-195.
282. Цветкова, Н.Н. Микроэлементы в почвогрунтах и растениях лесных биогеоценозов юго-востока Украины и Гырнецовского округа Молдавии: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 049/ Цветкова Нина Николаевна. – Днепропетровск, 1971. – 19 с.
283. Цветнова, О.Б. Грибы - биоиндикаторы техногенного загрязнения / О.Б. Цветнова, А.И. Щеглов // Природа. – 2002. – №11. – С. 39-46.
284. Цветнова, О.Б. Аккумуляция ¹³⁷CS высшими грибами и их роль в биогеохимической миграции нуклида в лесных экосистемах / О.Б. Цветнова, А.И. Щеглов // Вестник МГУ. – Сер. 17. Почвоведение. – 1996. – №4. – С.59-69.
285. Цветнова, О.Б. Накопление радионуклидов и тяжелых металлов грибным комплексом лесных экосистем / О.Б. Цветнова, Н.Е. Шатрова, А.И. Щеглов // Науч. тр. ин-та ядерных исследований. – Киев. – 2001. – №3 (5). – С. 171-176.
286. Цыганков, А.С. Влияние экологических условий на качество сельскохозяйственной продукции / А.С. Цыганков // Аграрная Россия. – 2008. – С. 10-11.
287. Частухин, В.Я. Экологический анализ распада растительных остатков в еловых лесах / В.Я. Частухин // Почвоведение. – 1945. – №2. – С.102-114.
288. Частухин, В.Я. Биологический распад и ресинтез органических веществ в природе / В.Я. Частухин, М.А. Николаевская. – Л., 1969. – 325 с.
289. Черепанов, С.К. Сосудистые растения СССР / С.К. Черепанов. – Л.: Наука, 1981. – 510 с.
290. Черных, Н.А. Нормирование загрязнения почв тяжелыми металлами / Н.А. Черных, В.Ф. Ладонина // Агрохимия. – 1995. – №6. – С. 71-80.
291. Чубанов, К.Д. Природная среда в зонах влияния промышленных центров: Сосновые леса Беларуси / К.Д. Чубанов, В.Н. Киселев, А.В. Бойко. – Минск: Наука и техника, 1989. – 180 с.

292. Чураков, Б.П. и др. Тяжелые металлы в представителях различных эволюционных групп грибов / Б.П. Чураков, У.П. Зырьянова, С.В. Пантелеев, Н.В. Морозова // Микология и фитопатология. – 2004. – Т. 38. – Вып. 2. – С. 68–77.

293. Шахматова, Е.Ю. Послепожарные изменения в дерново-подбурах в подтаежных ландшафтах Селегинского среднегорья / Е.Ю. Шахматова // Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии: мат-лы II Междунар. науч. конф. Улан-Удэ (Россия). 20-25 июня 2011 г.: в 3 т.- Улан-Уде: Изд-во БНЦ СО РАН, – 2011 а. – Т.1. – С. 156-157.

294. Швецова, И.В. Роль клеточных стенок корня в концентрировании ионов из окружающей среды / И.В. Швецова // Механизмы поглощения веществ растительной клеткой. – Иркутск. – 1971. – С. 74-76.

295. Шергина, О.В. Оценка состояния урбоэкосистемы по параметрам древесных растений и почвенного покрова на примере г. Иркутска: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16., 03.00.27 / Шергина Ольга Владимировна. – Иркутск. – 2006. – 291 с.

296. Шергина, О.В. Состояние древесных растений и почвенного покрова парковых и лесопарковых зон г. Иркутска / О.В. Шергина, Т.А. Михайлова // отв. ред. Ю.М. Семенов. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2007. – 200 с.

297. Шильников, И.А. Факторы, влияющие на поступление тяжелых металлов в растения / И.А. Шильников, Л.А. Лебедева, С.Н. Лебедев // Агрехимия. – 1994. – №10. – С. 54-58.

298. Шинкарев, А.А. Миграция меди в верхних горизонтах обрабатываемых почв при загрязнении тяжелыми металлами / А.А. Шинкарев, И.П. Бреус, Г.Р. Сандириева, Г.Ф. Копосов // Экология. – 1998. – №3. – С. 234-236.

299. [электронный ресурс] Мельников, А. Грибочки маринованные, с кадмием. - Москва - 2009. // <http://www.expertiza.ru/expertiza.phtml?id>

300. [электронный ресурс] Ульбинский металлургический завод / национальная атомная компания // http://www.kazatomprom.kz/ru/pages/ulbinskij_metallurgicheskij_zavod

301. Ягодин, Б.А. Питание растений / Б.А. Ягодин // *Агрохимия*. – М.: Агропромиздат, 1989а. – С. 33-94.
302. Ягодин, Б.А. Применение удобрений и охрана окружающей среды / Б.А. Ягодин // *Агрохимия*. – М.: Агропромиздат, 1989б. – С. 626-649.
303. Ягодин, Б.А. Кадмий в системе почва - удобрения - растения - животные организмы и человек / Б.А. Ягодин, С.Б. Виноградов, В.В. Говорина // *Агрохимия*. – 1985. – №5. – С. 23-26.
304. Antonovics, I. Heavy metal tolerance in plants / I. Antonovics, A.D. Bradshaw, R.G. Turner // *Advance in Ecological Research*. L.; N.Y.: Academic Press. – 1971. – V.7. – P. 2-86.
305. Baker, A.J. Metal tolerance / A.J. Baker // *New Phytol.* – 1987. – V. 106. - № 1. – P. 93-111.
306. Baker, D.E. Chemical monitoring of soil for environmental quality animal and health / D.E. Baker, L. Chensin // *Advances in agronomy*. – 1975. – V. 27. – P. 306-366.
307. Brown, G.E. Mineral surface and bioavailability of heavy metals: A molecular-scale perspective / G.E. Brown, A.L. Foster, J.D. Ostergren // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. – 1999. – V. 96. – P. 3388-3395.
308. Cottenie, A. Plant quality response to the uptake of polluting elements / A. Cottenie, A. Dhaese, R. Camerlynck // *Qual. Plantarum*. – 1976. – V. 26. - № 3. – P. 93-319.
309. Crutzen, P.J. Biomass burning in the tropics: chemistry and biogeochemical cycles / P.J. Crutzen, V.L. Andreae // *Science*. – 1990. – V. 250. – № 4988. – P. 1669-1678.
310. Grill, E. Schutz der Pflanzen vor Schwermetallen / E.Grill // *Jahrb. Akad. Wiss. Gottingen Jahr.* – 1990. – S. 21-24.
311. Kalač, P. Content of detrimental metals mercury, cadmium and lead in wild growing edible mushrooms: a review / P. Kalač, L. Svoboda, B. Havlíčková // *Energy Education Science and Technology*. - 2004. – Vol. 13. - № 1. – P. 31–38.

312. Kloke, A. Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturenböden / A. Kloke // Mitteilungen VDLUFA. – 1980. – H. 2. – S. 32-38.

313. Knight, B. Zinc and cadmium uptake by the hyper accumulator *Thlaspi caerulescens* in contaminated soils and its effects on the concentration and chemical speciation of metals in soil solution / B. Knight, F.J. Zhao, McGrath, Z.G. Shen // *Plant Soil*. – 1997. – V. 197. – P. 71-78.

314. Linehan, D.J. Micronutrient cation sorption by roots and uptake by plants / D.J. Linehan // *J. Exp. Bot.* – 1984. – V. 35. - № 160. – P. 1571-1574.

315. Marschner, H. Strategies of plants for acquisition of iron / H. Marschner, V. Roemheld // *Plant. Soil*. – 1994. – V. 165. – P. 261-274.

316. Marschner, H. Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of ions / H. Marschner, V. Roemheld, M. Kissel // *J. Plant. Nutr.* – 1986. – № 9. – P. 695-713.

317. McGrath, S.P. Heavy metals uptake and chemical changes in the rhizosphere of *Thlaspi caerulescens* and *Thlaspi ochroleucum* grown in contaminated soils / S.P. McGrath, Z.G. Shen, F.J. Zhao // *Plant Soil*. – 1997. – V. 188. – P. 153-159.

318. Mitsios, I.K. Bioavailability of trace elements in relation to root modification in the rhizosphere / I.K. Mitsios, N.G. Danalatos // *Trace elements in the environment: biogeochemistry, biotechnology, and bioremediation* / ed. By M.N. V. Prasad, K.S. Sajwan, R. Naidu. – Boca Raton, London, New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2006. – Chapter 2. – P. 25-37.

319. Saurbeck, D. Welche Schwermetallgehalte in Pflanzen dürfen nicht überschritten werden, um Wachstumsbeeinträchtigungen zu vermeiden / D. Saurbeck // *Landwirtschaftliche Forschung / Kongressband*. S.-H. 16. – 1982. – S. 59-72.

320. Schinkler, H. Response of antioxidative enzymes to nickel and cadmium stress in hyperaccumulator plants of the genus *Alyssum* / H. Schinkler, H. Caspi // *Physiol. Plant.* – 1999. – V. 105. – № 1. – P. 39-44.

321. Stassart, J.M. The interactions between monovalent cations and calcium during their adsorption on isolated cell walls and adsorption by intact barley roots / J.M.

Stassart, L. Neirinckx, R. Dejaegere // *Ann. Bot. (Ital.)*. – 1981. – V.47. - № 5. – P. 553-575.

322. Tinker, P.B. *Solute Movement in the rhizosphere* / P.B. Tinker, P.H. Nye. – Oxford: Oxford University Press, 2000. – 464 p.

323. Verloo, V. *Analytical and biological criteria with regard to soil pollution* / V. Verloo, A. Cottenie., G. Landschoot // *Laudwirtschaftliche Forschung / Kongressband*. S. H. 39. – 1982. – S. 394-403.

Таблица 3 - Видовой состав травянисто-полукустарникового яруса сосновых боров Семипалатинского Прииртышья

№ пп.	Название растений
1	2
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.)	
1	Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> C.A. Mey)
Семейство Зонтичные (<i>Umbelliferae</i> Moris.)	
2	Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri</i> D.C.)
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett)	
3	Тонконог тонкий (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) Pers.)
4	Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa capillata</i> L.)
5	Овсец Шелля (<i>Avenastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)
6	Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.)
7	Вейник наземный (<i>Calamagrostus epigeios</i> (L.) Roth.)
8	Лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i> L.)
9	Пырей ползучий (<i>Agropyron repens</i> L.)
10	Тимофеевка степная (<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.)
11	Овсяница бороздчатая, типчак (<i>Festuca sulcata</i> Hack.)
12	Волоснец гигантский (<i>Elymus giganteus</i> Vahl.)
Семейство Астровые (<i>Asteraceae</i> Bercht. & J. Presl)	
13	Цмин песчаный (<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench)
14	Девясил шероховатый (<i>Inula aspera</i> Poir.)
15	Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.)
16	Полынь метельчатая (<i>Artemisia scoparia</i> Wald. Et Kitt)
17	Полынь белеющая (<i>Artemisia leucodes</i> Schrenk.)
18	Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia</i> Ledeb.)

1	2
19	Василек русский (<i>Centaurea ruthenica Lam.</i>)
20	Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica L.</i>)
21	Ястребинка волосистая (<i>Hieracium pilosella L.</i>)
22	Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium L.</i>)
Семейство Заразиховые (<i>Orobanchaceae Lindl.</i>)	
23	Заразиха голубая (<i>Orobanche caesia Reichenb.</i>)
Семейство Маревые (<i>Chenopodiaceae Less.</i>)	
24	Марь белая (<i>Chenopodium album L.</i>)
Семейство Розоцветные (<i>Rosaceae Juzz.</i>)	
25	Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia L.</i>)
26	Лапчатка гусиная (<i>Potentilla anserina L.</i>)
27	Лапчатка длинночерешковая (<i>Potentilla longipes Ledeb.</i>)
28	Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis L.</i>)
29	Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus L.</i>)
Семейство Бобовые (<i>Leguminosae Juss.</i>)	
30	Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate L.</i>)
31	Солодка уральская (<i>Glycyrrhiza uralensis Fisch</i>)
32	Астрагал яичкоплодный (<i>Astragalus testiculatus Pall.</i>)
33	Астрагал роговой (<i>Astragalus ceratoides Bieberstein</i>)
Семейство Ворсянковые (<i>Dipsacoideae Lindl.</i>)	
34	Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca L.</i>)
Семейство Мареновые (<i>Rubiaceae Juzz.</i>)	
35	Подмаренник настоящий (<i>Galium verum L.</i>)
Семейство Норичниковые (<i>Scrophulariaceae Lindl.</i>)	
36	Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia L.</i>)
37	Льнянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia (L.) Mill.</i>)
38	Льнянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria brachiceras</i>)

1	2
39	Вероника колосистая (<i>Veronica spicata</i> L.)
Семейство Тутовые (<i>Moraceae</i> Lindl.)	
40	Конопля сорная (<i>Cannabis ruderalis</i> Janisch)
Семейство Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i> Lindl.)	
41	Подорожник прижатый (<i>Plantago derpressa</i> Willd.)
Семейство Хвощевые (<i>Equisetaceae</i> Rich.)	
42	Хвощ луговой (<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.)
Семейство Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett)	
43	Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.)
44	Бурачок извилистый (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. & Kit. ex Willd.)
45	Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton)
Семейство Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.)	
46	Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.)
47	Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.)
Семейство Луковые (<i>Alliaceae</i> Borkh.)	
48	Лук угловатый (<i>Allium angulosum</i> L.)
Семейство Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i> Juzz.)	
49	Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata</i> L.)
50	Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> Ledeb.)
Семейство Спаржевые (<i>Asparagaceae</i> Juzz.)	
51	Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis</i> L.)
52	Спаржа коротколистная (<i>Asparagus brachyphyllus</i> Turcz.)

Приложение Б
(обязательное)

Таблица 4 - Видовой состав грибов сосновых боров Семипалатинского Прииртышья

Микоризообразующие грибы	Ксилотрофные базидиомицеты
Сыроежка лиловая (<i>Russula lilacea</i> Fr.)	Трутовик серно- желтый (<i>Laetiporus Sulphu- reus</i> (Bull.) Bond. Et Sing)
Сыроежка белая, темнеющая (<i>Russula densifolia</i> Fr.)	
Сыроежка ломкая (<i>Russula fragilis</i> Fr.)	
Сыроежка темно-красная (<i>Russula rubra</i> Fr.)	
Мухомор серый (<i>Amanita pantherina</i> Fr.)	
Лисичка ложная (<i>Cantharellus aurantiacus</i> Fr.)	Трутовик настоящий (<i>Fomes Fomentarius</i>)
Шампиньон луговой (<i>Agaricus campestris</i> (Schaeff.) Fr.)	
Груздь перечный (<i>Lactarius piperatus</i> Fr.)	
Масленок настоящий (<i>Boletus luteus</i> Fr.)	
Валуй, Сыроежка вонючая (<i>Russula foetens</i> Fr.)	

Таблица 16 - Распределение тяжелых металлов по органам и тканям *Pinus sylvestris L.*, n = 875

Органы и ткани	Зольность, %	Среднее содержание в растении, мг/кг воздушно-сухого вещества			
		Cu	Zn	Pb	Cd
1	2	3	4	5	6
Хвоя 1 года	2,76	<u>3,15±0,17 (43,7%)</u>	<u>28,49±1,51 (61,6%)</u>	<u>1,59±0,09 (41,2%)</u>	<u>0,035±0,001 (10,3%)</u>
		1,86-5,04	19,09-36,68	0,85-2,53	0,021-0,071
Хвоя 2 года	2,35	<u>2,45±0,14 (171,0%)</u>	<u>28,44±1,51 (66,9%)</u>	<u>2,72±0,144 (31,0%)</u>	<u>0,026±0,001 (13,9%)</u>
		1,87-3,10	15,5-40,58	1,51-3,36	Сл. – 0,054
Хвоя 3 года	2,74	<u>2,07±0,11 (32,5%)</u>	<u>31,91±1,79 (146,8%)</u>	<u>3,26±0,173 (25,9%)</u>	<u>0,027±0,002 (26,7%)</u>
		1,44-3,12	19,46-46,85	2,44-4,37	0,015-0,051
Хвоя 4 года	2,54	<u>2,45 ±0,13 (32,5%)</u>	<u>30,18±1,66 (32,5%)</u>	<u>3,52±0,183 (37,4%)</u>	<u>0,031±0,002 (23,2%)</u>
		1,10-2,89	23,21-33,39	2,10-5,31	Сл.-0,061
Побеги 1 года	2,01	<u>5,20±0,27 (22,7%)</u>	<u>28,78±1,70 (732,4%)</u>	<u>2,91±0,163 (40,2%)</u>	<u>0,061±0,003 (17,7%)</u>
		4,32-7,06	3,00-67,47	1,11-4,41	0,032-0,142
Побеги 2 года	1,82	<u>2,85±0,18 (56,6%)</u>	<u>26,69±1,36 (262,3%)</u>	<u>3,03±0,161 (68,4%)</u>	<u>0,053±0,002 (13,6)</u>
		0,63-4,52	5,40-43,85	0,90-5,14	0,008-0,166

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6
Побеги 3 года	2,76	<u>3,62±0,23 (15,2%)</u> 2,95-4,41	<u>30,35±1,64 (38,3%)</u> 23,11-35,97	<u>4,34±0,216 (19,7%)</u> 3,38-5,10	<u>0,075±0,006 (28,8%)</u> 0,014-0,129
Побеги 4 года	2,61	<u>3,06±0,19 (55,3%)</u> 0,36-4,71	<u>27,36±1,59(267,1%)</u> 3,18-40,61	<u>4,89±0,274 (80,2%)</u> 0,294-9,66	<u>0,128±0,007 (19,7%)</u> 0,001-0,369
Побеги 5-7 лет	1,89	<u>2,64±0,17 (94,1%)</u> 0,28-6,55	<u>36,93±1,96 (43,9%)</u> 30,50-44,96	<u>2,38±0,129 (134,7%)</u> 0,25-7,60	<u>0,093±0,005 (19,8%)</u> Сл.-0,287
Корка (с южной стороны)	1,88	<u>1,72±0,10 (37,6%)</u> 0,67-2,32	<u>21,20±1,17 (201,0%)</u> 11,66-34,43	<u>1,26±0,071 (75,8%)</u> 0,18-2,31	<u>0,021±0,001 (13,4%)</u> 0,007-0,139
Корка (с северной стороны)	1,59	<u>1,91±0,12 (19,7%)</u> 1,52-2,42	<u>25,48±1,48 (267,1%)</u> 7,11-36,45	<u>1,97±0,106 (91,5%)</u> 0,59-5,15	<u>0,045±0,002 (12,4%)</u> 0,026-0,072
Шишки	2,20	<u>1,37±0,07 (42,3%)</u> 0,58-2,03	<u>18,72±1,05 (202,6%)</u> 8,45-34,72	<u>0,77±0,044 (46,0%)</u> 0,24-1,21	<u>0,056±0,003 (15,0%)</u> 0,007-0,067
Древесина	2,95	<u>3,04±0,18 (53,4%)</u> 0,66-5,00	<u>23,70±1,33 (307,2%)</u> 7,82-40,45	<u>2,57±0,149 (78,0%)</u> 0,28-4,98	<u>0,136±0,007 (15,1%)</u> 0,005-0,214
Среднее по сосне	2,32	<u>2,71±0,16 (52,05%)</u> 0,28-7,06	<u>25,60±1,52 (202,3%)</u> 3,00-67,47	<u>2,71±0,146 (59,2%)</u> 0,18-9,66	<u>0,061±0,003 (17,7%)</u> Сл.-0,369

Продолжение таблицы 16

Органы и ткани	Среднее содержание в растении, мг/кг воздушно-сухого вещества			
	Co	Cr	Ni	V
1	2	3	4	5
Хвоя 1 года	<u>0,198±0,011 (87,5%)</u> 0,13-0,28	<u>1,650±0,096 (100,9%)</u> 0,687-4,145	<u>1,13±0,06 (53,5%)</u> 0,60-2,07	<u>0,61±0,03 (27,0%)</u> 0,05-1,54
Хвоя 2 года	<u>0,157±0,009 (63,3%)</u> 0,024-0,250	<u>1,229±0,071 (73,3%)</u> 0,637-2,783	<u>1,33±0,07 (86,7%)</u> 0,58-3,34	<u>0,72±0,04 (55,7%)</u> 0,12-1,10
Хвоя 3 года	<u>0,132±0,008 (149,3%)</u> 0,023-0,213	<u>1,327±0,078 (39,4%)</u> 0,847-2,181	<u>0,74±0,04 (23,4%)</u> 0,49-0,92	<u>0,82±0,04 (98,2%)</u> 0,39-1,57
Хвоя 4 года	<u>0,156±0,009 (177,9%)</u> 0,023-0,251	<u>1,166±0,063 (77,3%)</u> 0,559-2,867	<u>0,86±0,04 (53,5%)</u> 0,41-1,64	<u>0,99±0,06 (61,8%)</u> 0,64-1,25
Побеги 1 года	<u>0,197±0,011(55,9%)</u> 0,139-0,236	<u>1,534±0,091 (87,6%)</u> 0,580-3,660	<u>0,97±0,06 (49,7%)</u> 0,18-1,49	<u>0,78±0,04 (18,1%)</u> 0,60-0,97
Побеги 2 года	<u>0,138±0,008 (137,6%)</u> 0,060-0,215	<u>1,033±0,059 (65,7%)</u> 0,169-1,736	<u>0,86±0,05 (85,2%)</u> 0,12-1,72	<u>0,80 ±0,04 (67,8%)</u> 0,16-1,44
Побеги 3 года	<u>0,233±0,014 (17,2%)</u> 0,186-0,272	<u>1,165±0,07 (26,8%)</u> 0,981-1,691	<u>0,85±0,05 (33,6%)</u> 0,61-1,34	<u>1,03±0,06 (57,6%)</u> 0,89-1,27

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5
Побеги 4 года	<u>0,224±0,014 (30,6%)</u> 0,156-0,293	<u>0,694±0,037 (17,8%)</u> 0,594-0,967	<u>0,71±0,04 (50,9%)</u> 0,10-0,99	<u>1,06±0,06 (103,6%)</u> 0,12-1,48
Побеги 5-7 лет	<u>0,170±0,009 (81,1%)</u> сл. – 0,352	<u>0,495±0,027(117,8%)</u> 0,007-0,154	<u>0,91±0,05 (152,1%)</u> 0,12-3,35	<u>1,09±0,06 (106,7%)</u> 0,53-3,15
Корка (с южной стороны)	<u>0,113±0,006 (95,7%)</u> 0,103-0,195	<u>0,258 ±0,015(105,2%)</u> 0,241-3,454	<u>0,67±0,04 (56,0%)</u> 0,23-1,10	<u>0,55±0,03 (91,2%)</u> Сл. – 1,33
Корка (с северной стороны)	<u>0,190±0,010 (50,5%)</u> 0,095-0,352	<u>0,890 ±0,099 (92,5%)</u> 0,556-4,512	<u>0,71±0,04 (74,1%)</u> 0,43-1,64	<u>0,94±0,05 (44,0%)</u> 0,57-1,56
Шишки	<u>0,126±0,007 (33,1%)</u> 0,100-0,174	<u>1,569 ±0,026 (74,3%)</u> 0,171-2,081	<u>1,06±0,06 (76,7%)</u> 0,34-2,37	<u>0,52±0,03 (15,5%)</u> 0,40-0,62
Древесина	<u>0,472 ±0,030 (50,3%)</u> 0,259-0,664	<u>1,254±0,078 (10,7%)</u> 1,181-1,565	<u>1,21±0,07 (67,8%)</u> 0,27-2,45	<u>1,70±0,09 (55,6%)</u> 0,34-2,91
Среднее по сосне	<u>0,193±0,011 (79,2%)</u> сл. – 0,664	<u>1,100±0,062 (68,4%)</u> 0,07-4,512	<u>0,92±0,05 (66,4%)</u> 0,10-3,35	<u>0,88±0,05 (61,8%)</u> Сл.-3,15

Продолжение таблицы 16

Органы и ткани	Среднее содержание в растении, мг/кг воздушно-сухого вещества		
	Be	Sr	Mn
1	2	3	4
Хвоя 1 года	<u>0,023±0,001(30,7%)</u>	<u>12,13±0,68 (182,8%)</u>	<u>169,71±9,84 (3126,8%)</u>
	0,015-0,031	4,82-29,20	75,99-227,96
Хвоя 2 года	<u>0,027±0,002 (46,8%)</u>	<u>10,06±0,58 (65,7%)</u>	<u>89,99±5,40 (5186,5 %)</u>
	0,012-0,046	6,10-15,48	13,41-188,37
Хвоя 3 года	<u>0,029±0,002 (22,8%)</u>	<u>15,79±0,88 (89,8%)</u>	<u>220,57±13,01 (11470,9%)</u>
	0,020-0,038	9,39-25,33	102,08-341,60
Хвоя 4 года	<u>0,052±0,003 (82,3%)</u>	<u>14,17±0,77 (61,1%)</u>	<u>63,67±3,63 (3918,4%)</u>
	0,021-0,115	7,92-20,47	11,77-169,86
Побеги 1 года	<u>0,016±0,001 (51,3%)</u>	<u>15,52±0,87(151,6%)</u>	<u>56,76±3,01 (783,9%)</u>
	0,001-0,024	9,24-28,44	10,74-70,76
Побеги 2 года	<u>0,017±0,001 (75,1%)</u>	<u>11,21±0,62 (81,8%)</u>	<u>28,81±1,58 (880,4%)</u>
	0,013-0,034	5,67-20,65	6,66-64,78
Побеги 3 года	<u>0,029±0,002 (13,4%)</u>	<u>18,71±1,09 (34,5%)</u>	<u>62,06±3,48 (1824,6%)</u>
	0,025-0,034	15,89-23,22	11,03-120,08

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4
Побеги 4 года	<u>0,050±0,003 (3,2%)</u> 0,048-0,052	<u>13,62±0,76 (92,8%)</u> 2,15-18,30	<u>51,93±2,80 (3313,0%)</u> 9,75-106,22
Побеги 5-7 лет	<u>0,082±0,005 (2,7%)</u> 0,079-0,084	<u>20,43±1,18 (340,2%)</u> 5,18-38,38	<u>85,1±4,68 (11969,3%)</u> 10,11-270,68
Корка (с южной стороны)	<u>0,060±0,004 (82,0%)</u> 0,018-0,140	<u>11,86±0,69 (18,4%)</u> 9,35-14,14	<u>31,78±1,81(98,4%)</u> 18,06-93,05
Корка (с северной стороны)	<u>0,077±0,004 (147,2%)</u> 0,012-0,279	<u>15,77±0,85 (271,3%)</u> 8,16-40,00	<u>42,79±2,27 (11846,8%)</u> 14,48-100,60
Шишки	<u>0,015±0,001 (40,2%)</u> 0,010-0,025	<u>11,76±0,67 (417,0%)</u> 2,12-40,92	<u>17,73±0,90 (49,7%)</u> 12,61-25,00
Древесина	<u>0,096±0,005 (40,3%)</u> 0,061-0,151	<u>18,39±0,94 (132,6%)</u> 5,14-28,70	<u>70,05±4,13 (588,8%)</u> 47,00-106,78
Среднее по сосне	<u>0,044±0,003 (49,1%)</u> 0,001-0,279	<u>14,57±0,81 (149,2%)</u> 2,12-40,92	<u>76,23±4,35 (4235,45 %)</u> 6,66-341,60

Примечание - в таблицах 16, 18, 20, 22, 26, 27, 29-31 в числителе - $\bar{x} \pm m \bar{x}$ (Cv, %), в знаменателе - min-max.

Таблица 18 - Среднее содержание тяжелых металлов в *Pinus sylvestris L.* по пунктам отбора, мг/кг сухого вещества

Пункты отбора проб	Cu	Zn	Pb	Cd
В районе с. Бегень, n = 30	<u>2,60±0,15 (38,9)</u> 1,44-4,52	<u>31,23±1,75 (85,9)</u> 12,22-40,58	<u>2,70 ±0,12 (29,6)</u> 0,92-5,51	<u>0,058±0,002 (15,8)</u> 0,008 - 0,184
В районе с. Бегень, n = 10 (горельник 2007 г.)	<u>2,51±0,14 (40,6)</u> 1,10-4,64	<u>21,82±1,22 (126,4)</u> 8,45-36,36	<u>2,30±0,11 (49,7)</u> 0,67-5,11	<u>0,029±0,002 (122,7)</u> 0,008-0,057
В районе с. Долонь, n = 30	<u>2,35±0,15 (100,9)</u> 0,28-7,06	<u>27,82±1,50 (277,7)</u> 3,00-46,85	<u>1,75±0,11 (45,3)</u> 0,25-5,00	<u>0,046± 0,003 (219,0)</u> Сл. - 0,112
В районе с. Сосновка, n = 35	<u>3,07±0,17 (59,4)</u> 0,66-6,55	<u>27,89±1,56 (350,3)</u> 7,11-67,47	<u>6,10±0,34 (179,2)</u> 0,24-53,50	<u>0,057±0,005 (80,1)</u> 0,029 - 0,078
В районе г. Семей, n = 40	<u>2,94±0,18 (48,7)</u> 0,58-5,00	<u>29,04±1,63 (138,5)</u> 9,91-40,61	<u>3,00±0,18 (48,2)</u> 0,28-9,66	<u>0,147±0,006 (102,4)</u> 0,009 - 0,369
Бородулихинский район, n = 30	<u>2,77±0,15 (23,9)</u> 1,68-3,86	<u>15,80±1,45 (235,0)</u> 3,00-25,11	<u>0,41±0,02 (3,2)</u> 0,18-3,56	<u>0,026±0,001 (58,0)</u> 0,005 - 0,092
Среднее	<u>2,71±0,16 (52,0)</u> 0,28-7,06	<u>25,60±1,52 (202,3)</u> 3,00-67,47	<u>2,71±0,146 (59,2)</u> 0,18-9,66	<u>0,061±0,003 (99,7)</u> Сл.-0,369
Среднее содержание в зо- ле, мг/кг (n = 175)	<u>116,81±6,54 (2138,6)</u> 59,00-212,00	<u>1103,45±65,10(36,4)</u> 280,00-2310,00	<u>120,20±6,26(5078,7)</u> 9,80-340,00	<u>2,629±0,310 (50,0)</u> Сл. - 11,00

Пункты отбора проб	Co	Cr	Ni	V
В районе с. Бегень, n = 30	<u>0,21±0,01 (73,52)</u> 0,12-0,29	<u>1,03±0,06 (87,20)</u> 0,21-3,66	<u>0,92±0,05 (64,38)</u> 0,32-2,37	<u>0,84±0,05 (42,04)</u> 0,44-1,81
В районе с. Бегень, n = 10 (горельник 2007 г.)	<u>0,22±0,01 (76,21)</u> 0,08-0,66	<u>1,47±0,08 (76,00)</u> 0,10-3,11	<u>0,96±0,05 (83,97)</u> 0,23-1,48	<u>1,00±0,06 (72,28)</u> 0,29-2,91
В районе с. Долонь, n = 30	<u>0,16±0,01 (77,63)</u> Сл.-0,19	<u>0,88±0,05 (65,61)</u> 0,07-2,18	<u>0,57±0,03 (65,78)</u> 0,10-1,34	<u>0,62±0,03 (69,00)</u> Сл.-1,46
В районе с. Сосновка, n = 35	<u>0,18±0,01 (78,51)</u> 0,06-0,25	<u>1,14±0,06 (87,06)</u> 0,17-4,15	<u>1,06±0,06 (82,45)</u> 0,18-3,35	<u>0,88±0,05 (39,49)</u> 0,34-1,33
В районе г. Семей, n = 40	<u>0,22±0,01 (77,36)</u> 0,02-0,35	<u>1,15±0,07 (74,51)</u> 0,36-3,45	<u>1,12±0,06 (45,61)</u> 0,32-2,45	<u>1,09±0,06 (71,06)</u> 0,42-3,15
Бородулихинский район, n = 30	<u>0,16±0,01 (92,23)</u> Сл. – 0,43	<u>0,97±0,06 (20,02)</u> 0,12-1,98	<u>0,89±0,05 (56,21)</u> 0,21-1,56	<u>0,85±0,05 (76,93)</u> 0,11-2,13
Среднее	<u>0,19±0,01 (79,2%)</u> Сл. – 0,66	<u>1,10±0,06 (68,40)</u> 0,07-4,51	<u>0,92±0,05 (66,40)</u> 0,10-3,35	<u>0,88±0,05 (61,80)</u> Сл.-3,15
Среднее содержание в золе, мг/кг (n=175)	<u>8,36±0,48 (58,31)</u> Сл. – 17,00	<u>47,41±2,80 (926,19)</u> 6,90-150,00	<u>39,66±3,57 (647,89)</u> 11,00-132,00	<u>37,93±2,20 (222,51)</u> Сл. – 73,00

Продолжение таблицы 18

Пункты отбора проб	Be	Sr	Mn
В районе с. Бегень, n = 30	<u>0,048±0,002 (9,3)</u> 0,012-0,034	<u>11,87±0,68 (80,0)</u> 2,82-25,40	<u>64,62±3,75 (7960,2)</u> 6,93-219,22
В районе с. Бегень, n = 10 (горельник 2007 г.)	<u>0,056±0,006 (25,0)</u> 0,013-0,179	<u>10,04±0,59 (66,1)</u> 3,00-17,89	<u>55,02±3,03 (1732,1)</u> 6,66-120,23
В районе с. Долонь, n = 30	<u>0,028±0,007 (70,1)</u> 0,001-0,038	<u>12,98±0,73 (115,9)</u> 2,15-25,33	<u>69,65±4,11 (4345,1)</u> 9,75-236,65
В районе с. Сосновка, n = 35	<u>0,066±0,019 (69,2)</u> 0,010-0,279	<u>20,34±1,18 (168,8)</u> 5,13-40,92	<u>76,05±4,49 (5239,1)</u> 11,34-270,68
В районе г. Семей, n = 40	<u>0,039±0,003 (23,0)</u> 0,020-0,073	<u>16,03±0,93 (217,8)</u> 2,12-40,00	<u>115,79±6,72 (5127,1)</u> 17,25-302,28
Бородулихинский район, n = 30	<u>0,027±0,011 (98,2)</u> 0,008-0,065	<u>16,16±0,94 (246,6)</u> 3,52-25,36	<u>76,25±4,00 (1009,1)</u> 15,25-259,78
Среднее	<u>0,044±0,008 (49,1)</u> 0,001-0,279	<u>14,57±0,81 (149,2)</u> 2,12-40,92	<u>76,23±4,35 (4235,5)</u> 6,66-341,60
Среднее содержание в золе, мг/кг (n = 175)	<u>2,009±0,485 (185,3)</u> 0,400-15,000	<u>628,02±36,43 (176,8)</u> 150,00-1650,00	<u>3285,78±190,57 (196,0)</u> 1100,00-14000,00

Таблица 19 - Показатели биогеохимического круговорота тяжелых металлов древостоем *Pinus sylvestris L.* в зависимости от местопроизрастания, т/га

Эле- мент	Местопроизрастания <i>Pinus sylvestris L.</i>				
	В районе с. Бегень	В районе с. Долонь	В районе с. Сосновка	В районе г. Семей	Бородулихинский район
	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
1	2	3	4	5	6
Cu	0,11/0,12	0,10/0,11	0,13/0,14	0,12/0,14	0,12/0,13
Zn	1,31/1,46	1,16/1,30	1,17/1,31	1,22/1,36	0,66/0,74
Pb	0,11/0,13	0,07/0,08	0,26/0,29	0,13/0,14	0,02/0,02
Cd	0,0024/0,0027	0,0019/0,0022	0,0024/0,0022	0,0062/0,0069	0,0011/0,0012
Co	0,0088/0,0098	0,0067/0,0075	0,0075/0,0084	0,0092/0,010	0,0067/0,0075
Cr	0,043/0,048	0,037/0,041	0,048/0,053	0,048/0,053	0,040/0,045
Ni	0,039/0,043	0,024/0,029	0,044/0,050	0,047/0,052	0,037/0,042

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6
V	0,035/0,039	0,026/0,029	0,037/0,041	0,046/0,051	0,036/0,040
Be	0,002/0,013	0,001/0,008	0,003/0,018	0,002/0,011	0,001/0,007
Sr	0,50/0,56	0,54/0,61	0,85/0,95	0,67/0,75	0,68/0,76
Mn	2,70/3,03	2,91/3,26	3,18/3,56	4,85/5,43	3,19/3,57
Класс бонитета	III- IV	II-IV	II-IV	IV-V	II-IV
Класс жизненности по Крафту	I – 35%, II – 45%, III – 20%.	I – 37%, II – 43%, III – 20%.	I – 45%, II – 37%, III – 18%.	I – 15%, II – 30%, III – 55%.	I – 55%, II – 35%, III – 10%.

Примечание - масса тяжелых металлов, вовлеченных в биогеохимический круговорот с учетом индекса разложения фитомассы: 1 – фитомассой надземной части дерева; 2 – фитомассой древостоя

Таблица 20 - Содержание тяжелых металлов в органах и тканях *Populus tremula L.* и *Betula pendula Roth.*, мг/кг

Элемент	Осина обыкновенная (<i>Populus tremula L.</i>), n=20			
	листья	побеги	корка	
			север	юг
1	2	3	4	5
Cu	<u>8,78±0,5 (51,8)</u>	<u>4,25±0,2 (28,1)</u>	<u>3,24±0,2(40,8)</u>	<u>2,33±0,1(64,0)</u>
	4,78-11,16	3,06-5,41	2,11-4,58	0,92-3,77
Zn	<u>99,61±5,6(63,5)</u>	<u>73,33±4,1 (23,5)</u>	<u>86,34±4,8 (62,7)</u>	<u>70,22±3,9 (66,8)</u>
	72,02-151,84	69,78-77,22	41,74-135,52	50,56-94,22
Pb	<u>2,91±0,2 (91,3)</u>	<u>4,22±0,2 (51,3)</u>	<u>4,44±0,2 (62,3)</u>	<u>3,53±0,2 (42,1)</u>
	0,51-5,45	1,42-7,12	4,45-6,24	2,73-4,32
Cd	<u>0,26±0,01 (54,4)</u>	<u>0,25±0,01 (45,6)</u>	<u>0,39±0,13 (57,6)</u>	<u>0,31±0,02 (61,2)</u>
	0,17-0,34	0,09-0,51	0,25-0,59	0,19-0,47
Co	<u>1,88±0,1(44,3)</u>	<u>0,61±0,03 (41,2)</u>	<u>0,54±0,03 (51,8)</u>	<u>0,41±0,02 (84,8)</u>
	0,69-2,70	0,51-0,72	0,31-0,85	0,13-0,68
Cr	<u>0,91±0,05 (23,1)</u>	<u>0,41±0,02 (15,6)</u>	<u>0,49±0,03 (136,5)</u>	<u>0,24±0,02 (115,3)</u>
	0,85-0,97	0,31-0,54	0,08-1,08	0,06-0,87

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4	5
Ni	<u>2,56±0,14 (35,6)</u> 1,86-3,64	<u>0,97±0,05 (16,8)</u> 0,68-1,36	<u>0,72±0,04 (68,7)</u> 0,65-1,16	<u>0,68±0,04 (48,7)</u> 0,53-0,93
V	<u>1,01±0,06 (76,3)</u> 0,59-1,56	<u>1,01±0,06 (65,3)</u> 0,95-1,12	<u>1,25±0,07 (65,2)</u> 0,60-1,85	<u>1,22±0,07 (46,8)</u> 0,81-1,49
Be	<u>0,06±0,003 (46,8)</u> 0,03-0,08	<u>0,06±0,003(36,8)</u> 0,04-0,08	<u>0,04±0,002(17,6)</u> 0,02-0,05	<u>0,04±0,002(41,1)</u> 0,03-0,05
Sr	<u>56,37±3,16 (62,2)</u> 40,65-74,49	<u>71,86±4,02 (54,4)</u> 42,55-102,12	<u>101,29±5,67 (62,8)</u> 39,75-135,52	<u>85,48±4,79 (50,8)</u> 51,84-103,54
Mn	<u>141,46±7,92(121,5)</u> 72,35-268,32	<u>56,57±3,17 (52,2)</u> 31,23-82,58	<u>36,28±3,71 (66,8)</u> 21,08-89,48	<u>31,63±1,77 (36,7)</u> 26,18-38,50

Продолжение таблицы 20

Элемент	Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.), n=10		Среднее содержание в золе деревьев
	листья	побеги	
6	7	8	9
Cu	<u>6,87±0,4 (48,6)</u> 5,41-8,24	<u>3,64±0,2 (54,2)</u> 2,12-5,28	<u>76,69±4,3 (1994,7)</u> 29,0-162,0
Zn	<u>84,22±4,7 (42,2)</u> 78,89-88,56	<u>63,67±3,6 (48,6)</u> 58,66-70,32	<u>1360,0±78,9 (35,75)</u> 1300,0-2780,0
Pb	<u>3,85±0,2 (45,5)</u> 2,15-5,25	<u>2,67±0,2 (32,3)</u> 2,01-3,89	<u>63,62±3,7 (871,07)</u> 22,0-116,0
Cd	<u>0,14±0,008 (23,8)</u> 0,10-0,21	<u>0,009±0,0005 (21,5)</u> 0,007-0,012	<u>4,54±0,25 (52,25)</u> 1,4-7,6
Co	<u>0,38±0,02 (47,8)</u> 0,25-0,57	<u>0,23±0,01 (62,1)</u> 0,15-0,38	<u>10,97±0,6 (1070,7)</u> 4,0-26,0
Cr	<u>1,04±0,06 (51,3)</u> 0,08-1,12	<u>0,80±0,04 (41,1)</u> 0,55-0,93	<u>11,25±0,7 (150,2)</u> 1,0-35,0
Ni	<u>4,60±0,26 (26,6)</u> 3,81-4,95	<u>1,49±0,08 (42,3)</u> 1,12-1,68	<u>25,05±1,5 (1786,7)</u> 8,4-65,0

Продолжение таблицы 20

6	7	8	9
V	<u>1,17±0,06 (18,9)</u> 1,08-1,26	<u>0,53±0,03 (16,3)</u> 0,48-0,68	<u>17,92±1,0 (66,5)</u> 7,0-24,0
Be	<u>0,12±0,007(25,4)</u> 0,08-0,17	<u>0,02±0,001(10,8)</u> 0,01-0,34	<u>0,84±0,05 (19,6)</u> 0,50-1,86
Sr	<u>44,06±2,47 (58,9)</u> 36,65-45,87	<u>30,69±1,72 (36,6)</u> 28,56-36,54	<u>1185,0±68,7 (39,0)</u> 490,0-1760,0
Mn	<u>191,16±10,70(51,4)</u> 158,23-211,23	<u>27,48±1,54 (41,1)</u> 25,54-36,87	<u>1270,0±73,7 (74,2)</u> 340,0-2950,0

Таблица 22 - Содержание тяжелых металлов в листьях кустарниковых растений, мг/кг

Элемент	Ива прутовидная (<i>Salix viminalis</i> L.), n = 15	Калина обыкновенная (<i>Viburnum opulus</i> L.), n = 15	Шиповник коричный (<i>Rosa cinnamomea</i> L.), n = 15	Боярышник обыкновенный (<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC.), n = 15	Карагана низкорослая (<i>Caragana pumila</i> Pojark.), n = 15
1	2	3	4	5	6
Cu	<u>6,76±0,5 (54,7)</u> 4,56-10,18	<u>4,32±0,2 (18,1)</u> 3,66-5,11	<u>1,13±0,1(34,0)</u> 0,88-2,27	<u>2,34±0,2(43,8)</u> 2,01-4,66	<u>2,24±0,2 (64,1)</u> 1,12-4,48
Zn	<u>85,61±5,6(61,5)</u> 70,02-131,32	<u>53,53±4,5 (25,5)</u> 29,58-67,62	<u>64,34±4,2 (72,6)</u> 51,54-115,52	<u>64,23±3,5 (65,8)</u> 55,56-88,22	<u>44,67±3,4 (44,4)</u> 28,62-65,34
Pb	<u>1,56±0,2 (74,3)</u> 0,31-2,95	<u>1,12±0,1 (52,2)</u> 0,42-3,13	<u>1,41±0,1(74,3)</u> 0,45-2,24	<u>2,23±0,2 (22,1)</u> 1,13-3,02	<u>1,61±0,1 (31,1)</u> 1,01-3,29
Cd	<u>0,18±0,01 (34,4)</u> 0,11-0,36	<u>0,15±0,01 (55,5)</u> 0,07-0,41	<u>0,11±0,10 (50,6)</u> 0,05-0,39	<u>0,13±0,01 (51,5)</u> 0,09-0,38	<u>0,004±0,0001 (18,5)</u> 0,001-0,010
Co	<u>1,54±0,1(42,3)</u> 0,69-2,70	<u>0,41±0,02 (33,2)</u> 0,21-0,52	<u>0,34±0,02 (41,4)</u> 0,21-0,66	<u>0,36±0,01(66,5)</u> 0,13-0,57	<u>0,13±0,01 (22,5)</u> 0,05-0,22

Продолжение таблицы 22

1	2	3	4	5	6
Cr	<u>0,61±0,05 (33,1)</u> 0,25-0,87	<u>0,33±0,02 (13,6)</u> 0,29-0,58	<u>0,36±0,01 (101,1)</u> 0,18-0,98	<u>0,24±0,02 (108,0)</u> 0,06-0,76	<u>0,63±0,03 (31,3)</u> 0,35-0,88
Ni	<u>1,66±0,14 (38,6)</u> 0,86-3,24	<u>0,87±0,04 (19,7)</u> 0,78-1,16	<u>0,52±0,02 (39,7)</u> 0,25-0,96	<u>0,53±0,03 (43,7)</u> 0,33-0,86	<u>1,25±0,04 (52,2)</u> 1,02-1,57
V	<u>0,91±0,06 (79,2)</u> 0,69-1,86	<u>0,81±0,05 (55,3)</u> 0,55-1,12	<u>0,77±0,06 (66,6)</u> 0,61-0,98	<u>0,42±0,05 (56,8)</u> 0,21-1,09	<u>0,17±0,05 (15,9)</u> 0,08-0,26
Be	<u>0,04±0,003 (44,8)</u> 0,01-0,07	<u>0,06±0,002 (32,2)</u> 0,04-0,09	<u>0,03±0,001 (19,8)</u> 0,02-0,06	<u>0,03±0,001 (21,5)</u> 0,02-0,05	<u>0,12±0,005(21,4)</u> 0,08-0,14
Mn	<u>122,42±7,22 (111,2)</u> 75,38-188,82	<u>48,58±3,80 (50,8)</u> 33,53-77,57	<u>27,73±1,17 (31,7)</u> 16,18-31,50	<u>56,58±3,51 (65,8)</u> 25,08-109,08	<u>55,16±10,40(54,4)</u> 38,03-89,23
Sr	<u>46,34±3,12 (52,5)</u> 35,65-64,66	<u>51,56±3,12 (51,7)</u> 47,75-92,19	<u>90,00±5,27 (42,9)</u> 69,65-125,82	<u>75,47±4,49 (54,4)</u> 54,54-93,94	<u>34,36±2,07 (50,9)</u> 30,05-42,82

Таблица 23 - Регрессионные связи между содержанием тяжелых металлов в изученных органах и тканях сосны обыкновенной и валовым содержанием и различными их форм в верхнем горизонте почвы на глубине 0-30 см, n=312

Эле- мент	Регрессионные связи			
	Валовое содержание	Кислоторастворимая форма	Обменная форма	Водорастворимая форма
1	2	3	4	5
Cu	$y = -3,0377x + 17,772$ $R^2 = 0,2717$	$y = -0,1085x + 0,6502$ $R^2 = 0,0492$	$y = -0,0133x + 0,0905$ $R^2 = 0,0386$	$y = -0,0011x + 0,0074$ $R^2 = 0,1433$
Zn	$y = 0,965x + 25,376$ $R^2 = 0,0516$	$y = 0,2848x - 5,4821$ $R^2 = 0,5529$	$y = 0,1109x - 2,2549$ $R^2 = 0,5448$	$y = 0,0047x - 0,0587$ $R^2 = 0,2634$
Pb	$y = -0,6948x + 22,305$ $R^2 = 0,0414$	$y = 0,0949x + 0,5873$ $R^2 = 0,2189$	$y = 0,0124x + 0,1326$ $R^2 = 0,0461$	$y = -0,0002x + 0,0058$ $R^2 = 0,3177$
Cd	$y = 2,2792x - 0,0088$ $R^2 = 0,2868$	$y = -0,2185x + 0,0499$ $R^2 = 0,4272$	$y = 0,0009x + 0,005$ $R^2 = 0,9356$	$y = 0,094x - 0,0023$ $R^2 = 0,9356$
Co	$y = -2,1181x + 6,2994$ $R^2 = 0,0055$	$y = -2,7222x + 0,705$ $R^2 = 0,9477$	$y = -0,375x + 0,1363$ $R^2 = 0,1406$	$y = -0,8868x + 0,2222$ $R^2 = 0,1408$
Cr	$y = 1,2666x + 18,5$ $R^2 = 0,0538$	$y = 0,1092x + 0,0872$ $R^2 = 0,0045$	$y = 0,0172x + 0,0361$ $R^2 = 0,2379$	$y = -0,0002x + 0,0193$ $R^2 = 0,0012$

Продолжение таблицы 23

1	2	3	4	5
Ni	$y = 2,2096x + 11,334$ $R^2 = 0,0305$	$y = 0,5006x - 0,2726$ $R^2 = 0,307$	$y = 0,0009x + 0,0479$ $R^2 = 0,0238$	$y = 7E-06x + 0,01$ $R^2 = 0,0002$
V	$y = -18,864x + 56,959$ $R^2 = 0,4438$	$y = 0,1346x + 0,1188$ $R^2 = 0,0992$	$y = 0,0049x + 0,0449$ $R^2 = 0,6361$	$y = 0,0049x + 0,045$ $R^2 = 0,8239$
Be	$y = -5,4323x + 2,1$ $R^2 = 0,0636$	$y = -3,8897x + 0,2009$ $R^2 = 0,5581$	$y = -0,4306x + 0,0432$ $R^2 = 0,2164$	$y = -0,4896x + 0,0437$ $R^2 = 0,307$
Sr	$y = -2,3275x + 141,49$ $R^2 = 0,9196$	$y = 0,0639x + 0,3251$ $R^2 = 0,4112$	$y = 0,0449x + 0,3086$ $R^2 = 0,4591$	$y = -0,0005x + 0,1124$ $R^2 = 0,003$
Mn	$y = -0,2215x + 405,77$ $R^2 = 0,1062$	$y = -0,0699x + 28,893$ $R^2 = 0,7387$	$y = 0,0184x + 6,2141$ $R^2 = 0,0104$	$y = 0,0038x + 0,0638$ $R^2 = 0,323$

Примечание - в уравнении регрессии x – содержание в органах и тканях сосны обыкновенной, y – содержание в почве; R^2 – достоверность регрессионной зависимости.

Таблица 24 - Корреляционные связи между содержанием тяжелых металлов в изученных органах и тканях сосны обыкновенной и их валовым содержанием и различных форм в верхнем горизонте почвы на глубине 0-30 см

Корреляционные связи	Cu	Zn	Pb	Cd	Co	Cr
Валовое содержание, n=78	<u>-0,52±0,36</u> 1,4	<u>0,23±0,2</u> 1,15	<u>-0,2±0,3</u> 0,7	<u>0,54±0,22</u> 2,45	<u>-0,07±0,3</u> 0,02	<u>0,23±0,3</u> 0,8
Кислоторастворимая форма, n=78	<u>-0,22±0,3</u> 0,7	<u>0,74±0,14</u> 5,3	<u>0,47±0,24</u> 2,0	<u>-0,65±0,18</u> 3,61	<u>-0,97±0,02</u> 48,5	<u>0,07±0,3</u> 0,02
Обменная форма, n=78	<u>-0,2±0,3</u> 0,7	<u>0,73±0,15</u> 4,9	<u>0,21±0,3</u> 0,7	<u>0,97±0,02</u> 48,5	<u>-0,38±0,27</u> 1,4	<u>0,49±0,24</u> 2,0
Водорастворимая форма, n=78	<u>-0,33±0,28</u> 1,2	<u>0,51±0,23</u> 2,2	<u>-0,56±0,22</u> 2,55	<u>0,97±0,02</u> 48,5	<u>-0,38±0,27</u> 1,4	<u>-0,03±0,3</u> 0,1

Продолжение таблицы 24

Корреляционные связи	Ni	V	Be	Sr	Mn
Валовое содержание, n=78	$\frac{0,17 \pm 0,3}{0,6}$	$\frac{-0,67 \pm 0,17}{3,9}$	$\frac{-0,25 \pm 0,22}{1,14}$	$\frac{-0,96 \pm 0,03}{32,0}$	$\frac{-0,31 \pm 0,28}{1,1}$
Кислоторастворимая форма, n=78	$\frac{0,55 \pm 0,22}{2,5}$	$\frac{0,32 \pm 0,28}{1,1}$	$\frac{-0,89 \pm 0,05}{17,8}$	$\frac{0,64 \pm 0,18}{3,6}$	$\frac{-0,86 \pm 0,08}{10,75}$
Обменная форма, n=78	$\frac{0,15 \pm 0,3}{0,5}$	$\frac{0,8 \pm 0,11}{7,3}$	$\frac{-0,47 \pm 0,18}{2,6}$	$\frac{0,68 \pm 0,17}{4,0}$	$\frac{0,10 \pm 0,31}{0,3}$
Водорастворимая форма, n=78	$\frac{0,02 \pm 0,3}{0,07}$	$\frac{0,91 \pm 0,05}{18,2}$	$\frac{-0,55 \pm 0,16}{3,44}$	$\frac{-0,05 \pm 0,3}{0,2}$	$\frac{0,57 \pm 0,21}{2,7}$

Примечание - корреляционная зависимость: в числителе коэффициент корреляции и его ошибка, в знаменателе – достоверность коэффициента корреляции.

Приложение М
(обязательное)

Таблица 25 - Коэффициенты накопления тяжелых металлов древесными и кустарниковыми растениями

Растение	Cu	Zn	Pb	Cd
Сосна обыкновенная, n = 175 (<i>Pinus sylvestris L.</i>)	<u>8,2/57,7/542,0</u> 0,3	<u>11,96/35,1/320,0</u> 0,4	<u>3,4/19,4/54,2</u> 0,1	<u>1,9/10,2/10,2</u> 0,4
Осина обыкновенная (<i>Populus tremula L.</i>), n = 20	<u>14,1/98,9/930,0</u> 0,4	<u>38,5/112,8/1029,0</u> 1,3	4,7/27,0/75,6 0,2	<u>9,4/50,0/50,0</u> 1,8
Береза повислая (<i>Betula pendula Roth.</i>), n = 10	<u>15,9/111,9/1052,0</u> 0,5	<u>34,6/101,3/924,4</u> 1,2	<u>4,1/23,3/65,2</u> 0,1	<u>2,3/12,5/12,5</u> 0,4
Ива прутовидная (<i>Salix viminalis L.</i>), n = 15	<u>20,5/143,8/1352,0</u> 0,6	<u>40,0/117,3/1070,1</u> 1,4	<u>2,0/11,1/31,2</u> 0,07	<u>5,6/30,0/30,0</u> 1,1
Калина обыкновенная (<i>Viburnum opulus L.</i>), n = 15	<u>13,1/19,9/81464,0</u> 0,4	<u>25,0/73,3/669,1</u> 0,9	<u>1,4/8,0/22,4</u> 0,05	<u>4,7/25,0/25,0</u> 0,9
Шиповник коричный (<i>Rosa cinnamomea L.</i>), n = 15	<u>3,4/24,0/226,0</u> 0,1	<u>30,1/88,1/804,3</u> 1,0	<u>1,8/10,1/28,2</u> 0,06	<u>3,4/18,3/18,3</u> 0,7
Боярышник обыкновенный, n = 15 (<i>Crataegus laevigata (Poir.) DC.</i>)	<u>7,1/49,8/468,0</u> 0,2	<u>30,0/88,0/802,9</u> 1,0	<u>2,8/15,9/44,6</u> 0,1	<u>4,1/21,7/21,7</u> 0,8
Карагана низкорослая (<i>Caragana pumila Pojark.</i>), n = 15	<u>6,8/47,7/448,0</u> 0,2	<u>20,9/61,2/558,4</u> 0,7	<u>2,0/11,5/32,2</u> 0,07	<u>0,1/0,7/0,7</u> 0,02

Продолжение таблицы 25

Растение	Co	Cr	Ni	V
Сосна обыкновенная, n = 175 (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	<u>1,5/3,6/10,0</u> 0,04	<u>11,0/18,3/55,0</u> 0,06	<u>6,1/18,4/92,0</u> 0,06	<u>3,7/17,6/17,6</u> 0,02
Осина обыкновенная (<i>Populus tremula</i> L.), n = 20	<u>6,7/16,2/45,3</u> 0,2	<u>5,6/9,3/28,0</u> 0,03	<u>8,2/24,6/123,0</u> 0,09	<u>4,7/22,4/22,4</u> 0,03
Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.), n = 10	<u>2,4/5,8/16,3</u> 0,06	<u>9,2/15,3/46,0</u> 0,05	<u>20,3/61,0/305,0</u> 0,2	<u>3,5/17,0/17,0</u> 0,02
Ива прутовидная (<i>Salix viminalis</i> L.), n = 15	<u>11,9/29,1/81,1</u> 0,3	<u>6,1/10,2/30,5</u> 0,03	<u>11,1/33,2/166,0</u> 0,1	<u>3,8/18,2/18,2</u> 0,02
Калина обыкновенная (<i>Viburnum opulus</i> L.), n = 15	<u>3,2/7,7/21,6</u> 0,08	<u>3,3/5,5/30,5/</u> 0,03	<u>5,8/17,4/87,0</u> 0,06	<u>3,4/16,2/16,2</u> 0,02
Шиповник коричный (<i>Rosa cinnamomea</i> L.), n = 15	<u>2,6/6,4/17,9</u> 0,06	<u>3,6/6,0/18,0</u> 0,02	<u>3,5/10,4/52,0</u> 0,04	<u>3,2/15,4/15,4</u> 0,02
Боярышник обыкновенный, n = 15 (<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC.)	<u>2,8/6,8/18,9</u> 0,07	<u>2,4/4,0/12,0</u> 0,01	<u>3,5/10,6/53,0</u> 0,04	<u>1,8/8,4/8,4</u> 0,01
Карагана низкорослая (<i>Caragana pumila</i> Pojark.), n = 15	<u>1,0/2,5/6,8</u> 0,02	<u>6,3/10,5/31,5</u> 0,03	<u>8,3/25,0/25,0</u> 0,09	<u>0,7/3,4/3,4</u> 0,04

Растение	Be	Mn	Sr
Сосна обыкновенная, n = 175 (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	<u>0,9/1,7/1,8</u> 0,02	<u>0,6/2,4/44,2</u> 0,03	<u>66,9/86,63/693,0</u> 0,7
Осина обыкновенная (<i>Populus tremula</i> L.), n = 20	<u>5,0/0,7/10,0</u> 0,03	<u>3,2/17,7/224,2</u> 0,2	<u>69,1/89,5/715,9</u> 0,7
Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.), n = 10	<u>7,0/1,0/14,0</u> 0,04	<u>4,7/17,8/331,3</u> 0,3	<u>32,8/42,5/339,8</u> 0,3
Ива прутовидная (<i>Salix viminalis</i> L.), n = 15	<u>4,0/0,6/8,0</u> 0,02	<u>5,3/19,8/37,1</u> 0,3	<u>40,6/52,7/421,3</u> 0,4
Калина обыкновенная (<i>Viburnum opulus</i> L.), n = 15	<u>6,0/0,8/12,0</u> 0,03	<u>2,1/7,9/147,2</u> 0,1	<u>45,2/58,6/468,7</u> 0,5
Шиповник коричный (<i>Rosa cinnamomea</i> L.), n = 15	<u>3,0/0,4/6,0</u> 0,02	<u>1,2/4,5/84,0</u> 0,07	<u>78,9/102,3/818,2</u> 0,8
Боярышник обыкновенный, n = 15 (<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC.)	<u>3,0/0,4/6,0</u> 0,02	<u>2,4/9,2/171,5</u> 0,1	<u>66,2/85,8/686,1</u> 0,7
Карагана низкорослая (<i>Caragana pumila</i> Pojark.), n = 15	<u>12,0/1,7/24,0</u> 0,06	<u>2,4/8,9/167,2</u> 0,1	<u>30,1/39,0/312,4</u> 0,3

Примечание - в числителе через дробь Кн относительно кислоторастворимой, обменной и водорастворимой форм;
в знаменателе – относительно валового содержания

Приложение Н
(обязательное)

Таблица 26 - Содержание тяжелых металлов в травянистых растениях по пунктам отбора, мг/кг сухого вещества

Пункты отбора	Cu	Zn	Pb	Cd
В районе с. Бегень, n = 90	<u>5,54±0,4 (51,6)</u> 3,21-14,02	<u>50,03±3,2 (19289,3)</u> 12,90-156,56	<u>4,00±0,2 (53,0)</u> 1,26-8,21	<u>0,121±0,007 (169,1)</u> 0,003-0,983
В районе с. Бегень, n = 45 (горельник 2007 г.)	<u>4,17±0,3 (62,9)</u> 2,48-9,17	<u>32,05±1,9 (731,9)</u> 10,63-74,87	<u>3,21±0,2 (58,8)</u> 1,61-6,57	<u>0,084±0,005 (278,6)</u> 0,015-0,197
В районе с. Сосновка, n = 108	<u>5,34±0,4 (91,7)</u> 0,72-24,24	<u>31,01±2,1 (1080,1)</u> 0,65-190,92	<u>2,17±0,1 (147,7)</u> 0,27-13,82	<u>0,162±0,010 (118,6)</u> сл.-0,663
В районе г. Семей, n = 120	<u>4,59±0,4 (208,2)</u> 0,76-31,09	<u>34,03±1,9 (532,5)</u> 5,23-241,47	<u>4,12±0,3 (141,8)</u> 0,88-24,07	<u>0,187±0,011(184,5)</u> сл.-2,173
В Бородулихинском рай- оне, n = 54	<u>7,17±0,5 (29,2)</u> 4,62-10,80	<u>34,12±2,2 (414,7)</u> 12,24-59,51	<u>3,37±0,2 (173,0)</u> 0,31-16,18	<u>0,152±0,009 (223,6)</u> сл.-1,148
Среднее, n = 417	<u>5,41±0,4 (88,7)</u> 0,72-31,09	<u>36,25±2,3 (4631,3)</u> 0,65-190,92	<u>3,37±0,2 (119,3)</u> 0,27-24,07	<u>0,141±0,008 (194,9)</u> сл.-2,410

Продолжение таблицы 26

Пункты отбора	Co	Cr	Ni	V
В районе с. Бегень, n = 90	<u>0,820±0,05 (73,7)</u> 0,151-2,427	<u>1,94±0,14 (78,4)</u> 0,24-7,52	<u>3,00±0,2 (47,9)</u> 1,11-7,45	<u>4,98±0,3 (84,9)</u> 0,41-13,35
В районе с. Бегень, n = 45 (горельник 2007 г.)	<u>0,607±0,04 (87,7)</u> 0,093-1,442	<u>1,92±0,14 (79,5)</u> 0,48-3,61	<u>2,28±0,2 (27,5)</u> 2,16-3,97	<u>2,60±0,1 (83,5)</u> 0,56-5,23
В районе с. Сосновка, n = 108	<u>0,314±0,02 (148,1)</u> 0,014-2,530	<u>1,62±0,12 (274,9)</u> 0,21-31,98	<u>1,84±0,1 (100,5)</u> 0,02-10,98	<u>2,36±0,1 (96,8)</u> 0,13-9,04
В районе г. Семей, n = 120	<u>0,406±0,03 (165,5)</u> 0,040-1,544	<u>0,91±0,09 (102,9)</u> 0,10-6,04	<u>2,00±0,1 (113,2)</u> 0,07-12,78	<u>1,98±0,1 (102,6)</u> 0,25-6,73
В Бородулихинском районе, n = 54	<u>0,800±0,05 (86,8)</u> 0,174-2,397	<u>1,78±0,13 (97,2)</u> 0,34-7,01	<u>3,30±0,2 (61,7)</u> 0,86-7,19	<u>3,98±0,2 (121,5)</u> 0,52-10,70
Среднее, n = 417	<u>0,590±0,04 (112,5)</u> 0,010-3,210	<u>1,63±0,12 (126,4)</u> 0,09-31,98	<u>2,48±0,2 (70,2)</u> 0,06-12,78	<u>3,18±0,2 (97,9)</u> 0,12-13,87

Продолжение таблицы 26

Пункты отбора	Be	Sr	Mn
В районе с. Бегень, n = 90	<u>0,175±0,01 (273,7)</u> 0,039-0,495	<u>57,98±2,9 (363,4)</u> 7,6-145,8	<u>131,6±7,9 (1268,7)</u> 12,9-786,7
В районе с. Бегень, n = 45 (горельник 2007 г.)	<u>0,105±0,006 (137,7)</u> 0,032-0,125	<u>31,39±1,2 (358,5)</u> 9,1-32,5	<u>154,1±9,6 (959,5)</u> 24,2-574,5
В районе с. Сосновка, n = 108	<u>0,111±0,007 (1778,8)</u> 0,006-1,458	<u>49,05±2,4 (953,5)</u> 4,0-152,7	<u>130,1±8,2 (1163,9)</u> 20,0-610,9
В районе г. Семей, n = 120	<u>0,068±0,004 (455,5)</u> 0,015-0,302	<u>59,86±2,9 (843,2)</u> 11,0-147,3	<u>60,2±4,2 (652,6)</u> 10,5-312,4
В Бородулихинском районе, n = 54	<u>0,195±0,01 (346,8)</u> 0,015-0,694	<u>54,83±2,5 (454,7)</u> 19,6-86,5	<u>112,1±7,1 (887,8)</u> 32,7-337,5
Среднее, n = 417	<u>0,131±0,007 (598,5)</u> 0,006-0,526	<u>50,62±2,4 (594,7)</u> 4,00-152,74	<u>117,62±7,4 (986,5)</u> 12,36-786,69

Таблица 27 - Содержание тяжелых металлов в травянистых растениях из различных семейств, мг/кг сухого вещества

Семейства	Cu	Zn	Pb	Cd
Осоковые, n=9 (<i>Syperaceae J. St. Hill.</i>)	<u>6,48±0,4 (35,0)</u> 4,79-9,96	<u>39,10±2,3 (128,0)</u> 27,80-55,32	<u>2,75±0,2 (30,9)</u> 1,09-3,90	<u>0,079±0,005 (80,06)</u> 0,007-0,194
Мятликовые, n=33 (<i>Poaceae Burnett</i>)	<u>4,50±0,3 (105,2)</u> 0,72-18,14	<u>42,37±2,5 (2082,6)</u> 7,01-190,92	<u>4,60±0,3 (80,6)</u> 0,27-13,82	<u>0,395±0,008(144,61)</u> 0,003-2,410
Луковые, n=3 (<i>Alliaceae Borkh.</i>)	<u>6,63±0,4 (25,9)</u> 4,84-7,62	<u>41,57±2,4 (85,0)</u> 36,53-50,91	<u>3,35±0,2 (23,3)</u> 1,61-5,87	<u>0,032±0,002(77,62)</u> 0,009-0,062
Маревые, n=12 (<i>Chenopodiaceae Less.</i>)	<u>4,08±0,2 (66,9)</u> 1,98-7,64	<u>37,89±2,2 (958,7)</u> 20,41-82,13	<u>2,87±0,2 (62,6)</u> 1,64-6,30	<u>0,265±0,015(58,48)</u> 0,119-0,458
Гвоздичные, n=12 (<i>Caryophyllaceae Juzz.</i>)	<u>6,35±0,4 (58,8)</u> 0,99-12,88	<u>35,18±2,0 (473,2)</u> 8,10-59,51	<u>1,76±0,1 (85,4)</u> 0,31-3,94	<u>0,165±0,009(98,87)</u> 0,019-0,627
Лютиковые, n=15 (<i>Ranunculaceae Juzz.</i>)	<u>8,32±0,5 (90,4)</u> 2,55-24,24	<u>42,85±2,5 (547,7)</u> 13,73-77,60	<u>3,68±0,3 (82,7)</u> 1,54-16,18	<u>0,211±0,012(146,17)</u> сл.-0,471
Капустные (<i>Brassicaceae Burnett</i>), n=36	<u>2,65±0,2 (52,6)</u> 0,76-5,22	<u>21,60±1,3 (162,3)</u> 5,89-40,28	<u>4,58±0,3 (52,3)</u> 1,05-13,14	<u>0,134±0,008(56,35)</u> 0,024-0,164

Семейства	Cu	Zn	Pb	Cd
Розоцветные, n=21 (<i>Rosaceae</i> Juzz.)	<u>4,45±0,3 (41,6)</u> 2,39-6,25	<u>54,18±3,1 (988,2)</u> 28,80-80,69	<u>4,23±0,2 (110,2)</u> 0,72-8,01	<u>0,469±0,027(87,82)</u> 0,031-0,983
Бобовые, n=30 (<i>Leguminosae</i> Juss.)	<u>5,35±0,3 (35,2)</u> 4,11-9,28	<u>23,81±1,4 (118,5)</u> 11,89-36,40	<u>3,57±0,2 (77,6)</u> 1,79-5,71	<u>0,042±0,002(84,25)</u> 0,005-0,096
Зонтичные, n=12 (<i>Umbelliferae</i> Moris.)	<u>4,53±0,3 (41,3)</u> 2,59-6,29	<u>31,20±1,8 (202,5)</u> 16,72-40,56	<u>2,73±0,2 (29,6)</u> 1,80-4,36	<u>0,129±0,007(51,70)</u> 0,073-0,223
Астровые (<i>Asteraceae</i> Bercht. & <i>J. Presl</i>), n=132	<u>9,01±0,5 (628,6)</u> 0,99-31,09	<u>31,48±1,8 (351,6)</u> 0,65-68,58	<u>3,5±0,3 (564,6)</u> 0,29-24,07	<u>0,194±0,011(200,45)</u> 0,001-2,173
Ворсянковые, n=12 (<i>Dipsacaceae</i> Lindl.)	<u>4,42±0,3 (36,8)</u> 3,52-6,87	<u>30,32±1,8 (36,6)</u> 25,56-58,65	<u>3,11±0,2 (110,6)</u> 1,12-7,87	<u>0,035±0,002(16,31)</u> 0,025-0,040
Мареновые, n=12 (<i>Rubiaceae</i> Juzz.)	<u>5,83±0,3 (1,5)</u> 5,52-6,45	<u>42,66±2,5 (515,1)</u> 20,92-63,95	<u>5,32±0,3 (37,6)</u> 3,34-8,21	<u>0,063±0,004(182,38)</u> 0,005-0,235
Тутовые, n=12 (<i>Moraceae</i> Lindl.)	<u>4,35±0,3 (52,3)</u> 3,15-6,25	<u>28,65±1,7 (71,5)</u> 18,23-72,53	<u>2,75±0,2 (77,2)</u> 0,98-5,46	<u>0,033±0,002(23,86)</u> 0,024-0,051

Семейства	Cu	Zn	Pb	Cd
Хвощевые, n=6 (<i>Equisetaceae Rich.</i>)	<u>5,32±0,3 (26,8)</u> 3,25-6,58	<u>26,58±1,5 (48,9)</u> 20,54-56,34	<u>3,91±0,3 (56,6)</u> 2,28-6,58	<u>0,147±0,008(54,85)</u> 0,058-0,236
Заразиховые, n=6 (<i>Orobanchaceae Lindl.</i>)	<u>3,65±0,2 (36,7)</u> 1,26-5,24	<u>34,36±2,0 (65,7)</u> 28,65-69,56	<u>2,44±0,1 (68,7)</u> 1,18-5,69	<u>0,066±0,004(57,50)</u> 0,054-0,078
Норичниковые, n=36 (<i>Scrophulariaceae Lindl.</i>)	<u>7,16±0,4 (64,2)</u> 3,68-10,53	<u>32,36±1,9 (164,6)</u> 16,00-48,10	<u>2,02±0,1 (43,9)</u> 0,38-3,05	<u>0,047±0,003(73,71)</u> 0,001-0,092
Подорожниковые, n=48 (<i>Plantaginaceae Lindl.</i>)	<u>4,21±0,2 (62,3)</u> 2,58-15,26	<u>56,32±3,3 (123,2)</u> 36,54-121,36	<u>2,96±0,2 (120,9)</u> 1,58-9,28	<u>0,036±0,002(27,00)</u> 0,025-0,046
Спаржевые, n=6 (<i>Asparagaceae Juzz.</i>)	<u>6,60±0,3 (28,9)</u> 4,63-7,24	<u>41,60±2,2 (125,0)</u> 38,83-48,81	<u>3,20±0,2 (28,3)</u> 1,59-5,73	<u>0,030±0,002(79,57)</u> 0,009-0,056
Среднее для 19 семейств, n=417	<u>5,41±0,3 (81,2)</u> 0,72-31,09	<u>36,25±2,1 (395,8)</u> 0,65-190,92	<u>3,37±0,2 (95,3)</u> 0,27-24,07	<u>0,141±0,007 (84,56)</u> сл.-2,410

Семейства	Co	Cr	Ni	V
Осоковые, n=9 (<i>Syperaceae J. St. Hill.</i>)	<u>0,93±0,06 (60,6)</u> 0,06-2,40	<u>3,02±0,2 (197,05)</u> 1,25-7,00	<u>3,95±0,22 (48,0)</u> 1,75-7,19	<u>5,18±0,29 (106,6)</u> 1,19-10,70
Мятликовые, n=33 (<i>Poaceae Burnett</i>)	<u>0,59±0,04 (549,8)</u> 0,01-2,53	<u>3,63±0,2 (2168,8)</u> 0,09-31,98	<u>3,39±0,19 (291,0)</u> 0,02-10,98	<u>3,29±0,19 (156,0)</u> 0,13-9,04
Луковые, n=3 (<i>Alliaceae Borkh.</i>)	<u>1,05±0,06 (353,2)</u> 0,09-3,21	<u>3,44±0,22 (314,7)</u> 0,48-12,54	<u>3,85±0,22 (88,2)</u> 1,13-6,32	<u>6,07±0,33 (67,3)</u> 0,56-13,87
Маревые, n=12 (<i>Chenopodiaceae Less.</i>)	<u>0,20±0,01 (70,0)</u> 0,06-0,31	<u>0,67±0,04 (59,1)</u> 0,21-2,95	<u>0,77±0,05 (78,1)</u> 0,07-2,67	<u>0,89±0,05 (78,7)</u> 0,12-3,06
Гвоздичные, n=12 (<i>Caryophyllaceae Juzz.</i>)	<u>0,37±0,02 (124,3)</u> 0,04-1,18	<u>0,86±0,05 (91,1)</u> 0,21-1,58	<u>1,39±0,08 (92,6)</u> 0,06-3,22	<u>1,02±0,06 (85,1)</u> 0,13-2,79
Лютиковые, n=15 (<i>Ranunculaceae Juzz.</i>)	<u>0,46±0,03 (74,1)</u> 0,06-1,14	<u>1,52±0,09 (94,7)</u> 0,40-3,45	<u>2,89±0,16 (105,2)</u> 0,59-7,45	<u>2,82±0,16 (116,3)</u> 0,67-6,31
Капустные (<i>Brassicaceae Burnett</i>), n=36	<u>0,52±0,03 (396,7)</u> 0,13-1,54	<u>0,66±0,04 (104,5)</u> 0,14-1,08	<u>2,41±0,14 (99,7)</u> 0,28-12,78	<u>1,21±0,07 (90,7)</u> 0,26-2,66
Розоцветные, n=21 (<i>Rosaceae Juzz.</i>)	<u>1,02±0,06 (952,5)</u> 0,11-2,43	<u>2,41±0,14 (919,3)</u> 0,38-7,52	<u>2,71±0,15 (194,6)</u> 0,74-5,21	<u>5,79±0,32 (172,5)</u> 0,75-13,35

Семейства	Co	Cr	Ni	V
Бобовые, n=30 (<i>Leguminosae Juss.</i>)	<u>0,62±0,04 (622,6)</u> 0,06-1,22	<u>2,09±0,10 (119,6)</u> 0,84-4,34	<u>4,04±0,23 (46,8)</u> 1,59-7,04	<u>3,07±0,17 (98,0)</u> 0,59-7,98
Зонтичные, n=12 (<i>Umbelliferae Moris.</i>)	<u>0,30±0,02 (68,2)</u> 0,19-0,48	<u>0,45±0,04 (66,3)</u> 0,15-0,73	<u>1,94±0,11 (125,5)</u> 0,85-4,68	<u>0,94±0,05 (37,5)</u> 0,36-1,52
Астровые (<i>Asteraceae Bercht. & J. Presl</i>), n=132	<u>0,52±0,03 (121,8)</u> 0,07-1,38	<u>1,34±0,08 (671,8)</u> 0,21-4,45	<u>2,48±0,14 (143,6)</u> 0,61-4,89	<u>3,00±0,17 (230,7)</u> 0,41-8,68
Ворсянковые, n=12 (<i>Dipsacaceae Lindl.</i>)	<u>0,42±0,03 (52,4)</u> 0,18-0,62	<u>0,90±0,06 (104,4)</u> 0,27-1,89	<u>2,13±0,12 (99,2)</u> 0,94-4,52	<u>2,29±0,13 (62,8)</u> 1,23-5,65
Мареновые, n=12 (<i>Rubiaceae Juzz.</i>)	<u>0,72±0,04 (106,8)</u> 0,47-0,94	<u>1,80±0,11 (76,9)</u> 1,00-2,94	<u>1,76±0,10 (50,4)</u> 1,11-3,52	<u>3,69±0,21 (60,1)</u> 2,36-6,58
Тутовые, n=12 (<i>Moraceae Lindl.</i>)	<u>0,77±0,05 (188,3)</u> 0,39-1,12	<u>1,44±0,09 (212,2)</u> 0,57-3,58	<u>1,83±0,11 (48,8)</u> 0,65-2,98	<u>4,10±0,23 (76,4)</u> 1,26-6,84
Хвощевые, n=6 (<i>Equisetaceae Rich.</i>)	<u>0,44±0,03 (75,6)</u> 0,11-0,84	<u>1,05±0,06 (100,1)</u> 0,42-2,47	<u>2,99±0,17 (77,9)</u> 1,12-5,21	<u>3,71±0,21 (110,0)</u> 1,43-6,89

Семейства	Co	Cr	Ni	V
Заразиховые, n=6 (<i>Orobanchaceae Lindl.</i>)	<u>0,18±0,01 (72,3)</u> 0,05-0,35	<u>0,38±0,02 (50,8)</u> 0,15-0,52	<u>1,58±0,09 (86,9)</u> 0,76-2,87	<u>2,15±0,12 (65,3)</u> 1,03-5,78
Норичниковые, n=36 (<i>Scrophulariaceae Lindl.</i>)	<u>0,96±0,06 (94,0)</u> 0,12-1,52	<u>2,47±0,14 (56,4)</u> 0,72-4,21	<u>1,98±0,11 (66,1)</u> 0,97-3,45	<u>3,92±0,22 (67,8)</u> 0,80-7,85
Подорожниковые, n=12 (<i>Plantaginaceae Lindl.</i>)	<u>0,34±0,02 (101,5)</u> 0,14-0,62	<u>0,78±0,05 (73,9)</u> 0,18-1,28	<u>2,09±0,11 (116,6)</u> 0,96-4,68	<u>3,26±0,19 (232,9)</u> 1,26-9,16
Спаржевые, n=6 (<i>Asparagaceae Juzz.</i>)	<u>1,00±0,05 (293,2)</u> 0,08-2,51	<u>3,24±0,20 (354,1)</u> 0,78-10,46	<u>3,78±0,22 (108,4)</u> 1,43-7,04	<u>8,19±0,42 (86,3)</u> 2,54-13,92
Среднее для 19 семейств, n=417	<u>0,59±0,04 (226,9)</u> 0,01-3,21	<u>1,63±0,10 (304,5)</u> 0,09-31,98	<u>2,48±0,14 (103,1)</u> 0,06-12,78	<u>3,18±0,11 (116,9)</u> 0,12-13,87

Продолжение таблицы 27

Семейства	Be	Mn	Sr
Осоковые, n=9 (<i>Syperaceae J. St. Hill.</i>)	<u>0,171±0,01 (115,3)</u> 0,056-0,240	<u>214,03±12,10 (434,75)</u> 76,61-501,43	<u>27,52±1,60 (95,7)</u> 15,65-47,94
Мятликовые, n=33 (<i>Poaceae Burnett</i>)	<u>0,109±0,006 (208,2)</u> 0,006-0,325	<u>208,47±12,09 (904,3)</u> 34,69-786,69	<u>26,9±1,55 (611,0)</u> 4,00-152,74
Луковые, n=3 (<i>Alliaceae Borkh.</i>)	<u>0,245±0,014 (92,1)</u> 0,008-0,530	<u>122,91±7,13 (274,5)</u> 24,15-298,65	<u>41,42±2,36 (92,1)</u> 15,48-75,42
Маревые, n=12 (<i>Chenopodiaceae Less.</i>)	<u>0,050±0,003 (81,2)</u> 0,008-0,134	<u>53,75±3,12 (130,6)</u> 29,54-126,06	<u>28,54±1,63 (169,1)</u> 11,90-47,47
Гвоздичные, n=12 (<i>Caryophyllaceae Juzz.</i>)	<u>0,056±0,003 (181,9)</u> 0,022-0,141	<u>87,83±5,10 (374,5)</u> 14,19-223,00	<u>52,94±3,07 (152,0)</u> 14,92-101,25
Лютиковые, n=15 (<i>Ranunculaceae Juzz.</i>)	<u>0,151±0,009 (802,8)</u> 0,030-0,243	<u>83,07±4,82 (283,8)</u> 28,80-189,23	<u>48,09±2,70 (391,5)</u> 26,39-88,00
Капустные (<i>Brassicaceae Burnett</i>), n=36	<u>0,063±0,004 (349,5)</u> 0,044-0,142	<u>79,98±4,70 (240,4)</u> 12,86-312,40	<u>57,36±3,21 (290,0)</u> 14,61-147,33
Розоцветные, n=21 (<i>Rosaceae Juzz.</i>)	<u>0,321±0,019 (242,6)</u> 0,016-0,526	<u>259,32±15,18 (113,1)</u> 166,59-402,91	<u>76,76±4,30 (756,4)</u> 25,74-142,77

Продолжение таблицы 27

Семейства	Be	Mn	Sr
Бобовые, n=30 (<i>Leguminosae Juss.</i>)	<u>0,135±0,008 (201,5)</u> 0,016-0,322	<u>67,0±4,00 (168,6)</u> 16,77-144,20	<u>63,25±3,54 (275,4)</u> 36,40-100,2
Зонтичные, n=12 (<i>Umbelliferae Moris.</i>)	<u>0,087±0,005(91,8)</u> 0,052-0,114	<u>39,58±2,34 (77,2)</u> 12,36-76,05	<u>45,11±2,53 (163,3)</u> 14,21-99,96
Астровые (<i>Asteraceae Bercht. & J. Presl</i>), n=132	<u>0,114±0,007 (894,5)</u> 0,015-0,378	<u>90,49±5,34 (123,1)</u> 32,74-180,90	<u>55,00±3,08 (384,1)</u> 28,40-113,04
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae Lindl.</i>), n=12	<u>0,120±0,007 (479,2)</u> 0,067-0,139	<u>109,00±6,43 (226,9)</u> 88,65-136,58	<u>44,59±2,50 (220,0)</u> 34,26-58,74
Мареновые, n=12 (<i>Rubiaceae Juzz.</i>)	<u>0,130±0,008 (233,1)</u> 0,052-0,187	<u>133,23±7,73 (163,5)</u> 85,16-185,47	<u>74,14±1,58 (259,0)</u> 43,41-142,36
Тутовые, n=12 (<i>Moraceae Lindl.</i>)	<u>0,136±0,008 (81,7)</u> 0,108-0,158	<u>108,05±11,67 (163,0)</u> 86,54-137,85	<u>59,00±3,30 (107,8)</u> 38,96-72,48
Хвоцевые, n=6 (<i>Equisetaceae Rich.</i>)	<u>0,123±0,007 (110,9)</u> 0,085-0,143	<u>119,61±6,94 (195,5)</u> 89,36-185,47	<u>57,18±3,20 (164,4)</u> 36,24-84,25

Продолжение таблицы 27

Семейства	Be	Mn	Sr
Заразиховые, n=6 (<i>Orobanchaceae Lindl.</i>)	<u>0,049±0,003 (73,7)</u> 0,015-0,104	<u>117,36±6,81 (212,8)</u> 88,95-134,52	<u>24,60±1,38 (108,3)</u> 18,60-30,54
Норичниковые, n=36 (<i>Scrophulariaceae Lindl.</i>)	<u>0,133±0,007 (127,4)</u> 0,028-0,232	<u>92,91±5,39 (79,2)</u> 20,00-156,23	<u>49,79±2,79 (112,0)</u> 38,42-68,47
Подорожниковые, n=12 (<i>Plantaginaceae Lindl.</i>)	<u>0,124±0,008 (129,1)</u> 0,063-0,221	<u>125,09±7,26 (295,0)</u> 109,87-205,82	<u>63,18±3,54 (338,0)</u> 29,85-82,43
Спаржевые, n=6 (<i>Asparagaceae Juzz.</i>)	<u>0,281±0,024 (112,1)</u> 0,018-0,551	<u>146,70±8,21 (296,5)</u> 46,15-308,84	<u>54,87±3,08 (98,8)</u> 19,98-73,77
Среднее для 19 семейств, n=417	<u>0,131±0,008 (253,6)</u> 0,006-0,526	<u>117,62±6,83 (248,9)</u> 12,36-786,69	<u>50,62±2,84 (263,8)</u> 4,00-152,74

Приложение Р
(обязательное)

Таблица 29 - Уровень накопления тяжелых металлов в подземной и надземной части травянистых растений, мг/кг

Семейства растений	Cu		Zn		Pb	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Осоковые, n=9 (<i>Superaceae</i> J. St. Hill.)	$7,48 \pm 0,4(38,7)$ 5,07-9,96	$5,47 \pm 0,2(20,0)$ 4,79-6,67	$44,59 \pm 2,6(166,0)$ 31,93-55,32	$33,60 \pm 1,9(40,5)$ 27,80-36,94	$3,30 \pm 0,2(15,2)$ 3,00-3,90	$2,19 \pm 0,1(46,6)$ 1,09-3,00
Мятликовые, 33 (<i>Poaceae</i> Burnett)	$5,41 \pm 0,3(51,9)$ 1,79-8,31	$4,17 \pm 0,2(127,3)$ 0,72-18,14	$57,78 \pm 3,4(1279,0)$ 17,54-89,60	$36,52 \pm 2,1(2374,5)$ 7,01-190,92	$5,10 \pm 0,3(64,4)$ 0,68-7,53	$4,09 \pm 0,2(96,7)$ 0,27-13,82
Луковые, n=3 (<i>Al- iaceae</i> Borkh.)	$7,44 \pm 0,4(25,6)$ 6,51-7,58	$6,23 \pm 0,4(35,4)$ 4,84-7,62	$46,24 \pm 2,4(75,5)$ 38,33-50,91	$36,90 \pm 2,1(59,8)$ 36,53-45,21	$4,85 \pm 0,3(33,6)$ 2,32-5,87	$1,85 \pm 0,1(13,0)$ 1,61-2,09
Маревые (<i>Chenopodiaceae</i> Less.), n=12	$2,95 \pm 0,2(19,8)$ 2,00-5,68	$4,46 \pm 0,3(73,3)$ 1,98-7,64	$22,58 \pm 1,3(28,8)$ 20,41-36,87	$43,72 \pm 2,5(1162,1)$ 21,33-82,13	$2,09 \pm 0,1(53,4)$ 1,85-5,62	$3,64 \pm 0,2(71,7)$ 1,64-6,30
Гвоздичные, n=12 (<i>Caryophyllaceae</i> Juzz.)	$5,89 \pm 0,3(49,2)$ 1,66-7,91	$6,60 \pm 0,4(64,0)$ 0,99-12,88	$31,92 \pm 1,8(343,6)$ 8,10-48,24	$30,85 \pm 1,8(550,8)$ 5,22-71,52	$1,71 \pm 0,1(83,7)$ 0,44-3,70	$1,81 \pm 0,1(87,0)$ 0,31-3,94

Продолжение таблицы 29

Семейства растений	Cu		Zn		Pb	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15	<u>7,64±0,4(60,4)</u> 3,04-12,92	<u>8,66±0,5(106,2)</u> 2,55-24,24	<u>40,43±2,3(687,8)</u> 16,60-76,00	<u>44,06±2,6 (538,2)</u> 13,73-77,60	<u>2,98±0,2 (50,9)</u> 1,54-5,02	<u>4,38±0,3(114,4)</u> 1,60-16,18
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36	<u>2,33±0,1(7,1)</u> 2,21-4,32	<u>2,78±0,2(61,1)</u> 0,76-5,22	<u>17,86±1,0 (6,0)</u> 17,09-22,32	<u>23,11±1,3 (214,1)</u> 5,89-40,28	<u>3,22±0,2 (5,7)</u> 3,04-4,95	<u>5,93±0,3 (98,8)</u> 1,05-13,14
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21	<u>5,54±0,3(34,6)</u> 3,14-7,25	<u>5,79±0,3(45,6)</u> 2,39-8,16	<u>70,18±4,1 (242,3)</u> 59,66-80,69	<u>43,52±2,5 (701,9)</u> 28,80-72,81	<u>4,27±0,2 (124,6)</u> 0,72-7,81	<u>4,18±0,2 (95,8)</u> 1,87-8,01
Бобовые (<i>Leguminosae</i> Juss.), n=30	<u>6,14±0,4(20,2)</u> 5,32-7,86	<u>6,05±0,4(54,5)</u> 4,11-9,28	<u>23,25±1,3 (193,0)</u> 13,20-36,40	<u>19,51±1,1 (68,4)</u> 11,89-26,82	<u>3,66±0,2 (60,5)</u> 2,64-4,28	<u>3,47±0,2 (94,6)</u> 1,79-5,71

Продолжение таблицы 29

Семейства растений	Cu		Zn		Pb	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Зонтичные (<i>Umbelliferae</i> <i>Moris</i>), n=12	<u>2,65±0,2(25,8)</u> 2,59-5,36	<u>5,16±0,3(29,5)</u> 3,57-6,29	<u>17,84±1,0 (9,8)</u> 16,72-24,14	<u>38,44±2,2 (7,8)</u> 32,45-40,56	<u>1,87±0,1 (5,8)</u> 1,80-1,95	<u>3,58±0,2 (53,4)</u> 2,47-4,36
Астровые (<i>Asteraceae</i> <i>Bercht. & J.</i> <i>Presl</i>), n=132	<u>8,12±0,5(63,0)</u> 3,96-14,02	<u>7,87±0,5(48,2)</u> 2,85-11,80	<u>26,34±1,5 (210,2)</u> 12,24-46,12	<u>28,41±1,6 (266,4)</u> 0,65-53,40	<u>3,50±0,2(143,0)</u> 0,31-12,37	<u>3,50±0,3(986,2)</u> 0,29-24,07
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae</i> <i>Lindl.</i>), n=12	<u>5,48±0,3(38,9)</u> 4,52-6,87	<u>4,36±0,2 (34,8)</u> 3,52-5,67	<u>31,92±1,9(66,6)</u> 35,86-58,65	<u>29,32±1,8(29,6)</u> 25,56-38,35	<u>3,45±0,2(118,9)</u> 1,52-7,87	<u>2,76±0,2 (102,3)</u> 1,12-6,48
Мареновые (<i>Rubiaceae</i> <i>Juzz.</i>), n=12	<u>5,82±0,3(2,6)</u> 5,76-6,25	<u>5,87±0,3(1,5)</u> 5,78-5,93	<u>52,48±3,0 (125,2)</u> 36,89-63,95	<u>32,02±1,9 (28,75)</u> 20,92-48,97	<u>4,86±0,3 (33,6)</u> 3,34-7,12	<u>5,78±0,3 (41,5)</u> 3,58-8,21

Продолжение таблицы 29

Семейства растений	Cu		Zn		Pb	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Тутовые (<i>Moraceae Lindl.</i>), n=12	$5,05 \pm 0,3$ (32,3) 4,45-6,25	$3,65 \pm 0,2$ (72,6) 3,15-5,65	$58,85 \pm 3,4$ (141,5) 48,44-72,53	$24,34 \pm 1,4$ (151,5) 18,23-52,77	$3,15 \pm 0,2$ (72,3) 1,25-5,46	$2,35 \pm 0,1$ (82,1) 0,98-4,65
Хвощевые (<i>Equisetaceae Rich.</i>), n=6	$5,99 \pm 0,3$ (24,8) 4,25-6,58	$4,65 \pm 0,3$ (29,8) 3,25-5,88	$36,38 \pm 2,1$ (88,9) 28,84-56,34	$22,28 \pm 1,3$ (58,9) 20,54-36,33	$4,26 \pm 0,3$ (44,8) 2,36-6,58	$3,56 \pm 0,3$ (68,4) 2,28-6,02
Заразиховые (<i>Orobanchaceae Lindl.</i>), n=6	-	$3,65 \pm 0,2$ (36,7) 1,26-5,24	-	$34,36 \pm 2,0$ (65,7) 28,65-69,56	-	$2,44 \pm 0,1$ (68,7) 1,18-5,69
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae Lindl.</i>), n=36	$10,08 \pm 0,6$ (23,6) 9,85-10,47	$6,19 \pm 0,5$ (75,2) 3,68-10,53	$31,62 \pm 1,8$ (54,5) 25,62-45,68	$32,61 \pm 1,9$ (307,9) 16,00-48,10	$2,96 \pm 0,2$ (3,6) 2,87-3,05	$1,07 \pm 0,06$ (84,2) 0,38-1,53

Продолжение таблицы 29

Семейства растений	Cu		Zn		Pb	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i> <i>Lindl.</i>), n=12	<u>7,85±0,5 (44,8)</u> 4,88-15,26	<u>4,50±0,3 (67,0)</u> 2,58-10,53	<u>54,07±3,1 (94,1)</u> 25,62-121,36	<u>39,54±2,3 (225,9)</u> 16,0-108,08	<u>3,11±0,2 (73,3)</u> 1,88-9,28	<u>1,87±0,1 (91,6)</u> 0,38-7,25
Спаржевые, n=6 (<i>Asparagaceae</i> <i>Juzz.</i>)	<u>7,09±0,4(22,6)</u> 6,00-7,24	<u>6,11±0,3(33,3)</u> 4,63-7,08	<u>46,70±2,2 (74,3)</u> 38,83-48,81	<u>36,50±2,2(52,2)</u> 32,64-40,43	<u>4,42±0,4(74,4)</u> 1,81-5,73	<u>1,98±0,1(18,2)</u> 1,59-2,36
Среднее для 19 семейств, n=417	<u>5,86±0,3(33,2)</u> 1,66-15,26	<u>5,19±0,3(54,1)</u> 0,72-24,24	<u>40,40±2,3 (226,6)</u> 8,10-121,36	<u>33,34±1,9 (376,1)</u> 0,65-190,92	<u>3,44±0,2 (62,2)</u> 0,31-12,37	<u>3,29±0,2 (128,0)</u> 0,27-24,07

Продолжение таблицы 29

Семейства растений	Cd		Co		Cr	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Осоковые, n=9 (<i>Cyperaceae</i> J. <i>St. Hill.</i>)	<u>0,085±0,005(111,6)</u> 0,007-0,194	<u>0,073±0,004(104,8)</u> 0,050-0,098	<u>1,05±0,06(58,7)</u> 0,06-2,40	<u>0,80±0,05(62,4)</u> 0,44-1,19	<u>3,33±0,2(305,3)</u> 1,25-7,00	<u>2,71±0,2(88,8)</u> 1,97-3,57
Мятликовые, n=33 (<i>Poaceae</i> <i>Burnett</i>)	<u>0,366±0,020(130,1)</u> 0,098-0,538	<u>0,421±0,024(170,1)</u> 0,003-2,410	<u>0,89±0,05(110,3)</u> 0,04-2,53	<u>0,28±0,02(989,3)</u> 0,01-0,88	<u>3,40±0,2(1212,2)</u> 0,22-5,78	<u>3,85±0,2(3125,4)</u> 0,09-31,98
Луковые (<i>Al-</i> <i>liaceae</i> <i>Borkh.</i>), n=3	<u>0,009±0,0005(4,1)</u> 0,009-0,010	<u>0,051±0,003 (5,2)</u> 0,048-0,053	<u>1,96±0,11 (452,3)</u> 0,98-3,21	<u>0,13±0,007(254,1)</u> 0,09-1,21	<u>6,27±0,4(584,2)</u> 2,45-12,54	<u>0,60±0,03(45,2)</u> 0,48-1,24
Маревые (<i>Chenopodi-</i> <i>aceae Less.</i>), n=12	<u>0,166±0,010(58,7)</u> 0,110-0,178	<u>0,298±0,017(57,2)</u> 0,119-0,458	<u>0,25±0,01(41,1)</u> 0,18-0,31	<u>0,15±0,009(98,9)</u> 0,06-0,25	<u>0,34±0,02(21,3)</u> 0,21-0,52	<u>1,00±0,05(96,8)</u> 0,60-2,95

Продолжение таблицы 29

Семейства растений	Cd		Co		Cr	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Гвоздичные (<i>Caryophylla- ceae Juzz.</i>), n=12	<u>0,131±0,007 (43,2)</u> 0,089-0,0193	<u>0,176±0,010 (106,3)</u> 0,019-0,627	<u>0,31±0,02 (85,4)</u> 0,04-0,67	<u>0,42±0,02 (154,2)</u> 0,06-1,18	<u>0,93±0,05(85,6)</u> 0,35-1,58	<u>0,78±0,05(96,5)</u> 0,21-1,57
Лютиковые (<i>Ranuncula- ceae Juzz.</i>), n=15	<u>0,006±0,0003(4810,4)</u> 0,059-0,471	<u>0,239±0,014(151,6)</u> сл.-1,148	<u>0,52±0,03 (69,8)</u> 0,06-1,14	<u>0,39±0,02 (78,4)</u> 0,06-1,10	<u>1,50±0,09(86,8)</u> 0,49-2,74	<u>1,54±0,09(102,5)</u> 0,40-3,45
Крестоцвет- ные (<i>Cruciferae Juzz.</i>), n=36	<u>0,094±0,005(23,2)</u> 0,070-0,112	<u>0,147±0,008(56,6)</u> 0,024-0,164	<u>0,34±0,02 (9,1)</u> 0,31-0,58	<u>0,69±0,04 (784,2)</u> 0,13-1,54	<u>0,63±0,04(56,6)</u> 0,28-0,85	<u>0,69±0,04(152,3)</u> 0,14-1,08

Продолжение таблицы 29

Семейства растений	Cd		Co		Cr	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> <i>Juss.</i>), n=21	<u>0,430±0,023(76,6)</u> 0,050-0,625	<u>0,499±0,027(102,8)</u> 0,031-0,983	<u>1,05±0,06(915,1)</u> 0,15-1,95	<u>0,98±0,06</u> (989,8) 0,11-2,43	<u>1,95±0,11(852,1)</u> 0,38-6,41	<u>2,86±0,17(986,5)</u> 0,52-7,52
Бобовые (<i>Legu- minosae Juss.</i>), n=30	<u>0,031±0,016 (95,3)</u> 0,006-0,067	<u>0,050±0,003 (77,5)</u> 0,005-0,096	<u>0,68±0,04(757,5)</u> 0,06-1,22	<u>0,55±0,03(487,6)</u> 0,06-1,03	<u>2,50±0,1(107,4)</u> 1,43-4,34	<u>1,67±0,1(131,8)</u> 0,84-2,94
Зонтичные (<i>Umbelliferae</i> <i>Moris.</i> , n=12	<u>0,092±0,005 (13,6)</u> 0,087-0,112	<u>0,141±0,007 (4,1)</u> 0,073-0,223	<u>0,20±0,01 (48,8)</u> 0,19-0,32	<u>0,39±0,02(87,5)</u> 0,27-0,48	<u>0,30±0,02(64,9)</u> 0,15-0,58	<u>0,60±0,05(67,6)</u> 0,41-0,73
Астровые (<i>Asteraceae</i> <i>Bercht. & J. Presl</i>), n=132	<u>0,309±0,017 (210,5)</u> 0,006-2,173	<u>0,156±0,009(163,5)</u> 0,001-0,980	<u>0,53±0,03 (68,2)</u> 0,09-1,34	<u>0,50±0,03(175,4)</u> 0,07-1,38	<u>1,34±0,08(757,2)</u> 0,34-3,05	<u>1,33±0,08(586,4)</u> 0,21-4,45

Продолжение таблицы 29

Семейства растений	Cd		Co		Cr	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Ворсянко- вые, n=12 (<i>Dipsacaceae</i> <i>Lindl.</i>)	<u>0,040±0,002(31,8)</u> 0,025-0,045	<u>0,033±0,002(17,3)</u> 0,027-0,038	<u>0,48±0,03(45,8)</u> 0,25-0,62	<u>0,36±0,02(58,9)</u> 0,18-0,58	<u>0,95±0,06(124,1)</u> 0,36-1,89	<u>0,84±0,05(84,7)</u> 0,27-0,96
Мареновые (<i>Rubiaceae</i> <i>Juss.</i>), n=12	<u>0,006±0,0003(5,1)</u> 0,003-0,007	<u>0,082±0,004(160,9)</u> 0,005-0,235	<u>0,72±0,04(131,4)</u> 0,53-0,89	<u>0,71±0,04(82,1)</u> 0,47-0,94	<u>1,66±0,10(80,4)</u> 1,12-2,54	<u>1,93±0,11(73,3)</u> 1,00-2,94
Тутовые (<i>Moraceae</i> <i>Lindl.</i>), n=12	<u>0,041±0,002(26,3)</u> 0,035-0,051	<u>0,030±0,002(22,2)</u> 0,024-0,037	<u>0,85±0,05(161,3)</u> 0,43-1,12	<u>0,68±0,04(215,2)</u> 0,39-0,97	<u>1,52±0,09(625,8)</u> 0,57-3,58	<u>1,36±0,08(154,3)</u> 0,82-2,68

Продолжение таблицы 29

Семейства растений	Cd		Co		Cr	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Хвоцевые (<i>Equisetaceae</i> <i>Rich.</i>), n=6	<u>0,067±0,004(2,1)</u> 0,058-0,071	<u>0,228±0,012(4,5)</u> 0,117-0,236	<u>0,36±0,02(58,6)</u> 0,11-0,48	<u>0,51±0,03 (92,6)</u> 0,21-0,84	<u>0,94±0,05(86,7)</u> 0,42-1,57	<u>1,15±0,07 (113,5)</u> 0,58-2,47
Заразиховые (<i>Orobanchaceae</i> <i>Lindl.</i>), n=6	-	<u>0,066±0,004(57,5)</u> 0,054-0,078	-	<u>0,18±0,01 (72,3)</u> 0,05-0,35	-	<u>0,38±0,02 (50,8)</u> 0,15-0,52
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae</i> <i>Lindl.</i>), n=36	<u>0,002±0,0001(29,8)</u> 0,0015-0,002	<u>0,062±0,003(41,9)</u> 0,027-0,092	<u>1,38±0,08(87,8)</u> 0,58-1,52	<u>0,54±0,03(100,2)</u> 0,12-0,77	<u>3,66±0,21(60,5)</u> 1,45-4,21	<u>1,27±0,07 (52,2)</u> 0,72-1,56

Продолжение таблицы 29

Семейства растений	Cd		Co		Cr	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Подорожни- ковые, n=12 (<i>Plantagina- ceae Lindl.</i>)	<u>0,044±0,002(5,6)</u> 0,028-0,46	<u>0,032±0,002(7,9)</u> 0,025-0,036	<u>0,38±0,02(103,4)</u> 0,26-0,62	<u>0,29±0,02(99,6)</u> 0,14-0,45	<u>0,84±0,05(93,3)</u> 0,28-1,28	<u>0,72±0,04(54,4)</u> 0,18-0,84
Спаржевые, n=6 (<i>Asparaga- ceae Juzz.</i>)	<u>0,026±0,002(99,5)</u> 0,009-0,048	<u>0,034±0,002(73,36)</u> 0,009-0,056	<u>1,12±0,008(382,3)</u> 0,09-2,51	<u>0,88±0,007(292,1)</u> 0,08-1,24	<u>5,14±0,41(527,2)</u> 0,95-10,46	<u>1,34±0,03(245,5)</u> 0,78-8,24
Среднее для 19 семейств, n=417	<u>0,113±0,007(334)</u> 0,0015-2,173	<u>0,155±0,009(72,9)</u> сл.- 2,410	<u>0,70±0,04 (188,5)</u> 0,04-3,21	<u>0,48±0,03(271,3)</u> 0,01-2,43	<u>1,86±0,11(306,1)</u> 0,15-12,54	<u>1,40±0,08(336,8)</u> 0,09-7,52

Продолжение таблицы 29

Семейства растений	Ni		V		Be	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Осоковые, n=9 (<i>Superaceae J. St. Hill.</i>)	$4,15 \pm 0,23(74,6)$ 1,75-7,19	$3,74 \pm 0,21(21,4)$ 2,87-4,37	$5,39 \pm 0,30(113,6)$ 1,19-10,70	$4,96 \pm 0,27(99,5)$ 3,50-6,46	$0,175 \pm 0,01(176,8)$ 0,056-0,240	$0,166 \pm 0,009(53,8)$ 0,142-0,179
Мятликовые, n=33 (<i>Poaceae Burnett</i>)	$4,52 \pm 0,25(145)$ 0,02-9,50	$2,25 \pm 0,13(436,5)$ 0,14-10,98	$5,01 \pm 0,28(152,3)$ 0,33-9,04	$1,57 \pm 0,09(159,7)$ 0,13-3,61	$0,155 \pm 0,009(159,6)$ 0,014-0,325	$0,062 \pm 0,003(256,8)$ 0,006-0,191
Луковые (<i>Al- iaceae Borkh.</i>), n=3	$4,90 \pm 0,27(92,7)$ 1,58-6,32	$2,79 \pm 0,16(83,7)$ 1,13-4,58	$11,36 \pm 0,62(98,2)$ 4,58-13,87	$0,77 \pm 0,04(36,4)$ 0,56-1,25	$0,450 \pm 0,026(58,3)$ 0,041-0,530	$0,041 \pm 0,002(125,8)$ 0,008-0,041
Маревые (<i>Chenopodia- ceae Less.</i>), n=12	$0,41 \pm 0,02(62,8)$ 0,12-0,72	$1,13 \pm 0,07(93,4)$ 0,07-2,67	$0,40 \pm 0,02(31,6)$ 0,12-0,58	$1,37 \pm 0,08(125,8)$ 0,25-3,06	$0,027 \pm 0,002(35,6)$ 0,008-0,038	$0,073 \pm 0,004(126,7)$ 0,035-0,134

Продолжение таблицы 29

Семейства растений	Ni		V		Be	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Гвоздичные (<i>Caryophylla- ceae Juzz.</i>), n=12	<u>1,09±0,06 (76,8)</u> 0,06-2,17	<u>1,68±0,09 (108,4)</u> 0,32-3,22	<u>1,16±0,06(83,9)</u> 0,13-2,79	<u>0,87±0,05 (86,3)</u> 0,31-2,04	<u>0,058±0,003(127,3)</u> 0,024-0,127	<u>0,053±0,003(236,4)</u> 0,022-0,141
Лютиковые (<i>Ranunculaceae Juzz.</i>) , n=15	<u>2,87±0,16 (86,1)</u> 1,13-7,45	<u>2,90±0,16 (124,2)</u> 0,59-3,73	<u>2,89±0,16(98,4)</u> 1,14-6,23	<u>2,74±0,15 (134,2)</u> 0,67-6,31	<u>0,129±0,007(853,2)</u> 0,030-0,243	<u>0,172±0,01(752,4)</u> 0,032-0,180
Крестоцвет- ные (<i>Cruciferae Juzz.</i>), n=36	<u>1,24±0,07(56,9)</u> 0,82-1,65	<u>3,58±0,20(142,4)</u> 0,28-12,78	<u>1,05±0,06(87,6)</u> 0,76-2,33	<u>1,37±0,08 (93,8)</u> 0,26-2,66	<u>0,048±0,003(56,9)</u> 0,044-0,102	<u>0,077±0,004(642,1)</u> 0,050-0,142
Розоцветные (<i>Rosaceae Juzz.</i>), n=21	<u>3,08±0,17(185,6)</u> 0,94-5,21	<u>2,33±0,13(203,5)</u> 0,74-4,61	<u>5,84±0,32(159,7)</u> 0,75-11,25	<u>5,74±0,32 (185,3)</u> 0,81-13,35	<u>0,495±0,029(12,8)</u> 0,325-0,526	<u>0,147±0,008(472,4)</u> 0,016-0,510

Продолжение таблицы 29

Семейства растений	Ni		V		Be	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Бобовые (<i>Leguminosae</i> <i>Juss.</i>), n=30	<u>3,23±0,18(28,7)</u>	<u>4,84±0,27 (64,8)</u>	<u>3,88±0,21</u> (94,6)	<u>2,26±0,12 (101,3)</u>	<u>0,163±0,009(148,8)</u>	<u>0,106±0,006(254,2)</u>
	2,69-3,64	1,59-7,04	1,56-7,98	0,59-5,46	0,066-0,322	0,016-0,252
Зонтичные (<i>Umbelliferae</i> <i>Moris.</i>), n=12	<u>1,30±0,07(82,3)</u>	<u>2,58±0,14</u> (168,7)	<u>0,63±0,03</u> (48,5)	<u>1,25±0,07 (26,4)</u>	<u>0,044±0,003(51,7)</u>	<u>0,054±0,003(95,7)</u>
	0,85-2,41	0,94-4,68	0,36-0,87	0,86-1,52	0,021-0,056	0,015-0,104
Астровые (<i>Asteraceae</i> <i>Bercht. & J.</i> <i>Presl</i>), n=132	<u>2,37±0,13(124,8)</u>	<u>2,59±0,15(162,4)</u>	<u>2,89±0,16(361,2)</u>	<u>3,10±0,17(425,3)</u>	<u>0,115±0,007(923,8)</u>	<u>0,112±0,007(865,2)</u>
	0,86-3,89	0,61-3,85	0,44-5,85	0,41-8,68	0,015-0,244	0,016-0,378

Продолжение таблицы 29

Семейства растений	Ni		V		Be	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Ворсянко- вые, n=12 (<i>Dipsacaceae</i> <i>Lindl.</i>)	<u>2,48±0,14(87,5)</u> 1,00-4,52	<u>1,78±0,10(110,8)</u> 0,94-3,51	<u>2,36±0,13(65,8)</u> 1,23-5,65	<u>2,21±0,12(59,7)</u> 1,36-4,68	<u>0,125±0,007(524,1)</u> 0,078-0,139	<u>0,114±0,007(434,3)</u> 0,067-0,135
Мареновые (<i>Rubiaceae</i> <i>Juzz.</i>), n=12	<u>1,66±0,09(52,2)</u> 1,11-3,52	<u>1,86±0,10(48,5)</u> 1,78-2,24	<u>4,22±0,24 (52,9)</u> 2,36-6,58	<u>3,15±0,18(67,3)</u> 2,37-5,05	<u>0,153±0,009(333,5)</u> 0,072-0,187	<u>0,106±0,006(132,7)</u> 0,052-0,124
Тутовые (<i>Moraceae</i> <i>Lindl.</i>), n=12	<u>2,08±0,12(18,7)</u> 1,07-2,98	<u>1,58±0,09(78,9)</u> 0,65-2,37	<u>4,44±0,25 (84,6)</u> 1,26-6,84	<u>3,76±0,21(68,1)</u> 1,59-5,46	<u>0,145±0,008(77,7)</u> 0,111-0,158	<u>0,128±0,007(85,7)</u> 0,108-0,147
Хвоцевые (<i>Equiseta- ceae Rich.</i>), n=6	<u>2,45±0,14 (71,4)</u> 1,12-3,78	<u>3,52±0,20 (84,4)</u> 1,36-5,21	<u>3,29±0,18 (98,2)</u> 1,43-5,87	<u>4,12±0,23(121,8)</u> 2,34-6,89	<u>0,121±0,007(113,0)</u> 0,085-0,132	<u>0,124±0,007(108,7)</u> 0,092-0,143

Продолжение таблицы 29

Семейства растений	Ni		V		Be	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Заразиховые (<i>Orobanchaceae</i> Lindl.), n=6	-	<u>1,58±0,09(86,9)</u> 0,76-2,87	-	<u>2,15±0,12(65,3)</u> 1,03-5,78	-	<u>0,087±0,005(91,8)</u> 0,052-0,114
Норичниковые, n=36 (<i>Scrophulariaceae</i> Lindl.)	<u>2,17±0,12(63,2)</u> 1,05-3,45	<u>1,78±0,10(68,9)</u> 0,97-3,25	<u>5,73±0,32 (64,4)</u> 3,59-7,85	<u>2,10±0,12(71,1)</u> 0,80-3,25	<u>0,198±0,011(125,3)</u> 0,068-0,232	<u>0,068±0,004(129,4)</u> 0,028-0,123
Подорожниковые, n=12 (<i>Plantaginaceae</i> Lindl.)	<u>2,35±0,13(53,7)</u> 1,35-4,68	<u>1,82±0,10(179,4)</u> 0,96-3,65	<u>3,69±0,21 (296,5)</u> 1,26-9,15	<u>2,83±0,16(169,3)</u> 1,69-9,16	<u>0,131±0,008(125,1)</u> 0,087-0,221	<u>0,117±0,007(133,1)</u> 0,063-0,154
Спаржевые (<i>Asparagaceae</i> Juzz.) , n=6	<u>5,32±0,26(102,4)</u> 2,34-7,04	<u>2,24±0,23(86,8)</u> 1,43-4,58	<u>12,38±1,58(190,1)</u> 5,56-13,92	<u>4,00±0,14(106,2)</u> 2,54-10,24	<u>0,364±0,084(58,3)</u> 0,018-0,551	<u>0,198±0,015(125,8)</u> 0,028-0,241
Среднее для 19 семейств	<u>2,49±0,14(80,2)</u> 0,06-9,50	<u>2,46±0,14(126,0)</u> 0,14-12,78	<u>3,78±0,21 (117,2)</u> 0,12-13,87	<u>2,57±0,14(116,5)</u> 0,25-13,35	<u>0,161±0,009(229,6)</u> 0,014-0,526	<u>0,100±0,006(277,6)</u> 0,006-0,510

Семейства растений	Mn		Sr	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Осоковые, n=9 (<i>Superaceae</i> J. St. Hill.)	<u>311,47±17,44 (546,4)</u> 95,53-501,43	<u>116,59±6,76 (323,1)</u> 76,61-152,92	<u>30,41±1,76 (104,7)</u> 15,65-47,94	<u>24,63±1,43 (86,7)</u> 20,85-30,10
Мятликовые, n=33 (<i>Poaceae</i> Burnett)	<u>246,34±14,29 (852,3)</u> 34,69-786,69	<u>170,60±9,89 (956,3)</u> 39,60-610,94	<u>30,90±1,79 (98,5)</u> 10,02-41,82	<u>22,80±1,30 (1123,5)</u> 4,00-152,74
Луковые (<i>Alliaceae</i> Borkh.), n=3	<u>207,58±12,04 (425,3)</u> 123,45-298,65	<u>38,23±2,22 (123,6)</u> 24,15-63,25	<u>62,66±3,57 (125,7)</u> 42,56-75,42	<u>20,17±1,15 (58,4)</u> 15,48-30,25
Маревые, n=12 (<i>Chenopodiaceae</i> Less.)	<u>35,44±2,05 (109,6)</u> 29,54-46,87	<u>72,05±4,18 (151,5)</u> 32,74-126,06	<u>22,00±1,25 (114,6)</u> 15,65-32,15	<u>35,07±2,00 (223,5)</u> 11,90-47,47
Гвоздичные, n=12 (<i>Caryophyllaceae</i> Juzz.)	<u>99,10±5,75 (323,3)</u> 14,19-223,00	<u>76,56±4,44 (425,6)</u> 15,13-144,83	<u>61,91±3,59 (198,4)</u> 20,10-101,25	<u>43,97±2,55 (105,6)</u> 14,92-99,63
Лютиковые, n=15 (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.)	<u>82,97±4,81 (222,5)</u> 38,68-156,56	<u>83,17±4,82 (345,1)</u> 28,80-189,23	<u>44,46±2,49 (63,4)</u> 29,16-55,57	<u>51,72±2,90 (719,5)</u> 26,39-88,00
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36	<u>40,22±2,37 (128,4)</u> 37,35-78,65	<u>119,15±7,03 (352,4)</u> 12,86-312,40	<u>42,00±2,35 (15,7)</u> 40,25-44,35	<u>72,71±4,07 (564,2)</u> 14,61-147,33

Семейства растений	Mn		Sr	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21	<u>243,43±14,12 (110,3)</u> 166,59-320,28	<u>275,20±16,24 (115,8)</u> 186,88-402,91	<u>99,26±5,56 (926,5)</u> 52,75-142,77	<u>54,25±3,04 (586,3)</u> 25,74-77,66
Бобовые, n=30 (<i>Leguminosae</i> Juss.)	<u>77,40±4,57 (225,6)</u> 27,60-144,20	<u>56,66±3,34 (111,5)</u> 16,77-89,60	<u>72,39±4,05 (185,4)</u> 49,00-100,2	<u>54,10±3,03 (365,4)</u> 36,40-90,52
Зонтичные, n=12 (<i>Umbelliferae</i> Moris.)	<u>16,72±0,99 (88,8)</u> 12,36-26,54	<u>62,43±3,68 (65,6)</u> 43,13-76,05	<u>42,41±2,37 (168,9)</u> 36,98-46,48	<u>47,80±2,68 (157,6)</u> 14,21-99,96
Астровые (<i>Asteraceae</i> Bercht. & J. <i>Presl</i>), n=132	<u>83,92±4,95 (121,5)</u> 32,74-147,31	<u>97,05±5,73 (124,6)</u> 40,70-180,90	<u>59,78±3,35 (653,4)</u> 28,40-113,04	<u>50,23±2,81 (114,7)</u> 34,74-71,20
Ворсянковые, n=12 (<i>Dipsacaceae</i> Lindl.)	<u>112,52±6,64 (238,4)</u> 98,56-136,58	<u>105,48±6,22 (215,4)</u> 88,65-132,65	<u>46,59±2,61 (226,5)</u> 36,58-58,74	<u>42,58±2,38 (213,4)</u> 34,26-56,85
Мареновые, n=12 (<i>Rubiaceae</i> Juzz.)	<u>150,92±8,75 (139,8)</u> 125,78-185,47	<u>115,54±6,70 (187,2)</u> 85,16-156,92	<u>102,32±5,73 (301,5)</u> 65,29-142,36	<u>45,96±2,57 (216,4)</u> 43,41-62,48

Семейства растений	Mn		Sr	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
Тутовые, n=12 (<i>Moraceae Lindl.</i>)	<u>112,54±18,13 (212,5)</u> 98,56-137,85	<u>103,56±6,01 (113,5)</u> 86,54-125,47	<u>64,52±3,61 (96,4)</u> 42,58-72,48	<u>53,47±2,99 (119,2)</u> 38,96-67,21
Хвоцевые, n=6 (<i>Equisetaceae Rich.</i>)	<u>115,63±6,71 (132,5)</u> 89,36-143,54	<u>123,58±7,17 (258,4)</u> 105,64-185,47	<u>54,36±3,04 (128,3)</u> 36,24-68,98	<u>60,00±3,36 (200,5)</u> 42,13-84,25
Заразиховые, n=6 (<i>Orobanchaceae Lindl.</i>)	-	<u>117,36±6,81 (212,8)</u> 88,95-134,52	-	<u>24,60±1,38 (108,3)</u> 18,60-30,54
Норичниковые, n=36 (<i>Scrophulariaceae Lindl.</i>)	<u>126,46±7,33 (89,5)</u> 110,52-156,23	<u>59,36± 3,44 (68,9)</u> 20,00-87,89	<u>50,39±2,82 (117,6)</u> 38,42-62,98	<u>49,19±2,75 (106,4)</u> 38,80-68,47
Подорожниковые, n=12 (<i>Plantaginaceae Lindl.</i>)	<u>128,64±7,46 (321,5)</u> 110,45-205,82	<u>121,54±7,05 (268,4)</u> 109,87-157,53	<u>69,87±3,91 (306,8)</u> 46,58-82,43	<u>56,48±3,16 (369,1)</u> 29,85-71,49
Спаржевые, n=6 (<i>Asparagaceae Juzz.</i>)	<u>197,58±32,34 (441,1)</u> 54,65-308,84	<u>95,82±2,02 (133,8)</u> 46,15-263,22	<u>74,45±3,98 (185,8)</u> 26,68-73,77	<u>35,29±2,23 (108,4)</u> 19,98-60,66
Среднее для 19 семейств, n=417	<u>128,90±7,48 (252,3)</u> 12,36-786,69	<u>106,34±6,17 (245,5)</u> 12,86-610,94	<u>56,25±3,15 (225,4)</u> 10,02-142,77	<u>44,99±2,52 (302,2)</u> 4,00-152,74

Приложение С
(обязательное)

Таблица 30 - Уровни накопления тяжелых металлов в надземных органах разных видов травянистых растений, мг/кг

Видырастений	Cu				
	Листья	Стебли	Цветы (соцветия)	Плоды	Среднее по растению
1	2	3	4	5	6
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9					
Осока стоповидная, n=9 (<i>Carex pediformis</i> C.A. Mey)	<u>6,62±0,3(22,0)</u> 5,09-6,67	<u>5,44±0,2(15,6)</u> 4,97-6,17	<u>4,81±0,1(16,4)</u> 4,79-4,98	<u>5,02±0,2(26,0)</u> 4,83-6,04	<u>5,47±0,3(20,0)</u> 4,79-6,67
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n = 33					
Тонконог тонкий, n=3 (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) Pers.)	<u>4,05±0,2(207,8)</u> 2,08-12,58	<u>4,00±0,2(136,8)</u> 1,72-11,42	<u>3,54±0,2(118,9)</u> 0,98-10,06	-	<u>3,86±0,2(154,5)</u> 0,98-12,58
Ковыль волосатик, n=4, тырса (<i>Stipa capillata</i> L.)	<u>3,58±0,1(98,8)</u> 1,28-9,65	<u>3,28±0,1(104,6)</u> 1,14-8,40	<u>2,14±0,1(138,4)</u> 1,05-8,25	-	<u>3,00±0,1(113,9)</u> 1,05-9,65
Овсец Шелля, n=3 (<i>Avenastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)	<u>3,98±0,2(108,9)</u> 1,07-10,49	<u>3,64±0,2(98,5)</u> 1,04-9,82	<u>3,07±0,1(167,6)</u> 0,92-5,54	-	<u>3,56±0,2(125,0)</u> 0,92-10,49

1	2	3	4	5	6
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (<i>Krylov</i>) <i>Roshev.</i>), n=3	$4,06 \pm 0,2 (217,6)$ 2,08-16,68	$3,85 \pm 0,2 (84,4)$ 1,18-15,74	$2,22 \pm 0,1 (126,2)$ 1,03-10,94	-	$3,78 \pm 0,2 (142,7)$ 1,03-16,68
Вейник наземный <i>Calamagrostis</i> <i>epigeios</i> (<i>L.</i>) <i>Roth.</i>), n=3	$4,33 \pm 0,2 (187,6)$ 1,79-14,86	$4,16 \pm 0,2 (99,4)$ 1,17-12,08	$3,68 \pm 0,2 (117,7)$ 0,92-6,24	-	$4,06 \pm 0,2 (134,9)$ 0,92-14,86
Лисохвост луговой (<i>Alopecurus</i> <i>pratensis</i> <i>L.</i>), n=3	$4,58 \pm 0,2 (157,9)$ 1,87-16,64	$4,27 \pm 0,2 (129,6)$ 1,58-15,62	$4,02 \pm 0,2 (167,6)$ 1,38-10,72	-	$4,29 \pm 0,2 (151,7)$ 1,38-16,64
Пырей ползучий (<i>Agropyron re-</i> <i>pens</i> <i>L.</i>), n=4	$6,52 \pm 0,3 (147,3)$ 2,96-18,14	$5,27 \pm 0,2 (136,4)$ 1,88-17,28	$4,51 \pm 0,2 (127,3)$ 1,84-15,54	-	$5,43 \pm 0,2 (137,0)$ 1,84-18,14
Тимофеевка степная (<i>Phleum</i> <i>phleoides</i> (<i>L.</i>) <i>Karst.</i>), n=3	$4,44 \pm 0,2 (205,3)$ 2,94-9,36	$4,31 \pm 0,2 (209,4)$ 1,82-11,28	$3,96 \pm 0,2 (168,2)$ 1,98-8,84	-	$4,24 \pm 0,2 (194,3)$ 1,82-11,28
Овсяница бороздчатая, n=3 тип- чак (<i>Festuca sulcata</i> <i>Hack.</i>)	$5,87 \pm 0,3 (187,4)$ 2,22-16,66	$5,28 \pm 0,2 (164,0)$ 1,68-13,19	$4,89 \pm 0,2 (195,6)$ 1,77-12,26	-	$5,35 \pm 0,2 (182,3)$ 1,68-16,66
Волоснец гигантский (<i>Elymus</i> <i>giganteus</i> <i>Vahl.</i>), n=3	$4,63 \pm 0,2 (164,3)$ 1,23-16,54	$4,57 \pm 0,2 (201,3)$ 1,78-12,36	$4,36 \pm 0,2 (98,8)$ 0,96-10,18	-	$4,52 \pm 0,2 (154,8)$ 0,96-16,54

1	2	3	4	5	6
Луковые (<i>Alliaceae</i> Borkh.), n=3					
Лук угловатый (<i>Allium angulosum</i> L.), n=3	<u>6,86±0,4(38,6)</u>	-	<u>5,60±0,4(32,2)</u>	-	<u>6,23±0,4(35,4)</u>
	5,28-7,62		4,84-6,28		4,84-7,62
Маревые (<i>Chenopodiaceae</i> Less.), n=12					
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.), n=12	<u>4,54±0,3(82,3)</u>	<u>4,26±0,3(54,3)</u>	<u>4,58±0,3(83,3)</u>	-	<u>4,46±0,3(73,3)</u>
	2,23-6,96	1,98-6,68	2,58-7,64		1,98-7,64
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i> Juzz.), n=12					
Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata</i> L.), n=7	<u>4,68±0,2(68,8)</u>	<u>5,68±0,4(112,2)</u>	<u>5,42±0,4(83,3)</u>	-	<u>5,26±0,3(88,1)</u>
	0,99-10,38	2,93-11,18	2,65-10,96		0,99-11,18
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> Ledeb.), n=5	<u>6,34±0,4(22,6)</u>	<u>9,12±0,5(27,5)</u>	<u>8,36±0,5(69,6)</u>	-	<u>7,94±0,5(39,9)</u>
	2,57-11,59	5,95-12,88	3,39-11,26		2,57-12,88
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15					
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.), n = 10	<u>10,25±0,5(136,3)</u>	<u>9,54±0,5(216,4)</u>	<u>6,28±0,5(89,2)</u>	-	<u>8,69±0,5(147,3)</u>
	4,46-20,14	3,71-14,82	2,55-18,43		2,55-20,14
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	<u>9,76±0,5(46,8)</u>	<u>7,36±0,5(74,4)</u>	<u>8,77±0,5(74,1)</u>	-	<u>8,63±0,5(65,1)</u>
	3,26-18,46	4,68-24,24	2,86-18,28		2,86-24,24

1	2	3	4	5	6
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36					
Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.), n=14	<u>1,08±0,1(83,1)</u> 0,88-2,64	<u>0,98±0,1(101,1)</u> 0,76-1,88	<u>1,14±0,1(84,4)</u> 0,94-3,72	<u>0,81±0,1(76,6)</u> 0,93-2,42	<u>1,00±0,1(86,3)</u> 0,76-3,72
Бурачок извилистый (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. □ <i>Kit. ex Willd.</i>), n= 10	<u>3,94±0,2(85,1)</u> 0,96-4,26	<u>1,15±0,2(63,1)</u> 1,00-4,23	<u>4,99±0,3(68,8)</u> 1,16-4,62	<u>1,04±0,1(43,8)</u> 0,78-2,42	<u>2,78±0,2(65,5)</u> 0,78-4,62
Сурепка обыкновенная , n= 12 (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton)	<u>4,64±0,4(39,0)</u> 1,26-5,22	<u>4,04±0,2(38,4)</u> 1,32-3,42	<u>5,00±0,5(17,1)</u> 4,88-5,22	-	<u>4,56±0,4(31,5)</u> 1,26-5,22
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21					
Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia</i> L.), n=3	<u>6,08±0,5(125,6)</u> 3,59-8,08	<u>4,55±0,2(48,8)</u> 2,43-6,42	<u>4,86±0,3(101,6)</u> 2,86-7,77	-	<u>5,16±0,3(92,0)</u> 2,86-8,08
Лапчатка гусиная, n = 7 (<i>Potentilla anserina</i> L.)	<u>3,38±0,2(25,5)</u> 2,42-4,10	<u>2,98±0,1(24,6)</u> 2,39-4,14	<u>3,84±0,2(17,6)</u> 2,54-5,28	-	<u>3,40±0,2(22,6)</u> 2,39-5,28
Лапчатка длинночерешковая, n = 5 (<i>Potentilla longipes</i> Ledeb.)	<u>3,48±0,3(27,4)</u> 2,88-3,98	<u>2,86±0,1(22,6)</u> 2,41-3,26	<u>4,08±0,3(40,6)</u> 3,42-7,18	-	<u>3,47±0,2(30,2)</u> 2,41-7,18

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.), n=3	<u>4,24±0,3(18,8)</u> 3,46-6,48	<u>3,96±0,3(23,7)</u> 3,00-5,44	<u>6,08±0,4(30,8)</u> 4,26-6,86	<u>4,76±0,2(24,3)</u> 4,06-6,46	<u>4,76±0,3(24,4)</u> 3,00-6,86
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus</i> L.), n=3	<u>8,05±0,5(15,0)</u> 4,58-8,16	<u>6,75±0,5(29,4)</u> 3,28-7,44	<u>7,52±0,4(28,3)</u> 4,28-7,84	<u>7,48±0,6(42,5)</u> 6,68-8,00	<u>7,4±0,5(28,8)</u> 3,28-8,16
Бобовые (<i>Leguminosae</i> Juss.), n=30					
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate</i> L.), n=7	<u>4,65±0,3(40,0)</u> 4,43-6,14	<u>4,22±0,4(44,8)</u> 4,15-7,78	<u>4,63±0,3(38,5)</u> 4,25-5,62	-	<u>4,50±0,3(41,1)</u> 4,25-7,78
Солодка уральская, n=8 (<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch)	<u>5,45±0,4(68,5)</u> 4,71-7,33	<u>4,35±0,3(69,9)</u> 4,11-6,66	<u>5,84±0,4(102,3)</u> 5,00-8,04	-	<u>5,21±0,4(80,2)</u> 4,11-8,04
Астрагал яичкоплодный, n=8 (<i>Astragalus testiculatus</i> Pall.)	<u>5,35±0,4(24,5)</u> 4,85-8,42	<u>7,57±0,6(33,4)</u> 5,83-9,09	<u>8,44±0,6(28,8)</u> 5,82-9,28	-	<u>7,12±0,5(28,9)</u> 4,85-9,28
Астрагал роговой (<i>Astragalus ceratoides</i> Bieberstein), n=7	<u>8,26±0,5(96,4)</u> 6,62-9,08	<u>7,75±0,4(92,6)</u> 5,36-8,59	<u>6,10±0,4(14,4)</u> 5,41-6,82	-	<u>7,37±0,4(67,8)</u> 5,36-9,08
Зонтичные (<i>Umbelliferae</i> Moris), n=12					
Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri</i> D.C.), n=12	<u>4,46±0,3(46,5)</u> 3,84-5,98	<u>6,12±0,4(19,9)</u> 5,55-6,29	<u>4,90±0,3(22,1)</u> 3,57-5,38	-	<u>5,16±0,3(29,5)</u> 3,57-6,29

1	2	3	4	5	6
Астровые (<i>Asteraceae</i> Bercht. & J. Presl), n=132					
Цмин песчаный, n=16 <i>Helichrysum arenarium</i> (L.) <i>Moench</i>)	<u>9,65±0,6(68,4)</u> 5,25-10,84	<u>5,85±0,4(37,7)</u> 4,45-6,22	<u>10,48±0,6(54,4)</u> 6,86-11,24	-	<u>8,66±0,5(53,5)</u> 4,45-11,24
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera</i> Poir.), n=12	<u>8,38±0,5(37,8)</u> 5,54-9,89	<u>8,68±0,4(86,3)</u> 5,24-10,28	<u>9,58±0,6(34,4)</u> 7,75-11,40	-	<u>8,88±0,5(52,8)</u> 5,24-11,40
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.), n=15	<u>6,34±0,3(26,2)</u> 3,33-8,36	<u>4,84±0,4(48,4)</u> 2,96-7,87	<u>6,86±0,6(53,2)</u> 4,45-10,82	-	<u>6,01±0,4(42,6)</u> 2,96-10,82
Полынь метельчатая (<i>Arte- misia scoparia</i> Wald. et Kitt), n=14	<u>4,56±0,3(100,6)</u> 3,83-5,64	<u>6,07±0,5(68,6)</u> 4,48-9,34	<u>7,04±0,6(59,8)</u> 5,35-9,89	-	<u>5,89±0,5(76,3)</u> 3,83-9,89
Полынь белеющая, n=15 (<i>Artemisia leucodes</i> Schrenk.)	<u>7,58±0,6(88,9)</u> 6,65-10,61	<u>6,14±0,4(42,6)</u> 4,84-8,82	<u>9,06±0,6(101,5)</u> 7,87-11,80	-	<u>7,59±0,5(77,7)</u> 4,84-11,80
Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia</i> Ledeb.), n=10	<u>3,45±0,1(36,4)</u> 2,88-5,52	<u>3,23±0,1(18,8)</u> 2,94-4,84	<u>4,47±0,2(23,4)</u> 3,15-5,41	-	<u>3,72±0,1(26,2)</u> 2,85-5,52

1	2	3	4	5	6
Василек русский (<i>Centaurea ru- thenica Lam.</i>), n=15	<u>10,05±0,7(108,2)</u> 8,24-11,74	<u>7,35±0,5(38,7)</u> 5,46-8,43	<u>9,56±0,6(98,9)</u> 6,64-10,84	-	<u>8,99±0,6(81,9)</u> 5,46-11,74
Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica L.</i>), n=15	<u>10,25±0,7(88,2)</u> 7,46-10,93	<u>8,59±0,6(43,4)</u> 6,68-10,18	<u>7,24±0,4(84,2)</u> 6,62-9,58	-	<u>8,69±0,6(71,9)</u> 6,62-10,93
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella L.</i>)	<u>5,34±0,2(13,4)</u> 3,81-5,85	<u>6,86±0,3(41,1)</u> 4,45-9,92	<u>5,85±0,3(28,2)</u> 3,83-7,87	-	<u>6,02±0,3(27,6)</u> 3,81-9,92
Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium L.</i>), n=12	<u>2,93±0,1(11,6)</u> 2,85-4,00	<u>3,21±0,1(18,1)</u> 3,00-4,34	<u>4,41±0,2(43,7)</u> 3,07-5,85	-	<u>3,52±0,1(24,5)</u> 2,85-5,85
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae Lindl.</i>), n=12					
Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca L.</i>), n=12	<u>4,34±0,2 (24,2)</u> 3,84-5,32	<u>3,76±0,1 (41,8)</u> 3,52-4,67	<u>4,98±0,2 (38,4)</u> 4,00-5,67	-	<u>4,36±0,2 (34,8)</u> 3,52-5,67
Мареновые (<i>Rubiaceae Juzz.</i>), n=12					
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum L.</i>), n=12	<u>5,84±0,3(2,5)</u> 5,78-5,87	<u>5,86±0,3(1,1)</u> 5,80-5,90	<u>5,91±0,3(1,5)</u> 5,88-5,93	-	<u>5,87±0,3(1,5)</u> 5,78-5,93
Туговые (<i>Moraceae Lindl.</i>), n=12					
Конопля сорная (<i>Cannabis ru- deralis Janisch</i>), n=12	<u>3,91±0,2 (52,3)</u> 3,37-5,65	<u>3,86±0,2 (82,4)</u> 3,65-5,02	<u>3,18±0,2 (83,1)</u> 3,15-4,82	-	<u>3,65±0,2 (72,6)</u> 3,15-5,65

1	2	3	4	5	6
Хвощевые (<i>Equisetaceae</i> Rich.), n=6					
Хвощ луговой (<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.), n=6	<u>4,84±0,3 (26,8)</u> 3,25-5,88	<u>4,46±0,3 (32,8)</u> 3,88-5,32	-	-	<u>4,65±0,3 (29,8)</u> 3,25-5,88
Заразиховые (<i>Orobanchaceae</i> Lindl.), n=6					
Заразиха голубая <i>Orobanche caesia</i> Reichenb.), n=6	<u>2,82±0,1 (27,3)</u> 1,54-4,46	<u>4,78±0,2 (56,2)</u> 2,47-5,24	<u>3,35±0,2 (26,6)</u> 2,53-4,48	-	<u>3,65±0,2 (36,7)</u> 1,26-5,24
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae</i> Lindl.), n=36					
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia</i> L.), n=9	<u>9,49±0,6(78,8)</u> 5,28-10,30	<u>10,17±0,6(42,1)</u> 8,62-10,53	<u>5,54±0,4(65,6)</u> 4,41-7,38	-	<u>8,40±0,5(62,2)</u> 4,41-10,53
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata</i> L.) , n=9	<u>8,09±0,5(91,2)</u> 6,48-9,23	<u>8,46±0,5(48,1)</u> 7,04-9,54	<u>6,34±0,5(81,4)</u> 4,43-8,27	-	<u>7,63±0,5(73,6)</u> 4,43-9,54
Льнянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia</i> (L.) Mill.), n=8	<u>3,78±0,2(24,2)</u> 3,68-4,38	<u>4,16±0,2(30,4)</u> 3,93-5,37	<u>4,78±0,3(60,4)</u> 4,00-6,46	-	<u>4,24±0,2(38,3)</u> 3,68-6,46
Льнянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria brachiceras</i>), n=10	<u>4,58±0,4(135,4)</u> 4,02-8,62	<u>4,18±0,4(163,4)</u> 3,82-10,33	<u>4,71±0,3(81,3)</u> 4,08-9,58	-	<u>4,49±0,4(126,7)</u> 3,82-10,33

1	2	3	4	5	6
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i> Lindl.), n=12					
Подорожник прижатый (<i>Plantago derpressa</i> Willd.), n=12	<u>6,18±0,5 (107,4)</u> 5,52-10,53	-	<u>2,82±0,1 (26,6)</u> 2,58-3,64	-	<u>4,50±0,3 (67,0)</u> 2,58-10,53
Спаржевые (<i>Asparagaceae</i> Juzz.), n=6					
Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis</i> L.), n=3	<u>6,08±0,3(23,8)</u> 5,03-6,98	<u>5,15±0,3(41,3)</u> 5,00-6,48	<u>4,82±0,2(38,7)</u> 4,63-5,58	<u>4,77±0,2(7,4)</u> 4,69-4,98	<u>5,54±0,2(27,8)</u> 4,63-6,98
Спаржа коротколистная (<i>Asparagus brachyphyllus</i> <i>Turcz.</i>), n=3	<u>7,00±0,4(31,1)</u> 5,54-7,08	<u>6,20±0,3(40,3)</u> 5,40-6,68	<u>6,74±0,3(43,4)</u> 4,86-7,04	<u>6,78±0,3(13,5)</u> 5,43-7,02	<u>6,68±0,4(38,8)</u> 5,43-7,08
Среднее	<u>5,65±0,3(76,6)</u> 0,88-20,14	<u>5,26±0,3(70,0)</u> 0,76-24,24	<u>5,40±0,3(59,8)</u> 0,92-18,43	<u>4,38±0,3(33,4)</u> 0,78-8,00	<u>5,17±0,3(60,0)</u> 0,76-24,24

Виды растений	Zn				
	Листья	Стебли	Цветы (соцветия)	Плоды	Среднее по растению
1	2	3	4	5	6
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9					
Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> C.A. Meу), n=9	$\frac{34,67 \pm 1,9(48,4)}{29,89-36,52}$	$\frac{32,40 \pm 1,7(36,5)}{28,44-35,24}$	$\frac{32,00 \pm 1,6(42,2)}{27,80-34,34}$	$\frac{35,33 \pm 2,4(34,9)}{34,61-36,94}$	$\frac{33,60 \pm 1,9(40,5)}{27,80-36,94}$
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33					
Тонконог тонкий (<i>Coeleria gracilis</i> (L.) Pers.), n=3	$\frac{124,18 \pm 5,4(1874,8)}{107,00-184,94}$	$\frac{106,56 \pm 3,6(1475,7)}{97,14-130,30}$	$\frac{98,84 \pm 3,1(894,6)}{77,71-110,12}$	-	$\frac{110,07 \pm 4,0(1415,0)}{77,71-190,92}$
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa capillata</i> L.), n=4	$\frac{112,15 \pm 1,1(574,8)}{27,00-130,97}$	$\frac{78,58 \pm 1,0(1274,4)}{19,09-80,62}$	$\frac{76,52 \pm 1,3(2800,4)}{13,00-90,24}$	-	$\frac{51,70 \pm 1,1(1549,9)}{13,00-90,24}$
Овсец Шелля, n=3 (<i>Avenastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)	$\frac{58,50 \pm 2,3(2321,1)}{47,00-150,52}$	$\frac{34,42 \pm 1,3(2271,1)}{24,0-50,32}$	$\frac{16,12 \pm 0,8(674,6)}{10,21-30,45}$	-	$\frac{36,35 \pm 1,5(1755,6)}{10,21-150,52}$

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.), n=3	<u>26,22±0,7(974,9)</u> 13,14-45,72	<u>23,41±1,0(574,1)</u> 11,23-40,61	<u>30,21±2,0(1314,1)</u> 18,41-40,42	-	<u>26,61±1,2(954,4)</u> 11,23-45,72
Вейник наземный <i>Calamagrostus epigeios</i> (L.) Roth.), n=3	<u>31,04±0,5(889,3)</u> 7,98-29,63	<u>32,62±1,1(2300,1)</u> 11,21-39,61	<u>29,24±1,4(284,5)</u> 16,27-31,28	-	<u>30,97±1,0(1158,0)</u> 7,98-39,61
Лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i> L.), n=3	<u>41,57±2,7(2070,0)</u> 37,46-122,95	<u>46,42±2,4(2478,2)</u> 23,52-80,77	<u>17,28±0,4(1421,5)</u> 8,08-20,58	-	<u>35,09±1,8(1989,9)</u> 8,08-122,95
Пырей ползучий (<i>Agropyron repens</i> L.), n=4	<u>46,33±1,3(974,9)</u> 35,00-74,42	<u>51,52±3,1(2578,8)</u> 46,54-100,08	<u>26,25±0,8(2027,2)</u> 20,21-44,94	-	<u>41,37±1,4(1860,3)</u> 20,21-100,08
Тимофеевка степная (<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.), n=3	<u>25,42±0,3(2002,3)</u> 7,01-35,54	<u>21,06±1,2(266,6)</u> 14,51-30,36	<u>20,54±2,4(647,2)</u> 13,57-54,32	-	<u>30,34±1,3(972,0)</u> 7,01-54,32
Овсяница бороздчатая, n=3 тип-чак (<i>Festuca sulcata</i> Hack.)	<u>77,48±3,1(1373,5)</u> 57,51-172,94	<u>59,84±2,8(2861,5)</u> 38,44-120,84	<u>55,52±4,0(1874,8)</u> 43,13-162,50	-	<u>64,28±3,4(2036,6)</u> 38,44-172,94
Волоснец гигантский (<i>Elymus giganteus</i> Vahl.), n=3	<u>60,54±2,8(834,5)</u> 48,53-130,86	<u>40,51±2,0(2350,5)</u> 38,00-156,82	<u>45,59±2,7(2014,5)</u> 38,91-127,43	-	<u>48,88±2,5(1733,2)</u> 38,00-156,82
Луковые (<i>Alliaceae</i> Borkh.), n=3					
Лук угловатый (<i>Allium angulosum</i> L.), n=3	<u>37,08±2,7(102,4)</u> 40,53-45,21	-	<u>36,72±1,5(17,2)</u> 36,53-40,00	-	<u>36,90±2,1(59,8)</u> 36,53-45,21

1	2	3	4	5	6
Маревые (<i>Chenopodiaceae</i> Less.), n=12					
Марь белая, n=12 (<i>Chenopodium album</i> L.)	<u>48,78±2,2(1612,6)</u> 28,33-60,62	<u>53,55±3,2(1072,7)</u> 31,43-82,13	<u>28,83±2,1(801,0)</u> 21,33-42,56	-	<u>43,72±2,5(1162,1)</u> 21,33-82,13
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i> Juzz.), n=12					
Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata</i> L.), n=7	<u>50,43±1,6(530,8)</u> 25,27-71,52	<u>28,11±1,4(528,3)</u> 16,26-60,06	<u>25,11±1,4(638,3)</u> 5,22-41,58	-	<u>34,55±1,4(565,8)</u> 5,22-71,52
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> Ledeb.), n=5	<u>30,43±1,8(524,8)</u> 13,27-56,52	<u>21,54±2,6(561,2)</u> 16,42-48,67	<u>29,48±2,2(521,4)</u> 18,63-41,56	-	<u>27,15±2,2(535,8)</u> 5,22-71,52
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15					
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.), n = 10	<u>54,66±2,9 (648,7)</u> 33,74-71,10	<u>68,86±3,4 (553,3)</u> 46,66-77,60	<u>28,94±2,4 (635,2)</u> 24,56-50,49	-	<u>50,82±2,9 (612,4)</u> 24,56-77,60
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	<u>39,50±2,0 (508,0)</u> 16,76-57,65	<u>34,21±2,4 (527,7)</u> 15,94-48,80	<u>38,19±2,5 (536,3)</u> 13,73-62,86	-	<u>37,30±2,3 (524,0)</u> 13,73-62,86

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36					
Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.), n=14	<u>20,98±1,0 (504,0)</u> 14,43-38,96	<u>14,28±1,4 (324,1)</u> 13,34-26,53	<u>26,24±1,4 (264,6)</u> 18,37-30,88	<u>18,70±1,0(525,3)</u> 15,09-24,32	<u>20,05±1,2(404,5)</u> 13,34-30,88
Бурачок извилистый, n=10 (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. □ <i>Kit. ex Willd.</i>)	<u>33,71±1,6 (204,2)</u> 20,80-36,68	<u>17,14±1,0 (124,8)</u> 16,46-20,22	<u>36,82±1,4 (200,2)</u> 23,40-40,28	<u>36,33±2,0 (250,4)</u> 28,93-40,00	<u>31,00±1,5(194,9)</u> 16,46-40,28
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton), n= 12	<u>13,37±0,8 (68,4)</u> 5,89-20,44	<u>24,14±1,1 (32,2)</u> 8,80-36,52	<u>17,33±1,1 (28,1)</u> 6,16-28,94	-	<u>18,28±1,0 (42,9)</u> 5,89-36,52
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21					
Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia</i> L.), n=3	<u>68,33±2,8 (793,9)</u> 56,52-72,81	<u>60,25±2,8 (813,4)</u> 50,30-69,56	<u>58,32±2,5 (856,3)</u> 48,82-62,66	-	<u>62,30±2,7 (821,2)</u> 48,22-72,81
Лапчатка гусиная, n = 7 (<i>Potentilla anserina</i> L.)	<u>36,53±2,1 (638,2)</u> 31,26-60,52	<u>43,21±2,3 (700,2)</u> 36,51-64,84	<u>35,52±2,4 (557,0)</u> 30,80-60,05	-	<u>38,42±2,3 (631,8)</u> 30,80-64,84
Лапчатка длинночерешковая, n = 5 (<i>Potentilla longipes</i> Ledeb.)	<u>40,00±2,5 (781,8)</u> 38,20-62,64	<u>41,16±2,5 (600,8)</u> 39,04-58,32	<u>38,96±2,5 (490,9)</u> 38,62-40,23	-	<u>40,04±2,5 (624,5)</u> 38,20-62,64

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis L.</i>), n=3	<u>40,50±2,5 (891,2)</u> 36,25-64,36	<u>40,02±2,2 (794,2)</u> 39,64-66,52	<u>39,28±2,4 (868,4)</u> 34,38-60,29	<u>42,52±2,6 (899,8)</u> 36,98-65,56	<u>40,58±2,4 (863,4)</u> 34,38-66,52
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus L.</i>), n=3	<u>33,53±2,3 (504,7)</u> 28,80-38,96	<u>39,64±2,4 (586,4)</u> 30,63-46,80	<u>36,52±2,3 (559,3)</u> 30,30-44,52	<u>35,35±2,2 (624,0)</u> 31,23-42,52	<u>36,26±2,3 (568,6)</u> 28,80-46,80
Бобовые (<i>Leguminosae Juss.</i>), n=30					
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate L.</i>), n=7	<u>14,54±1,0 (98,9)</u> 12,82-17,87	<u>19,08±1,1 (108,7)</u> 16,66-20,00	<u>13,06±0,8 (99,0)</u> 11,89-19,54	-	<u>15,56±1,0(102,2)</u> 11,89-20,00
Солодка уральская <i>Glycyrrhiza uralensis</i> <i>Fisch</i>), n=8	<u>20,24±1,2 (58,4)</u> 16,83-22,84	<u>16,08±1,0 (72,4)</u> 14,84-20,80	<u>19,18±1,3 (69,6)</u> 15,36-21,58	-	<u>18,50±1,2 (66,8)</u> 14,84-22,84
Астрагал яичкоплод- ный, n=8 (<i>Astragalus</i> <i>testiculatus Pall.</i>)	<u>22,45±1,1 (38,3)</u> 18,83-24,28	<u>25,84±1,2 (54,4)</u> 21,82-26,82	<u>25,30±1,1 (56,4)</u> 20,35-26,08	-	<u>24,53±1,1 (49,7)</u> 18,83-26,82
Астрагал роговой, n=7 (<i>Astragalus ceratoides</i> <i>Bieberstein</i>)	<u>18,07±1,1 (58,5)</u> 17,74-20,80	<u>21,52±1,2 (50,5)</u> 19,53-24,84	<u>18,76±1,0 (55,7)</u> 18,00-20,24	-	<u>19,45±1,1 (54,9)</u> 17,74-24,84

1	2	3	4	5	6
Зонтичные (<i>Umbelliferae Moris</i>), n=12					
Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri D.C.</i>), n=12	<u>39,82±2,4 (12,6)</u> 38,61-40,28	<u>35,24±2,0 (5,6)</u> 32,45-35,64	<u>40,26±2,2 (5,2)</u> 37,52-40,56	-	<u>38,44±2,2 (7,8)</u> 32,45-40,56
Астровые (<i>Asteraceae Bercht. & J. Presl</i>), n=132					
Цмин песчаный, n=16 <i>Helichrysum arenarium</i> (<i>L.</i>) <i>Moench</i>	<u>38,77±1,9 (226,8)</u> 20,82-53,40	<u>32,61±1,6 (178,4)</u> 26,83-42,57	<u>31,82±1,6 (155,2)</u> 28,65-49,43	-	<u>34,40±1,8 (186,8)</u> 10,65-53,40
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera Poir.</i>), n=12	<u>22,50±1,3 (260,0)</u> 20,24-34,29	<u>30,28±1,4 (219,4)</u> 26,53-38,48	<u>28,41±1,5 (247,2)</u> 24,61-33,54	-	<u>26,46±1,4 (242,2)</u> 20,24-38,48
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium L.</i>), n=15	<u>24,21±1,3 (326,9)</u> 22,62-42,57	<u>30,34±1,4 (300,8)</u> 24,36-44,21	<u>29,45±1,5 (290,3)</u> 26,48-38,96	-	<u>28,00±1,4 (306,0)</u> 22,62-44,21
Полынь метельчатая (<i>Artemisia scoparia Wald. et Kitt</i>), n=14	<u>31,51±1,6 (305,7)</u> 23,54-40,52	<u>23,53±1,5 (182,4)</u> 10,82-36,43	<u>27,37±1,6 (361,8)</u> 17,59-41,41	-	<u>27,47±1,6 (283,3)</u> 10,82-41,41

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Полынь белеющая, n=15 (<i>Artemisia leucodes Schrenk.</i>)	<u>36,54±1,5 (200,4)</u> 25,62-40,24	<u>26,30±1,4 (281,0)</u> 25,35-38,24	<u>28,36±1,7 (220,6)</u> 26,08-46,42	-	<u>30,40±1,5(234,0)</u> 25,35-46,42
Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia Ledeb.</i>), n=10	<u>33,50±1,2 (386,0)</u> 15,65-38,48	<u>24,62±1,3 (320,4)</u> 8,68-36,20	<u>25,01±1,3 (272,2)</u> 19,53-30,58	-	<u>27,71±1,3 (326,2)</u> 8,68-38,48
Василек русский (<i>Centaurea ruthenica Lam.</i>), n=15	<u>31,52±1,4 (260,8)</u> 30,65-46,28	<u>38,29±1,8 (286,4)</u> 32,63-43,46	<u>33,39±1,6 (269,4)</u> 32,00-40,50	-	<u>34,40±1,6 (272,2)</u> 30,65-43,46
Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica L.</i>), n=15	<u>25,41±1,3 (156,4)</u> 9,69-42,53	<u>36,20±1,6 (210,6)</u> 12,54-50,21	<u>21,43±1,4 (193,4)</u> 11,28-44,52	-	<u>27,68±1,5 (186,8)</u> 9,69-50,21
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella L.</i>)	<u>36,40±1,5 (320,5)</u> 25,54-48,40	<u>29,30±1,2 (195,6)</u> 30,30-40,42	<u>28,71±1,6 (266,4)</u> 24,05-40,20	-	<u>31,47±1,5 (283,8)</u> 24,05-48,40
Дурнишник обыкновенный, n=12 (<i>Xanthium strumarium L.</i>)	<u>18,48±1,0 (321,5)</u> 10,32-23,42	<u>13,50±1,3 (289,4)</u> 0,65-16,74	<u>16,26±1,0 (417,2)</u> 11,20-16,63	-	<u>16,08±1,2 (342,7)</u> 0,65-23,42

1	2	3	4	5	6
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae</i> Lindl.), n=12					
Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.), n=12	<u>34,12±1,8(32,6)</u> 28,80-38,35	<u>26,50±1,6(26,2)</u> 25,56-32,30	<u>27,34±2,0(30,0)</u> 26,10-29,60	-	<u>29,32±1,8(29,6)</u> 25,56-38,35
Мареновые (<i>Rubiaceae</i> Juzz.), n=12					
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> L.), n=12	<u>36,50±2,1 (32,0)</u> 26,60-48,97	<u>26,10±1,7 (26,53)</u> 20,92-38,11	<u>33,46±1,9 (27,72)</u> 30,90-42,30	-	<u>32,02±1,9 (28,75)</u> 20,92-48,97
Туговые (<i>Moraceae</i> Lindl.), n=12					
Конопля сорная (<i>Cannabis</i> <i>ruderalis</i> Janisch), n=12	<u>32,58±1,7 (201,5)</u> 30,30-52,77	<u>20,36±1,0 (110,5)</u> 18,92-46,18	<u>20,08±1,4 (151,5)</u> 18,23-32,60	-	<u>24,34±1,4 (151,5)</u> 18,23-52,77
Хвоцевые (<i>Equisetaceae</i> Rich.), n=6					
Хвощ луговой (<i>Equisetum</i> <i>pratense</i> Ehrh.), n=6	<u>23,20±1,3 (49,9)</u> 22,04-36,33	<u>21,36±1,3 (67,9)</u> 20,54-30,15	-	-	<u>22,28±1,3 (58,9)</u> 20,54-36,33
Заразиховые (<i>Orobanchaceae</i> Lindl.), n=6					
Заразиха голубая (<i>Orobanche caesia</i> <i>Reichenb.</i>), n=6	<u>30,25±2,1 (55,0)</u> 28,65-50,50	<u>34,86±2,2 (74,2)</u> 30,80-59,76	<u>37,97±1,8 (67,9)</u> 34,90-69,56	-	<u>34,36±2,0 (65,7)</u> 28,65-69,56

1	2	3	4	5	6
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae</i> Lindl.), n=36					
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia</i> L.)	<u>42,90±1,7 (347,4)</u> 38,00-48,10	<u>36,50±1,5 (286,0)</u> 36,03-42,52	<u>42,10±1,9 (348,2)</u> 39,62-45,29	-	<u>40,50±1,7 (327,2)</u> 36,03-48,10
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata</i> L.)	<u>40,25±1,7 (300,0)</u> 28,60-41,50	<u>34,50±1,5 (268,3)</u> 26,82-38,64	<u>41,29±1,9 (322,7)</u> 36,00-42,12	-	<u>38,68±1,6 (297,0)</u> 26,82-42,12
Льнянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia</i> (L.) Mill.)	<u>18,60±2,3 (337,9)</u> 16,00-23,20	<u>20,28±2,0 (321,2)</u> 17,83-26,62	<u>27,51±2,5 (347,1)</u> 24,00-28,18	-	<u>22,13±2,3 (335,4)</u> 16,00-28,18
Льнянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria brachiceras</i>)	<u>32,80±1,9 (217,9)</u> 28,60-34,14	<u>27,50±2,3 (300,0)</u> 26,02-29,64	<u>27,09±2,1 (298,1)</u> 26,56-30,60	-	<u>29,13±2,1(272,0)</u> 26,02-34,14
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i> Lindl.), n=12					
Подорожник прижатый (<i>Plantago derpressa</i> Willd.), n=12	<u>61,45±2,6 (285,8)</u> 76,77-108,08	-	<u>17,63±2,0 (166,0)</u> 16,0-30,20	-	<u>39,54±2,3 (225,9)</u> 16,0-108,08

1	2	3	4	5	6
Спаржевые (<i>Asparagaceae</i> Juzz.), n=6					
Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis</i> <i>L.</i>), n=3	$\underline{37,58 \pm 2,4 (58,2)}$ 36,80-39,52	$\underline{39,12 \pm 2,2 (63,5)}$ 38,54-36,93	$\underline{39,60 \pm 2,5 (48,5)}$ 37,50-39,98	$\underline{38,10 \pm 2,4 (71,0)}$ 37,65-40,43	$\underline{38,60 \pm 2,4 (60,3)}$ 36,80-40,43
Спаржа коротколист- ная (<i>Asparagus</i> <i>brachyphyllus Turcz.</i>), n=3	$\underline{32,84 \pm 2,2 (46,3)}$ 32,64-33,46	$\underline{36,30 \pm 2,2 (50,0)}$ 34,30-38,20	$\underline{35,34 \pm 2,0 (46,6)}$ 33,52-37,80	$\underline{33,12 \pm 1,8 (33,5)}$ 32,96-34,66	$\underline{34,40 \pm 2,0 (44,1)}$ 32,64-38,20
Среднее	$\underline{34,36 \pm 1,9 (212,5)}$ 5,89-184,94	$\underline{34,79 \pm 2,3 (342,2)}$ 0,65-156,82	$\underline{32,56 \pm 2,1 (282,7)}$ 5,22-127,43	$\underline{29,12 \pm 2,1 (345,3)}$ 15,09-65,56	$\underline{32,71 \pm 2,1 (295,8)}$ 0,65-184,94

Виды растений	Рb				
	Листья	Стебли	Цветы (соцветия)	Плоды	Среднее по растению
1	2	3	4	5	6
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9					
Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> C.A. Meу), n=9	$\underline{2,25\pm 0,1(38,6)}$ 2,13-3,00	$\underline{1,94\pm 0,1(40,2)}$ 1,86-3,00	$\underline{1,85\pm 0,1(48,4)}$ 1,09-2,00	$\underline{2,72\pm 0,1(59,2)}$ 2,29-3,00	$\underline{2,19\pm 0,1(46,6)}$ 1,09-3,00
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33					
Тонконог тонкий (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) Pers.), n=3	$\underline{4,27\pm 0,2(105,7)}$ 3,23-10,80	$\underline{5,20\pm 0,2(98,9)}$ 4,50-11,12	$\underline{7,63\pm 0,2(96,9)}$ 5,64-13,82	-	$\underline{5,7\pm 0,2(100,5)}$ 3,23-13,82
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa capillata</i> L.), n=4	$\underline{5,59\pm 0,2(92,7)}$ 2,35-8,82	$\underline{5,00\pm 0,2(98,1)}$ 4,20-9,20	$\underline{4,59\pm 0,2(92,4)}$ 3,10-10,80	-	$\underline{5,06\pm 0,2(94,4)}$ 2,35-10,80
Овсец Шелля, n=3 (<i>Avenastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)	$\underline{1,60\pm 0,2(86,4)}$ 1,07-3,80	$\underline{2,63\pm 0,2(92,2)}$ 1,53-4,82	$\underline{1,83\pm 0,2(92,9)}$ 1,23-5,85	-	$\underline{2,02\pm 0,2(90,5)}$ 1,07-5,85

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (<i>Krylov</i>) <i>Roshev.</i>), n=3	<u>1,19±0,2(100,7)</u> 0,27-3,32	<u>2,00±0,2(98,4)</u> 1,67-3,87	<u>2,39±0,2(100,0)</u> 2,00-3,15	-	<u>1,86±0,2(99,7)</u> 0,27-3,87
Вейник наземный <i>Calamagrostis</i> <i>epigeios</i> (<i>L.</i>) <i>Roth.</i>), n=3	<u>4,69±0,2(89,2)</u> 3,10-6,78	<u>3,64±0,2(92,4)</u> 3,00-9,00	<u>3,67±0,2(91,7)</u> 3,06-8,50	-	<u>4,00±0,2(91,1)</u> 3,00-9,00
Лисохвост луговой (<i>Alopecurus</i> <i>pratensis</i> <i>L.</i>), n=3	<u>4,15±0,2(96,0)</u> 2,36-8,63	<u>3,26±0,2(98,4)</u> 1,88-6,57	<u>4,47±0,2(93,6)</u> 3,50-8,46	-	<u>3,96±0,2(96,0)</u> 1,88-8,63
Пырей ползучий (<i>Agropyron re-</i> <i>pens</i> <i>L.</i>), n=4	<u>4,95±0,2(112,4)</u> 3,68-9,89	<u>3,68±0,2(98,8)</u> 3,37-6,56	<u>3,70±0,2(109,5)</u> 3,42-8,05	-	<u>4,11±0,2(106,9)</u> 3,37-9,89
Тимофеевка степная (<i>Phleum</i> <i>phleoides</i> (<i>L.</i>) <i>Karst.</i>), n=3	<u>3,86±0,2(90,0)</u> 1,25-8,69	<u>5,12±0,2(101,1)</u> 3,84-10,80	<u>2,36±0,2(91,8)</u> 0,95-5,44	-	<u>3,78±0,2(94,3)</u> 0,95-10,80
Овсяница бороздчатая, n=3 тип- чак (<i>Festuca sulcata</i> <i>Hack.</i>)	<u>4,15±0,2(108,7)</u> 3,65-6,84	<u>4,00±0,2(94,6)</u> 3,23-6,40	<u>4,00±0,2(93,1)</u> 3,60-6,53	-	<u>4,05±0,2(98,8)</u> 3,23-6,84
Волоснец гигантский (<i>Elymus</i> <i>giganteus</i> <i>Vahl.</i>), n=3	<u>7,28±0,2(86,7)</u> 6,36-11,10	<u>6,02±0,2(99,7)</u> 5,20-10,52	<u>5,69±0,2(98,0)</u> 5,35-8,69	-	<u>6,33±0,2(94,8)</u> 5,20-11,10
Луковые (<i>Alliaceae</i> <i>Borkh.</i>), n=3					
Лук угловатый (<i>Allium angulosum</i> <i>L.</i>), n=3	<u>2,00±0,1(18,0)</u> 1,82-2,09	-	<u>1,70±0,1(8,0)</u> 1,61-1,96	-	<u>1,85±0,1(13,0)</u> 1,61-2,09

1	2	3	4	5	6
Маревые (<i>Chenopodiaceae</i> Less.), n=12					
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.), n=12	<u>5,62±0,2(78,4)</u> 3,63-6,30	<u>3,40±0,2(61,0)</u> 1,88-4,40	<u>1,90±0,2(75,7)</u> 1,64-4,53	-	<u>3,64±0,2(71,7)</u> 1,64-6,30
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i> Juzz.), n=12					
Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata</i> L.), n=7	<u>3,24±0,1(97,0)</u> 2,12-3,94	<u>2,63±0,1(101,0)</u> 1,58-3,06	<u>3,25±0,1(90,9)</u> 1,65-3,86	-	<u>3,04±0,1(96,3)</u> 1,58-3,94
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> Ledeb.), n=5	<u>0,81±0,1(80,0)</u> 0,64-1,65	<u>0,42±0,1(87,0)</u> 0,31-1,23	<u>0,51±0,1(66,1)</u> 0,44-1,33	-	<u>0,58±0,1(77,7)</u> 0,31-1,65
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15					
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.), n = 10	<u>7,24±0,3(126,7)</u> 5,96-16,18	<u>3,63±0,2(103,4)</u> 1,60-4,67	<u>5,36±0,3(98,7)</u> 3,32-8,45	-	<u>5,41±0,3(109,6)</u> 4,52-16,18
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	<u>4,82±0,3(126,7)</u> 2,86-7,73	<u>3,12±0,3(104,8)</u> 1,60-8,88	<u>2,11±0,3(114,4)</u> 1,94-8,07		<u>3,35±0,3(119,2)</u> 1,60-8,88

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36					
Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.), n=14	<u>8,28±0,4 (118,0)</u> 5,56-13,14	<u>6,31±0,4 (91,8)</u> 5,20-10,24	<u>6,23±0,4(100,7)</u> 4,44-12,25	<u>7,34±0,3 (121,5)</u> 6,05-12,77	<u>7,04±0,4 (108,0)</u> 4,44-13,14
Бурачок извилистый (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. □ <i>Kit. ex Willd.</i>), n= 10	<u>4,85±0,3 (90,4)</u> 3,25-6,54	<u>5,67±0,3 (96,9)</u> 4,08-8,74	<u>5,00±0,3 (90,6)</u> 2,21-7,54	<u>5,32±0,3 (95,7)</u> 1,05-8,20	<u>5,21±0,3 (93,4)</u> 1,05-8,74
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. <i>Aiton</i>), n= 12	<u>6,24±0,3 (98,4)</u> 4,56-9,24	<u>4,63±0,3 (97,9)</u> 2,36-8,53	<u>5,75±0,3 (98,8)</u> 3,94-8,84	-	<u>5,54±0,3 (95,0)</u> 2,36-9,24
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21					
Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia</i> L.), n=3	<u>5,20±0,2 (115,3)</u> 3,54-7,85	<u>3,98±0,2 (88,6)</u> 2,35-5,38	<u>4,38±0,2 (96,7)</u> 3,04-6,30	-	<u>4,52±0,2 (100,2)</u> 2,35-7,85
Лапчатка гусиная, n = 7 (<i>Potentilla anserina</i> L.)	<u>3,68±0,2 (111,3)</u> 2,82-5,85	<u>4,52±0,2 (80,5)</u> 3,04-6,60	<u>3,68±0,2 (99,5)</u> 2,96-5,80	-	<u>3,96±0,2 (97,1)</u> 2,82-6,60
Лапчатка длинночерешковая, n = 5 (<i>Potentilla longipes</i> Ledeb.)	<u>5,02±0,3 (100,3)</u> 4,08-8,01	<u>3,28±0,2 (68,4)</u> 2,96-6,86	<u>3,88±0,3 (111,5)</u> 3,07-7,68	-	<u>4,06±0,3 (93,4)</u> 2,96-8,01

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.), n=3	<u>5,26±0,2 (98,8)</u> 3,28-7,64	<u>4,36±0,2 (90,4)</u> 2,22-5,69	<u>3,92±0,2 (93,4)</u> 1,87-6,24	<u>4,34±0,2 (97,4)</u> 3,06-7,00	<u>4,22±0,2 (95,0)</u> 1,87-7,64
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus</i> L.), n=3	<u>5,08±0,2 (91,1)</u> 3,06-6,82	<u>3,31±0,1 (75,4)</u> 2,02-4,65	<u>4,10±0,2 (85,4)</u> 2,69-5,98	<u>3,99±0,2 (121,3)</u> 2,56-5,62	<u>4,12±0,2 (93,3)</u> 2,02-6,82
Бобовые (<i>Leguminosae</i> Juss.), n=30					
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate</i> L.), n=7	<u>5,5±0,2 (56,1)</u> 4,86-5,71	<u>4,23±0,2 (138,4)</u> 3,28-4,86	<u>5,27±0,2 (164,0)</u> 3,96-5,24	-	<u>5,00±0,2 (119,5)</u> 3,28-5,71
Солодка уральская <i>Glycyrrhiza uralensis</i> <i>Fisch</i>), n=8	<u>4,60±0,2 (88,3)</u> 3,11-5,16	<u>4,35±0,2 (82,5)</u> 3,16-5,00	<u>3,08±0,2 (76,4)</u> 2,27-5,24	-	<u>4,01±0,2 (82,4)</u> 2,27-5,24
Астрагал яичкоплодный (<i>Astragalus testiculatus</i> <i>Pall.</i>), n=8	<u>3,09±0,2 (116,3)</u> 2,87-4,82	<u>2,95±0,2 (117,9)</u> 2,70-5,64	<u>2,96±0,2 (90,4)</u> 2,52-5,19	-	<u>3,00±0,2 (108,2)</u> 2,52-5,64
Астрагал роговой (<i>Astragalus ceratoides</i> <i>Bieberstein</i>), n=7	<u>1,90±0,2 (56,3)</u> 1,79-4,12	<u>1,85±0,2 (74,6)</u> 1,81-4,28	<u>1,86±0,2 (94,6)</u> 1,84-3,08	-	<u>1,87±0,2 (68,3)</u> 1,79-4,28

1	2	3	4	5	6
Зонтичные (<i>Umbelliferae Moris</i>), n=12					
Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri D.C.</i>), n=12	<u>3,16±0,2 (33,0)</u> 2,47-4,13	<u>4,07±0,2 (61,1)</u> 3,13-4,36	<u>3,51±0,2 (66,1)</u> 2,90-4,18	-	<u>3,58±0,2 (53,4)</u> 2,47-4,36
Астровые (<i>Asteraceae Bercht. & J. Presl</i>), n=132					
Цмин песчаный, n=16 <i>Helichrysum arenarium (L.) Moench</i>	<u>6,89±0,4(930,8)</u> 4,46-16,08	<u>5,40±0,4(895,2)</u> 3,36-14,04	<u>6,34±0,4(889,6)</u> 5,12-14,82	-	<u>6,21±0,4(905,2)</u> 3,36-16,08
Девясил шероховатый <i>(Inula aspera Poir.)</i> , n=12	<u>6,27±0,3(536,9)</u> 5,21-10,28	<u>5,52±0,3(611,8)</u> 3,36-8,95	<u>6,15±0,3(530,7)</u> 1,67-8,54	-	<u>5,98±0,3(559,8)</u> 1,67-10,28
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium L.</i>), n=15	<u>3,02±0,3(931,0)</u> 2,97-15,15	<u>3,23±0,3(900,2)</u> 3,01-16,10	<u>4,67±0,3(914,4)</u> 3,55-18,19	-	<u>3,64±0,3(915,2)</u> 2,97-18,19
Полынь метельчатая (<i>Artemisia scoparia Wald. et Kitt</i>), n=14	<u>2,89±0,3(852,5)</u> 2,55-5,23	<u>3,25±0,3(896,5)</u> 2,96-6,26	<u>4,21±0,3(906,0)</u> 3,12-8,28	-	<u>3,45±0,3(896,5)</u> 2,55-8,28
Полынь белеющая, n=15 <i>(Artemisia leucodes Schrenk.)</i>	<u>4,11±0,3(963,0)</u> 2,85-6,08	<u>5,10±0,3(1120,0)</u> 1,21-6,87	<u>1,53±0,3(857,0)</u> 0,29-5,93	-	<u>3,58±0,3(980,0)</u> 0,29-6,87

1	2	3	4	5	6
Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia Ledeb.</i>), n=10	<u>3,57±0,1(915,0)</u> 2,38-16,24	<u>2,21±0,1(931,4)</u> 1,11-14,42	<u>2,35±0,1(1036,6)</u> 1,85-15,18	-	<u>2,71±0,1(961,0)</u> 1,11-16,24
Василек русский (<i>Centaurea ruthenica Lam.</i>), n=15	<u>5,12±0,3(449,4)</u> 4,31-22,48	<u>5,02±0,3(698,3)</u> 4,21-21,11	<u>5,10±0,3(738,1)</u> 4,51-23,51	-	<u>5,08±0,3(628,6)</u> 4,21-23,51
Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica L.</i>), n=15	<u>5,23±0,3(931,0)</u> 5,00-18,89	<u>5,00±0,3(890,0)</u> 4,96-19,95	<u>5,13±0,3(879,0)</u> 4,99-24,07	-	<u>5,12±0,3(900,0)</u> 4,96-24,07
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella L.</i>)	<u>2,46±0,3(823,4)</u> 2,11-6,94	<u>2,34±0,3(742,4)</u> 1,96-6,36	<u>1,74±0,3(739,4)</u> 1,60-5,85	-	<u>2,18±0,3(768,4)</u> 1,60-6,94
Дурнишник обыкновенный, n=12 (<i>Xanthium strumarium L.</i>)	<u>3,10±0,3(824,0)</u> 1,28-5,74	<u>4,20±0,3(992,0)</u> 2,51-6,45	<u>3,71±0,3(926,0)</u> 1,67-6,13	-	<u>3,67±0,3(914,0)</u> 1,28-6,45
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae Lindl.</i>), n=12					
Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca L.</i>), n=12	<u>4,20±0,2 (132,3)</u> 3,12-6,48	<u>1,83±0,1(90,5)</u> 1,12-4,21	<u>2,25±0,2 (84,1)</u> 1,94-5,97	-	<u>2,76±0,2 (102,3)</u> 1,12-6,48
Мареновые (<i>Rubiaceae Juzz.</i>), n=12					
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum L.</i>), n=12	<u>4,21±0,3 (50,5)</u> 3,58-7,27	<u>6,84±0,3 (36,5)</u> 4,54-8,21	<u>6,29±0,3 (37,5)</u> 5,21-8,08	-	<u>5,78±0,3 (41,5)</u> 3,58-8,21

Тутовые (<i>Moraceae Lindl.</i>), n=12					
Конопля сорная (<i>Cannabis ruderalis Janisch</i>), n=12	<u>3,02±0,1 (89,9)</u> 1,18-4,65	<u>1,92±0,1 (72,4)</u> 0,98-3,35	<u>2,11±0,1 (84,0)</u> 1,56-4,31	-	<u>2,35±0,1 (82,1)</u> 0,98-4,65
Хвощевые (<i>Equisetaceae Rich.</i>), n=6					
Хвощ луговой (<i>Equisetum pratense Ehrh.</i>), n=6	<u>4,20±0,3 (75,7)</u> 3,33-6,02	<u>2,92±0,3 (61,1)</u> 2,28-5,12			<u>3,56±0,3 (68,4)</u> 2,28-6,02
Заразиховые (<i>Orobanchaceae Lindl.</i>), n=6					
Заразиха голубая (<i>Orobanche caesia Reichenb.</i>), n=6	<u>2,11±0,1 (61,1)</u> 1,18-5,12	<u>2,52±0,1 (70,7)</u> 2,12-5,69	<u>2,69±0,2 (74,3)</u> 2,30-5,41	-	<u>2,44±0,1 (68,7)</u> 1,18-5,69
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae Lindl.</i>), n=36					
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia L.</i>), n=9	<u>1,17±0,06 (80,0)</u> 1,02-1,53	<u>1,10±0,06 (86,2)</u> 1,06-1,48	<u>1,06±0,06 (86,4)</u> 1,00-1,42	-	<u>1,11±0,07 (81,1)</u> 1,00-1,53
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata L.</i>), n=9	<u>0,98±0,05 (81,3)</u> 0,82-1,26	<u>1,13±0,06 (69,4)</u> 1,02-1,37	<u>1,10±0,05 (80,9)</u> 1,93-1,21	-	<u>1,09±0,05 (77,2)</u> 0,82-1,37
Льнянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia (L.) Mill.</i>), n=8	<u>1,21±0,06 (52,4)</u> 0,63-1,50	<u>0,96±0,05 (74,3)</u> 0,44-1,45	<u>1,13±0,06 (83,0)</u> 0,85-1,48	-	<u>1,10±0,06 (69,9)</u> 0,44-1,50

1	2	3	4	5	6
Льнянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria brachiceras</i>), n=10	<u>1,10±0,06 (110,5)</u>	<u>0,88±0,03 (99,8)</u>	<u>0,96±0,06 (84,2)</u>	-	<u>0,98±0,04(108,6)</u>
	0,38-1,48	0,42-1,33	0,43-1,27		0,38-1,48
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae Lindl.</i>), n=12					
Подорожник прижатый (<i>Plantago derpressa Willd.</i>), n=12	<u>1,99±0,1 (97,0)</u>	-	<u>1,75±0,1 (86,2)</u>	-	<u>1,87±0,1 (91,6)</u>
	1,05-7,25		0,38-5,29		0,38-7,25
Спаржевые (<i>Asparagaceae Juzz.</i>), n=6					
Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis L.</i>), n=3	<u>2,08±0,1(20,8)</u>	<u>2,14±0,1(28,8)</u>	<u>2,19±0,1(26,4)</u>	<u>2,19±0,1(20,8)</u>	<u>2,15±0,1(24,2)</u>
	2,05-2,17	2,11-2,28	2,10-2,36	1,59-2,36	2,05-2,36
Спаржа коротколистная (<i>Asparagus brachyphyllus Turcz.</i>), n=3	<u>1,68±0,1(10,4)</u>	<u>2,00±0,1(19,7)</u>	<u>1,85±0,1(9,7)</u>	<u>1,71±0,1(9,0)</u>	<u>1,81±0,1(12,2)</u>
	1,59-2,04	1,68-2,07	1,70-1,96	1,64-2,01	1,59-2,07
Седнее	<u>3,82±0,1(225,5)</u>	<u>3,52±0,2(240,4)</u>	<u>3,43±0,1(233,0)</u>	<u>3,94±0,2(74,9)</u>	<u>3,68±0,2(193,5)</u>
	0,27-22,48	0,31-21,11	0,29-24,07	1,5-7,00	0,27-24,07

Виды растений	Cd				
	Листья	Стебли	Цветы (соцветия)	Плоды	Среднее по растению
1	2	3	4	5	6
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9					
Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> C.A. Meу), n=9	<u>0,071±0,004(114,1)</u>	<u>0,074±0,004(101,8)</u>	<u>0,073±0,004(103,3)</u>	<u>0,072±0,004(100,0)</u>	<u>0,073±0,004(104,8)</u>
	0,048-0,096	0,050-0,098	0,050-0,093	0,049-0,097	0,050-0,098
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33					
Тонконог тонкий (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) Pers.), n=3	<u>0,427±0,025(150,5)</u>	<u>0,420±0,023(175,7)</u>	<u>0,422±0,021(154,1)</u>	-	<u>0,423±0,023(160,1)</u>
	0,010-2,387	0,008-2,400	0,009-2,396	-	0,008-2,400
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa capillata</i> L.), n=4	<u>0,423±0,024(180,9)</u>	<u>0,411±0,024(165,1)</u>	<u>0,420±0,024(182,3)</u>	-	<u>0,418±0,024(176,1)</u>
	0,023-2,210	0,003-1,610	0,010-2,398	-	0,003-2,398
Овсец Шелля, n=3 (<i>Avenastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)	<u>0,410±0,018(181,8)</u>	<u>0,424±0,025(165,4)</u>	<u>0,411±0,023(193,1)</u>	-	<u>0,415±0,022(180,1)</u>
	0,043-2,058	0,053-2,410	0,003-2,321	-	0,013-2,410

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.), n=3	$0,434 \pm 0,024(178,7)$ 0,033-2,220	$0,427 \pm 0,024(168,8)$ 0,263-2,051	$0,414 \pm 0,024(172,4)$ 0,003-2,410	-	$0,425 \pm 0,024(173,3)$ 0,006-2,220
Вейник наземный <i>Calamagrostus epigeios</i> (L.) Roth.), n=3	$0,435 \pm 0,022(183,4)$ 0,003-2,410	$0,406 \pm 0,020(152,1)$ 0,003-2,410	$0,446 \pm 0,026(154,4)$ 0,003-2,410	-	$0,429 \pm 0,023(163,3)$ 0,010-2,387
Лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i> L.), n=3	$0,431 \pm 0,020(170,0)$ 0,093-2,370	$0,405 \pm 0,017(195,1)$ 0,006-2,004	$0,415 \pm 0,020(144,9)$ 0,023-2,101	-	$0,417 \pm 0,024(170,0)$ 0,006-2,370
Пырей ползучий (<i>Agropyron repens</i> L.), n=4	$0,453 \pm 0,026(193,1)$ 0,011-2,396	$0,395 \pm 0,020(167,1)$ 0,033-2,035	$0,433 \pm 0,024(161,8)$ 0,018-2,110	-	$0,427 \pm 0,024(174,0)$ 0,011-2,396
Тимофеевка степная (<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.), n=3	$0,485 \pm 0,024(193,5)$ 0,068-1,962	$0,408 \pm 0,020(152,6)$ 0,005-1,526	$0,373 \pm 0,018(191,2)$ 0,068-1,267	-	$0,422 \pm 0,024(179,1)$ 0,005-1,962
Овсяница бороздчатая, n=3 типчак (<i>Festuca sulcata</i> Hack.)	$0,416 \pm 0,021(179,7)$ 0,103-2,340	$0,429 \pm 0,020(142,1)$ 0,094-2,027	$0,415 \pm 0,020(194,8)$ 0,005-1,998	-	$0,420 \pm 0,021(172,2)$ 0,005-2,340

1	2	3	4	5	6
Волоснец гигантский (<i>Elymus giganteus Vahl.</i>), n=3	$0,434 \pm 0,025 (170,1)$ 0,003-2,006	$0,404 \pm 0,020 (170,1)$ 0,123-2,300	$0,410 \pm 0,022 (170,1)$ 0,093-1,895	-	$0,416 \pm 0,024 (173,4)$ 0,003-2,300
Луковые (<i>Alliaceae Borkh.</i>), n=3					
Лук угловатый (<i>Allium angulosum L.</i>), n=3	$0,052 \pm 0,002 (6,3)$ 0,048-0,053	-	$0,050 \pm 0,001 (4,1)$ 0,048-0,052	-	$0,051 \pm 0,003 (5,2)$ 0,048-0,053
Маревые (<i>Chenopodiaceae Less.</i>), n=12					
Марь белая (<i>Chenopodium album L.</i>), n=12	$0,318 \pm 0,019 (69,2)$ 0,229-0,458	$0,293 \pm 0,014 (50,4)$ 0,119-0,402	$0,283 \pm 0,018 (52,0)$ 0,182-0,367	-	$0,298 \pm 0,017 (57,2)$ 0,119-0,458
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae Juzz.</i>), n=12					
Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata L.</i>), n=7	$0,194 \pm 0,012 (172,5)$ 0,089-0,627	$0,163 \pm 0,010 (129,1)$ 0,094-0,537	$0,147 \pm 0,010 (53,3)$ 0,124-0,228	-	$0,168 \pm 0,010 (118,3)$ 0,089-0,627
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla Ledeb.</i>), n=5	$0,215 \pm 0,011 (100,7)$ 0,109-0,568	$0,182 \pm 0,011 (96,8)$ 0,089-0,347	$0,155 \pm 0,010 (85,4)$ 0,019-0,405	-	$0,184 \pm 0,011 (94,3)$ 0,019-0,568

1	2	3	4	5	6
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15					
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.), n = 10	<u>0,279±0,018(196,6)</u>	<u>0,221±0,015(151,6)</u>	<u>0,262±0,015(180,4)</u>	-	<u>0,254±0,016(176,2)</u>
	сл.-1,107	сл.-1,118	сл.-1,148		сл.-1,148
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	<u>0,230±0,014(182,6)</u>	<u>0,207±0,012(151,6)</u>	<u>0,235±0,015(46,8)</u>		<u>0,224±0,012(127,0)</u>
	сл.-1,006	сл.-1,026	сл.-0,823		сл.-1,026
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36					
Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.), n=14	<u>0,163±0,010(63,6)</u>	<u>0,152±0,008(61,4)</u>	<u>0,142±0,007(59,9)</u>	<u>0,155±0,009(57,9)</u>	<u>0,153±0,009(60,7)</u>
	0,128-0,164	0,104-0,158	0,109-0,150	0,124-0,161	0,104-0,164
Бурачок извилистый, n= 10 (<i>Alyssum</i> <i>tortuosum</i> Waldst. □ Kit. <i>ex Willd.</i>)	<u>0,149±0,008(46,6)</u>	<u>0,137±0,006(53,7)</u>	<u>0,130±0,007(52,1)</u>	<u>0,156±0,007(50,0)</u>	<u>0,143±0,007(50,6)</u>
	0,124-0,155	0,130-0,149	0,024-0,135	0,146-0,158	0,024-0,158

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Сурепка обыкновенная, n= 12 (<i>Barbarea vulgaris</i> <i>W.T. Aiton</i>)	<u>0,138±0,008(88,3)</u> 0,128-0,143	<u>0,151±0,008(50,6)</u> 0,118-0,152	<u>0,146±0,008(63,6)</u> 0,120-0,156	-	<u>0,145±0,008(58,5)</u> 0,118-0,156
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21					
Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia</i> L.), n=3	<u>0,711±0,037(152,5)</u> 0,338-0,983	<u>0,629±0,028(104,4)</u> 0,451-0,787	<u>0,484±0,025(95,6)</u> 0,261-0,513	-	<u>0,608±0,031(117,5)</u> 0,261-0,983
Лапчатка гусиная, n = 7 (<i>Potentilla anserina</i> L.)	<u>0,502±0,027(100,8)</u> 0,348-0,687	<u>0,537±0,029(72,8)</u> 0,337-0,752	<u>0,539±0,026(90,4)</u> 0,483-0,624	-	<u>0,526±0,028(88,0)</u> 0,337-0,687
Лапчатка длинночереш- ковая, n = 5 (<i>Potentilla</i> <i>longipes</i> Ledeb.)	<u>0,513±0,027(132,8)</u> 0,311-0,728	<u>0,529±0,028(96,4)</u> 0,291-0,608	<u>0,512±0,026(100,2)</u> 0,431-0,763	-	<u>0,518±0,027(109,8)</u> 0,291-0,763
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.), n=3	<u>0,289±0,023(111,8)</u> 0,131-0,343	<u>0,500±0,025(86,2)</u> 0,462-0,506	<u>0,483±0,022(90,1)</u> 0,207-0,496	<u>0,344±0,02(104,7)</u> 0,152-0,485	<u>0,404±0,023(98,2)</u> 0,131-0,506

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus</i> L.), n=3	<u>0,462±0,021(108,8)</u>	<u>0,434±0,020(94,8)</u>	<u>0,431±0,023(99,7)</u>	<u>0,437±0,019(100,7)</u>	<u>0,441±0,021(100,5)</u>
	0,031-0,489	0,138-0,473	0,258-0,460	0,361-0,468	0,031-0,489
Бобовые (<i>Leguminosae</i> Juss.), n=30					
Люцерна серповидная, n=7 (<i>Medicago falcate</i> L.)	<u>0,063±0,003 (102,3)</u>	<u>0,057±0,003 (94,6)</u>	<u>0,048±0,003 (96,8)</u>	-	<u>0,056±0,003 (97,9)</u>
	0,025-0,096	0,015-0,090	0,020-0,092		0,015-0,096
Солодка уральская <i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch), n=8	<u>0,058±0,003 (80,5)</u>	<u>0,053±0,003 (71,5)</u>	<u>0,051±0,003 (70,3)</u>	-	<u>0,054±0,003 (74,1)</u>
	0,023-0,084	0,014-0,073	0,018-0,093		0,014-0,093
Астрагал яичкоплодный, n=8 (<i>Astragalus testiculatus</i> Pall.)	<u>0,061±0,003 (69,7)</u>	<u>0,047±0,003 (60,7)</u>	<u>0,024±0,001 (59,3)</u>	-	<u>0,044±0,003 (65,5)</u>
	0,035-0,089	0,005-0,053	0,017-0,050		0,005-0,089
Астрагал роговой (<i>Astragalus ceratoides</i> Bieberstein), n=7	<u>0,056±0,003 (70,8)</u>	<u>0,052±0,003 (80,5)</u>	<u>0,030±0,002 (66,2)</u>	-	<u>0,046±0,003 (72,5)</u>
	0,032-0,090	0,025-0,069	0,008-0,062		0,008-0,090

1	2	3	4	5	6
Зонтичные (<i>Umbelliferae Moris</i>), n=12					
Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri D.C.</i>), n=12	<u>0,173±0,009 (7,0)</u> 0,113-0,223	<u>0,105±0,004 (4,0)</u> 0,073-0,206	<u>0,145±0,007 (3,2)</u> 0,098-0,215	-	<u>0,141±0,007 (4,1)</u> 0,073-0,223
Астровые (<i>Asteraceae Bercht. & J. Presl</i>), n=132					
Цмин песчаный, n=16 <i>Helichrysum arenarium</i> (<i>L.</i>) <i>Moench</i>)	<u>0,536±0,017(303,5)</u> 0,461-0,980	<u>0,204±0,009(175,0)</u> 0,121-0,460	<u>0,238±0,012(252,0)</u> 0,175-0,750	-	<u>0,326±0,013(243,5)</u> 0,121-0,980
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera Poir.</i>), n=12	<u>0,124±0,005(98,3)</u> 0,088-0,383	<u>0,106±0,004(103,7)</u> 0,093-0,255	<u>0,076±0,001(107,0)</u> 0,064-0,163	-	<u>0,102±0,003(103,0)</u> 0,064-0,383
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> <i>L.</i>), n=15	<u>0,168±0,008(170,2)</u> 0,097-0,272	<u>0,138±0,005(123,5)</u> 0,073-0,179	<u>0,162±0,007(150,9)</u> 0,101-0,254	-	<u>0,156±0,007(148,2)</u> 0,073-0,272
Полынь метельчатая (<i>Artemisia scoparia</i> <i>Wald. et Kitt</i>), n=14	<u>0,160±0,009(121,9)</u> 0,096-0,253	<u>0,142±0,007(152,8)</u> 0,083-0,206	<u>0,142±0,008(120,7)</u> 0,103-0,231	-	<u>0,148±0,008(131,8)</u> 0,083-0,253

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Полынь белеющая, n=15 (<i>Artemisia leucodes Schrenk.</i>)	<u>0,162±0,008(156,8)</u> 0,132-0,580	<u>0,118±0,006(148,3)</u> 0,104-0,463	<u>0,131±0,007(151,5)</u> 0,112-0,530	-	<u>0,137±0,007(152,2)</u> 0,104-0,580
Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia Ledeb.</i>), n=10	<u>0,183±0,009(173,0)</u> 0,106-0,787	<u>0,148±0,006(158,5)</u> 0,081-0,640	<u>0,173±0,008(148,5)</u> 0,095-0,638	-	<u>0,168±0,008(160,0)</u> 0,081-0,787
Василек русский (<i>Centaurea ruthenica Lam.</i>), n=15	<u>0,125±0,004(200,4)</u> 0,101-0,874	<u>0,119±0,004(153,7)</u> 0,098-0,886	<u>0,149±0,007(197,3)</u> 0,121-0,900	-	<u>0,131±0,006(183,8)</u> 0,098-0,900
Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica L.</i>), n=15	<u>0,116±0,005(163,5)</u> 0,093-0,605	<u>0,109±0,004(163,5)</u> 0,021-0,344	<u>0,147±0,006(163,5)</u> 0,082-0,684	-	<u>0,124±0,005(190,5)</u> 0,021-0,684
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella L.</i>)	<u>0,107±0,006(135,5)</u> 0,043-0,189	<u>0,088±0,009(110,6)</u> 0,001-0,093	<u>0,093±0,009(123,5)</u> 0,076-0,152	-	<u>0,096±0,007(123,2)</u> 0,001-0,189

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium</i> L.), n=12	<u>0,190±0,013(223,5)</u> 0,165-0,548	<u>0,169±0,009(206,8)</u> 0,141-0,487	<u>0,157±0,010(366,1)</u> 0,143-0,506	-	<u>0,172±0,011(198,8)</u> 0,141-0,548
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae</i> Lindl.), n=12					
Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.), n=12	<u>0,030±0,002(13,9)</u> 0,027-0,034	<u>0,032±0,002(18,3)</u> 0,029-0,035	<u>0,037±0,002(19,7)</u> 0,031-0,038	-	<u>0,033±0,002(17,3)</u> 0,027-0,038
Мареновые (<i>Rubiaceae</i> Juzz.), n=12					
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> L.), n=12	<u>0,094±0,003(186,9)</u> 0,075-0,168	<u>0,042±0,002 (130,3)</u> 0,005-0,085	<u>0,110±0,005 (165,5)</u> 0,095-0,235	-	<u>0,082±0,004(160,9)</u> 0,005-0,235
Туговые (<i>Moraceae</i> Lindl.), n=12					
Конопля сорная (<i>Cannabis ruderalis</i> Janisch), n=12	<u>0,026±0,002(20,8)</u> 0,024-0,033	<u>0,034±0,002(25,2)</u> 0,028-0,037	<u>0,030±0,002(20,6)</u> 0,025-0,036	-	<u>0,030±0,002(22,2)</u> 0,024-0,037

1	2	3	4	5	6
Хвощевые (<i>Equisetaceae</i> Rich.), n=6					
Хвощ луговой (<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.), n=6	<u>0,224±0,011(5,7)</u> 0,117-0,230	<u>0,232±0,013(3,3)</u> 0,227-0,236	-	-	<u>0,228±0,012(4,5)</u> 0,117-0,236
Заразиховые (<i>Orobanchaceae</i> Lindl.), n=6					
Заразиха голубая (<i>Orobanche caesia</i> <i>Reichenb.</i>), n=6	<u>0,060±0,003(53,3)</u> 0,054-0,070	<u>0,070±0,004(59,9)</u> 0,067-0,078	<u>0,068±0,004(59,3)</u> 0,062-0,073	-	<u>0,066±0,004(57,5)</u> 0,054-0,078
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae</i> Lindl.), n=36					
Вероника длинолист- ная (<i>Veronica</i> <i>longifolia</i> L.), n=9	<u>0,060±0,003(35,5)</u> 0,047-0,076	<u>0,052±0,002(31,7)</u> 0,043-0,068	<u>0,050±0,002(58,5)</u> 0,044-0,073	-	<u>0,054±0,002(41,9)</u> 0,043-0,076
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata</i> L.), n=9	<u>0,056±0,002(36,9)</u> 0,044-0,072	<u>0,049±0,002(40,0)</u> 0,040-0,053	<u>0,045±0,002(67,1)</u> 0,038-0,069	-	<u>0,050±0,002(48,0)</u> 0,038-0,072

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Льнянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia</i> (L.) Mill.), n=8	$\frac{0,063 \pm 0,003(40,1)}{0,047-0,069}$	$\frac{0,074 \pm 0,004(53,9)}{0,056-0,081}$	$\frac{0,067 \pm 0,003(16,1)}{0,027-0,072}$	-	$\frac{0,068 \pm 0,003(36,7)}{0,027-0,081}$
Льнянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria brachiceras</i>), n=10	$\frac{0,064 \pm 0,003(41,0)}{0,040-0,082}$	$\frac{0,084 \pm 0,003(43,3)}{0,057-0,092}$	$\frac{0,080 \pm 0,003(38,7)}{0,048-0,090}$	-	$\frac{0,076 \pm 0,003(41,0)}{0,040-0,092}$
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i> Lindl.), n=12					
Подорожник прижатый, n=12 (<i>Plantago derpressa</i> Willd.)	$\frac{0,035 \pm 0,003(8,4)}{0,030-0,036}$	-	$\frac{0,029 \pm 0,001(7,4)}{0,025-0,032}$	-	$\frac{0,032 \pm 0,002(7,9)}{0,025-0,036}$
Спаржевые (<i>Asparagaceae</i> Juzz.), n=6					
Спаржа лекарственная, n=3 (<i>Asparagus officinalis</i> L.)	$\frac{0,030 \pm 0,002(81,5)}{0,019-0,043}$	$\frac{0,025 \pm 0,002(77,2)}{0,016-0,029}$	$\frac{0,024 \pm 0,002(75,7)}{0,013-0,038}$	$\frac{0,041 \pm 0,002(80,0)}{0,031-0,047}$	$\frac{0,030 \pm 0,002(78,6)}{0,013-0,047}$
Спаржа коротколистная (<i>Asparagus brachyphyllus</i> Turcz.), n=3	$\frac{0,036 \pm 0,003(73,36)}{0,029-0,043}$	$\frac{0,031 \pm 0,001(73,36)}{0,009-0,036}$	$\frac{0,037 \pm 0,003(73,36)}{0,023-0,050}$	$\frac{0,048 \pm 0,004(73,36)}{0,039-0,056}$	$\frac{0,038 \pm 0,003(68,2)}{0,009-0,056}$
Среднее	$\frac{0,225 \pm 0,004(120,4)}{\text{Сл.-2,410}}$	$\frac{0,214 \pm 0,002(140,5)}{\text{Сл.-2,300}}$	$\frac{0,207 \pm 0,005(136,7)}{\text{Сл.-2,398}}$	$\frac{0,179 \pm 0,009(81,0)}{0,049-0,485}$	$\frac{0,206 \pm 0,005(119,7)}{\text{Сл.-2,410}}$

Виды растений	Со				
	Листья	Стебли	Цветы (соцветия)	Плоды	Среднее по растению
1	2	3	4	5	6
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9					
Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> C.A. Meу), n=9	<u>0,96±0,07(74,5)</u> 0,58-1,19	<u>0,77±0,05(60,2)</u> 0,54-1,02	<u>0,72±0,05(56,1)</u> 0,44-1,19	<u>0,75±0,04(58,8)</u> 0,51-0,86	<u>0,80±0,05(62,4)</u> 0,44-1,19
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33					
Тонконог тонкий (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) Pers.), n=3	<u>0,36±0,02(952,3)</u> 0,32-0,68	<u>0,26±0,02(862,3)</u> 0,21-0,70	<u>0,34±0,02(892,3)</u> 0,26-0,66	-	<u>0,32±0,03(902,3)</u> 0,21-0,70
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa capillata</i> L.), n=4	<u>0,35±0,02(923,4)</u> 0,26-0,58	<u>0,29±0,02(779,7)</u> 0,18-0,46	<u>0,26±0,02(904,8)</u> 0,20-0,53	-	<u>0,30±0,02(869,3)</u> 0,18-0,58
Овсец Шелля, n=3 (<i>Avenastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)	<u>0,24±0,02(682,3)</u> 0,01-0,88	<u>0,18±0,01(701,2)</u> 0,01-0,88	<u>0,18±0,01(655,9)</u> 0,01-0,88	-	<u>0,20±0,01(679,8)</u> 0,01-0,28

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.), n=3	$\underline{0,16 \pm 0,02(851,6)}$ 0,10-0,48	$\underline{0,32 \pm 0,03(944,6)}$ 0,18-0,48	$\underline{0,42 \pm 0,03(910,1)}$ 0,23-0,59	-	$\underline{0,30 \pm 0,03(902,1)}$ 0,10-0,59
Вейник наземный <i>Calamagrostus epigeios</i> (L.) Roth.), n=3	$\underline{0,27 \pm 0,02(429,2)}$ 0,19-0,44	$\underline{0,14 \pm 0,02(751,3)}$ 0,09-0,38	$\underline{0,25 \pm 0,02(878,4)}$ 0,11-0,32	-	$\underline{0,22 \pm 0,02(686,3)}$ 0,09-0,44
Лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i> L.), n=3	$\underline{0,26 \pm 0,02(715,3)}$ 0,18-0,55	$\underline{0,34 \pm 0,02(553,4)}$ 0,20-0,64	$\underline{0,33 \pm 0,02(636,3)}$ 0,12-0,68	-	$\underline{0,31 \pm 0,02(635,0)}$ 0,12-0,68
Пырей ползучий (<i>Agropyron repens</i> L.), n=4	$\underline{0,19 \pm 0,02(804,3)}$ 0,11-0,43	$\underline{0,27 \pm 0,02(421,3)}$ 0,19-0,53	$\underline{0,32 \pm 0,03(572,3)}$ 0,22-0,60	-	$\underline{0,26 \pm 0,02(599,3)}$ 0,11-0,60
Тимофеевка степная (<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.), n=3	$\underline{0,38 \pm 0,04(1098,4)}$ 0,23-0,80	$\underline{0,20 \pm 0,02(2004,0)}$ 0,05-0,78	$\underline{0,44 \pm 0,03(225,8)}$ 0,31-0,52	-	$\underline{0,34 \pm 0,03(1109,4)}$ 0,05-0,80

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Овсяница бороздчатая, n=3 типчак (<i>Festuca sulcata</i> <i>Hack.</i>)	<u>0,28±0,02(719,3)</u> 0,23-0,40	<u>0,17±0,02(2031,5)</u> 0,01-0,83	<u>0,30±0,02(622,1)</u> 0,20-0,72	-	<u>0,25±0,02(1124,3)</u> 0,01-0,88
Волоснец гигантский (<i>Elymus giganteus Vahl.</i>), n=3	<u>0,36±0,02(521,4)</u> 0,28-0,40	<u>0,19±0,02(223,7)</u> 0,14-0,29	<u>0,35±0,02(242,8)</u> 0,24-0,32	-	<u>0,30±0,02(329,3)</u> 0,14-0,40
Луковые (<i>Alliaceae Borkh.</i>), n=3					
Лук угловатый (<i>Allium angu-</i> <i>losum L.</i>), n=3	<u>0,16±0,008(334,7)</u> 0,12-1,21	-	<u>0,10±0,005(173,5)</u> 0,09-0,96	-	<u>0,13±0,007(254,1)</u> 0,09-1,21
Маревые (<i>Chenopodiaceae Less.</i>), n=12					
Марь белая (<i>Chenopodium album L.</i>), n=12	<u>0,20±0,010(102,9)</u> 0,12-0,25	<u>0,11±0,007(81,3)</u> 0,06-0,17	<u>0,14±0,009(112,5)</u> 0,08-0,23	-	<u>0,15±0,009(98,9)</u> 0,06-0,25
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae Juzz.</i>), n=12					
Качим метельчатый (<i>Gyps-</i> <i>sophila paniculata L.</i>), n=7	<u>0,22±0,02 (203,4)</u> 0,12-0,84	<u>0,31±0,02 (142,7)</u> 0,16-1,18	<u>0,37±0,02 (234,7)</u> 0,14-1,05	-	<u>0,30±0,02 (193,6)</u> 0,12-1,18

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> <i>Ledeb.</i>), n=5	<u>0,47±0,02 (98,2)</u> 0,11-0,67	<u>0,50±0,02 (128,8)</u> 0,06-0,90	<u>0,65±0,02 (117,4)</u> 0,42-0,96	-	<u>0,54±0,02 (114,8)</u> 0,06-0,96
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15					
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) <i>Mill.</i>), n = 10	<u>0,59±0,04 (70,8)</u> 0,45-1,00	<u>0,48±0,02 (58,3)</u> 0,42-0,97	<u>0,46±0,04 (79,7)</u> 0,42-1,10	-	<u>0,51±0,04 (69,6)</u> 0,42-1,10
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	<u>0,20±0,01 (93,7)</u> 0,06-0,51	<u>0,33±0,02 (70,4)</u> 0,26-0,64	<u>0,28±0,01 (97,5)</u> 0,18-0,52	-	<u>0,27±0,01 (87,2)</u> 0,06-0,64
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36					
Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.), n=14	<u>0,89±0,07 (800,4)</u> 0,61-1,54	<u>0,72±0,04 (625,4)</u> 0,53-0,94	<u>0,75±0,06 (754,2)</u> 0,60-1,12	<u>0,84±0,04 (636,0)</u> 0,13-1,54	<u>0,80±0,06 (704,0)</u> 0,53-1,54
Бурачок извилистый , n= 10 (<i>Alyssum tortuosum</i> <i>Waldst. □ Kit. ex Willd.</i>)	<u>0,60±0,03 (602,4)</u> 0,37-1,01	<u>0,48±0,03 (715,7)</u> 0,13-0,45	<u>0,53±0,03 (506,7)</u> 0,26-0,84	<u>0,55±0,04 (874,0)</u> 0,30-0,82	<u>0,54±0,03 (674,7)</u> 0,13-1,01

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. <i>Aiton</i>), n= 12	<u>0,78±0,04 (1006,2)</u>	<u>0,80±0,04 (674,9)</u>	<u>0,61±0,04 (1240,6)</u>	-	<u>0,73±0,04 (973,9)</u>
	0,54-0,90	0,62-0,96	0,55-0,96		0,54-0,96
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21					
Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia</i> L.), n=3	<u>1,32±0,10 (1017,5)</u>	<u>0,88±0,07 (1000,2)</u>	<u>0,92±0,07 (951,7)</u>	-	<u>1,04±0,09 (1004,8)</u>
	0,98-1,68	0,86-1,35	0,87-1,21		0,86-1,68
Лапчатка гусиная, n = 7 (<i>Potentilla anserina</i> L.)	<u>0,96±0,06 (863,6)</u>	<u>0,90±0,06 (1211,0)</u>	<u>0,93±0,06 (626,3)</u>	-	<u>0,93±0,06 (900,3)</u>
	0,54-1,25	0,47-1,08	0,63-1,18		0,47-1,25
Лапчатка длинночереш- ковая, n = 5 (<i>Potentilla</i> <i>longipes</i> Ledeb.)	<u>0,85±0,04 (773,4)</u>	<u>0,94±0,05 (913,5)</u>	<u>0,91±0,05 (822,3)</u>	-	<u>0,90±0,05 (836,4)</u>
	0,48-1,08	0,43-2,04	0,69-2,14		0,43-2,14
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.), n=3	<u>0,80±0,04 (829,7)</u>	<u>0,98±0,06 (1020,0)</u>	<u>0,83±0,03 (912,4)</u>	<u>0,79±0,03 (867,9)</u>	<u>0,85±0,04 (907,5)</u>
	0,65-1,09	0,74-1,26	0,11-1,24	0,52-1,03	0,11-1,26

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus L.</i>), n=3	<u>1,25±0,08(1326,4)</u> 1,14-2,43	<u>0,96±0,06(1274,8)</u> 0,66-2,11	<u>1,10±0,04(1402,0)</u> 0,96-2,36	<u>1,41±0,06 (1169,8)</u> 1,02-2,40	<u>1,18±0,06 (1300,0)</u> 1,02-2,43
Бобовые (<i>Leguminosae Juss.</i>), n=30					
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate L.</i>), n=7	<u>0,58±0,03(612,3)</u> 0,52-1,00	<u>0,57±0,03(500,7)</u> 0,48-0,82	<u>0,50±0,02(440,4)</u> 0,48-0,94	-	<u>0,68±0,03(517,8)</u> 0,48-1,00
Солодка уральская <i>Glycyrrhiza uralensis Fisch</i>), n=8	<u>0,42±0,03(267,6)</u> 0,06-0,63	<u>0,54±0,03(411,4)</u> 0,32-0,85	<u>0,45±0,03(452,6)</u> 0,11-0,77	-	<u>0,47±0,03(377,2)</u> 0,06-0,85
Астрагал яичкоплодный (<i>Astragalus testiculatus Pall.</i>), n=8	<u>0,68±0,04(385,4)</u> 0,51-0,87	<u>0,44±0,01(516,7)</u> 0,36-0,70	<u>0,68±0,05(578,7)</u> 0,54-1,03	-	<u>0,60±0,03(493,6)</u> 0,36-1,03
Астрагал роговой, n=7 (<i>Astragalus ceratoides Bieberstein</i>)	<u>0,52±0,03(607,6)</u> 0,39-0,66	<u>0,37±0,03(456,7)</u> 0,18-0,52	<u>0,46±0,03(621,1)</u> 0,22-0,60	-	<u>0,45±0,03(561,8)</u> 0,18-0,66

1	2	3	4	5	6
Зонтичные (<i>Umbelliferae Moris</i>), n=12					
Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri D.C.</i>), n=12	<u>0,47±0,02(90,7)</u>	<u>0,34±0,02(72,8)</u>	<u>0,35±0,02(99,0)</u>	-	<u>0,39±0,02(87,5)</u>
	0,36-0,48	0,27-0,40	0,30-0,43		0,27-0,48
Астровые (<i>Asteraceae Bercht. & J. Presl</i>), n=132					
Цмин песчаный, n=16 <i>Helichrysum arenarium (L.) Moench</i>	<u>0,98±0,04(285,8)</u>	<u>0,86±0,04(279,4)</u>	<u>0,71±0,03(231,0)</u>	-	<u>0,85±0,04(265,4)</u>
	0,79-1,38	0,74-1,27	0,67-1,23		0,67-1,38
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera Poir.</i>), n=12	<u>0,84±0,03(125,2)</u>	<u>0,79±0,03(170,0)</u>	<u>0,68±0,03(110,7)</u>	-	<u>0,77±0,03(135,3)</u>
	0,66-1,08	0,63-1,04	0,55-0,94		0,55-1,08
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium L.</i>), n=15	<u>0,51±0,03(195,9)</u>	<u>0,34±0,03(130,0)</u>	<u>0,35±0,03(220,1)</u>	-	<u>0,40±0,03(182,0)</u>
	0,28-1,10	0,14-0,88	0,07-0,46		0,07-1,10
Полынь метельчатая (<i>Artemisia scoparia Wald. et Kitt</i>), n=14	<u>0,48±0,03(204,4)</u>	<u>0,30±0,03(182,4)</u>	<u>0,48±0,03(186,5)</u>	-	<u>0,42±0,03(191,1)</u>
	0,29-1,05	0,22-0,91	0,34-0,96		0,22-1,05
Полынь белеющая, n=15 (<i>Artemisia leucodes Schrenk.</i>)	<u>0,46±0,02(104,0)</u>	<u>0,34±0,02(183,3)</u>	<u>0,34±0,02(142,9)</u>	-	<u>0,38±0,02(143,4)</u>
	0,38-0,80	0,22-0,76	0,27-0,81		0,22-0,81
Полынь широколистная, n=10 (<i>Artemisia latifolia Ledeb.</i>)	<u>0,49±0,03(190,4)</u>	<u>0,41±0,03(134,0)</u>	<u>0,45±0,03(182,0)</u>	-	<u>0,45±0,03(168,8)</u>
	0,20-0,82	0,26-0,90	0,36-0,64		0,20-0,90

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Василек русский (<i>Centaurea ruthenica</i> Lam.), n=15	<u>0,59±0,03(183,0)</u> 0,38-0,86	<u>0,40±0,03(162,4)</u> 0,32-0,88	<u>0,39±0,03(164,6)</u> 0,18-0,72	-	<u>0,46±0,03(170,0)</u> 0,18-0,88
Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica</i> L.), n=15	<u>0,62±0,03(179,9)</u> 0,30-0,86	<u>0,28±0,03(192,4)</u> 0,15-0,46	<u>0,33±0,03(153,9)</u> 0,24-0,59	-	<u>0,41±0,03(175,4)</u> 0,15-0,86
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella</i> L.)	<u>0,54±0,03(204,6)</u> 0,46-1,27	<u>0,41±0,03(128,0)</u> 0,32-1,02	<u>0,31±0,03(211,6)</u> 0,23-0,67	-	<u>0,42±0,03(181,4)</u> 0,23-1,27
Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium</i> L.), n=12	<u>0,56±0,03(152,4)</u> 0,26-0,87	<u>0,33±0,03(130,8)</u> 0,22-0,81	<u>0,31±0,03(140,4)</u> 0,17-0,64	-	<u>0,40±0,03(141,2)</u> 0,17-0,87
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae</i> Lindl.), n=12					
Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.), n=12	<u>0,45±0,03(50,6)</u> 0,42-0,58	<u>0,26±0,02(62,2)</u> 0,18-0,42	<u>0,37±0,02(63,9)</u> 0,24-0,50	-	<u>0,36±0,02(58,9)</u> 0,18-0,58
Мареновые (<i>Rubiaceae</i> Juzz.), n=12					
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> L.), n=12	<u>0,85±0,04(90,4)</u> 0,56-0,94	<u>0,58±0,03(75,1)</u> 0,47-0,76	<u>0,70±0,04(80,8)</u> 0,52-0,85	-	<u>0,71±0,04(82,1)</u> 0,47-0,94
Тутовые (<i>Moraceae</i> Lindl.), n=12					
Конопля сорная (<i>Cannabis ruderalis</i> Janisch), n=12	<u>0,77±0,04(256,2)</u> 0,56-0,97	<u>0,56±0,03(200,8)</u> 0,39-0,88	<u>0,71±0,04(188,6)</u> 0,58-0,92	-	<u>0,68±0,04(215,2)</u> 0,39-0,97

1	2	3	4	5	6
Хвощевые (<i>Equisetaceae Rich.</i>), n=6					
Хвощ луговой (<i>Equisetum pratense Ehrh.</i>), n=6	<u>0,63±0,04 (100,6)</u> 0,52-0,84	<u>0,39±0,02 (84,6)</u> 0,21-0,63	-	-	<u>0,51±0,03(92,6)</u> 0,21-0,84
Заразиховые (<i>Orobanchaceae Lindl.</i>), n=6					
Заразиха голубая (<i>Orobanche caesia Reichenb.</i>), n=6	<u>0,10±0,01 (80,8)</u> 0,05-0,25	<u>0,24±0,01 (70,9)</u> 0,11-0,35	<u>0,20±0,01 (65,2)</u> 0,09-0,31	-	<u>0,18±0,01(72,3)</u> 0,05-0,35
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae Lindl.</i>), n=36					
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia L.</i>), n=9	<u>0,52±0,03(108,6)</u> 0,34-0,70	<u>0,33±0,02(88,2)</u> 0,26-0,60	<u>0,35±0,02(75,6)</u> 0,30-0,67	-	<u>0,40±0,02(90,8)</u> 0,26-0,70
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata L.</i>), n=9	<u>0,45±0,03(140,4)</u> 0,30-0,68	<u>0,24±0,01(93,2)</u> 0,12-0,41	<u>0,39±0,01(130,0)</u> 0,15-0,68	-	<u>0,36±0,01(121,2)</u> 0,12-0,68
Льнянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia (L.) Mill.</i>), n=8	<u>0,67±0,05(120,8)</u> 0,54-0,71	<u>0,70±0,03(130,3)</u> 0,36-0,73	<u>0,67±0,04(75,3)</u> 0,42-0,70	-	<u>0,68±0,04(108,8)</u> 0,36-0,71
Льнянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria brachiceras</i>), n=10	<u>0,74±0,05(96,2)</u> 0,64-0,77	<u>0,68±0,05(75,9)</u> 0,62-0,72	<u>0,74±0,05(67,9)</u> 0,65-0,76	-	<u>0,72±0,05(80,0)</u> 0,62-0,77

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i> Lindl.), n=12					
Подорожник прижатый (<i>Plantago derpressa</i> <i>Willd.</i>), n=12	<u>0,34±0,02(105,6)</u> 0,24-0,45	-	<u>0,24±0,02(93,6)</u> 0,14-0,40	-	<u>0,29±0,02(99,6)</u> 0,14-0,45
Спаржевые (<i>Asparagaceae</i> Juzz.), n=6					
Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis</i> L.), n=3	<u>0,98±0,008(202,4)</u> 0,81-1,24	<u>0,85±0,005(148,7)</u> 0,62-1,01	<u>0,90±0,007(138,4)</u> 0,74-1,13	<u>0,99±0,007(116,1)</u> 0,80-1,18	<u>0,93±0,007(151,4)</u> 0,74-1,24
Спаржа коротколистная (<i>Asparagus brachyphyllus</i> <i>Turcz.</i>), n=3	<u>0,97±0,006(507,1)</u> 0,24-1,08	<u>0,45±0,004(382,1)</u> 0,08-0,58	<u>0,94±0,007(408,7)</u> 0,66-1,04	<u>0,96±0,006(433,3)</u> 0,73-1,02	<u>0,83±0,006(432,8)</u> 0,08-1,08
Среднее	<u>0,56±0,007(427,1)</u> 0,01-2,43	<u>0,47±0,005(354,1)</u> 0,01-2,11	<u>0,50±0,007(512,2)</u> 0,01-2,36	<u>0,89±0,003(593,3)</u> 0,13-2,40	<u>0,61±0,006(471,7)</u> 0,01-2,43

Виды растений	Сг				
	Листья	Стебли	Цветы (соцветия)	Плоды	Среднее по рас- тению
1	2	3	4	5	6
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9					
Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> С.А. <i>Meу</i>), n=9	<u>3,32±0,3 (104,8)</u> 2,53-3,49	<u>2,05±0,2 (79,6)</u> 1,97-2,68	<u>2,13±0,2 (83,7)</u> 2,00-2,89	<u>3,34±0,2 (87,1)</u> 3,11-3,57	<u>2,71±0,2 (88,8)</u> 1,97-3,57
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33					
Тонконог тонкий (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) <i>Pers.</i>), n=3	<u>6,72±0,4 (3076,4)</u> 4,53-31,98	<u>4,08±0,1 (3009,9)</u> 3,32-30,23	<u>5,55±0,2 (2938,3)</u> 0,09-30,80	-	<u>5,45±0,3 (3008,2)</u> 3,32-31,98
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa capillata</i> L.), n=4	<u>2,51±0,2 (5931,2)</u> 0,28-22,28	<u>2,14±0,2 (5004,3)</u> 0,09-23,61	<u>2,31±0,2 (6239,5)</u> 0,13-24,30	-	<u>2,32±0,2 (5725,0)</u> 0,09-24,30
Овсец Шелля, n=3 (<i>Av- enastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)	<u>5,82±0,3 (1024,3)</u> 1,26-20,00	<u>4,14±0,2 (898,3)</u> 0,86-16,24	<u>3,87±0,3 (855,1)</u> 2,04-16,27	-	<u>4,61±0,3 (925,9)</u> 0,86-20,00

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.), n=3	<u>3,12±0,2 (1108,3)</u> 1,21-27,64	<u>1,52±0,2 (1267,8)</u> 0,35-20,32	<u>1,66±0,2 (701,6)</u> 1,05-14,67	-	<u>2,10±0,2 (1025,9)</u> 0,35-27,64
Вейник наземный <i>Calamagrostus epigeios</i> (L.) Roth.), n=3	<u>4,37±0,3 (2864,2)</u> 3,54-29,52	<u>3,92±0,3 (3649,2)</u> 2,21-25,60	<u>3,86±0,2 (2508,8)</u> 2,64-23,27	-	<u>4,05±0,3 (3007,4)</u> 2,21-29,52
Лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i> L.), n=3	<u>3,47±0,2 (2625,4)</u> 3,09-20,64	<u>3,02±0,2 (3020,0)</u> 2,61-22,81	<u>2,75±0,2 (3050,7)</u> 2,63-21,58	-	<u>3,08±0,2 (2898,7)</u> 2,61-22,81
Пырей ползучий (<i>Agropyron repens</i> L.), n=4	<u>2,34±0,09 (1504,3)</u> 1,27-28,31	<u>1,53±0,1 (962,1)</u> 0,86-18,62	<u>1,89±0,2 (1258,4)</u> 0,92-26,56	-	<u>1,92±0,1 (1241,6)</u> 0,86-28,31
Тимофеевка степная (<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.), n=3	<u>6,14±0,6 (2531,2)</u> 3,34-21,76	<u>4,07±0,3 (1682,4)</u> 3,56-20,35	<u>4,91±0,3 (1943,6)</u> 3,62-18,20	-	<u>5,04±0,4 (2052,4)</u> 3,34-21,76
Овсяница бороздчатая (<i>Festuca sulcata</i> Hack.), n=3	<u>5,42±0,5 (3000,2)</u> 1,11-17,32	<u>6,04±0,6 (2431,3)</u> 4,52-21,53	<u>7,98±0,2 (3125,4)</u> 4,69-22,57	-	<u>6,48±0,5 (2584,3)</u> 1,11-22,57

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Волоснец гигантский, n=3 (<i>Elymus giganteus Vahl.</i>)	<u>3,14±0,2 (960,1)</u> 3,00-12,47	<u>4,08±0,2 (876,4)</u> 3,07-28,53	<u>3,01±0,2 (1077,4)</u> 2,00-27,34	-	<u>3,41±0,2 (971,3)</u> 2,00-28,53
Луковые (<i>Alliaceae Borkh.</i>), n=3					
Лук угловатый (<i>Allium angulosum L.</i>), n=3	<u>0,70±0,05(57,3)</u> 0,61-1,24	-	<u>0,50±0,02(33,1)</u> 0,48-0,89	-	<u>0,60±0,03(45,2)</u> 0,48-1,24
Маревые (<i>Chenopodiaceae Less.</i>), n=12					
Марь белая , n=12 (<i>Chenopodium album L.</i>)	<u>0,85±0,04 (92,0)</u> 0,60-2,08	<u>1,11±0,06 (103,8)</u> 0,86-2,95	<u>1,04±0,05 (94,6)</u> 0,73-2,59	-	<u>1,00±0,05 (96,8)</u> 0,60-2,95
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae Juzz.</i>), n=12					
Качим метельчатый, n=7 (<i>Gypsophila paniculata L.</i>)	<u>1,05±0,07(104,5)</u> 0,72-1,57	<u>0,74±0,05(86,1)</u> 0,64-1,23	<u>0,88±0,05(92,0)</u> 0,74-1,57	-	<u>0,89±0,05(94,2)</u> 0,64-1,57
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla Ledeb.</i>), n=5	<u>0,59±0,05(112,2)</u> 0,21-0,76	<u>0,70±0,05(90,2)</u> 0,42-0,82	<u>0,72±0,05(94,0)</u> 0,38-0,78	-	<u>0,67±0,05(98,8)</u> 0,21-0,82
Лютиковые (<i>Ranunculaceae Juzz.</i>), n=15					
Прострел раскрытый, n=10 (<i>Pulsatilla patens (L.) Mill.</i>)	<u>2,13±0,11(165,5)</u> 1,38-3,45	<u>1,50±0,09(96,4)</u> 1,24-2,67	<u>2,01±0,10(150,6)</u> 1,68-3,20	-	<u>1,88±0,10(137,5)</u> 1,24-3,45

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	<u>1,39±0,09(72,5)</u> 1,23-2,18	<u>0,94±0,07(52,8)</u> 0,40-2,06	<u>1,27±0,09(77,2)</u> 0,56-1,83	-	<u>1,20±0,09(67,5)</u> 0,40-2,18
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36					
Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.), n=14	<u>0,69±0,04(142,3)</u> 0,44-0,85	<u>0,63±0,04(112,3)</u> 0,51-0,96	<u>0,60±0,03(108,0)</u> 0,53-0,82	<u>0,76±0,05(28,3)</u> 0,70-0,82	<u>0,67±0,04(130,3)</u> 0,44-0,96
Бурачок извилистый, n= 10 (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. □ <i>Kit. ex Willd.</i>)	<u>0,72±0,04(193,3)</u> 0,61-1,08	<u>0,61±0,03(96,7)</u> 0,54-0,72	<u>0,76±0,05(200,1)</u> 0,61-1,00	<u>0,71±0,03(255,1)</u> 0,58-1,04	<u>0,70±0,04(186,3)</u> 0,54-1,08
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. <i>Aiton</i>), n= 12	<u>0,67±0,04(190,8)</u> 0,46-0,76	<u>0,63±0,04(110,3)</u> 0,14-0,79	<u>0,80±0,05 (119,8)</u> 0,60-0,86	-	<u>0,70±0,04(140,3)</u> 0,14-0,86
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21					
Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia</i> L.), n=3	<u>4,24±0,20(908,5)</u> 2,07-7,52	<u>3,82±0,16(1004,3)</u> 1,48-6,84	<u>2,89±0,14(793,8)</u> 0,52-7,52	-	<u>3,65±0,17(902,2)</u> 1,48-7,52
Лапчатка гусиная, n = 7 (<i>Potentilla anserina</i> L.)	<u>2,30±0,14 (705,8)</u> 1,96-5,63	<u>1,90±0,12 (729,4)</u> 1,61-4,62	<u>1,95±0,12(624,6)</u> 1,70-5,15	-	<u>2,05±0,13(686,6)</u> 1,61-5,63

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Лапчатка длинночерешковая, n = 5 (<i>Potentilla longipes Ledeb.</i>)	<u>3,04±0,17(658,3)</u> 2,68-6,30	<u>2,05±0,17(1204,2)</u> 0,52-7,28	<u>3,70±0,17(1152,5)</u> 0,86-7,52	-	<u>2,93±0,15(1005,0)</u> 0,52-6,56
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis L.</i>), n=3	<u>2,04±0,12(1303,1)</u> 1,53-4,54	<u>2,94±0,14(826,4)</u> 2,05-3,57	<u>2,93±0,15(1035,7)</u> 1,55-4,26	<u>1,45±0,13(620,4)</u> 1,42-3,26	<u>2,34±0,14(946,4)</u> 1,42-4,54
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus L.</i>), n=3	<u>3,18±0,17(1358,2)</u> 0,90-6,57	<u>3,65±0,18(1023,5)</u> 1,03-6,86	<u>2,89±0,16(986,5)</u> 1,05-4,65	<u>3,60±0,17(2201,0)</u> 0,82-6,38	<u>3,33±0,17(1392,3)</u> 0,82-6,86
Бобовые (<i>Leguminosae Juss.</i>), n=30					
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate L.</i>), n=7	<u>2,08±0,13(176,4)</u> 1,83-2,46	<u>1,74±0,11(129,8)</u> 1,37-2,94	<u>2,03±0,12(155,2)</u> 1,86-2,82	-	<u>1,95±0,12(153,8)</u> 1,37-2,94
Солодка уральская (<i>Glycyrrhiza uralensis Fisch.</i>), n=8	<u>1,63±0,12(125,4)</u> 1,23-2,06	<u>1,28±0,10(96,4)</u> 0,84-1,40	<u>1,47±0,11(117,8)</u> 1,67-2,00	-	<u>1,46±0,11(113,2)</u> 0,98-2,06
Астрагал яичкоплодный (<i>Astragalus testiculatus Pall.</i>), n=8	<u>1,52±0,10(134,5)</u> 1,28-1,83	<u>1,04±0,09(116,4)</u> 0,84-1,53	<u>1,58±0,09(138,5)</u> 1,20-1,72	-	<u>1,38±0,09(129,8)</u> 0,84-1,83

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Астрагал роговой (<i>Astragalus ceratoides</i> <i>Bieberstein</i>), n=7	<u>1,82±0,1(131,8)</u> 1,71-2,65	<u>1,73±0,1(131,8)</u> 1,67-2,64	<u>2,12±0,1(131,8)</u> 1,80-2,92	-	<u>1,89±0,09(130,4)</u> 1,67-2,92
Зонтичные (<i>Umbelliferae Moris</i>), n=12					
Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri D.C.</i>), n=12	<u>0,64±0,05(60,0)</u> 0,54-0,73	<u>0,49±0,04 (77,6)</u> 0,41-0,66	<u>0,67±0,05(65,2)</u> 0,41-0,73	-	<u>0,60±0,05(67,6)</u> 0,41-0,73
Астровые (<i>Asteraceae Bercht. & J. Presl</i>), n=132					
Цмин песчаный, n=16 <i>Helichrysum arenarium</i> (<i>L.</i>) <i>Moench</i>)	<u>2,03±0,08(658,1)</u> 1,82-3,85	<u>1,82±0,08(581,0)</u> 1,53-4,00	<u>2,15±0,08(639,5)</u> 1,67-4,45	-	<u>2,00±0,08(626,2)</u> 1,53-4,45
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera Poir.</i>), n=12	<u>0,87±0,08(522,4)</u> 0,56-2,19	<u>1,16±0,08(555,3)</u> 1,04-2,32	<u>1,06±0,08(551,6)</u> 0,21-4,45	-	<u>1,03±0,08(543,1)</u> 0,56-2,68
Полынь горькая, n=15 (<i>Artemisia absinthium L.</i>)	<u>1,23±0,075(612,2)</u> 0,64-1,82	<u>1,50±0,08(592,1)</u> 0,57-2,08	<u>1,59±0,06(618,2)</u> 0,43-2,05	-	<u>1,44±0,075(607,5)</u> 0,21-2,08

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Полынь метельчатая (<i>Artemisia scoparia</i> Wald. et Kitt), n=14	<u>1,17±0,06(623,7)</u> 0,53-2,48	<u>1,21±0,08(564,2)</u> 0,46-1,54	<u>2,00±0,09(660,1)</u> 0,81-3,05	-	<u>1,46±0,09(616,0)</u> 0,46-3,05
Полынь белеющая, n=15 (<i>Artemisia leucodes</i> Schrenk.)	<u>1,40±0,09(520,0)</u> 0,85-3,52	<u>1,28±0,08(516,4)</u> 0,42-2,46	<u>1,40±0,09(562,6)</u> 0,21-4,45	-	<u>1,36±0,09(533,0)</u> 0,42-3,52
Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia</i> Ledeb.), n=10	<u>1,19±0,04(508,4)</u> 0,82-1,84	<u>1,23±0,06(607,3)</u> 0,94-2,57	<u>1,42±0,06(379,2)</u> 0,86-2,84	-	<u>1,28±0,06(498,3)</u> 0,82-2,84
Василек русский (<i>Centaurea ruthenica</i> Lam.), n=15	<u>1,72±0,05(650,3)</u> 0,75-3,37	<u>1,09±0,04(548,2)</u> 0,60-3,53	<u>1,84±0,05(626,7)</u> 0,94-4,00	-	<u>1,55±0,05(608,4)</u> 0,60-4,00
Василек сибирский, n=15 (<i>Centaurea sibirica</i> L.)	<u>1,63±0,05(563,2)</u> 0,72-2,07	<u>1,27±0,04(604,1)</u> 0,35-1,58	<u>1,60±0,05(546,0)</u> 0,67-2,28	-	<u>1,50±0,05(571,1)</u> 0,35-2,28
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella</i> L.)	<u>1,07±0,08(489,2)</u> 0,34-1,56	<u>1,37±0,08(557,2)</u> 0,54-3,10	<u>1,16±0,07(580,8)</u> 0,62-2,86	-	<u>1,20±0,08(542,4)</u> 0,34-3,10

родолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Дурнишник обыкновен- ный (<i>Xanthium strumarium</i> <i>L.</i>), n=12	<u>1,02±0,04 (802,4)</u> 0,53-2,50	<u>1,21±0,05 (652,8)</u> 0,73-2,72	<u>1,10±0,08(698,8)</u> 0,56-2,54	-	<u>1,11±0,04(718,0)</u> 0,53-2,72
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae Lindl.</i>), n=12					
Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca L.</i>), n=12	<u>0,88±0,06(90,3)</u> 0,40-0,96	<u>0,80±0,05(78,7)</u> 0,27-0,90	<u>0,84±0,04(85,1)</u> 0,53-0,92	-	<u>0,84±0,05(84,7)</u> 0,27-0,96
Мареновые (<i>Rubiaceae Juzz.</i>), n=12					
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum L.</i>), n=12	<u>1,33±0,08 (78,8)</u> 1,00-1,91	<u>2,04±0,13(69,3)</u> 1,53-2,94	<u>2,42±0,11(71,8)</u> 1,28-2,90	-	<u>1,93±0,11(73,3)</u> 1,00-2,94
Тутовые (<i>Moraceae Lindl.</i>), n=12					
Конопля сорная (<i>Cannabis</i> <i>ruderalis Janisch</i>), n=12	<u>1,62±0,09 (172,3)</u> 1,24-2,68	<u>1,03±0,08(138,7)</u> 0,82-1,65	<u>1,43±0,08(151,9)</u> 0,95-2,52	-	<u>1,36±0,08(154,3)</u> 0,82-2,68
Хвощевые (<i>Equisetaceae Rich.</i>), n=6					
Хвощ луговой (<i>Equisetum</i> <i>pratense Ehrh.</i>), n=6	<u>1,49±0,09 (151,5)</u> 1,08-2,47	<u>0,81±0,05 (75,5)</u> 0,58-1,20	-	-	<u>1,15±0,07 (113,5)</u> 0,58-2,47

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Заразиховые (<i>Orobanchaceae</i> Lindl.), n=6					
Заразиха голубая (<i>Orobanche caesia</i> <i>Reichenb.</i>), n=6	<u>0,17±0,01 (42,0)</u> 0,15-0,28	<u>0,46±0,03 (63,8)</u> 0,32-0,50	<u>0,51±0,02 (46,6)</u> 0,42-0,52	-	<u>0,38±0,02 (50,8)</u> 0,15-0,52
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae</i> Lindl.), n=36					
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia</i> L.), n=9	<u>1,23±0,07 (52,8)</u> 0,86-1,36	<u>1,22±0,06 (48,2)</u> 0,88-1,43	<u>1,48±0,08 (51,4)</u> 1,04-1,50	-	<u>1,31±0,07 (50,8)</u> 0,86-1,50
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata</i> L.), n=9	<u>1,48±0,07 (39,9)</u> 1,10-1,56	<u>1,26±0,06 (51,1)</u> 0,94-1,28	<u>1,52±0,09 (55,1)</u> 1,30-1,56	-	<u>1,42±0,08 (48,7)</u> 0,94-1,56
Льнянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia</i> (L.) <i>Mill.</i>), n=8	<u>1,07±0,03 (60,1)</u> 0,72-1,14	<u>1,13±0,04 (50,7)</u> 0,86-1,16	<u>1,19±0,04 (59,6)</u> 1,08-1,20	-	<u>1,13±0,04 (56,8)</u> 0,72-1,20
Льнянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria</i> <i>brachiceras</i>), n=10	<u>1,10±0,07 (50,3)</u> 0,80-1,24	<u>1,24±0,06 (56,0)</u> 0,85-1,37	<u>1,32±0,06 (51,3)</u> 0,86-1,36	-	<u>1,22±0,06 (52,5)</u> 0,80-1,37

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae Lindl.</i>), n=12					
Подорожник прижатый, n=12 (<i>Plantago derpressa</i> <i>Willd.</i>)	<u>0,69±0,04 (46,4)</u> 0,24-0,84	-	<u>0,75±0,05 (62,4)</u> 0,18-0,82	-	<u>0,72±0,04(54,4)</u> 0,18-0,84
Спаржевые (<i>Asparagaceae Juzz.</i>), n=6					
Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis L.</i>), n=3	<u>1,64±0,05 (325,2)</u> 1,15-7,16	<u>1,12±0,02 (206,5)</u> 1,01-5,63	<u>1,37±0,04 (304,8)</u> 0,92-7,59	<u>1,95±0,05(383,9)</u> 1,23-8,24	<u>1,52±0,04 (305,1)</u> 0,92-8,24
Спаржа коротколистная (<i>Asparagus brachyphyllus</i> <i>Turcz.</i>), n=3	<u>1,04±0,01 (120,6)</u> 0,78-3,48	<u>1,14±0,03 (158,9)</u> 0,83-5,26	<u>1,19±0,04 (250,7)</u> 0,93-8,24	<u>1,27±0,03(213,4)</u> 1,06-6,57	<u>1,16±0,03 (185,9)</u> 0,78-6,55
Среднее	<u>2,01±0,12 (742,4)</u> 0,21-31,98	<u>1,79±0,11 (714,9)</u> 0,09-30,23	<u>1,96±0,11 (723,5)</u> 0,09-30,80	<u>1,87±0,09(541,3)</u> 0,58-8,24	<u>1,91±0,11 (680,5)</u> 0,09-31,98

Виды растений	Ni				
	Листья	Стебли	Цветы (соцветия)	Плоды	Среднее по растению
1	2	3	4	5	6
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9					
Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> C.A. <i>Meu</i>), n=9	$4,10 \pm 0,21(24,0)$ 3,20-4,37	$3,08 \pm 0,20(18,5)$ 2,87-3,96	$3,42 \pm 0,20(23,6)$ 2,92-4,12	$4,36 \pm 0,22(19,5)$ 4,21-4,37	$3,74 \pm 0,21(21,4)$ 2,87-4,37
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33					
Тонконог тонкий (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) <i>Pers.</i>), n=3	$3,02 \pm 0,16(424,5)$ 2,16-7,28	$2,04 \pm 0,13(400,5)$ 1,26-5,27	$1,84 \pm 0,15(529,5)$ 1,43-4,83	-	$2,30 \pm 0,15(451,5)$ 1,26-7,28
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa capillata</i> <i>L.</i>), n=4	$0,94 \pm 0,08 (409,4)$ 0,14-2,16	$1,68 \pm 0,10 (335,1)$ 1,09-3,68	$1,97 \pm 0,12 (402,7)$ 1,20-3,56	-	$1,53 \pm 0,10 (382,4)$ 0,14-3,68
Овсец Шелля, n=3 (<i>Avenastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)	$2,41 \pm 0,14(528,2)$ 1,33-8,32	$2,04 \pm 0,12(463,7)$ 1,08-5,31	$1,55 \pm 0,13(533,0)$ 1,08-5,93	-	$2,00 \pm 0,13(508,3)$ 1,08-8,32

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.), n=3	<u>1,80±0,10 (306,7)</u> 1,20-5,37	<u>1,07±0,10 (393,7)</u> 0,87-4,92	<u>2,02±0,11(459,7)</u> 1,23-7,68	-	<u>1,63±0,10(386,7)</u> 0,87-7,68
Вейник наземный <i>Calamagrostus epigeios</i> (L.) Roth.), n=3	<u>2,30±0,14(390,4)</u> 2,04-5,34	<u>1,68±0,12 (474,1)</u> 1,65-3,67	<u>2,56±0,15 (371,8)</u> 2,30-6,54	-	<u>2,18±0,14(412,1)</u> 1,65-6,54
Лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i> L.), n=3	<u>3,08±0,15 (396,5)</u> 2,30-5,48	<u>1,48±0,11(443,4)</u> 1,18-5,00	<u>2,10±0,13(370,6)</u> 1,62-4,67	-	<u>2,22±0,13(403,5)</u> 1,18-5,48
Пырей ползучий (<i>Agropyron repens</i> L.), n=4	<u>4,60±0,18(523,7)</u> 4,22-10,98	<u>3,83±0,15(335,7)</u> 3,70-6,60	<u>3,75±0,16(642,7)</u> 3,63-8,06	-	<u>4,06±0,16(500,7)</u> 3,63-10,98
Тимофеевка степная (<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.), n=3	<u>1,53±0,11(430,4)</u> 1,38-8,82	<u>2,35±0,12(386,2)</u> 1,70-9,14	<u>2,33±0,12(384,0)</u> 2,00-8,34	-	<u>2,07±0,12(400,2)</u> 1,38-9,14
Овсяница бороздчатая, n=3 тип-чак (<i>Festuca sulcata</i> Hack.)	<u>3,56±0,16(443,4)</u> 3,10-8,76	<u>2,64±0,13(400,0)</u> 2,38-6,69	<u>2,80±0,15(393,8)</u> 2,44-7,82	-	<u>3,00±0,15(412,4)</u> 2,38-8,76
Волоснец гигантский (<i>Elymus giganteus</i> Vahl.), n=3	<u>1,66±0,11(406,6)</u> 1,20-4,36	<u>2,40±0,14(503,4)</u> 1,82-5,59	<u>2,30±0,13(588,5)</u> 1,94-5,23	-	<u>2,12±0,13(499,5)</u> 1,20-5,59
Луковые (<i>Alliaceae</i> Borkh.), n=3					
Лук угловатый (<i>Allium angulosum</i> L.), n=3	<u>3,21±0,17(75,0)</u> 2,30-4,58	-	<u>2,37±0,14(92,4)</u> 1,13-4,28	-	<u>2,79±0,16(83,7)</u> 1,13-4,58

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Маревые (<i>Chenopodiaceae</i> Less.), n=12					
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.), n=12	$1,24 \pm 0,07$ (90,3) 0,24-2,67	$1,10 \pm 0,06$ (88,4) 0,07-1,86	$1,05 \pm 0,07$ (101,5) 0,44-1,64	-	$1,13 \pm 0,07$ (93,4) 0,07-2,67
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i> Juzz.), n=12					
Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata</i> L.), n=7	$1,93 \pm 0,09$ (152,4) 1,64-2,55	$1,42 \pm 0,08$ (78,8) 1,30-2,86	$2,41 \pm 0,09$ (139,0) 1,76-3,22	-	$1,92 \pm 0,11$ (123,4) 1,30-3,22
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> Ledeb.), n=5	$1,60 \pm 0,10$ (116,4) 1,23-1,84	$1,22 \pm 0,09$ (98,8) 0,84-1,63	$1,50 \pm 0,09$ (65,0) 0,32-1,80	-	$1,44 \pm 0,09$ (93,4) 0,32-1,84
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15					
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.), n = 10	$3,42 \pm 0,19$ (169,4) 2,80-3,61	$3,65 \pm 0,15$ (160,7) 2,85-3,73	$3,49 \pm 0,16$ (110,3) 3,02-3,60	-	$3,52 \pm 0,18$ (146,8) 2,80-3,73
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	$2,02 \pm 0,14$ (104,0) 0,59-2,74	$2,90 \pm 0,16$ (130,3) 1,37-3,08	$1,92 \pm 0,16$ (124,2) 0,90-2,46	-	$2,28 \pm 0,15$ (101,6) 0,59-3,08

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36					
Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.), n=14	<u>4,44±0,21(138,6)</u>	<u>4,04±0,21(160,4)</u>	<u>3,86±0,20(175,5)</u>	<u>4,70±0,22(167,1)</u>	<u>4,26±0,21(160,4)</u>
	3,65-12,78	3,62-10,92	2,35-8,86	4,00-9,94	2,35-12,78
Бурачок извилистый (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. □ <i>Kit. ex Willd.</i>), n= 10	<u>3,55±0,19 (130,8)</u>	<u>2,68±0,18(127,7)</u>	<u>3,87±0,17(125,8)</u>	<u>2,18±0,18(137,3)</u>	<u>3,07±0,18(130,4)</u>
	2,87-8,16	0,28-6,08	1,55-5,86	1,94-8,52	0,28-8,52
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. <i>Aiton</i>), n= 12	<u>4,10±0,21(154,2)</u>	<u>2,13±0,20(126,2)</u>	<u>4,00±0,20(128,8)</u>	-	<u>3,41±0,20(136,4)</u>
	3,35-11,20	1,81-10,00	3,21-8,67		1,81-11,20
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21					
Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia</i> L.), n=3	<u>3,03±0,15(282,7)</u>	<u>2,83±0,14(266,7)</u>	<u>2,83±0,14(266,7)</u>	-	<u>2,83±0,14(266,7)</u>
	2,55-4,61	2,00-4,61	2,00-4,61		2,00-4,61
Лапчатка гусиная, n = 7 (<i>Potentilla anserina</i> L.)	<u>2,22±0,12(244,3)</u>	<u>2,88±0,14(209,5)</u>	<u>3,09±0,14(186,1)</u>	-	<u>2,73±0,13(213,3)</u>
	1,52-3,65	2,42-3,66	2,74-4,00		1,52-4,00

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Лапчатка длинночешковидная, n = 5 (<i>Potentilla longipes Ledeb.</i>)	$\underline{2,86 \pm 0,13 (207,2)}$ 2,64-3,59	$\underline{2,24 \pm 0,13 (180,2)}$ 1,88-2,90	$\underline{2,88 \pm 0,13 (210,2)}$ 2,34-3,42	-	$\underline{2,66 \pm 0,13 (199,2)}$ 1,88-3,59
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis L.</i>), n=3	$\underline{1,43 \pm 0,12 (254,1)}$ 1,25-2,64	$\underline{2,09 \pm 0,12 (200,8)}$ 1,77-3,24	$\underline{1,50 \pm 0,11 (187,1)}$ 1,33-2,88	$\underline{2,46 \pm 0,12 (198,4)}$ 2,37-3,16	$\underline{1,87 \pm 0,12 (210,1)}$ 1,25-3,24
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus L.</i>), n=3	$\underline{1,11 \pm 0,10 (158,2)}$ 0,74-1,46	$\underline{1,86 \pm 0,11 (153,4)}$ 1,23-2,14	$\underline{1,14 \pm 0,11 (123,3)}$ 0,86-2,03	$\underline{2,13 \pm 0,11 (78,3)}$ 1,72-2,26	$\underline{1,56 \pm 0,11 (128,2)}$ 0,74-2,26
Бобовые (<i>Leguminosae Juss.</i>), n=30					
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate L.</i>), n=7	$\underline{6,04 \pm 0,29 (76,2)}$ 4,43-7,04	$\underline{5,32 \pm 0,27 (68,8)}$ 3,48-6,21	$\underline{5,83 \pm 0,28 (67,4)}$ 4,89-6,43	-	$\underline{5,73 \pm 0,28 (70,8)}$ 3,48-7,04
Солодка уральская (<i>Glycyrrhiza uralensis Fisch.</i>), n=8	$\underline{3,48 \pm 0,27 (63,4)}$ 2,52-5,54	$\underline{3,11 \pm 0,26 (56,9)}$ 1,59-5,00	$\underline{3,40 \pm 0,28 (60,3)}$ 1,85-5,17	-	$\underline{3,33 \pm 0,27 (60,2)}$ 1,59-5,54

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Астрагал яичкоплодный (<i>Astragalus testiculatus</i> <i>Pall.</i>), n=8	<u>5,67±0,27 (79,9)</u> 4,54-6,64	<u>4,64±0,26 (47,3)</u> 4,54-5,50	<u>4,78±0,27 (77,7)</u> 4,54-6,32	-	<u>5,03±0,27 (68,3)</u> 4,54-6,64
Астрагал роговой (<i>Astragalus ceratoides Bieberstein</i>), n=7	<u>5,68±0,28 (63,9)</u> 4,97-6,87	<u>5,12±0,28 (56,3)</u> 4,93-6,64	<u>5,01±0,28 (59,5)</u> 4,87-6,32	-	<u>5,27±0,28 (59,9)</u> 4,87-6,87
Зонтичные (<i>Umbelliferae Moris</i>), n=12					
Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri D.C.</i>), n=12	<u>2,78±0,15 (138,3)</u> 1,54-4,68	<u>2,26±0,12 (172,7)</u> 0,94-3,63	<u>2,70±0,14 (195,1)</u> 2,45-4,53	-	<u>2,58±0,14 (168,7)</u> 0,94-4,68
Астровые (<i>Asteraceae Bercht. & J. Presl</i>), n=132					
Цмин песчаный, n=16 <i>Helichrysum arenarium (L.)</i> <i>Moench</i>)	<u>2,87±0,16(176,3)</u> 2,11-3,85	<u>2,90±0,14(154,7)</u> 1,32-2,62	<u>2,69±0,15(172,1)</u> 2,33-3,30	-	<u>2,82±0,15(167,7)</u> 1,32-3,85
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera Poir.</i>), n=12	<u>2,76±0,16(182,8)</u> 2,32-3,65	<u>2,52±0,15(122,1)</u> 1,86-3,08	<u>2,67±0,15(123,2)</u> 1,74-3,10	-	<u>2,65±0,15(142,7)</u> 1,74-3,65

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium L.</i>), n=15	<u>2,48±0,15(192,2)</u> 2,13-3,04	<u>2,30±0,14(132,6)</u> 1,68-2,76	<u>2,48±0,15(191,2)</u> 2,12-3,00	-	<u>2,42±0,15(172,0)</u> 1,68-3,04
Полынь метельчатая (<i>Artemisia scoparia Wald. Et Kitt</i>), n=14	<u>2,60±0,15(171,3)</u> 1,98-3,76	<u>2,18±0,15(154,2)</u> 1,85-2,87	<u>2,33±0,15(157,2)</u> 2,00-3,49	-	<u>2,37±0,15(160,9)</u> 1,85-3,76
Полынь белеющая, n=15 (<i>Artemisia leucodes Schrenk.</i>)	<u>2,50±0,15(163,8)</u> 1,65-2,98	<u>2,32±0,15(198,3)</u> 1,98-3,44	<u>2,80±0,16(148,8)</u> 2,30-3,85	-	<u>2,54±0,15(170,3)</u> 0,61-3,85
Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia Ledeb.</i>), n=10	<u>2,89±0,13(150,5)</u> 1,32-3,36	<u>2,21±0,11(105,3)</u> 1,10-3,15	<u>2,91±0,14(141,1)</u> 0,61-3,85	-	<u>2,67±0,13(132,3)</u> 1,10-3,36
Василек русский (<i>Centaurea ruthenica Lam.</i>), n=15	<u>2,86±0,15(165,5)</u> 2,12-3,78	<u>2,70±0,15(143,3)</u> 2,36-3,07	<u>2,84±0,15(162,5)</u> 2,16-3,70	-	<u>2,80±0,15(157,1)</u> 2,12-3,78
Василек сибирский, n=15 (<i>Centaurea sibirica L.</i>)	<u>2,11±0,15(118,1)</u> 1,98-3,00	<u>2,50±0,16(163,7)</u> 2,05-3,37	<u>2,62±0,15(164,3)</u> 2,41-3,27	-	<u>2,41±0,15(148,7)</u> 1,98-3,37

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella</i> L.)	<u>2,64±0,15(143,0)</u> 1,94-2,88	<u>2,42±0,15(183,6)</u> 1,48-2,76	<u>2,65±0,15(162,4)</u> 1,63-2,79	-	<u>2,57±0,15(163,0)</u> 1,48-2,88
Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium</i> L.), n=12	<u>2,32±0,15(128,6)</u> 2,22-3,41	<u>2,70±0,15(173,8)</u> 2,33-3,53	<u>2,93±0,15(174,0)</u> 2,24-3,51	-	<u>2,65±0,15(158,8)</u> 2,22-3,53
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae</i> Lindl.), n=12					
Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.), n=12	<u>1,51±0,09(120,4)</u> 0,94-2,65	<u>1,68±0,10(105,8)</u> 1,23-3,38	<u>2,15±0,12(106,2)</u> 1,89-3,51	-	<u>1,78±0,10(110,8)</u> 0,94-3,51
Мареновые (<i>Rubiaceae</i> Juzz.), n=12					
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> L.), n=12	<u>1,95±0,11(53,7)</u> 1,82-2,24	<u>1,80±0,10(43,5)</u> 1,78-2,10	<u>1,83±0,10(48,1)</u> 1,80-2,15	-	<u>1,86±0,10(48,5)</u> 1,78-2,24
Тутовые (<i>Moraceae</i> Lindl.), n=12					
Конопля сорная (<i>Cannabis ruderalis</i> Janisch), n=12	<u>1,71±0,10(70,2)</u> 1,64-2,14	<u>1,21±0,08(83,6)</u> 0,65-2,00	<u>1,82±0,09(82,9)</u> 1,54-2,37	-	<u>1,58±0,09(78,9)</u> 0,65-2,37
Хвощевые (<i>Equisetaceae</i> Rich.), n=6					
Хвощ луговой (<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.), n=6	<u>3,40±0,19 (88,0)</u> 2,56-4,24	<u>3,64±0,20 (80,8)</u> 1,36-5,21	-	-	<u>3,52±0,20 (84,4)</u> 1,36-5,21

1	2	3	4	5	6
Заразиховые (<i>Orobanchaceae</i> Lindl.), n=6					
Заразиха голубая (<i>Orobanche caesia</i> Reichenb.), n=6	$\frac{1,22 \pm 0,08(88,0)}{0,76-1,82}$	$\frac{1,64 \pm 0,09(76,7)}{1,50-2,34}$	$\frac{1,88 \pm 0,09(96,0)}{1,52-2,87}$	-	$\frac{1,58 \pm 0,09(86,9)}{0,76-2,87}$
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae</i> Lindl.), n=36					
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia</i> L.), n=9	$\frac{1,30 \pm 0,09(60,9)}{0,97-1,87}$	$\frac{1,48 \pm 0,10(75,0)}{1,36-2,20}$	$\frac{1,24 \pm 0,10(53,1)}{1,05-2,18}$	-	$\frac{1,34 \pm 0,10(63,0)}{0,97-2,20}$
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata</i> L.), n=9	$\frac{1,40 \pm 0,10(64,4)}{1,28-2,06}$	$\frac{1,53 \pm 0,10(63,3)}{1,31-2,42}$	$\frac{1,33 \pm 0,09(68,5)}{1,20-1,68}$	-	$\frac{1,42 \pm 0,10(65,4)}{1,20-2,42}$
Льнянка дреколистная (<i>Linaria Genistifolia</i> (L.) Mill.), n=8	$\frac{1,96 \pm 0,11(75,6)}{1,63-3,00}$	$\frac{1,62 \pm 0,10(38,4)}{1,53-2,03}$	$\frac{2,18 \pm 0,10(104,9)}{1,60-3,00}$	-	$\frac{1,92 \pm 0,11(72,9)}{1,53-3,00}$
Льнянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria brachiceras</i>), n=10	$\frac{2,56 \pm 0,11(45,9)}{1,95-3,25}$	$\frac{1,98 \pm 0,10(76,8)}{1,80-3,07}$	$\frac{2,78 \pm 0,11(100,2)}{1,84-3,21}$	-	$\frac{2,44 \pm 0,11(74,3)}{1,80-3,25}$

1	2	3	4	5	6
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i> Lindl.), n=12					
Подорожник прижатый, n=12 (<i>Plantago derpressa</i> <i>Willd.</i>)	$\frac{1,93 \pm 0,10(192,4)}{1,58-3,65}$	-	$\frac{1,71 \pm 0,10(166,4)}{0,96-3,42}$	-	$\frac{1,82 \pm 0,10(179,4)}{0,96-3,65}$
Спаржевые (<i>Asparagaceae</i> Juzz.), n=6					
Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis</i> L.), n=3	$\frac{2,20 \pm 0,22(82,2)}{1,86-3,64}$	$\frac{2,41 \pm 0,23(96,0)}{2,01-4,44}$	$\frac{2,30 \pm 0,23(68,9)}{1,90-4,00}$	$\frac{2,41 \pm 0,23(112,9)}{1,92-4,58}$	$\frac{2,33 \pm 0,23(90,0)}{1,86-4,58}$
Спаржа коротколистная (<i>Asparagus brachyphyllus</i> <i>Turcz.</i>), n=3	$\frac{2,10 \pm 0,21(70,8)}{1,43-3,12}$	$\frac{2,23 \pm 0,22(90,4)}{1,78-3,68}$	$\frac{2,13 \pm 0,22(80,1)}{1,52-3,46}$	$\frac{2,14 \pm 0,22(93,1)}{1,80-3,50}$	$\frac{2,15 \pm 0,22(83,6)}{1,43-3,68}$
Среднее	$\frac{2,64 \pm 0,22(192,1)}{0,14-12,78}$	$\frac{2,46 \pm 0,20(163,5)}{0,07-10,92}$	$\frac{2,60 \pm 0,21(170,3)}{0,32-8,86}$	$\frac{2,91 \pm 0,20(115,2)}{1,72-9,94}$	$\frac{2,65 \pm 0,21(160,3)}{0,07-12,78}$

Виды растений	V				
	Листья	Стебли	Цветы (соцветия)	Плоды	Среднее по растению
1	2	3	4	5	6
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9					
Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> C.A. <i>Meu</i>), n=9	$\frac{5,68 \pm 0,28(103,2)}{4,28-6,46}$	$\frac{4,82 \pm 0,25(83,6)}{3,82-5,56}$	$\frac{5,78 \pm 0,28(93,5)}{4,35-6,03}$	$\frac{3,56 \pm 0,25(117,7)}{3,50-6,22}$	$\frac{4,96 \pm 0,27(99,5)}{3,50-6,46}$
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33					
Тонконог тонкий (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) <i>Pers.</i>), n=3	$\frac{2,64 \pm 0,11(190,7)}{2,33-3,61}$	$\frac{2,49 \pm 0,11(177,0)}{2,10-2,89}$	$\frac{2,55 \pm 0,11(180,4)}{2,25-3,54}$	-	$\frac{2,56 \pm 0,11(182,7)}{2,10-3,61}$
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa capillata</i> L.), n=4	$\frac{1,24 \pm 0,09(122,2)}{0,58-1,56}$	$\frac{1,42 \pm 0,09(154,0)}{0,97-2,32}$	$\frac{1,45 \pm 0,10(153,4)}{1,12-2,24}$	-	$\frac{1,37 \pm 0,09(143,2)}{0,58-2,32}$
Овсец Шелля, n=3 (<i>Av- enastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)	$\frac{1,36 \pm 0,08(107,4)}{0,47-2,00}$	$\frac{1,47 \pm 0,09(190,0)}{1,22-2,13}$	$\frac{1,40 \pm 0,09(192,8)}{0,68-1,86}$	-	$\frac{1,41 \pm 0,09(163,4)}{0,47-2,13}$

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.), n=3	$\frac{1,07 \pm 0,06}{0,13-1,20}$ (121,3)	$\frac{1,54 \pm 0,08}{1,40-1,65}$ (83,4)	$\frac{1,41 \pm 0,07}{0,19-1,60}$ (115,7)	-	$\frac{1,34 \pm 0,07}{0,13-1,65}$ (106,8)
Вейник наземный <i>Calamagrostus epigeios</i> (L.) Roth.), n=3	$\frac{1,30 \pm 0,09}{0,53-2,54}$ (133,2)	$\frac{1,52 \pm 0,09}{1,33-2,67}$ (174,2)	$\frac{1,68 \pm 0,10}{0,72-3,11}$ (179,2)	-	$\frac{1,50 \pm 0,09}{0,53-3,11}$ (162,2)
Лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i> L.), n=3	$\frac{1,83 \pm 0,11}{2,07-3,08}$ (104,4)	$\frac{1,55 \pm 0,10}{1,10-2,88}$ (157,5)	$\frac{1,45 \pm 0,10}{1,26-3,00}$ (201,0)	-	$\frac{1,61 \pm 0,10}{1,10-3,08}$ (154,3)
Пырей ползучий (<i>Agropyron repens</i> L.), n=4	$\frac{1,30 \pm 0,09}{1,13-2,54}$ (128,0)	$\frac{1,56 \pm 0,09}{1,43-2,81}$ (168,6)	$\frac{1,16 \pm 0,08}{1,13-2,24}$ (89,8)	-	$\frac{1,34 \pm 0,09}{1,13-2,81}$ (158,8)
Тимофеевка степная (<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.), n=3	$\frac{2,00 \pm 0,11}{1,65-2,73}$ (124,0)	$\frac{1,10 \pm 0,07}{0,66-2,21}$ (182,0)	$\frac{1,49 \pm 0,09}{0,97-2,25}$ (156,0)	-	$\frac{1,53 \pm 0,09}{0,66-2,73}$ (182,2)
Овсяница бороздчатая, n=3 тип-чак (<i>Festuca sulcata</i> Hack.)	$\frac{1,15 \pm 0,08}{0,43-2,36}$ (130,5)	$\frac{1,60 \pm 0,09}{1,21-3,42}$ (158,7)	$\frac{1,90 \pm 0,10}{0,80-3,06}$ (177,3)	-	$\frac{1,55 \pm 0,09}{0,43-3,42}$ (155,5)
Волоснец гигантский (<i>Elymus giganteus</i> Vahl.), n=3	$\frac{1,32 \pm 0,09}{0,86-2,03}$ (140,3)	$\frac{1,61 \pm 0,10}{1,23-3,42}$ (126,7)	$\frac{1,45 \pm 0,09}{0,94-2,68}$ (155,1)	-	$\frac{1,46 \pm 0,09}{0,86-3,42}$ (180,7)
Луковые (<i>Alliaceae</i> Borkh.), n=3					
Лук угловатый (<i>Allium angulosum</i> L.), n=3	$\frac{0,63 \pm 0,03}{0,56-1,04}$ (32,0)	-	$\frac{0,91 \pm 0,04}{0,76-1,25}$ (40,8)	-	$\frac{0,77 \pm 0,04}{0,56-1,25}$ (36,4)

1	2	3	4	5	6
Маревые (<i>Chenopodiaceae</i> Less.), n=12					
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.), n=12	<u>1,18±0,07 (127,3)</u> 0,25-2,46	<u>1,23±0,08 (170,8)</u> 0,82-2,69	<u>1,70±0,08 (79,3)</u> 1,43-3,06	-	<u>1,37±0,08 (125,8)</u> 0,25-3,06
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i> Juzz.), n=12					
Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata</i> L.), n=7	<u>0,33±0,03 (60,6)</u> 0,31-0,82	<u>0,61±0,07 (95,7)</u> 0,43-1,26	<u>0,35±0,05 (85,8)</u> 0,32-1,02	-	<u>0,43±0,05 (80,7)</u> 0,31-1,26
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> Ledeb.), n=5	<u>1,55 ±0,06 (96,0)</u> 0,97-2,04	<u>1,14 ±0,04 (63,8)</u> 0,59-1,86	<u>1,24±0,05 (115,9)</u> 0,64-2,01	-	<u>1,31 ±0,05 (91,9)</u> 0,59-2,04
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15					
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.), n = 10	<u>3,56±0,18 (90,1)</u> 2,63-6,31	<u>2,33±0,15 (164,6)</u> 1,32-4,65	<u>2,90±0,15 (87,6)</u> 1,32-6,31	-	<u>2,93±0,15 (114,1)</u> 1,32-6,31
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	<u>2,42±0,14 (175,3)</u> 1,44-4,36	<u>2,50±0,15 (164,3)</u> 0,67-4,23	<u>2,73±0,15 (123,3)</u> 1,32-5,98	-	<u>2,55±0,15 (154,3)</u> 0,67-5,98

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36					
Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.), n=14	<u>1,20±0,08 (70,7)</u> 0,84-1,53	<u>1,60±0,08 (85,4)</u> 1,26-2,31	<u>1,33±0,07 (68,0)</u> 0,92-2,07	<u>1,55±0,08 (80,7)</u> 1,11-2,14	<u>1,42±0,08 (76,2)</u> 0,84-2,31
Бурачок извилистый (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. □ <i>Kit. ex Willd.</i>), n= 10	<u>1,24±0,06 (100,5)</u> 0,68-1,72	<u>1,09±0,05 (109,1)</u> 0,43-1,55	<u>1,40±0,08 (163,8)</u> 1,06-1,82	<u>0,91±0,05 (125,8)</u> 0,26-1,07	<u>1,16±0,06 (124,8)</u> 0,26-1,82
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton), n= 12	<u>1,71±0,10 (62,2)</u> 1,53-2,66	<u>1,32±0,08 (83,4)</u> 1,30-1,64	<u>1,56±0,09 (95,6)</u> 1,46-2,32	-	<u>1,53±0,09 (80,4)</u> 1,30-2,66
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21					
Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia</i> L.), n=3	<u>4,80±0,29 (200,4)</u> 2,58-9,57	<u>3,69±0,25 (196,0)</u> 2,21-8,33	<u>4,35±0,27 (176,9)</u> 2,21-9,57	-	<u>4,28±0,27 (191,1)</u> 2,21-9,57
Лапчатка гусиная, n = 7 (<i>Potentilla anserina</i> L.)	<u>5,23±0,31 (154,3)</u> 2,23-8,54	<u>6,05 ±0,35 (199,3)</u> 4,40-11,83	<u>6,48±0,33 (163,3)</u> 4,06-9,53	-	<u>5,92±0,33 (172,3)</u> 2,23-11,83

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Лапчатка длинночешковидная, n = 5 (<i>Potentilla longipes Ledeb.</i>)	<u>5,13±0,28 (193,0)</u> 2,55-6,45	<u>5,99±0,31 (158,6)</u> 3,65-12,64	<u>6,49±0,31(178,2)</u> 3,64-12,80	-	<u>5,87±0,30 (176,6)</u> 2,55-12,80
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis L.</i>), n=3	<u>4,62±0,27 (184,0)</u> 0,89-7,65	<u>4,37±0,25 (190,2)</u> 0,81-6,76	<u>5,03±0,28 (204,0)</u> 1,22-8,54	<u>4,34±0,26 (197,8)</u> 1,29-7,59	<u>4,59±0,27 (194,0)</u> 0,81-8,54
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus L.</i>), n=3	<u>8,28±0,37 (177,5)</u> 7,67-13,35	<u>7,89±0,35 (196,5)</u> 6,64-11,28	<u>8,10±0,36 (189,9)</u> 7,16-12,28	<u>7,89±0,35 (206,3)</u> 6,75-11,64	<u>8,04±0,36 (192,5)</u> 6,64-13,35
Бобовые (<i>Leguminosae Juss.</i>), n=30					
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate L.</i>), n=7	<u>2,31±0,14 (111,9)</u> 1,56-5,00	<u>1,56±0,11 (57,9)</u> 1,26-3,52	<u>2,13±0,12 (105,9)</u> 1,66-4,96	-	<u>2,00±0,12 (91,9)</u> 1,26-5,00
Солодка уральская (<i>Glycyrrhiza uralensis Fisch</i>), n=8	<u>1,90±0,10 (148,4)</u> 2,55-4,30	<u>1,28±0,09 (98,8)</u> 0,59-3,32	<u>2,40±0,10 (79,2)</u> 1,24-4,72	-	<u>1,86±0,10 (108,8)</u> 0,59-4,72

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Астрагал яичкоплодный (<i>Astragalus testiculatus</i> <i>Pall.</i>), n=8	<u>1,88±0,11 (84,5)</u> 1,81-3,02	<u>2,84±0,15 (106,5)</u> 2,20-5,12	<u>2,42±0,13 (95,5)</u> 1,93-4,80	-	<u>2,38±0,13 (95,5)</u> 1,81-5,12
Астрагал роговой (<i>Astragalus ceratoides Bieberstein</i>), n=7	<u>2,33±0,12 (119,6)</u> 1,68-4,76	<u>2,93±0,14 (93,6)</u> 2,13-5,07	<u>3,14±0,14 (85,6)</u> 2,61-5,46	-	<u>2,80±0,13 (99,6)</u> 1,68-5,46
Зонтичные (<i>Umbelliferae Moris</i>), n=12					
Морковник Бессера, n=12 (<i>Silaus Besseri D.C.</i>)	<u>1,45±0,08 (20,9)</u> 1,20-1,52	<u>1,08±0,07 (34,4)</u> 0,86-1,24	<u>1,22±0,07 (23,9)</u> 1,08-1,43	-	<u>1,25±0,07 (26,4)</u> 0,86-1,52
Астровые (<i>Asteraceae Bercht. & J. Presl</i>), n=132					
Цмин песчаный, n=16 (<i>Helichrysum arenarium (L.)</i> <i>Moench</i>)	<u>3,72±0,18(525,2)</u> 2,26-7,67	<u>4,33±0,20(495,0)</u> 2,80-8,68	<u>3,80±0,19(495,7)</u> 3,13-8,10	-	<u>3,95±0,19(505,3)</u> 2,26-8,68
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera Poir.</i>), n=12	<u>2,42±0,16(408,3)</u> 1,50-4,56	<u>2,23±0,15(412,8)</u> 0,41-3,36	<u>2,49±0,16(379,8)</u> 1,25-3,86	-	<u>2,38±0,16(400,3)</u> 0,41-4,56
Полынь горькая, n=15 (<i>Artemisia absinthium L.</i>)	<u>3,45±0,17(446,3)</u> 2,24-6,30	<u>3,10±0,16(403,0)</u> 1,27-5,72	<u>3,35±0,17(543,6)</u> 1,84-6,28	-	<u>3,30±0,17(464,3)</u> 1,84-6,80

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Полынь метельчатая (<i>Artemisia scoparia</i> Wald. Et Kitt), n=14	$\underline{3,48 \pm 0,17(329,3)}$ 1,53-7,60	$\underline{3,32 \pm 0,16(368,8)}$ 2,60-6,90	$\underline{3,46 \pm 0,17(397,8)}$ 1,22-7,12	-	$\underline{3,42 \pm 0,17(365,3)}$ 1,22-7,60
Полынь белеющая, n=15 (<i>Artemisia leucodes</i> Schrenk.)	$\underline{3,32 \pm 0,17(338,3)}$ 2,14-6,87	$\underline{3,28 \pm 0,17(238,7)}$ 1,64-7,62	$\underline{2,55 \pm 0,16(298,3)}$ 1,34-6,86	-	$\underline{3,05 \pm 0,17(298,3)}$ 1,34-8,00
Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia</i> Ledeb.), n=10	$\underline{3,22 \pm 0,15(410,3)}$ 1,81-7,37	$\underline{3,04 \pm 0,15(450,5)}$ 0,84-6,67	$\underline{3,28 \pm 0,17(430,1)}$ 1,27-6,08	-	$\underline{3,18 \pm 0,16(430,3)}$ 0,84-7,37
Василек русский (<i>Centaurea ruthenica</i> Lam.), n=15	$\underline{3,61 \pm 0,19(496,8)}$ 2,47-8,20	$\underline{2,98 \pm 0,17(477,8)}$ 2,42-6,56	$\underline{3,01 \pm 0,18(482,8)}$ 2,70-7,65	-	$\underline{3,20 \pm 0,18(485,8)}$ 2,42-8,20
Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica</i> L.), n=15	$\underline{3,50 \pm 0,19(412,9)}$ 3,30-8,50	$\underline{3,01 \pm 0,18(402,9)}$ 2,92-7,00	$\underline{3,18 \pm 0,18(369,2)}$ 3,10-6,78	-	$\underline{3,23 \pm 0,18(395,9)}$ 2,92-8,50
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella</i> L.)	$\underline{3,16 \pm 0,18(487,0)}$ 2,02-6,68	$\underline{2,53 \pm 0,15(267,7)}$ 0,68-5,65	$\underline{3,01 \pm 0,17(468,4)}$ 1,52-7,54	-	$\underline{2,90 \pm 0,17(407,7)}$ 0,68-7,54

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium L.</i>), n=12	$\frac{2,97 \pm 0,19(409,9)}{1,48-6,49}$	$\frac{2,44 \pm 0,16(430,1)}{0,75-5,99}$	$\frac{2,87 \pm 0,17(393,3)}{1,92-6,26}$	-	$\frac{2,76 \pm 0,17(411,1)}{0,75-6,49}$
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae Lindl.</i>), n=12					
Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca L.</i>), n=12	$\frac{2,03 \pm 0,10(50,7)}{1,36-4,00}$	$\frac{2,45 \pm 0,13(69,6)}{1,86-4,68}$	$\frac{2,15 \pm 0,12(58,8)}{1,47-4,08}$	-	$\frac{2,21 \pm 0,12(59,7)}{1,36-4,68}$
Мареновые (<i>Rubiaceae Juzz.</i>), n=12					
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum L.</i>), n=12	$\frac{3,72 \pm 0,20(54,4)}{2,57-5,05}$	$\frac{2,84 \pm 0,17(80,3)}{2,37-4,08}$	$\frac{2,89 \pm 0,18(67,2)}{2,40-4,68}$	-	$\frac{3,15 \pm 0,18(67,3)}{2,37-5,05}$
Тутовые (<i>Moraceae Lindl.</i>), n=12					
Конопля сорная (<i>Cannabis ru- deralis Janisch</i>), n=12	$\frac{3,98 \pm 0,23(88,8)}{1,79-5,46}$	$\frac{3,80 \pm 0,21(42,1)}{1,59-4,40}$	$\frac{3,50 \pm 0,20(73,4)}{2,08-4,92}$	-	$\frac{3,76 \pm 0,21(68,1)}{1,59-5,46}$
Хвощевые (<i>Equisetaceae Rich.</i>), n=6					
Хвощ луговой (<i>Equisetum pratense Ehrh.</i>), n=6	$\frac{3,55 \pm 0,21(141,4)}{2,82-6,89}$	$\frac{4,69 \pm 0,25(102,2)}{2,34-5,95}$	-	-	$\frac{4,12 \pm 0,23(121,8)}{2,34-6,89}$

1	2	3	4	5	6
Заразиховые (<i>Orobanchaceae</i> Lindl.), n=6					
Заразиха голубая (<i>Orobanche caesia</i> Reichenb.), n=6	$\frac{1,54 \pm 0,11(61,0)}{1,03-3,73}$	$\frac{2,68 \pm 0,14(73,9)}{1,58-5,78}$	$\frac{2,23 \pm 0,12(61,0)}{2,04-4,07}$	-	$\frac{2,15 \pm 0,12(65,3)}{1,03-5,78}$
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae</i> Lindl.), n=36					
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia</i> L.), n=9	$\frac{2,18 \pm 0,12(72,3)}{1,55-3,07}$	$\frac{2,00 \pm 0,12(36,1)}{1,21-2,03}$	$\frac{2,08 \pm 0,12(89,9)}{1,40-3,00}$	-	$\frac{2,08 \pm 0,12(66,1)}{1,21-3,07}$
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata</i> L.), n=9	$\frac{2,33 \pm 0,12(70,7)}{1,13-3,00}$	$\frac{1,86 \pm 0,11(66,7)}{0,96-1,82}$	$\frac{2,11 \pm 0,12(84,9)}{1,07-2,88}$	-	$\frac{2,10 \pm 0,12(74,1)}{0,96-3,00}$
Льянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia</i> (L.) Mill.), n=8	$\frac{2,00 \pm 0,11(55,0)}{0,88-2,80}$	$\frac{2,52 \pm 0,13(78,7)}{1,33-3,25}$	$\frac{2,02 \pm 0,12(73,0)}{1,44-3,14}$	-	$\frac{2,18 \pm 0,12(68,9)}{0,88-3,25}$
Льянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria brachiceras</i>), n=10	$\frac{1,56 \pm 0,09(70,0)}{0,80-1,92}$	$\frac{2,60 \pm 0,12(88,3)}{1,89-2,90}$	$\frac{1,96 \pm 0,11(67,6)}{1,45-2,26}$	-	$\frac{2,04 \pm 0,11(75,3)}{0,80-2,90}$

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i> Lindl.), n=12					
Подорожник прижатый (<i>Plantago derpressa</i> Willd.), n=12	$\frac{3,16 \pm 0,18(209,0)}{1,77-9,16}$	-	$\frac{2,50 \pm 0,155(129,6)}{1,69-6,49}$	-	$\frac{2,83 \pm 0,16(169,3)}{1,69-9,16}$
Спаржевые (<i>Asparagaceae</i> Juzz.), n=6					
Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis</i> L.), n=3	$\frac{5,24 \pm 0,14(143,4)}{4,22-10,24}$	$\frac{5,00 \pm 0,14(153,3)}{4,22-10,07}$	$\frac{4,70 \pm 0,13(133,3)}{3,83-9,07}$	$\frac{4,33 \pm 0,13(203,3)}{3,83-9,54}$	$\frac{4,82 \pm 0,14(153,3)}{3,83-10,24}$
Спаржа коротколистная (<i>Asparagus brachyphyllus</i> <i>Turcz.</i>), n=3	$\frac{3,50 \pm 0,15(69,7)}{2,80-5,05}$	$\frac{3,32 \pm 0,13(55,8)}{2,68-5,00}$	$\frac{3,07 \pm 0,12(50,0)}{2,66-4,11}$	$\frac{2,83 \pm 0,11(60,9)}{2,54-4,61}$	$\frac{3,18 \pm 0,13(59,1)}{2,54-5,05}$
Среднее	$\frac{2,70 \pm 0,12(136,8)}{0,31-13,35}$	$\frac{2,67 \pm 0,11(234,1)}{0,41-12,64}$	$\frac{2,70 \pm 0,13(161,2)}{0,19-12,80}$	$\frac{3,73 \pm 0,18(133,6)}{0,26-11,64}$	$\frac{2,95 \pm 0,14(166,4)}{0,19-13,35}$

Виды растений	Ве				
	Листья	Стебли	Цветы (соцветия)	Плоды	Среднее по растению
1	2	3	4	5	6
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9					
Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> C.A. <i>Meu</i>), n=9	<u>0,172±0,010(38,9)</u>	<u>0,155±0,008(50,1)</u>	<u>0,160±0,009(49,5)</u>	<u>0,177±0,009(76,7)</u>	<u>0,166±0,009(53,8)</u>
	0,168-0,179	0,142-0,163	0,157-0,170	0,164-0,179	0,142-0,179
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33					
Тонконог тонкий (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) <i>Pers.</i>), n=3	<u>0,106±0,005(195,2)</u>	<u>0,090±0,004(223,1)</u>	<u>0,089±0,003(218,9)</u>	-	<u>0,095±0,004(212,4)</u>
	0,093-0,160	0,076-0,095	0,078-0,100		0,076-0,160
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa capillata</i> <i>L.</i>), n=4	<u>0,038±0,002(104,6)</u>	<u>0,050±0,003(136,8)</u>	<u>0,050±0,002(133,0)</u>	-	<u>0,046±0,002(124,8)</u>
	0,016-0,41	0,036-0,52	0,040-0,52		0,016-0,52
Овсец Шелля, n=3 (<i>Av- enastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)	<u>0,058±0,002(93,6)</u>	<u>0,012±0,001(162,7)</u>	<u>0,026±0,001(59,9)</u>	-	<u>0,032±0,001(105,4)</u>
	0,038-0,083	0,006-0,024	0,018-0,042		0,006-0,083

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.), n=3	<u>0,058±0,003(300,0)</u> 0,044-0,100	<u>0,043±0,002(222,0)</u> 0,023-0,64	<u>0,049±0,003(354,0)</u> 0,033-0,106	-	<u>0,050±0,003(292,0)</u> 0,023-0,106
Вейник наземный (<i>Calamagrostus epigeios</i> (L.) Roth.), n=3	<u>0,064±0,003(186,1)</u> 0,018-0,152	<u>0,067±0,003(226,5)</u> 0,036-0,149	<u>0,082±0,005(188,9)</u> 0,062-0,176	-	<u>0,071±0,004(200,5)</u> 0,018-0,176
Лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i> L.), n=3	<u>0,050±0,003(215,4)</u> 0,043-0,125	<u>0,040±0,001(296,2)</u> 0,024-0,103	<u>0,042±0,002(298,4)</u> 0,031-0,092	-	<u>0,044±0,002(270,0)</u> 0,024-0,125
Пырей ползучий (<i>Agropyron repens</i> L.), n=4	<u>0,086±0,005(133,5)</u> 0,053-0,113	<u>0,043±0,002(98,4)</u> 0,041-0,090	<u>0,108±0,005(118,2)</u> 0,094-0,124	-	<u>0,078±0,004(116,7)</u> 0,041-0,124
Тимофеевка степная (<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.), n=3	<u>0,046±0,003(123,4)</u> 0,037-0,083	<u>0,033±0,002(142,5)</u> 0,024-0,052	<u>0,041±0,003(128,3)</u> 0,026-0,072	-	<u>0,040±0,003(131,4)</u> 0,024-0,083
Овсяница бороздчатая, n=3 типчак (<i>Festuca sulcata</i> Hack.)	<u>0,042±0,002(222,0)</u> 0,025-0,082	<u>0,037±0,001(199,4)</u> 0,012-0,073	<u>0,080±0,003(437,2)</u> 0,021-0,104	-	<u>0,053±0,002(286,2)</u> 0,012-0,104
Волоснец гигантский (<i>Elymus giganteus</i> Vahl.), n=3	<u>0,124±0,006(704,6)</u> 0,095-0,191	<u>0,086±0,004(947,2)</u> 0,065-0,102	<u>0,123±0,005(834,0)</u> 0,090-0,176	-	<u>0,111±0,005(828,6)</u> 0,027-0,191
Луковые (<i>Alliaceae</i> Borkh.), n=3					
Лук угловатый (<i>Allium angulosum</i> L.), n=3	<u>0,038±0,002(162,4)</u> 0,008-0,040	-	<u>0,044±0,002(89,2)</u> 0,032-0,048	-	<u>0,041±0,002(125,8)</u> 0,008-0,048

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Маревые (<i>Chenopodiaceae</i> Less.), n=12					
Марь белая, n=12 (<i>Chenopodium album</i> L.)	<u>0,085±0,004(102,4)</u> 0,058-0,134	<u>0,055±0,003(148,4)</u> 0,035-0,094	<u>0,079±0,004(129,3)</u> 0,061-0,118	-	<u>0,073±0,004(126,7)</u> 0,035-0,134
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i> Juzz.), n=12					
Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata</i> L.), n=7	<u>0,179±0,01(260,4)</u> 0,176-0,180	<u>0,172±0,01(353,7)</u> 0,146-0,175	<u>0,177±0,01(428,1)</u> 0,143-0,180	-	<u>0,176±0,01(347,4)</u> 0,143-0,180
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> Ledeb.), n=5	<u>0,172±0,01(1024,4)</u> 0,084-0,176	<u>0,161±0,01(1207,4)</u> 0,032-0,164	<u>0,171±0,01(1240,4)</u> 0,048-0,174	-	<u>0,168±0,01(1157,4)</u> 0,032-0,176
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15					
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.), n = 10	<u>0,035±0,002(85,7)</u> 0,028-0,046	<u>0,057±0,003(124,0)</u> 0,043-0,084	<u>0,031±0,002(125,4)</u> 0,022-0,067	-	<u>0,041±0,002(111,7)</u> 0,022-0,084
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	<u>0,068±0,003(408,9)</u> 0,063-0,129	<u>0,070±0,003(392,7)</u> 0,067-0,141	<u>0,057±0,002(281,7)</u> 0,053-0,094	-	<u>0,065±0,003(361,1)</u> 0,053-0,141

1	2	3	4	5	6
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36					
Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.), n=14	<u>0,068±0,003(430,3)</u>	<u>0,060±0,003(469,3)</u>	<u>0,059±0,003(426,0)</u>	<u>0,073±0,004(483,6)</u>	<u>0,065±0,003(452,3)</u>
	0,058-0,090	0,050-0,088	0,050-0,078	0,066-0,096	0,050-0,096
Бурачок извилистый (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. □ Kit. ex Willd.), n= 10	<u>0,087±0,004(597,2)</u>	<u>0,077±0,004(600,5)</u>	<u>0,071±0,003(635,4)</u>	<u>0,093±0,005(616,5)</u>	<u>0,082±0,004(612,4)</u>
	0,076-0,117	0,070-0,102	0,069-0,110	0,075-0,128	0,069-0,128
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton), n= 12	<u>0,087±0,004(724,9)</u>	<u>0,080±0,004(886,6)</u>	<u>0,085±0,004(973,3)</u>	-	<u>0,084±0,004(861,6)</u>
	0,073-0,142	0,067-0,104	0,069-0,131		0,067-0,142
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21					
Таволга зверобоелист- ная, n=3 (<i>Spiraea</i> <i>hypericifolia</i> L.)	<u>0,184±0,009(385,7)</u>	<u>0,148±0,0075(276,4)</u>	<u>0,154±0,008(317,1)</u>	-	<u>0,162±0,0085(326,4)</u>
	0,158-0,510	0,112-0,345	0,146-0,465		0,112-0,510
Лапчатка гусиная, n = 7 (<i>Potentilla anserina</i> L.)	<u>0,113±0,006(503,0)</u>	<u>0,127±0,007(497,8)</u>	<u>0,129±0,008(478,2)</u>	-	<u>0,123±0,007(493,0)</u>
	0,086-0,294	0,106-0,331	0,115-0,357		0,086-0,357

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Лапчатка длинночешуевидная, n = 5 (<i>Potentilla longipes Ledeb.</i>)	$0,076 \pm 0,004 (340,8)$	$0,085 \pm 0,004 (432,2)$	$0,103 \pm 0,005 (465,4)$	-	$0,088 \pm 0,004 (412,8)$
	0,016-0,125	0,073-0,203	0,093-0,224		0,016-0,224
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis L.</i>), n=3	$0,263 \pm 0,009 (300,4)$	$0,214 \pm 0,008 (231,0)$	$0,304 \pm 0,010 (298,4)$	$0,247 \pm 0,009 (244,6)$	$0,257 \pm 0,009 (268,6)$
	0,224-0,404	0,200-0,324	0,265-0,458	0,227-0,366	0,200-0,458
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus L.</i>), n=3	$0,110 \pm 0,012 (302,0)$	$0,097 \pm 0,0115 (368,4)$	$0,111 \pm 0,0115 (319,6)$	$0,102 \pm 0,012 (314,0)$	$0,105 \pm 0,0115 (326,0)$
	0,100-0,204	0,092-0,264	0,098-0,207	0,094-0,198	0,092-0,264
Бобовые (<i>Leguminosae Juss.</i>), n=30					
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate L.</i>), n=7	$0,055 \pm 0,003 (200,0)$	$0,052 \pm 0,004 (216,2)$	$0,064 \pm 0,005 (203,6)$	-	$0,057 \pm 0,004 (206,6)$
	0,036-0,075	0,016-0,068	0,052-0,089		0,016-0,089
Солодка уральская (<i>Glycyrrhiza uralensis Fisch.</i>), n=8	$0,087 \pm 0,005 (270,5)$	$0,079 \pm 0,005 (256,4)$	$0,080 \pm 0,005 (262,4)$	-	$0,082 \pm 0,005 (263,1)$
	0,068-0,120	0,048-0,093	0,067-0,114		0,048-0,120

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Астрагал яичкоплодный (<i>Astragalus testiculatus</i> Pall.), n=8	<u>0,115±0,006(222,1)</u> 0,104-0,200	<u>0,102±0,005(184,8)</u> 0,094-0,142	<u>0,116±0,006(207,5)</u> 0,111-0,182	-	<u>0,111±0,006(204,8)</u> 0,094-0,200
Астрагал роговой (<i>Astragalus ceratoides</i> Bieberstein), n=7	<u>0,143±0,007(321,7)</u> 0,104-0,186	<u>0,195±0,008(373,1)</u> 0,167-0,252	<u>0,184±0,008(332,1)</u> 0,143-0,224	-	<u>0,174±0,008(342,3)</u> 0,104-0,252
Зонтичные (<i>Umbelliferae</i> Moris), n=12					
Морковник Бессера, n=12 (<i>Silaus Besseri</i> D.C.)	<u>0,061±0,003(144,1)</u> 0,059-0,104	<u>0,050±0,003(66,8)</u> 0,015-0,078	<u>0,051±0,003(76,2)</u> 0,034-0,076	-	<u>0,054±0,003(95,7)</u> 0,015-0,104
Астровые (<i>Asteraceae</i> Bercht. & J. Presl), n=132					
Цмин песчаный, n=16 (<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench)	<u>0,164±0,009(1427,2)</u> 0,121-0,378	<u>0,116±0,007(1342,0)</u> 0,064-0,265	<u>0,149±0,008(1873,3)</u> 0,138-0,294	-	<u>0,143±0,008(1547,5)</u> 0,064-0,378
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera</i> Poir.), n=12	<u>0,112±0,007(634,6)</u> 0,108-0,202	<u>0,082±0,006(896,7)</u> 0,078-0,153	<u>0,121±0,008(960,5)</u> 0,080-0,214	-	<u>0,105±0,007(830,6)</u> 0,078-0,214

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Полынь горькая, n=15 (<i>Artemisia absinthium L.</i>)	<u>0,075±0,005(804,4)</u>	<u>0,097±0,007(905,6)</u>	<u>0,077±0,006(966,3)</u>	-	<u>0,083±0,006(892,1)</u>
	0,016-0,107	0,033-0,125	0,028-0,106		0,016-0,125
Полынь метельчатая (<i>Artemisia scoparia Wald. Et Kitt</i>), n=14	<u>0,098±0,006(635,8)</u>	<u>0,113±0,007(1005,4)</u>	<u>0,107±0,007(1048,0)</u>	-	<u>0,106±0,007(896,4)</u>
	0,092-0,104	0,096-0,149	0,093-0,131		0,092-0,149
Полынь белеющая, n=15 (<i>Artemisia leucodes Schrenk.</i>)	<u>0,141±0,008(507,9)</u>	<u>0,095±0,006(683,4)</u>	<u>0,160±0,009(710,7)</u>	-	<u>0,132±0,007(634,0)</u>
	0,108-0,159	0,087-0,167	0,134-0,204		0,087-0,204
Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia Ledeb.</i>), n=10	<u>0,105±0,007(432,1)</u>	<u>0,086±0,006(606,8)</u>	<u>0,085±0,006(753,3)</u>	-	<u>0,092±0,006(597,4)</u>
	0,086-0,293	0,075-0,162	0,062-0,293		0,062-0,293
Василек русский (<i>Centaurea ruthenica Lam.</i>), n=15	<u>0,092±0,006(724,0)</u>	<u>0,107±0,007(883,4)</u>	<u>0,113±0,008(803,7)</u>	-	<u>0,104±0,007(803,7)</u>
	0,088-0,165	0,100-0,168	0,102-0,213		0,088-0,213
Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica L.</i>), n=15	<u>0,111±0,006(642,8)</u>	<u>0,118±0,007(811,0)</u>	<u>0,140±0,008(742,5)</u>	-	<u>0,123±0,007(732,1)</u>
	0,101-0,265	0,110-0,297	0,119-0,302		0,101-0,302
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella L.</i>)	<u>0,125±0,008(710,0)</u>	<u>0,098±0,005(565,5)</u>	<u>0,098±0,006(627,1)</u>	-	<u>0,107±0,007(634,2)</u>
	0,116-0,215	0,076-0,156	0,084-0,173		0,076-0,215

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium</i> L.), n=12	<u>0,107±0,007(994,0)</u> 0,097-0,292	<u>0,140±0,009(1164,0)</u> 0,114-0,366	<u>0,128±0,008(1094,0)</u> 0,118-0,315	-	<u>0,125±0,008(1084,0)</u> 0,097-0,366
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae</i> Lindl.), n=12					
Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.), n=12	<u>0,100±0,006(491,4)</u> 0,067-0,102	<u>0,121±0,007(400,7)</u> 0,108-0,135	<u>0,121±0,007(410,8)</u> 0,092-0,123	-	<u>0,114±0,007(434,3)</u> 0,067-0,135
Мареновые (<i>Rubiaceae</i> Juzz.), n=12					
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> L.), n=12	<u>0,086±0,004(85,1)</u> 0,052-0,083	<u>0,112±0,006(146,7)</u> 0,083-0,118	<u>0,120±0,006(166,3)</u> 0,102-0,124	-	<u>0,106±0,006(132,7)</u> 0,052-0,124
Тутовые (<i>Moraceae</i> Lindl.), n=12					
Конопля сорная (<i>Cannabis ruderalis</i> Janisch), n=12	<u>0,114±0,006(72,2)</u> 0,108-0,117	<u>0,124±0,007(80,0)</u> 0,113-0,130	<u>0,146±0,007(104,9)</u> 0,129-0,147	-	<u>0,128±0,007(85,7)</u> 0,108-0,147

1	2	3	4	5	6
Хвощевые (<i>Equisetaceae Rich.</i>), n=6					
Хвощ луговой (<i>Equisetum pratense Ehrh.</i>), n=6	<u>0,109±0,006(88,3)</u>	<u>0,139±0,007(129,1)</u>	-	-	<u>0,124±0,007(108,7)</u>
	0,092-0,113	0,122-0,143			0,092-0,143
Заразиховые (<i>Orobanchaceae Lindl.</i>), n=6					
Заразиха голубая (<i>Orobanche caesia Reichenb.</i>), n=6	<u>0,074±0,004(62,2)</u>	<u>0,093±0,005(102,8)</u>	<u>0,094±0,005(110,4)</u>	-	<u>0,087±0,005(91,8)</u>
	0,052-0,086	0,063-0,111	0,065-0,114		0,052-0,114
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae Lindl.</i>), n=36					
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia L.</i>), n=9	<u>0,056±0,003(75,5)</u>	<u>0,046±0,003(103,0)</u>	<u>0,048±0,003(90,9)</u>	-	<u>0,050±0,003(89,8)</u>
	0,045-0,083	0,028-0,072	0,038-0,070		0,028-0,083
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata L.</i>), n=9	<u>0,070±0,004(92,5)</u>	<u>0,047±0,003(112,0)</u>	<u>0,051±0,003(103,0)</u>	-	<u>0,056±0,003(103,0)</u>
	0,066-0,094	0,031-0,073	0,042-0,080		0,031-0,094
Льнянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia (L.) Mill.</i>), n=8	<u>0,081±0,005(131,1)</u>	<u>0,068±0,003(121,7)</u>	<u>0,073±0,004(206,2)</u>	-	<u>0,074±0,004(153,2)</u>
	0,063-0,116	0,055-0,085	0,057-0,107		0,055-0,116
Льнянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria brachiceras</i>), n=10	<u>0,098±0,005(144,2)</u>	<u>0,083±0,004(193,3)</u>	<u>0,095±0,005(177,3)</u>	-	<u>0,092±0,005(171,6)</u>
	0,083-0,123	0,076-0,113	0,084-0,119		0,076-0,123

1	2	3	4	5	6
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i> Lindl.), n=12					
Подорожник прижатый (<i>Plantago derpressa</i> Willd.), n=12	$0,130 \pm 0,008(96,4)$ 0,128-0,154	-	$0,104 \pm 0,006(169,8)$ 0,063-0,116	-	$0,117 \pm 0,007(133,1)$ 0,063-0,154
Спаржевые (<i>Asparagaceae</i> Juzz.), n=6					
Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis</i> L.), n=3	$0,208 \pm 0,020(103,0)$ 0,116-0,226	$0,213 \pm 0,021(187,7)$ 0,182-0,225	$0,229 \pm 0,022(153,0)$ 0,204-0,241	$0,214 \pm 0,021(153,0)$ 0,173-0,234	$0,216 \pm 0,021(153,0)$ 0,116-0,241
Спаржа коротколистная (<i>Asparagus brachyphyllus</i> Turcz.), n=3	$0,179 \pm 0,009(120,3)$ 0,028-0,182	$0,184 \pm 0,010(77,0)$ 0,156-0,186	$0,172 \pm 0,010(90,0)$ 0,149-0,173	$0,185 \pm 0,010(107,1)$ 0,167-0,186	$0,180 \pm 0,010(98,6)$ 0,028-0,186
Среднее	$0,101 \pm 0,009(150,8)$ 0,008-0,404	$0,097 \pm 0,010(165,0)$ 0,006-0,366	$0,105 \pm 0,011(205,4)$ 0,028-0,315	$0,156 \pm 0,010(285,1)$ 0,066-0,366	$0,115 \pm 0,010(201,6)$ 0,006-0,404

Виды растений	Mn				
	Листья	Стебли	Цветы (соцветия)	Плоды	Среднее по растению
1	2	3	4	5	6
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9					
Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> С.А. Мей), n=9	<u>123,61±7,04 (366,1)</u>	<u>108,45±6,06 (303,3)</u>	<u>112,50±5,80(367,4)</u>	<u>121,80±8,14(255,6)</u>	<u>116,59±6,76(323,1)</u>
	110,61-152,92	76,61-142,66	88,36-150,34	88,69-148,84	76,61-152,92
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33					
Тонконог тонкий (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) Pers.), n=3	<u>193,70±10,0(1000,8)</u>	<u>142,62±9,33(844,3)</u>	<u>190,63±10,55(957,8)</u>	-	<u>175,65±9,96(934,3)</u>
	86,74-560,90	59,65-480,98	120,24-540,72		59,65-560,90
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa</i> <i>capillata</i> L.), n=4	<u>204,45±11,06(1122,8)</u>	<u>178,68±10,10(982,3)</u>	<u>188,67±9,74(1021,8)</u>	-	<u>190,60±10,3(1042,3)</u>
	155,38-610,94	138,87-540,62	121,58-586,28		85,34-610,94
Овсец Шелля, n=3 (<i>Avenastrum Schel-</i> <i>lianum</i> (Hack.) Roshev.)	<u>184,57±8,68(1103,2)</u>	<u>150,65±9,45(806,8)</u>	<u>152,58±9,23(559,9)</u>	-	<u>162,60±9,12(823,3)</u>
	44,25-460,60	39,60-395,27	45,90-348,47		39,60-460,60

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.), n=3	<u>195,92±10,26(1070,0)</u>	<u>128,56±8,88(880,8)</u>	<u>172,32±9,48(960,1)</u>	-	<u>165,60±9,54(970,3)</u>
	134,40-560,82	121,60-460,66	165,60-490,96		121,60-560,82
Вейник наземный <i>Calamagrostus epigeios</i> (L.) Roth.), n=3	<u>136,38±7,75(590,9)</u>	<u>186,30±9,43(730,5)</u>	<u>143,22±8,47(600,1)</u>	-	<u>155,30±8,55(640,5)</u>
	58,56-388,86	76,56-458,46	68,84-430,27		58,56-458,46
Лисохвост луговой (<i>Al- opercurus pratensis</i> L.), n=3	<u>222,30±13,32(1158,8)</u>	<u>186,08±10,42(1008,3)</u>	<u>209,62±9,86(1193,8)</u>	-	<u>206,00±11,2(1120,3)</u>
	166,80-606,30	46,87-596,96	50,50-600,57		46,87-606,30
Пырей ползучий, n=4 (<i>Agropyron repens</i> L.)	<u>235,36±13,34(1019,0)</u>	<u>203,30±10,45(923,3)</u>	<u>193,14±10,71(1026,2)</u>	-	<u>210,60±11,5(989,5)</u>
	163,60-610,20	149,68-560,35	168,74-593,98		149,68-610,20
Тимофеевка степная (<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.), n=3	<u>107,10±6,87(936,8)</u>	<u>152,12±8,37(766,4)</u>	<u>140,14±6,81(837,2)</u>	-	<u>133,12±7,35(846,8)</u>
	59,72-454,66	63,57-564,28	76,54-542,04		59,72-564,28
Овсяница бороздчатая, n=3 типчак (<i>Festuca sulcata</i> Hack.)	<u>133,23±8,66(937,3)</u>	<u>182,20±12,00(1002,3)</u>	<u>129,20±6,40(662,3)</u>	-	<u>148,21±9,02(867,3)</u>
	120,30-489,6	128,98-582,1	120,30-452,6		120,30-582,10

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Волоснец гигантский (<i>Elymus giganteus</i> <i>Vahl.</i>), n=3	$178,8 \pm 9,36 (934,5)$ 70,60-482,70	$144,54 \pm 8,16 (945,4)$ 56,60-372,64	$154,86 \pm 9,15 (1076,3)$ 60,86-475,57	-	$159,4 \pm 8,89 (985,4)$ 56,60-482,70
Луковые (<i>Alliaceae Borkh.</i>), n=3					
Лук угловатый (<i>Allium</i> <i>angulosum L.</i>), n=3	$46,82 \pm 3,31 (153,3)$ 34,48-63,25	-	$29,64 \pm 1,13 (93,9)$ 24,15-50,57	-	$38,23 \pm 2,22 (123,6)$ 24,15-63,25
Маревые (<i>Chenopodiaceae Less.</i>), n=12					
Марь белая (<i>Chenopodium album L.</i>), n=12	$80,20 \pm 5,42 (190,5)$ 43,64-126,06	$60,45 \pm 3,59 (132,4)$ 32,74-111,21	$75,50 \pm 3,53 (131,6)$ 40,56-118,24	-	$72,05 \pm 4,18 (151,5)$ 32,74-126,06
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae Juzz.</i>), n=12					
Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata</i> <i>L.</i>), n=7	$93,61 \pm 6,38 (599,8)$ 56,20-144,83	$54,28 \pm 5,10 (496,3)$ 36,18-125,64	$109,39 \pm 7,12 (541,3)$ 70,23-132,18	-	$85,76 \pm 6,20 (545,8)$ 36,18-144,83
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> <i>Ledeb.</i>), n=5	$56,47 \pm 2,03 (326,2)$ 15,13-102,20	$63,54 \pm 2,75 (402,4)$ 35,24-108,00	$82,07 \pm 3,26 (460,6)$ 65,46-114,24	-	$67,36 \pm 2,68 (396,4)$ 15,13-114,24

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15					
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.), n = 10	<u>75,84±5,21 (403,7)</u>	<u>60,58±3,68 (343,4)</u>	<u>72,86±4,19 (342,2)</u>	-	<u>69,76±4,36 (363,1)</u>
	33,65-129,20	28,80-98,86	48,42-110,54		28,80-129,20
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	<u>110,20±5,84 (412,7)</u>	<u>90,08±5,05 (311,0)</u>	<u>89,46±4,95 (257,6)</u>	-	<u>96,58±5,28 (327,1)</u>
	66,84-189,23	53,48-159,55	62,53-124,50		53,48-189,23
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36					
Икотник серый, n=14 (<i>Berteroa incana</i> L. DC.)	<u>146,57±7,77 (500,0)</u>	<u>122,24±6,56 (403,0)</u>	<u>116,60±7,07 (372,7)</u>	<u>166,03±8,71 (412,3)</u>	<u>137,86±7,52</u>
	85,88-294,80	35,84-242,44	40,29-286,57	51,28-312,40	(422,0) 35,84-312,40
Бурачок извилистый, n= 10 (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. □ Kit. Ex Willd.)	<u>131,47±7,26 (400,7)</u>	<u>98,52±5,37 (344,3)</u>	<u>112,20±6,64 (352,4)</u>	<u>82,09±7,05 (439,8)</u>	<u>106,07±6,58</u>
	54,28-226,87	26,42-186,62	54,82-213,52	12,86-218,52	(384,3) 12,86-226,87
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton), n= 12	<u>126,74±7,26(368,5)</u>	<u>108,58±6,34(300,2)</u>	<u>105,24±7,37(292,8)</u>	-	<u>113,52±7,0(320,5)</u>
	45,35-295,58	30,84-240,30	46,81-186,24		30,84-295,58

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21					
Таволга зверобо- елистная, n=3 (<i>Spiraea hypericifolia</i> <i>L.</i>)	<u>253,41±14,86(124,4)</u> 193,83-382,90	<u>215,45±13,82(88,4)</u> 194,72-292,99	<u>192,34±14,88(98,6)</u> 186,88-294,65	-	<u>220,40±14,52(103,8)</u> 186,88-382,90
Лапчатка гусиная (<i>Potentilla anserina</i> <i>L.</i>), n = 7	<u>302,24±17,22(103,6)</u> 265,35-392,98	<u>265,27±15,84(98,4)</u> 220,35-305,41	<u>303,57±16,02(110,6)</u> 265,53-377,45	-	<u>290,36±16,36(110,6)</u> 220,35-392,98
Лапчатка длинноче- решковая, n = 5 (<i>Po- tentilla longipes</i> <i>Ledeb.</i>)	<u>301,03±17,22(112,8)</u> 285,34-400,24	<u>250,23±15,96(112,4)</u> 226,82-386,30	<u>314,09±17,16(99,4)</u> 285,36-384,41	-	<u>288,45±16,78(108,2)</u> 226,82-400,24
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis L.</i>), n=3	<u>189,42±14,86(123,0)</u> 188,96-235,08	<u>196,56±15,89(96,0)</u> 190,22-320,00	<u>194,52±15,33(109,2)</u> 189,69-312,00	<u>188,62±16,48(111,8)</u> 188,50-226,00	<u>192,28±15,64(110,0)</u> 188,50-320,00
Малина обыкновен- ная (<i>Rubus idaeus L.</i>), n=3	<u>392,57±17,53(121,54)</u> 286,54-402,91	<u>364,42±16,68(163,0)</u> 288,67-382,96	<u>389,93±16,82(102,8)</u> 256,55-399,20	<u>391,12±17,90(198,26)</u> 256,55-400,51	<u>384,51±17,90(146,4)</u> 256,55-402,91

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Бобовые (<i>Leguminosae</i> Juss.), n=30					
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate</i> L.), n=7	<u>65,53±4,15(110,1)</u> 42,53-84,62	<u>61,12±3,21(102,2)</u> 33,73-78,54	<u>63,13±4,28(109,9)</u> 38,56-79,85	-	<u>63,26±3,88(107,4)</u> 33,73-84,62
Солодка уральская (<i>Glycyrrhiza uralensis</i> <i>Fisch</i>), n=8	<u>60,23±3,56 (130,4)</u> 35,87-79,53	<u>69,15±4,33 (106,5)</u> 40,25-89,60	<u>68,98±4,26 (129,7)</u> 45,26-83,33	-	<u>66,12±4,05 (122,2)</u> 35,87-89,60
Астрагал яичкоплод- ный (<i>Astragalus tes- ticulatus</i> Pall.), n=8	<u>56,59±3,13 (109,4)</u> 48,00-75,54	<u>48,89±3,24 (115,4)</u> 33,42-66,26	<u>51,24±2,69 (114,5)</u> 42,45-70,59	-	<u>52,24±3,02 (113,1)</u> 33,42-75,54
Астрагал роговой (<i>Astragalus ceratoides</i> <i>Bieberstein</i>), n=7	<u>48,56±3,35 (98,3)</u> 23,27-64,23	<u>41,26±2,30 (134,6)</u> 16,77-60,28	<u>45,24±1,58 (77,0)</u> 25,64-56,85	-	<u>45,02±2,41 (103,3)</u> 16,77-64,23
Зонтичные (<i>Umbelliferae</i> Moris), n=12					
Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri</i> D.C.), n=12	<u>69,04±3,84 (42,6)</u> 52,42-76,05	<u>50,53±3,04 (63,3)</u> 43,13-64,22	<u>67,72±4,16 (90,9)</u> 50,23-70,45	-	<u>62,43±3,68 (65,6)</u> 43,13-76,05

1	2	3	4	5	6
Астровые (<i>Asteraceae</i> Bercht. & J. Presl), n=132					
Цмин песчаный, n=16 (<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench)	<u>120,11±6,14(151,6)</u> 115,00-180,90	<u>108,04±5,80(143,0)</u> 65,85-135,43	<u>108,69±6,12(102,6)</u> 83,67-146,49	-	<u>112,04±6,02(132,4)</u> 65,85-180,90
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera</i> Poir.), n=12	<u>80,2±±,66(95,5)</u> 40,70-99,20	<u>112,30±6,05(128,3)</u> 88,45-122,12	<u>87,06±5,01(96,3)</u> 46,57-101,00	-	<u>93,20±5,24(106,7)</u> 40,70-122,12
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.), n=15	<u>92,33±5,42(130,4)</u> 62,57-123,54	<u>100,25±6,13(90,9)</u> 85,69-162,23	<u>97,10±6,30(138,4)</u> 70,22-150,14	-	<u>96,56±5,95(119,9)</u> 62,57-162,23
Полынь метельчатая (<i>Artemisia scoparia</i> Wald. Et <i>Kitt</i>), n=14	<u>92,21±4,90(146,6)</u> 62,74-111,23	<u>84,45±4,21(118,4)</u> 40,70-107,35	<u>89,77±4,63(125,3)</u> 56,29-104,46	-	<u>88,81±4,58(130,1)</u> 40,70-111,23
Полынь белеющая, n=15 (<i>Artemisia leucodes</i> <i>Schrenk.</i>)	<u>102,24±6,05(120,1)</u> 77,26-105,45	<u>90,24±4,35(68,5)</u> 51,47-99,34	<u>94,50±5,23(139,6)</u> 63,23-100,21	-	<u>95,66±5,21(109,4)</u> 51,47-105,45

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia</i> <i>Ledeb.</i>), n=10	<u>90,22±4,68(150,1)</u> 56,45-113,14	<u>98,69±5,86(112,7)</u> 68,67-166,58	<u>96,85±5,24(131,4)</u> 66,34-154,14	-	<u>95,25±5,26(131,4)</u> 56,45-166,58
Василек русский (<i>Cen- taurea ruthenica Lam.</i>), n=15	<u>102,54±5,20(107,2)</u> 87,23-175,82	<u>92,07±4,03(124,4)</u> 65,36-115,85	<u>100,08±5,71(114,6)</u> 80,22-163,42	-	<u>98,23±4,98(115,4)</u> 65,36-175,82
Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica L.</i>), n=15	<u>104,52±6,13(133,5)</u> 64,26-174,12	<u>88,24±4,75(105,1)</u> 48,96-96,54	<u>96,74±4,78(123,5)</u> 56,54-126,27	-	<u>96,50±5,22(120,7)</u> 48,96-174,12
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella</i> <i>L.</i>)	<u>91,23±4,26(109,5)</u> 62,21-114,24	<u>102,45±6,22(124,7)</u> 82,64-133,47	<u>100,98±6,98(115,0)</u> 82,21-120,36	-	<u>98,22±5,82(116,4)</u> 62,21-133,47
Дурнишник обыкновен- ный (<i>Xanthium</i> <i>strumarium L.</i>), n=12	<u>99,26±6,04(122,4)</u> 65,98-142,45	<u>91,22±5,31(142,5)</u> 55,47-137,21	<u>99,29±6,05(125,7)</u> 68,43-134,82	-	<u>96,59±5,80(130,2)</u> 55,47-142,45

1	2	3	4	5	6
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae Lindl.</i>), n=12					
Скабиоза бледно-желтая, n=12 (<i>Scabiosa ochroleuca</i> <i>L.</i>)	<u>99,12±5,65(256,5)</u>	<u>124,46±6,55(202,2)</u>	<u>92,86±6,46(187,5)</u>	-	<u>105,48±6,22(215,4)</u>
	88,65-105,24	106,60-132,65	90,21-118,24		88,65-132,65
Мареновые (<i>Rubiaceae Juzz.</i>), n=12					
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum L.</i>), n=12	<u>126,42±6,98(172,4)</u>	<u>108,12±6,22(142,7)</u>	<u>112,08±6,90(246,5)</u>	-	<u>115,54±6,70(187,2)</u>
	104,42-156,92	85,16-121,43	96,86-130,12		85,16-156,92
Тутовые (<i>Moraceae Lindl.</i>), n=12					
Конопля сорная (<i>Canna- bis ruderalis Janisch</i>), n=12	<u>112,42±6,24(124,7)</u>	<u>98,23±5,45(105,6)</u>	<u>100,03±6,34(110,2)</u>	-	<u>103,56±6,0(113,5)</u>
	95,28-125,47	86,54-107,32	90,27-113,29		86,54-125,47
Хвоцевые (<i>Equisetaceae Rich.</i>), n=6					
Хвощ луговой (<i>Equiset- um pratense Ehrh.</i>), n=6	<u>111,24±6,52 (204,5)</u>	<u>135,92±7,82 (312,3)</u>	-	-	<u>123,58±7,17 (258,4)</u>
	105,64-140,90	128,92-185,47			105,64-185,47

1	2	3	4	5	6
Заразиховые (<i>Orobanchaceae</i> Lindl.), n=6					
Заразиха голубая (<i>Orobanche caesia</i> <i>Reichenb.</i>), n=6	<u>131,17±7,24(186,5)</u>	<u>104,65±6,03(238,4)</u>	<u>116,26±7,16 (213,5)</u>	-	<u>117,36±6,81(212,8)</u>
	105,54-134,52	95,63-123451	102,34-126,72		88,95-134,52
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae</i> Lindl.), n=36					
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia</i> L.), n=9	<u>70,10±4,21(69,5)</u>	<u>58,23±3,02(55,1)</u>	<u>58,66±3,81(101,0)</u>	-	<u>62,33±3,68(75,2)</u>
	42,21-87,89	35,62-73,58	46,22-80,42		35,62-87,89
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata</i> L.), n=9	<u>65,33±3,76(65,8)</u>	<u>52,45±3,26 (56,3)</u>	<u>63,36±3,54(65,1)</u>	-	<u>60,38±3,52(62,4)</u>
	40,36-80,26	32,54-74,28	50,22-74,22		32,54-80,26
Льнянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia</i> (L.) <i>Mill.</i>), n=8	<u>52,24±3,34(33,8)</u>	<u>41,51±2,86(70,2)</u>	<u>52,26±2,98(48,7)</u>	-	<u>48,67±3,06(50,9)</u>
	32,53-65,54	20,00-56,72	33,51-63,54		20,00-65,54
Льнянка короткошпоро- вая (эндем) (<i>Linaria</i> <i>brachiceras</i>), n=10	<u>70,12±4,21(90,3)</u>	<u>60,23±2,84(82,4)</u>	<u>67,83±3,45(87,1)</u>	-	<u>66,06±3,50(87,1)</u>
	53,28-82,56	42,40-76,84	55,36-80,80		42,40-82,56

1	2	3	4	5	6
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae Lindl.</i>), n=12					
Подорожник при- жатый (<i>Plantago derpessa Willd.</i>), n=12	<u>137,55±7,68(305,6)</u>	-	<u>105,53±6,42 (231,2)</u>	-	<u>121,54±7,05(268,4)</u>
	128,92-157,53		109,87-130,44		109,87-157,53
Спаржевые (<i>Asparagaceae Juzz.</i>), n=6					
Спаржа лекар- ственная (<i>Asparagus officinalis L.</i>), n=3	<u>102,45±3,21(162,1)</u>	<u>92,36±2,04(135,5)</u>	<u>100,52±3,02(144,7)</u>	<u>100,11±1,13(159,3)</u>	<u>98,86±2,35(150,4)</u>
	95,96-263,22	86,82-186,54	90,56-248,46	96,54-243,15	86,82-263,22
Спаржа коротко- листная (<i>Asparagus brachyphyllus Turcz.</i>), n=3	<u>86,76±1,52(108,7)</u>	<u>93,85±1,75(123,5)</u>	<u>94,86±1,77 (120,5)</u>	<u>95,65±1,72 (116,1)</u>	<u>92,78±1,69 (117,2)</u>
	46,15-156,58	62,59-180,27	76,84-169,45	64,82-172,34	46,15-180,27
Среднее	<u>128,11±7,13(340,75)</u>	<u>118,45±6,72(313,79)</u>	<u>121,68±6,80(305,14)</u>	<u>163,63±8,73(241,88)</u>	<u>132,98±7,35(300,39)</u>
	15,13-610,94	16,77-596,96	24,15-600,57	12,86-400,51	12,86-610,94

Виды растений	Sr				
	Листья	Стебли	Цветы (соцветия)	Плоды	Среднее по растению
1	2	3	4	5	6
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9					
Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> С.А. Мей), n=9	$\frac{28,91 \pm 1,55 (93,5)}{23,54-30,10}$	$\frac{21,25 \pm 1,12 (76,2)}{20,85-26,30}$	$\frac{23,01 \pm 1,53 (96,9)}{21,00-26,52}$	$\frac{25,35 \pm 1,52 (80,2)}{24,30-29,34}$	$\frac{24,63 \pm 1,43 (86,7)}{20,85-30,10}$
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33					
Тонконог тонкий (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) Pers.), n=3	$\frac{38,42 \pm 1,70 (1050,4)}{9,20-152,74}$	$\frac{30,24 \pm 1,43 (1086,4)}{6,52-143,45}$	$\frac{39,94 \pm 1,82 (1164,4)}{6,52-148,62}$	-	$\frac{36,20 \pm 1,65 (1100,4)}{6,52-152,74}$
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa</i> <i>capillata</i> L.), n=4	$\frac{21,58 \pm 1,21 (1000,8)}{15,40-122,20}$	$\frac{15,64 \pm 1,10 (960,0)}{14,10-100,30}$	$\frac{24,04 \pm 1,14 (1035,6)}{15,20-119,34}$	-	$\frac{20,42 \pm 1,15 (998,8)}{14,10-122,20}$
Овсец Шелля, n=3 (<i>Avenastrum Schel-</i> <i>lianum</i> (Hack.) Roshev.)	$\frac{16,63 \pm 1,78 (1210,1)}{6,62-133,52}$	$\frac{14,33 \pm 1,42 (1100,5)}{5,51-127,10}$	$\frac{15,69 \pm 1,30 (1303,5)}{5,95-130,57}$	-	$\frac{15,55 \pm 1,50 (1204,7)}{5,51-133,52}$

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.), n=3	<u>22,42±2,15 (1002,6)</u> 8,52-123,42	<u>15,62±1,65 (876,5)</u> 6,24-118,87	<u>21,54±2,23 (697,3)</u> 7,08-120,10	-	<u>19,86±2,01 (858,8)</u> 6,24-123,42
Вейник наземный <i>Calamagrostus epigeios</i> (L.) Roth.), n=3	<u>22,35±0,98 (1002,4)</u> 4,56-112,84	<u>28,54±1,65 (1028,4)</u> 5,89-150,24	<u>25,64±0,49 (1013,0)</u> 4,96-138,10	-	<u>25,51±1,04 (1014,6)</u> 4,56-150,24
Лисохвост луговой (<i>Al- opercurus pratensis</i> L.), n=3	<u>20,12±1,12 (958,8)</u> 6,57-98,65	<u>13,42±1,04 (824,8)</u> 4,35-75,40	<u>19,50±1,02 (818,3)</u> 6,87-82,59	-	<u>17,68±1,06 (867,3)</u> 4,35-98,65
Пырей ползучий (<i>Ag- ropyron repens</i> L.), n=4	<u>38,55±1,80 (1068,4)</u> 6,98-120,08	<u>26,58±1,33 (1100,7)</u> 5,21-114,12	<u>25,47±1,13 (894,2)</u> 6,31-98,27	-	<u>30,20±1,42 (1021,1)</u> 5,21-120,08
Тимофеевка степная (<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.), n=3	<u>14,33±1,28 (1004,2)</u> 6,58-141,32	<u>13,08±1,10 (986,4)</u> 4,86-106,69	<u>9,22±0,86 (887,9)</u> 6,52-128,55	-	<u>12,21±1,08 (959,5)</u> 4,86-141,32
Овсяница бороздчатая, n=3 типчак (<i>Festuca sulcata</i> Hack.)	<u>23,25±2,22 (1010,4)</u> 5,68-149,50	<u>18,58±1,98 (995,8)</u> 5,47-132,42	<u>18,62±1,89 (1011,2)</u> 5,89-144,21	-	<u>20,15±2±03</u> <u>(1005,8)</u> 5,47-149,50

1	2	3	4	5	6
Волоснец гигантский (<i>Elymus giganteus</i> <i>Vahl.</i>), n=3	$\frac{23,28 \pm 1,22 (1180,0)}{5,62-136,74}$	$\frac{19,58 \pm 1,04 (1204,8)}{4,23-133,41}$	$\frac{19,15 \pm 1,13 (1215,2)}{4,56-129,83}$	-	$\frac{20,67 \pm 1,13 (1200,0)}{4,23-136,74}$
Луковые (<i>Alliaceae Borkh.</i>), n=3					
Лук угловатый (<i>Allium</i> <i>angulosum L.</i>), n=3	$\frac{24,05 \pm 1,23 (38,9)}{20,53-30,25}$	-	$\frac{16,29 \pm 1,07 (77,9)}{15,48-23,54}$	-	$\frac{20,17 \pm 1,15 (58,4)}{15,48-30,25}$
Маревые (<i>Chenopodiaceae Less.</i>), n=12					
Марь белая (<i>Chenopodium album L.</i>), n=12	$\frac{40,20 \pm 2,15 (206,5)}{22,36-47,47}$	$\frac{33,10 \pm 1,86 (243,7)}{11,90-40,25}$	$\frac{31,91 \pm 1,99 (220,3)}{17,68-40,38}$	-	$\frac{35,07 \pm 2,00 (223,5)}{11,90-47,47}$
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae Juzz.</i>), n=12					
Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata</i> <i>L.</i>), n=7	$\frac{48,23 \pm 2,52 (142,6)}{39,62-86,52}$	$\frac{55,42 \pm 3,21 (118,7)}{44,82-99,63}$	$\frac{46,98 \pm 2,97 (142,5)}{30,58-80,54}$	-	$\frac{50,21 \pm 2,90 (134,6)}{30,58-99,63}$
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> <i>Ledeb.</i>), n=5	$\frac{39,22 \pm 2,23 (65,2)}{23,40-62,40}$	$\frac{36,20 \pm 2,07 (82,6)}{14,92-55,23}$	$\frac{37,77 \pm 2,30 (82,0)}{22,57-59,58}$	-	$\frac{37,73 \pm 2,20 (76,6)}{14,92-62,40}$

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15					
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.), n = 10	<u>56,86±3,05 (882,0)</u>	<u>56,00±3,03 (796,2)</u>	<u>56,40±3,05(741,0)</u>	-	<u>56,42±3,05(806,4)</u>
	45,68-88,00	30,22-75,6	46,27-80,07		30,22-88,00
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	<u>50,22±2,96 (678,5)</u>	<u>45,38±2,08 (598,2)</u>	<u>45,46±3,21(621,1)</u>	-	<u>47,02±2,75(632,6)</u>
	36,54-75,46	26,39-71,23	33,46-70,57		26,39-75,46
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36					
Икотник серый, n=14 (<i>Berteroa incana</i> L. DC.)	<u>85,94±5,30(522,0)</u>	<u>76,84±4,02(565,4)</u>	<u>80,09±4,62(518,0)</u>	<u>79,37±3,02(554,6)</u>	<u>80,56±4,24(540,0)</u>
	30,86-147,33	30,26-134,20	25,58-132,52	40,68-140,22	25,58-147,33
Бурачок извилистый, n= 10 (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. □ Kit. Ex Willd.)	<u>71,10±3,37(596,9)</u>	<u>63,23±4,02(599,3)</u>	<u>68,22±3,67(600,7)</u>	<u>59,57±3,18(508,7)</u>	<u>65,53±3,56(576,4)</u>
	36,52-110,98	25,33-106,23	26,65-112,47	14,61-98,59	14,61-112,47
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton), n= 12	<u>81,05±5,26(456,3)</u>	<u>60,57±4,06(598,9)</u>	<u>74,50±3,91(673,4)</u>	-	<u>72,04±4,41(576,2)</u>
	52,37-139,54	33,29-108,62	50,26-120,62		33,29-139,54

1	2	3	4	5	6
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21					
Таволга зверобо- елистная, n=3 (<i>Spiraea hypericifolia</i> <i>L.</i>)	<u>65,33±5,06 (629,5)</u> 45,86-77,66	<u>58,31±4,02 (589,0)</u> 36,54-70,24	<u>57,02±3,85 (609,1)</u> 42,32-70,20	-	<u>60,22±4,31(609,2)</u> 36,54-77,66
Лапчатка гусиная (<i>Potentilla anserina</i> <i>L.</i>), n = 7	<u>42,23±2,65 (503,0)</u> 25,74-60,23	<u>52,64±3,58 (594,0)</u> 36,57-72,54	<u>57,20±3,40 (481,0)</u> 39,54-70,69	-	<u>50,69±3,21(526,0)</u> 25,74-72,54
Лапчатка длинноче- решковая, n = 5 (<i>Po- tentilla longipes</i> <i>Ledeb.</i>)	<u>66,40±4,05 (523,45)</u> 35,62-71,35	<u>53,27±3,02 (426,24)</u> 29,31-63,24	<u>61,17±3,94 (406,61)</u> 36,54-69,27	-	<u>60,28±3,67(452,10)</u> 29,31-71,35
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis L.</i>), n=3	<u>53,24±3,16(600,4)</u> 38,54-69,49	<u>45,61±2,64(506,4)</u> 26,63-63,28	<u>50,31±3,06(602,4)</u> 32,23-62,39	<u>46,76±3,06(579,3)</u> 26,63-69,49	<u>48,98±2,98(572,1)</u> 26,63-69,49
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus L.</i>), n=3	<u>60,84±1,65 (822,4)</u> 42,65-75,84	<u>50,20±0,98 (635,1)</u> 40,54-63,54	<u>42,25±0,86 (865,3)</u> 39,54-69,85	<u>51,03±0,63(765,6)</u> 46,24-72,42	<u>51,08±1,03(772,1)</u> 39,54-75,84

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Бобовые (<i>Leguminosae</i> Juss.), n=30					
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate</i> L.), n=7	<u>69,25±3,69 (400,0)</u> 53,87-80,88	<u>75,85±5,26 (474,8)</u> 62,88-90,52	<u>71,86±4,10 (405,6)</u> 63,43-85,24	-	<u>72,32±4,35 (426,8)</u> 53,87-90,52
Солодка уральская <i>Glycyrrhiza uralensis</i> <i>Fisch</i>), n=8	<u>60,23±4,22 (202,2)</u> 52,58-72,53	<u>42,58±2,65 (128,4)</u> 40,40-63,57	<u>63,33±4,68 (264,3)</u> 50,69-70,26	-	<u>55,38±3,85 (198,3)</u> 40,40-72,53
Астрагал яичкоплод- ный (<i>Astragalus tes-</i> <i>ticulatus</i> Pall.), n=8	<u>56,22±3,05 (368,4)</u> 46,57-82,36	<u>39,96±1,96 (188,4)</u> 39,58-63,54	<u>54,60±2,73 (363,6)</u> 42,35-76,86	-	<u>50,26±2,58 (306,8)</u> 39,58-82,36
Астрагал роговой (<i>Astragalus ceratoides</i> <i>Bieberstein</i>), n=7	<u>37,34±1,68 (500,2)</u> 38,65-62,38	<u>39,98±1,29 (563,7)</u> 36,40-58,64	<u>38,00±1,05 (525,2)</u> 36,86-55,36	-	<u>38,44±1,34 (529,7)</u> 36,40-62,38
Зонтичные (<i>Umbelliferae</i> Moris), n=12					
Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri</i> D.C.), n=12	<u>53,54±3,06 (195,6)</u> 29,87-99,96	<u>42,87±2,42(128,6)</u> 14,21-82,38	<u>46,99±2,56(148,6)</u> 32,25-86,45	-	<u>47,80±2,68 (157,6)</u> 14,21-99,96

1	2	3	4	5	6
Астровые (<i>Asteraceae</i> Bercht. & J. Presl), n=132					
Цмин песчаный, n=16 <i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench)	<u>70,36±4,25 (121,5)</u> 56,87-71,20	<u>55,32±3,03 (88,5)</u> 46,98-68,36	<u>61,37±3,67 (115,5)</u> 50,26-69,56	-	<u>62,35±3,65 (108,5)</u> 46,98-71,20
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera</i> Poir.), n=12	<u>44,32±1,12 (120,1)</u> 36,59-65,26	<u>35,26±0,98 (109,2)</u> 34,74-53,54	<u>35,92±1,17 (107,9)</u> 34,74-65,26	-	<u>38,50±1,09 (112,4)</u> 34,74-65,26
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.), n=15	<u>59,62±3,68 (86,54)</u> 50,63-69,57	<u>50,26±2,13 (120,36)</u> 41,53-63,54	<u>56,17±2,95 (89,05)</u> 50,23-66,62	-	<u>55,35±2,92 (98,65)</u> 41,53-69,57
Полынь метельчатая (<i>Artemisia scoparia</i> Wald. Et Kitt), n=14	<u>40,36±1,56(142,5)</u> 38,56-56,28	<u>58,26±2,32 (108,7)</u> 42,56-63,58	<u>51,53±2,30 (125,9)</u> 46,28-60,28	-	<u>50,05±2,06 (125,7)</u> 38,56-63,58
Полынь белеющая, n=15 (<i>Artemisia leu-</i> <i>codes</i> Schrenk.)	<u>53,26±1,86 (106,4)</u> 46,85-65,25	<u>50,36±1,69 (122,0)</u> 40,35-60,59	<u>45,21±2,36 (114,0)</u> 36,30-56,28	-	<u>49,61±2,36 (114,0)</u> 36,30-65,25

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia Ledeb.</i>), n=10	<u>50,38±1,45 (136,8)</u> 40,38-63,26	<u>39,57±1,05 (120,5)</u> 38,20-56,32	<u>37,88±1,43 (120,7)</u> 36,56-50,26	-	<u>42,61±1,31 (126,0)</u> 36,56-63,26
Василек русский (<i>Centaurea ruthenica Lam.</i>), n=15	<u>55,65±3,21 (140,0)</u> 43,58-69,25	<u>49,65±2,69 (108,3)</u> 38,62-56,87	<u>55,74±3,13(113,2)</u> 42,58-63,54	-	<u>53,68±3,01 (120,5)</u> 38,62-69,25
Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica L.</i>), n=15	<u>49,56±2,21 (150,2)</u> 40,20-58,36	<u>44,26±1,68 (96,4)</u> 35,35-60,54	<u>44,87±2,23 (63,0)</u> 35,35-60,54	-	<u>46,23±2,04 (103,2)</u> 35,35-60,54
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella L.</i>)	<u>57,20±2,65 (108,6)</u> 42,65-68,34	<u>46,58±2,02 (152,3)</u> 38,62-52,39	<u>55,52±2,32 (142,0)</u> 45,62-65,20	-	<u>53,10±2,33 (134,3)</u> 38,62-68,34
Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium L.</i>), n=12	<u>50,06±2,24 (82,2)</u> 36,97-60,23	<u>55,32±2,73 (95,6)</u> 40,23-64,20	<u>51,40±2,89 (94,6)</u> 40,26-61,38	-	<u>52,26±2,62 (90,8)</u> 36,97-64,20

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae</i> Lindl.), n=12					
Скабиоза бледно-желтая, n=12 (<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.)	<u>50,05±2,67 (223,5)</u> 42,26-56,85	<u>38,69±2,38(198,3)</u> 34,26-48,26	<u>39,00±2,38(218,4)</u> 36,20-50,38	-	<u>42,58±2,38 (213,4)</u> 34,26-56,85
Мареновые (<i>Rubiaceae</i> Juzz.), n=12					
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> L.), n=12	<u>45,26±1,95 (208,5)</u> 43,41-60,25	<u>45,90±2,50 (222,5)</u> 44,26-59,34	<u>46,72±3,26 (218,2)</u> 45,00-62,48	-	<u>45,96±2,57 (216,4)</u> 43,41-62,48
Тутовые (<i>Moraceae</i> Lindl.), n=12					
Конопля сорная (<i>Cannabis</i> <i>ruderalis</i> Janisch), n=12	<u>56,82±3,05 (123,4)</u> 43,58-67,21	<u>52,28±2,53(102,5)</u> 38,96-62,35	<u>51,31±3,39 (131,7)</u> 42,15-65,23	-	<u>53,47±2,99 (119,2)</u> 38,96-67,21
Хвощевые (<i>Equisetaceae</i> Rich.), n=6					
Хвощ луговой (<i>Equisetum</i> <i>pratense</i> Ehrh.), n=6	<u>76,40±3,84 (216,7)</u> 50,26-84,25	<u>43,60±2,88 (184,3)</u> 42,13-64,59	-	-	<u>60,00±3,36 (200,5)</u> 42,13-84,25
Заразиховые (<i>Orobanchaceae</i> Lindl.), n=6					
Заразиха голубая (<i>Orobanche caesia</i> <i>Reichenb.</i>), n=6	<u>19,76±1,02 (121,3)</u> 18,60-26,57	<u>26,58±1,64(98,8)</u> 20,36-30,54	<u>27,46±1,48 (104,8)</u> 23,20-39,46	-	<u>24,60±1,38 (108,3)</u> 18,60-30,54

1	2	3	4	5	6
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae</i> Lindl.), n=36					
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia</i> L.), n=9	<u>46,20±2,10(95,3)</u> 42,26-60,24	<u>55,22±3,04 (125,3)</u> 48,26-68,47	<u>58,30±3,32 (116,0)</u> 48,63-64,43	-	<u>53,24±2,82 (112,2)</u> 42,26-68,47
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata</i> L.) , n=9	<u>53,26±2,62 (95,2)</u> 46,59-63,21	<u>55,20±2,96 (135,6)</u> 50,20-66,57	<u>48,32±2,82 (101,0)</u> 43,58-59,26	-	<u>52,26±2,80 (110,6)</u> 43,58-66,57
Льнянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia</i> (L.) <i>Mill.</i>), n=8	<u>42,10±1,65 (96,4)</u> 38,80-50,31	<u>46,58±2,10 (82,6)</u> 40,29-53,87	<u>46,95±2,34 (101,5)</u> 43,25-50,18	-	<u>45,21±2,03 (93,5)</u> 38,80-53,87
Льнянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria brachiceras</i>), n=10	<u>43,51±3,05 (112,4)</u> 41,26-48,96	<u>48,63±3,62 (85,5)</u> 43,58-67,25	<u>46,01±3,38 (130,0)</u> 42,52-60,28	-	<u>46,05±3,35 (109,3)</u> 41,26-67,25
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i> Lindl.), n=12					
Подорожник прижатый (<i>Plantago derpressa</i> Willd.), n=12	<u>63,59±3,58 (402,8)</u> 42,68-71,49	-	<u>49,37±2,74(335,4)</u> 29,85-63,57	-	<u>56,48±3,16(369,1)</u> 29,85-71,49

1	2	3	4	5	6
Спаржевые (<i>Asparagaceae</i> Juzz.), n=6					
Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis</i> L.), n=3	$\frac{40,21 \pm 2,24(109,4)}{35,22-60,66}$	$\frac{32,25 \pm 1,85(123,2)}{30,24-52,24}$	$\frac{33,21 \pm 2,08(104,5)}{31,20-52,29}$	$\frac{40,41 \pm 2,31(111,7)}{35,26-56,54}$	$\frac{36,52 \pm 2,12(112,2)}{30,24-60,66}$
Спаржа коротколистная (<i>Asparagus brachyphyllus</i> Turcz.), n=3	$\frac{38,20 \pm 2,56(98,5)}{23,58-45,28}$	$\frac{32,06 \pm 2,21(110,7)}{19,98-42,18}$	$\frac{37,25 \pm 2,58(100,2)}{23,24-40,35}$	$\frac{28,73 \pm 2,01(109,0)}{22,12-41,30}$	$\frac{34,06 \pm 2,34(104,6)}{19,98-45,28}$
Среднее	$\frac{46,87 \pm 2,54(423,3)}{4,56-152,74}$	$\frac{42,23 \pm 2,29(413,4)}{4,23-150,24}$	$\frac{43,51 \pm 2,47(415,99)}{4,56-148,62}$	$\frac{46,98 \pm 2,25(389,40)}{14,61-140,22}$	$\frac{44,90 \pm 2,39(410,52)}{4,23-152,74}$

Таблица 31 - Уровни накопления тяжелых металлов в подземных органах разных видов травянистых растений, мг/кг

Виды растений	Cu		Zn	
	Корни	Видоизмененные побеги+корни	Корни	Видоизмененные побеги+корни
1	2	3	4	5
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9				
Осока стоповидная, n=9 (<i>Carex pediformis</i> C.A. Mey)	-	$7,48 \pm 0,4(38,7)$ 5,07-9,96	-	$44,59 \pm 2,6(166,0)$ 31,93-55,32
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33				
Тонконог тонкий, n=3 (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) Pers.)	$7,69 \pm 0,5(69,3)$ 3,65-8,12	-	$51,24 \pm 3,2(1309,0)$ 18,67-85,63	-
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa capillata</i> L.), n=4	$6,96 \pm 0,4(43,2)$ 3,24-7,25	-	$40,52 \pm 2,4(1036,0)$ 17,54-79,58	-
Овсец Шелля, n=3 (<i>Avenastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)	$6,05 \pm 0,3(33,7)$ 4,60-6,58	-	$32,58 \pm 2,3(968,3)$ 18,64-85,43	-

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.), n=3	<u>6,88±0,4(45,3)</u> 4,56-8,09	-	<u>43,87±2,9(1302,5)</u> 17,96-88,65	-
Вейник наземный (<i>Calamagrostus epigeios</i> (L.) Roth.), n=3	-	<u>4,10±0,2(40,8)</u> 2,53-5,20	-	<u>85,23±4,2(1469,0)</u> 20,58-89,60
Лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i> L.), n=3	-	<u>3,02±0,2(31,2)</u> 1,79-4,65	-	<u>63,42±3,5(1052,3)</u> 19,53-84,63
Пырей ползучий (<i>Agropyron repens</i> L.), n=4	-	<u>4,04±0,3(55,8)</u> 2,30-6,87	-	<u>72,30±3,6(1119,1)</u> 20,21-85,69
Тимофеевка степная (<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.), n=3	<u>7,26±0,4(50,2)</u> 5,89-8,24	-	<u>40,57±3,0(1224,0)</u> 20,35-79,34	-
Овсяница бороздчатая, типчак, n=3 (<i>Festuca sulcata</i> Hack.)	<u>6,20±0,5(57,5)</u> 4,34-8,31	-	<u>62,42±3,8(2320,0)</u> 18,72-83,57	-
Волоснец гигантский (<i>Elymus giganteus</i> Vahl.), n=3	-	<u>2,00±0,1(92,0)</u> 1,79-7,26	-	<u>60,49±2,8(989,8)</u> 17,54-89,60
Луковые (<i>Alliaceae</i> Borkh.), n=3				
Лук угловатый (<i>Allium angulosum</i> L.), n=3	<u>7,50±0,4(34,5)</u> 6,51-7,58	<u>7,38±0,4(16,7)</u> 6,95-7,50	<u>50,54±2,9 (90,5)</u> 39,57-50,91	<u>41,94±1,9 (60,5)</u> 38,33-43,54

1	2	3	4	5
Маревые (<i>Chenopodiaceae</i> Less.), n=12				
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.), n=12	<u>2,95±0,2(19,8)</u> 2,00-5,68	-	<u>22,58±1,3(28,8)</u> 20,41-36,87	-
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i> Juzz.), n=12				
Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata</i> L.), n=7	<u>7,12±0,4(53,2)</u> 4,68-7,91	-	<u>18,56±1,5(258,6)</u> 8,10-32,56	-
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> Ledeb.), n=5	<u>4,66±0,3(45,2)</u> 1,66-6,39	-	<u>45,28±2,2(428,6)</u> 12,54-48,24	-
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15				
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.), n = 10	-	<u>9,67±0,6(74,0)</u> 5,62-12,92	-	<u>58,69±2,5(727,2)</u> 35,52-76,00
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	-	<u>5,61±0,3(46,8)</u> 3,04-8,97	-	<u>22,17±2,0(648,4)</u> 16,60-45,29
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36				
Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.), n=14	<u>2,37±0,1(7,4)</u> 2,30-3,76	-	<u>19,20±1,0 (7,4)</u> 18,53-22,32	-

1	2	3	4	5
Бурачок извилистый, n= 10 (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. □ <i>Kit. ex Willd.</i>)	<u>2,40±0,1(8,4)</u> 2,25-4,32	-	<u>17,12±1,0 (5,2)</u> 17,09-20,23	-
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton), n= 12	<u>2,22±0,1(5,2)</u> 2,21-3,00	-	<u>17,26±1,0 (5,4)</u> 17,15-21,48	-
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21				
Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia</i> L.), n=3	<u>5,50±0,3(30,5)</u> 4,35-6,87	-	<u>65,64±3,9 (220,4)</u> 59,66-76,59	-
Лапчатка гусиная, n = 7 (<i>Potentilla anserina</i> L.)	-	<u>6,40±0,3(32,2)</u> 4,69-7,25	-	<u>73,32±4,2 (267,3)</u> 63,63-80,69
Лапчатка длинночерешковая, n = 5 (<i>Potentilla longipes</i> Ledeb.)	-	<u>6,32±0,3(33,3)</u> 3,58-7,12	-	<u>71,10±4,0 (206,6)</u> 65,32-80,04
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.), n=3	-	<u>4,96±0,3(35,0)</u> 3,64-6,00	-	<u>68,62±4,0 (250,0)</u> 60,20-80,00
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus</i> L.), n=3	-	<u>4,52±0,3(42,0)</u> 3,14-6,82	-	<u>72,22±4,4 (267,2)</u> 60,25-79,64

1	2	3	4	5
Бобовые (<i>Leguminosae</i> Juss.), n=30				
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate</i> L.), n=7	<u>7,24±0,5(25,3)</u> 5,69-7,86	-	<u>26,87±1,4 (186,6)</u> 20,24-32,42	-
Солодка уральская (<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch), n=8	-	<u>6,47±0,45(19,6)</u> 5,56-7,43	-	<u>22,45±1,3 (191,7)</u> 15,30-35,23
Астрагал яичкоплодный (<i>Astragalus testiculatus</i> Pall.), n=8	<u>5,40±0,4(18,5)</u> 5,32-6,84	-	<u>21,55±1,2 (204,0)</u> 14,75-36,40	-
Астрагал роговой (<i>Astragalus ceratoides</i> Bieberstein), n=7	<u>5,45±0,4(17,4)</u> 5,35-6,50	-	<u>22,13±1,3 (189,7)</u> 13,20-34,26	-
Зонтичные (<i>Umbelliferae</i> Moris), n=12				
Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri</i> D.C.), n=12	<u>2,65±0,2(25,8)</u> 2,59-5,36	-	<u>17,84±1,0 (9,8)</u> 16,72-24,14	-
Астровые (<i>Asteraceae</i> Bercht. & J. Presl), n=132				
Цмин песчаный, n=16 (<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench)	-	<u>9,26±0,6(67,2)</u> 5,56-13,68	-	<u>40,26±1,8 (190,2)</u> 25,68-46,12
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera</i> Poir.), n=12	-	<u>8,06±0,5(60,4)</u> 4,46-10,66	-	<u>20,34±1,2 (250,0)</u> 13,50-33,52

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.), n=15	<u>7,60±0,4(59,2)</u> 4,25-9,92	-	<u>24,20±1,4 (240,0)</u> 12,24-30,26	
Полынь метельчатая, n=14 (<i>Artemisia scoparia</i> Wald. Et Kitt)	<u>8,00±0,5(61,3)</u> 4,20-10,50	-	<u>25,30±1,5 (186,2)</u> 13,54-29,50	
Полынь белая, n=15 (<i>Artemisia leucodes</i> Schrenk.)	<u>7,65±0,4(64,0)</u> 3,96-9,42	-	<u>23,20±1,3 (208,8)</u> 14,00-28,53	
Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia</i> Ledeb.), n=10	<u>7,23±0,5(57,6)</u> 4,01-9,63	-	<u>25,36±1,4 (214,7)</u> 16,20-32,12	-
Василек русский (<i>Centaurea ruthenica</i> Lam.), n=15	<u>8,24±0,5(64,5)</u> 5,12-13,68	-	<u>27,65±1,7 (209,4)</u> 18,32-36,24	-
Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica</i> L.), n=15	<u>7,50±0,5(62,7)</u> 3,98-13,28	-	<u>27,56±1,6 (159,6)</u> 20,50-44,53	-
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella</i> L.)	-	<u>8,08±0,5(55,6)</u> 4,23-13,40	-	<u>30,26±1,6 (258,4)</u> 16,54-43,26
Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium</i> L.), n=12	<u>9,58±0,6(77,5)</u> 5,08-14,02	-	<u>19,27±1,5 (184,7)</u> 12,68-28,60	-

1	2	3	4	5
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae Lindl.</i>), n=12				
Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca L.</i>), n=12	<u>5,48±0,3(38,9)</u> 4,52-6,87	-	<u>31,92±1,9(66,6)</u> 35,86-58,65	-
Мареновые (<i>Rubiaceae Juzz.</i>), n=12				
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum L.</i>), n=12	-	<u>5,82±0,3(2,6)</u> 5,76-6,25	-	<u>52,48±3,0 (125,2)</u> 36,89-63,95
Тутовые (<i>Moraceae Lindl.</i>), n=12				
Конопля сорная (<i>Cannabis ruderalis Janisch</i>), n=12	<u>5,05±0,3 (32,3)</u> 4,45-6,25	-	<u>58,85±3,4 (141,5)</u> 48,44-72,53	-
Хвощевые (<i>Equisetaceae Rich.</i>), n=6				
Хвощ луговой (<i>Equisetum pratense Ehrh.</i>), n=6	-	<u>5,99±0,3 (24,8)</u> 4,25-6,58	-	<u>36,38±2,1 (88,9)</u> 28,84-56,34
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae Lindl.</i>), n=36				
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia L.</i>), n=9	-	<u>10,30±0,7(19,5)</u> 9,85-10,47		<u>37,20±2,0 (50,0)</u> 30,26-45,68

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata</i> L.), n=9	-	<u>9,92±0,6(24,7)</u> 9,85-10,30		<u>33,84±1,9 (52,0)</u> 29,82-44,76
Льнянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia</i> (L.) Mill.), n=8	<u>10,00±0,6(20,5)</u> 9,92-10,23	-	<u>28,64±1,6 (38,5)</u> 25,62-32,21	-
Льнянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria brachiceras</i>), n=10	<u>10,10±0,6(29,7)</u> 9,93-10,45	-	<u>26,80±1,7 (77,5)</u> 25,85-39,58	-
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i> Lindl.), n=12				
Подорожник прижатый (<i>Plantago derpressa</i> Willd.), n=12	<u>10,35±0,6 (52,3)</u> 6,58-15,26	<u>5,35±0,4 (37,3)</u> 4,88-8,34	<u>68,30±3,6 (105,4)</u> 40,58-121,36	<u>39,84±2,6 (82,8)</u> 25,62-75,61
Спаржевые (<i>Asparagaceae</i> Juzz.), n=6				
Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis</i> L.), n=3	-	<u>7,20±0,4(24,2)</u> 6,82-7,24	-	<u>47,68±2,2 (70,5)</u> 42,85-48,81
Спаржа коротколистная (<i>Asparagus brachyphyllus</i> Turcz.), n=3	-	<u>6,98±0,4(21,0)</u> 6,00-7,10	-	<u>45,72±2,2 (78,10)</u> 38,83-47,98
Среднее	<u>6,44±0,4 (40,4)</u> 1,66-15,26	<u>6,47±0,4(38,9)</u> 1,79-13,68	<u>34,11±2,0 (387,6)</u> 8,10-121,36	<u>48,69±2,7 (376,6)</u> 38,83-47,98

Продолжение таблицы 31

Виды растений	Pb		Cd	
	Корни	Видоизмененные побеги+корни	Корни	Видоизмененные побеги+корни
1	2	3	4	5
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9				
Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> C.A. Mey), n=9	-	<u>3,30±0,2 (15,2)</u> 3,00-3,90	-	<u>0,085□0,005 (111,6)</u> 0,007-0,194
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33				
Тонконог тонкий (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) Pers.), n=3	<u>6,85±0,4 (60,0)</u> 4,65-7,34	-	<u>0,405□0,021(142,3)</u> 0,108-0,512	-
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa capillata</i> L.), n=4	<u>5,02±0,3 (62,0)</u> 3,52-6,21	-	<u>0,284□0,018(126,4)</u> 0,102-0,335	-
Овсец Шелля, n=3 (<i>Avenastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)	<u>1,58±0,1 (48,5)</u> 0,68-3,26	-	<u>0,384□0,020(132,2)</u> 0,118-0,521	-
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.), n=3	<u>4,23±0,2 (72,4)</u> 2,25-6,35	-	<u>0,352□0,020(125,5)</u> 0,098-0,442	-

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Вейник наземный <i>Calamagrostus epigeios (L.) Roth.</i> , n=3	-	<u>4,68±0,3 (68,0)</u> 3,26-7,07	-	<u>0,405±0,020(140,8)</u> 0,124-0,488
Лисохвост луговой <i>(Alopecurus pratensis L.)</i> , n=3	-	<u>4,82±0,3 (44,8)</u> 3,27-6,52	-	<u>0,319±0,019(115,6)</u> 0,119-0,420
Пырей ползучий <i>(Agropyron repens L.)</i> , n=4	-	<u>5,36±0,3 (51,1)</u> 3,82-6,67	-	<u>0,256±0,017(150,0)</u> 0,098-0,364
Тимофеевка степная <i>(Phleum phleoides (L.) Karst.)</i> , n=3	<u>5,20±0,2 (53,6)</u> 2,22-6,82	-	<u>0,327±0,020(128,8)</u> 0,132-0,460	-
Овсяница бороздчатая, типчак, n=3 <i>(Festuca sulcata Hack.)</i>	<u>6,24±0,3 (60,8)</u> 4,69-6,98	-	<u>0,418±0,019(133,5)</u> 0,146-0,505	-
Волоснец гигантский <i>(Elymus giganteus Vahl.)</i> , n=3	-	<u>7,02±0,6 (122,8)</u> 1,53-7,53	-	<u>0,510±0,026(105,9)</u> 0,387-0,538
Луковые (<i>Alliaceae Borkh.</i>), n=3				
Лук угловатый <i>(Allium angulosum L.)</i> , n=3	<u>5,36±0,4(25,7)</u> 3,65-5,87	<u>4,34±0,2(41,5)</u> 2,32-5,65	<u>0,009±0,0005(4,1)</u> 0,009-0,010	Не обнаружено

1	2	3	4	5
Маревые (<i>Chenopodiaceae</i> Less.), n=12				
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.), n=12	<u>2,09±0,1(53,4)</u> 1,85-5,62	-	<u>0,166±0,010 (58,7)</u> 0,110-0,178	-
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i> Juzz.), n=12				
Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata</i> L.), n=7	<u>2,20±0,2(62,5)</u> 2,28-3,70	-	<u>0,158±0,0075 (52,7)</u> 0,096-0,193	-
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> Ledeb.), n=5	<u>1,22±0,1(104,9)</u> 0,44-3,43	-	<u>0,104±0,006 (33,7)</u> 0,089-0,120	-
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15				
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.), n = 10	-	<u>1,91±0,1 (32,8)</u> 1,54-3,22	-	<u>0,067±0,0003(5048,4)</u> 0,063-0,471
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	-	<u>4,05±0,3 (69,0)</u> 2,34-5,02	-	<u>0,053±0,0003(4572,4)</u> 0,050-0,356
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36				
Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.), n=14	<u>3,42±0,2 (6,5)</u> 3,22-4,95	-	<u>0,106±0,005(19,5)</u> 0,085-0,112	-

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Бурачок извилистый, n= 10 (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. □ <i>Kit. ex Willd.</i>)	<u>3,16±0,2 (4,8)</u> 3,10-4,18	-	<u>0,090±0,0047(26,5)</u> 0,083-0,103	-
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton), n= 12	<u>3,08±0,15 (5,8)</u> 3,04-3,22	-	<u>0,086±0,005(23,6)</u> 0,070-0,095	-
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21				
Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia</i> L.), n=3	<u>5,26±0,2 (124,6)</u> 0,72-7,81	-	<u>0,512±0,025(70,1)</u> 0,268-0,625	-
Лапчатка гусиная, n = 7 (<i>Potentilla anserina</i> L.)	-	<u>6,30±0,4 (105,6)</u> 4,23-7,81	-	<u>0,411±0,022(80,2)</u> 0,235-0,560
Лапчатка длинночерешковая, n = 5 (<i>Potentilla longipes</i> Ledeb.)	-	<u>6,08±0,3 (100,8)</u> 5,05-7,22	-	<u>0,382±0,019(72,2)</u> 0,183-0,467
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.), n=3	-	<u>3,15±0,2 (165,7)</u> 1,80-4,82	-	<u>0,408±0,023(67,9)</u> 0,280-0,534
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus</i> L.), n=3	-	<u>1,55±0,1 (126,3)</u> 0,72-3,40	-	<u>0,437±0,024(92,6)</u> 0,050-0,465

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Бобовые (<i>Leguminosae</i> Juss.), n=30				
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate</i> L.), n=7	<u>4,08±0,2 (90,8)</u> 2,72-4,28	-	<u>0,048±0,017(90,6)</u> 0,036-0,060	-
Солодка уральская (<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch), n=8	-	<u>3,76±0,2 (42,8)</u> 2,83-4,06	-	<u>0,028±0,014(98,0)</u> 0,012-0,055
Астрагал яичкоплодный (<i>Astragalus testiculatus</i> Pall.), n=8	<u>3,85±0,3 (64,9)</u> 3,08-4,11	-	<u>0,022±0,016(83,9)</u> 0,014-0,045	-
Астрагал роговой, n=7 (<i>Astragalus ceratoides</i> Bieberstein)	<u>2,95±0,2 (43,5)</u> 2,64-3,60	-	<u>0,026±0,016(108,7)</u> 0,017-0,067	-
Зонтичные (<i>Umbelliferae</i> Moris), n=12				
Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri</i> D.C.), n=12	<u>1,87±0,1 (5,8)</u> 1,80-1,95	-	<u>0,092±0,005(13,6)</u> 0,087-0,112	-
Астровые (<i>Asteraceae</i> Bercht. & J. Presl), n=132				
Цмин песчаный, n=16 (<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench)	-	<u>3,86±0,4(168,3)</u> 5,24-12,37	-	<u>0,420±0,019(220,5)</u> 0,397-2,173
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera</i> Poir.), n=12	-	<u>3,25±0,2(116,0)</u> 1,26-7,65	-	<u>0,229±0,016(98,8)</u> 0,116-0,489

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium L.</i>), n=15	<u>3,36±0,3(133,3)</u> 3,38-10,00	-	<u>0,253±0,015(140,6)</u> 0,126-0,687	-
Полынь метельчатая, n=14 (<i>Artemisia scoparia Wald. et Kitt</i>)	<u>4,32±0,2(108,8)</u> 2,25-8,38	-	<u>0,326±0,018(232,2)</u> 0,296-1,020	-
Полынь белеющая, n=15 (<i>Artemisia leucodes Schrenk.</i>)	<u>4,07±0,3(161,3)</u> 2,88-8,55	-	<u>0,312±0,017(405,0)</u> 0,006-0,452	-
Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia Ledeb.</i>), n=10	<u>4,02±0,2(98,5)</u> 0,31-6,54	-	<u>0,335±0,018(208,2)</u> 0,216-0,687	-
Василек русский (<i>Centaurea ruthenica Lam.</i>), n=15	<u>3,44±0,2(164,2)</u> 1,21-9,61	-	<u>0,268±0,015(168,3)</u> 0,204-0,735	-
Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica L.</i>), n=15	<u>3,08±0,2(86,9)</u> 1,13-8,66	-	<u>0,249±0,014(205,3)</u> 0,135,4-0,683	-
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella L.</i>)	-	<u>4,52±0,3(173,7)</u> 3,46-10,08	-	<u>0,285±0,016(203,0)</u> 0,219-0,982
Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium L.</i>), n=12	<u>1,08±0,09(219,0)</u> 0,31-5,20	-	<u>0,413±0,022(223,1)</u> 0,246-0,986	-

1	2	3	4	5
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae</i> Lindl.), n=12				
Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.), n=12	<u>3,45±0,2(118,9)</u> 1,52-7,87	-	<u>0,040±0,002(31,8)</u> 0,025-0,045	-
Мареновые (<i>Rubiaceae</i> Juzz.), n=12				
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> L.), n=12	-	<u>4,86±0,3 (33,6)</u> 3,34-7,12	-	<u>0,006±0,0003(5,1)</u> 0,003-0,007
Тутовые (<i>Moraceae</i> Lindl.), n=12				
Конопля сорная (<i>Cannabis ruderalis</i> Janisch), n=12	<u>3,15±0,2 (72,3)</u> 1,25-5,46	-	<u>0,041±0,002(26,3)</u> 0,035-0,051	-
Хвощевые (<i>Equisetaceae</i> Rich.), n=6				
Хвощ луговой (<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.), n=6	-	<u>4,26±0,3 (44,8)</u> 2,36-6,58	-	<u>0,067±0,004(2,1)</u> 0,058-0,071
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae</i> Lindl.), n=36				
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia</i> L.), n=9	-	<u>2,95±0,2 (4,2)</u> 2,87-3,00	-	<u>0,0023±0,0001(34,2)</u> 0,0021-0,0025
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata</i> L.), n=9	-	<u>2,94±0,2 (3,3)</u> 2,87-2,98	-	<u>0,0017±0,0001(25,4)</u> 0,0015-0,0020

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Льнянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia (L.) Mill.</i>), n=8	<u>2,93±0,2 (3,0)</u> 2,90-3,00	-	<u>0,0022±0,0001(32,3)</u> 0,0020-0,0024	-
Льнянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria brachiceras</i>), n=10	<u>3,02±0,2 (3,6)</u> 2,92-3,05	-	<u>0,0018±0,0001(27,3)</u> 0,0016-0,0020	-
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae Lindl.</i>), n=12				
Подорожник прижатый (<i>Plantago derpressa Willd.</i>), n=12	<u>4,20±0,3 (85,5)</u> 3,20-9,28	<u>2,02±0,1 (61,1)</u> 1,88-3,08	<u>0,043±0,002(7,4)</u> 0,028-0,44	<u>0,045±0,002(3,8)</u> 0,040-0,46
Спаржевые (<i>Asparagaceae Juzz.</i>), n=6				
Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis L.</i>), n=3	-	<u>5,30±0,4(55,6)</u> 3,88-5,73	-	<u>0,030±0,0023(90,3)</u> 0,018-0,048
Спаржа коротколистная (<i>Asparagus brachyphyllus Turcz.</i>), n=3	-	<u>3,54±0,3 (93,2)</u> 1,81-5,50	-	<u>0,022±0,0015(108,7)</u> 0,009-0,039
Среднее	<u>3,59±0,2 (85,5)</u> 0,31-10,00	<u>4,08±0,3 (75,7)</u> 0,72-12,37	<u>0,196±0,012(102,7)</u> 0,009-1,020	<u>0,194±0,011(520,3)</u> 0,009-2,173

Продолжение таблицы 31

Виды растений	Со		Сг	
	Корни	Видоизмененные побеги+корни	Корни	Видоизмененные побеги+корни
1	2	3	4	5
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9				
Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> C.A. Mey), n=9	-	<u>1,05±0,06(58,7)</u> 0,06-2,40	-	<u>3,33±0,2(305,3)</u> 1,25-7,00
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33				
Тонконог тонкий (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) Pers.), n=3	<u>1,05±0,06(140,0)</u> 0,98-2,53	-	<u>2,28±0,2(1014,2)</u> 0,36-5,27	-
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa capillata</i> L.), n=4	<u>0,80±0,05(95,3)</u> 0,63-1,45	-	<u>3,68±0,3(1402,0)</u> 0,28-5,78	-
Овсец Шелля, n=3 (<i>Avenastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)	<u>0,74±0,04(104,8)</u> 0,59-2,00	-	<u>1,53±0,09(986,9)</u> 0,22-2,21	-
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.), n=3	<u>1,25±0,06(124,6)</u> 1,06-2,20	-	<u>4,58±0,3(1352,5)</u> 0,41-5,55	-

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Вейник наземный <i>Calamagrostus epigeios (L.) Roth.</i> , n=3	-	<u>1,12±0,04(86,7)</u> 0,28-1,35	-	<u>4,06±0,3(1200,0)</u> 0,56-5,07
Лисохвост луговой <i>(Alopecurus pratensis L.)</i> , n=3	-	<u>0,62±0,03(131,0)</u> 0,36-0,95	-	<u>2,64±0,2(896,4)</u> 1,07-4,69
Пырей ползучий <i>(Agropyron repens L.)</i> , n=4	-	<u>1,54±0,07(90,8)</u> 1,30-2,21	-	<u>4,63±0,2(1362,7)</u> 0,32-5,65
Тимофеевка степная <i>(Phleum phleoides (L.) Karst.)</i> , n=3	<u>0,74±0,03(100,8)</u> 0,16-1,83	-	<u>4,35±0,2(1257,8)</u> 0,43-5,12	-
Овсяница бороздчатая, типчак, n=3 <i>(Festuca sulcata Hack.)</i>	<u>0,50±0,03(85,8)</u> 0,20-0,86	-	<u>3,22±0,2(1235,8)</u> 0,46-4,96	-
Волоснец гигантский <i>(Elymus giganteus Vahl.)</i> , n=3	-	<u>0,54±0,04(143,2)</u> 0,04-0,85	-	<u>3,03±0,2(1213,7)</u> 0,28-5,07
Луковые (<i>Alliaceae Borkh.</i>), n=3				
Лук угловатый <i>(Allium angulosum L.)</i> , n=3	<u>2,92±0,14 (568,7)</u> 1,35-3,21	<u>1,00±0,08 (335,9)</u> 0,98-2,53	<u>8,36±0,5 (384,7)</u> 3,98-12,54	<u>4,18±0,3 (783,7)</u> 2,45-10,58

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Маревые (<i>Chenopodiaceae</i> Less.), n=12				
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.), n=12	<u>0,25±0,01(41,1)</u> 0,18-0,31	-	<u>0,34±0,02(21,3)</u> 0,21-0,52	-
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i> Juzz.), n=12				
Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata</i> L.), n=7	<u>0,49±0,04 (70,2)</u> 0,38-0,67	-	<u>0,68±0,04(93,7)</u> 0,35-1,06	-
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> Ledeb.), n=5	<u>0,13±0,01 (100,6)</u> 0,04-0,40	-	<u>1,18±0,06(77,5)</u> 1,05-1,58	-
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15				
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.), n = 10	-	<u>0,63±0,035 (58,7)</u> 0,40-1,14	-	<u>2,33±0,16 (60,7)</u> 1,59-2,74
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	-	<u>0,41±0,025 (80,9)</u> 0,06-0,52	-	<u>0,67±0,02(112,9)</u> 0,49-1,38
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36				
Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.), n=14	<u>0,34±0,02 (7,8)</u> 0,31-0,42	-	<u>0,70±0,04(42,6)</u> 0,38-0,85	-

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Бурачок извилистый, n= 10 (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. □ <i>Kit. ex Willd.</i>)	<u>0,36±0,02 (12,0)</u> 0,32-0,58	-	<u>0,61±0,04(59,7)</u> 0,33-0,72	-
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton), n= 12	<u>0,32±0,02 (7,5)</u> 0,31-0,34	-	<u>0,58±0,04(67,5)</u> 0,28-0,71	-
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21				
Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia</i> L.), n=3	<u>1,30±0,07(855,1)</u> 1,22-1,95	-	<u>2,67±0,13(1060,3)</u> 0,69-6,41	-
Лапчатка гусиная, n = 7 (<i>Potentilla anserina</i> L.)	-	<u>0,86±0,05(973,8)</u> 0,15-1,06	-	<u>1,23±0,10(632,0)</u> 0,38-3,24
Лапчатка длинночерешковая, n = 5 (<i>Potentilla longipes</i> Ledeb.)	-	<u>1,12±0,06(1020,0)</u> 0,28-1,60	-	<u>1,46±0,10(782,0)</u> 0,90-3,57
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.), n=3	-	<u>0,92±0,05(783,4)</u> 0,76-1,30	-	<u>1,65±0,10(864,7)</u> 0,85-4,53
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus</i> L.), n=3	-	<u>1,05±0,07(943,2)</u> 0,15-1,95	-	<u>2,74±0,12(921,5)</u> 1,12-5,23

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Бобовые (<i>Leguminosae</i> Juss.), n=30				
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate</i> L.), n=7	<u>0,82±0,05(730,3)</u> 0,36-1,22	-	<u>3,12±0,2(112,6)</u> 1,65-4,00	-
Солодка уральская (<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch), n=8	-	<u>0,75±0,05(557,3)</u> 0,42-1,10	-	<u>2,15±0,1(98,4)</u> 1,43-2,85
Астрагал яичкоплодный (<i>Astragalus testiculatus</i> Pall.), n=8	<u>0,55±0,03(847,8)</u> 0,06-1,08	-	<u>2,22±0,1(113,1)</u> 1,74-3,95	-
Астрагал роговой, n=7 (<i>Astragalus ceratoides</i> Bieberstein)	<u>0,60±0,04(894,6)</u> 0,24-0,96	-	<u>2,51±0,1(105,5)</u> 1,64-4,34	-
Зонтичные (<i>Umbelliferae</i> Moris), n=12				
Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri</i> D.C.), n=12	<u>0,20±0,01 (48,8)</u> 0,19-0,32	-	<u>0,30±0,02(64,9)</u> 0,15-0,58	-
Астровые (<i>Asteraceae</i> Bercht. & J. Presl), n=132				
Цмин песчаный, n=16 (<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench)	-	<u>0,65±0,04 (50,7)</u> 0,63-1,34	-	<u>1,50±0,09(800,5)</u> 0,86-2,68
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera</i> Poir.), n=12	-	<u>0,32±0,01 (72,4)</u> 0,13-0,86	-	<u>1,12±0,07(720,5)</u> 0,34-1,68

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium L.</i>), n=15	<u>0,60±0,03 (54,2)</u> 0,35-0,86	-	<u>1,06±0,08 (663,5)</u> 0,59-2,35	-
Полынь метельчатая, n=14 (<i>Artemisia scoparia Wald. et Kitt</i>)	<u>0,57±0,03 (77,0)</u> 0,25-1,00	-	<u>0,94±0,07 (706,4)</u> 0,34-1,13	-
Полынь белеющая, n=15 (<i>Artemisia leucodes Schrenk.</i>)	<u>0,50±0,03 (40,6)</u> 0,29-0,80	-	<u>0,98±0,07 (682,4)</u> 0,53-2,04	-
Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia Ledeb.</i>), n=10	<u>0,56±0,03 (86,0)</u> 0,32-0,94	-	<u>1,03±0,08(765,8)</u> 0,58-1,95	-
Василек русский (<i>Centaurea ruthenica Lam.</i>), n=15	<u>0,73±0,04 (43,8)</u> 0,42-1,06	-	<u>1,46±0,09(712,2)</u> 0,67-2,34	-
Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica L.</i>), n=15	<u>0,64±0,04 (50,2)</u> 0,40-1,15	-	<u>1,13±0,07(652,4)</u> 0,48-2,16	-
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella L.</i>)	-	<u>0,61±0,04 (75,6)</u> 0,09-0,72	-	<u>1,48±0,08(708,7)</u> 0,56-2,08
Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium L.</i>), n=12	<u>0,12±0,008 (131,5)</u> 0,09-0,67	-	<u>2,70±0,10(1159,4)</u> 0,46-3,05	-

1	2	3	4	5
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae Lindl.</i>), n=12				
Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca L.</i>), n=12	<u>0,48±0,03(45,8)</u> 0,25-0,62	-	<u>0,95±0,06(124,1)</u> 0,36-1,89	-
Мареновые (<i>Rubiaceae Juzz.</i>), n=12				
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum L.</i>), n=12	-	<u>0,72±0,04(131,4)</u> 0,53-0,89	-	<u>1,66±0,10(80,4)</u> 1,12-2,54
Тутовые (<i>Moraceae Lindl.</i>), n=12				
Конопля сорная (<i>Cannabis ruderalis Janisch</i>), n=12	<u>0,85±0,05(161,3)</u> 0,43-1,12	-	<u>1,52±0,09(625,8)</u> 0,57-3,58	-
Хвощевые (<i>Equisetaceae Rich.</i>), n=6				
Хвощ луговой (<i>Equisetum pratense Ehrh.</i>), n=6	-	<u>0,36±0,02(58,6)</u> 0,11-0,48	-	<u>0,94±0,05(86,7)</u> 0,42-1,57
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae Lindl.</i>), n=36				
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia L.</i>), n=9	-	<u>1,23±0,07(116,8)</u> 0,58-1,36	-	<u>3,82±0,22(45,5)</u> 1,68-4,04
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata L.</i>), n=9	-	<u>1,46±0,09(62,8)</u> 1,23-1,52	-	<u>3,08±0,19 (65,4)</u> 2,03-4,07

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Льнянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia</i> (L.) Mill.), n=8	<u>1,39±0,07(80,5)</u> 0,86-1,42	-	<u>3,58±0,20 (43,8)</u> 1,45-3,82	-
Льнянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria brachiceras</i>), n=10	<u>1,44±0,09(91,1)</u> 1,05-1,49	-	<u>4,16±0,21(60,5)</u> 2,86-4,21	-
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i> Lindl.), n=12				
Подорожник прижатый (<i>Plantago derpressa</i> Willd.), n=12	<u>0,46±0,02(108,3)</u> 0,38-0,62	<u>0,30±0,013(98,5)</u> 0,26-0,49	<u>1,08±0,06 (121,5)</u> 0,62-1,28	<u>0,60±0,04 (65,1)</u> 0,28-0,89
Спаржевые (<i>Asparagaceae</i> Juzz.), n=6				
Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis</i> L.), n=3	-	<u>1,36±0,009 (408,9)</u> 1,25-2,51	-	<u>8,42±0,45 (406,8)</u> 4,68-10,46
Спаржа коротколистная (<i>Asparagus brachyphyllus</i> Turcz.), n=3	-	<u>0,88±0,007 (355,7)</u> 0,09-0,93	-	<u>1,86±0,37 (647,6)</u> 0,95-3,48
Среднее	<u>0,72±0,04 (193,5)</u> 0,04-3,21	<u>0,85±0,04(286,0)</u> 0,09-2,51	<u>2,12±0,13 (525,7)</u> 0,15-12,54	<u>2,54±0,16 (559,2)</u> 0,28-10,46

Продолжение таблицы 31

Видырастений	Ni		V	
	Корни	Видоизмененные побеги+корни	Корни	Видоизмененные побеги+корни
1	2	3	4	5
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9				
Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> C.A. Mey), n=9	-	<u>4,15±0,23(74,6)</u> 1,75-7,19	-	<u>5,39±0,30(113,6)</u> 1,19-10,70
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33				
Тонконог тонкий (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) Pers.), n=3	<u>6,20±0,28(162,0)</u> 3,54-9,50	-	<u>3,56±0,23(140,5)</u> 0,33-4,35	-
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa capillata</i> L.), n=4	<u>3,82±0,24(122,5)</u> 1,23-5,42	-	<u>7,04±0,32(159,0)</u> 3,65-9,04	-
Овсец Шелля, n=3 (<i>Avenastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)	<u>5,23±0,26(140,5)</u> 2,35-8,49	-	<u>5,21±0,28(126,4)</u> 1,65-6,57	-
Мятлик степной, n=3 (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.)	<u>4,32±0,22(214,5)</u> 2,85-7,26	-	<u>4,72±0,26 (160,7)</u> 1,56-7,06	-

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Вейник наземный (<i>Calamagrostus epigeios</i> (L.) Roth.), n=3	-	<u>4,28±0,23(132,5)</u> 0,86-5,30	-	<u>4,85±0,26(122,0)</u> 2,42-7,29
Лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i> L.), n=3	-	<u>1,21±0,16(124,3)</u> 0,02-2,32	-	<u>5,36±0,29(175,3)</u> 3,25-6,95
Пырей ползучий (<i>Agropyron repens</i> L.), n=4	-	<u>5,30±0,26(119,7)</u> 3,51-8,22	-	<u>6,02±0,30(134,3)</u> 2,67-8,26
Тимофеевка степная (<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.), n=3	<u>4,13±0,22(120,3)</u> 1,53-6,48	-	<u>3,28±0,24(129,7)</u> 0,95-5,07	-
Овсяница бороздчатая, типчак, n=3 (<i>Festuca sulcata</i> Hack.)	<u>3,24±0,21(106,4)</u> 1,16-4,68	-	<u>5,16±0,28(160,5)</u> 2,24-7,28	-
Волоснец гигантский (<i>Elymus giganteus</i> Vahl.), n=3	-	<u>7,47±0,42(207,3)</u> 2,36-9,50	-	<u>4,90±0,32(152,3)</u> 2,46-7,39
Луковые (<i>Alliaceae</i> Borkh.), n=3				
Лук угловатый (<i>Allium angulosum</i> L.), n=3	<u>5,26±0,28 (105,4)</u> 2,67-6,32	<u>4,54±0,26 (80,0)</u> 1,58-5,23	<u>12,48±0,65(108,9)</u> 7,68-13,87	<u>10,24±0,59(87,5)</u> 4,58-12,29

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Маревые (<i>Chenopodiaceae</i> Less.), n=12				
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.), n=12	<u>0,41±0,02(62,8)</u> 0,12-0,72	-	<u>0,40±0,02(31,6)</u> 0,12-0,58	-
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i> Juzz.), n=12				
Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata</i> L.), n=7	<u>1,53±0,08 (82,4)</u> 0,58-2,17	-	<u>0,98±0,04 (56,9)</u> 0,13-1,65	-
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> Ledeb.), n=5	<u>0,65±0,04 (71,2)</u> 0,06-0,83	-	<u>1,34±0,07 (110,9)</u> 0,78-2,79	-
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15				
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.), n = 10	-	<u>1,52±0,12 (46,8)</u> 1,13-3,57	-	<u>4,43±0,19(128,9)</u> 2,27-6,23
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	-	<u>4,22±0,20 (125,4)</u> 1,28-7,45	-	<u>1,35±0,13 (67,9)</u> 1,14-4,08
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36				
Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.), n=14	<u>3,12±0,164 (80,4)</u> 2,03-6,59	-	<u>4,05±0,171 (68,5)</u> 3,56-6,23	-

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Бурачок извилистый, n= 10 (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. □ <i>Kit. ex Willd.</i>)	<u>2,28±0,146 (72,1)</u> 1,13-5,09	-	<u>1,56±0,143 (120,4)</u> 1,14-4,68	-
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton), n= 12	<u>3,21±0,170 (105,8)</u> 1,95-7,45	-	<u>3,06±0,166 (106,3)</u> 1,37-5,86	-
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juzz.), n=21				
Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia</i> L.), n=3	<u>1,64±0,12(158,6)</u> 0,94-3,67	-	<u>3,26±0,29(162,9)</u> 0,75-6,08	-
Лапчатка гусиная, n = 7 (<i>Potentilla anserina</i> L.)	-	<u>3,68±0,19(196,2)</u> 2,03-5,21	-	<u>6,59±0,33(126,7)</u> 2,63-11,25
Лапчатка длинночерешковая, n = 5 (<i>Potentilla longipes</i> Ledeb.)	-	<u>3,50±0,18(173,4)</u> 1,95-4,86	-	<u>6,74±0,33(119,8)</u> 3,59-10,67
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.), n=3	-	<u>2,95±0,16(204,2)</u> 1,26-4,67	-	<u>5,24±0,31(160,2)</u> 2,57-9,95
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus</i> L.), n=3	-	<u>3,63±0,20(195,6)</u> 2,53-5,08	-	<u>7,37±0,34(228,9)</u> 1,25-10,67

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Бобовые (<i>Leguminosae</i> Juss.), n=30				
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate</i> L.), n=7	<u>2,85±0,17 (22,8)</u> 2,69-2,94	-	<u>4,06±0,22 (108,1)</u> 2,63-7,12	-
Солодка уральская (<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch), n=8	-	<u>3,42±0,19 (31,5)</u> 2,86-3,64	-	<u>3,20±0,20 (83,3)</u> 1,56-4,85
Астрагал яичкоплодный (<i>Astragalus testiculatus</i> Pall.), n=8	<u>3,12±0,18 (25,9)</u> 2,73-3,25	-	<u>3,94±0,21 (91,4)</u> 2,06-5,30	-
Астрагал роговой, n=7 (<i>Astragalus ceratoides</i> Bieberstein)	<u>3,53±0,18 (34,6)</u> 2,81-3,58	-	<u>4,32±0,21 (95,6)</u> 3,70-7,98	-
Зонтичные (<i>Umbelliferae</i> Moris), n=12				
Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri</i> D.C.), n=12	<u>1,30±0,07 (82,3)</u> 0,85-2,41	-	<u>0,63±0,03 (48,5)</u> 0,36-0,87	-
Астровые (<i>Asteraceae</i> Bercht. & J. Presl), n=132				
Цмин песчаный, n=16 (<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench)	-	<u>3,45±0,15(109,5)</u> 2,65-3,89	-	<u>2,15±0,14(386,2)</u> 0,44-3,52
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera</i> Poir.), n=12	-	<u>2,13±0,12(128,0)</u> 1,35-3,14	-	<u>3,05±0,17(551,4)</u> 2,06-4,76

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium L.</i>), n=15	<u>2,53±0,13(130,4)</u> 1,42-3,64	-	<u>2,24±0,15(300,7)</u> 1,65-4,63	-
Полынь метельчатая, n=14 (<i>Artemisia scoparia Wald. et Kitt</i>)	<u>1,68±0,11(96,6)</u> 0,86-2,53	-	<u>1,96±0,13(286,7)</u> 0,88-3,67	-
Полынь белеющая, n=15 (<i>Artemisia leucodes Schrenk.</i>)	<u>2,04±0,12(101,3)</u> 1,15-2,65	-	<u>2,04±0,155(290,4)</u> 1,11-3,62	-
Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia Ledeb.</i>), n=10	<u>1,89±0,12(140,0)</u> 1,28-2,78	-	<u>2,30±0,16(314,8)</u> 1,35-4,38	-
Василек русский (<i>Centaurea ruthenica Lam.</i>), n=15	<u>2,18±0,12(150,0)</u> 1,90-3,62	-	<u>3,16±0,165(321,6)</u> 2,64-5,04	-
Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica L.</i>), n=15	<u>2,06±0,13(141,9)</u> 1,37-2,60	-	<u>3,41±0,16(257,3)</u> 3,02-5,50	-
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella L.</i>)	-	<u>2,23±0,14(108,2)</u> 1,16-3,07	-	<u>3,54±0,17(386,9)</u> 2,57-4,57
Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium L.</i>), n=12	<u>3,51±0,16(142,1)</u> 0,86-3,89	-	<u>5,05±0,20 (516,0)</u> 2,45-5,85	-

1	2	3	4	5
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae Lindl.</i>), n=12				
Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca L.</i>), n=12	<u>2,48±0,14(87,5)</u> 1,00-4,52	-	<u>2,36±0,13(65,8)</u> 1,23-5,65	-
Мареновые (<i>Rubiaceae Juzz.</i>), n=12				
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum L.</i>), n=12	-	<u>1,66±0,09(52,2)</u> 1,11-3,52	-	<u>4,22±0,24 (52,9)</u> 2,36-6,58
Тутовые (<i>Moraceae Lindl.</i>), n=12				
Конопля сорная (<i>Cannabis ruderalis Janisch</i>), n=12	<u>2,08±0,12(18,7)</u> 1,07-2,98	-	<u>4,44±0,25 (84,6)</u> 1,26-6,84	-
Хвощевые (<i>Equisetaceae Rich.</i>), n=6				
Хвощ луговой (<i>Equisetum pratense Ehrh.</i>), n=6	-	<u>2,45±0,14 (71,4)</u> 1,12-3,78	-	<u>3,29±0,18 (98,2)</u> 1,43-5,87
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae Lindl.</i>), n=36				
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia L.</i>), n=9	-	<u>2,30±0,124 (60,0)</u> 1,86-3,45	-	<u>4,59±0,29 (70,2)</u> 3,59-6,24
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata L.</i>), n=9	-	<u>2,23±0,12 (56,6)</u> 1,05-2,92	-	<u>5,21±0,30 (53,7)</u> 4,11-6,54

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Льнянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia</i> (L.) Mill.), n=8	<u>1,82±0,11 (69,4)</u> 1,46-2,83	-	<u>6,12±0,33 (50,7)</u> 5,33-7,13	-
Льнянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria brachiceras</i>), n=10	<u>2,33±0,126 (66,8)</u> 2,04-3,37	-	<u>7,00±0,36 (83,0)</u> 5,26-7,85	-
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i> Lindl.), n=12				
Подорожник прижатый (<i>Plantago derpressa</i> Willd.), n=12	<u>3,00±0,15(36,4)</u> 2,90-4,68	<u>1,70±0,11(71,0)</u> 1,35-4,11	<u>4,20±0,22 (312,1)</u> 3,67-9,15	<u>3,18±0,21 (280,9)</u> 1,26-4,38
Спаржевые (<i>Asparagaceae</i> Juzz.), n=6				
Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis</i> L.), n=3	-	<u>3,64±0,22(128,4)</u> 2,34-5,13	-	<u>10,86±1,50(210,0)</u> 5,56-11,20
Спаржа коротколистная, n=3 (<i>Asparagus brachyphyllus</i> Turcz.)	-	<u>7,00±0,30(76,4)</u> 6,59-7,04	-	<u>13,90±1,66(170,2)</u> 12,58-13,92
Среднее	<u>2,78±0,15(98,4)</u> 0,06-9,50	<u>3,42±0,19(111,9)</u> 0,02-9,50	<u>3,78±0,21 (162,4)</u> 0,12-13,87	<u>5,46±0,38 (172,2)</u> 0,44-13,92

Продолжение таблицы 31

Видырастений	Be		Mn	
	Корни	Видоизмененные побеги+корни	Корни	Видоизмененные побеги+корни
1	2	3	4	5
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9				
Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> C.A. Mey), n=9	-	<u>0,175±0,01(176,8)</u> 0,056-0,240	-	<u>311,47±17,44 (546,4)</u> 95,53-501,43
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33				
Тонконог тонкий (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) Pers.), n=3	<u>0,182±0,010(120,0)</u> 0,104-0,325	-	<u>204,52±13,55 (806,7)</u> 154,75-436,25	-
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa capillata</i> L.), n=4	<u>0,120±0,008(168,8)</u> 0,084-0,235	-	<u>212,41±14,04 (866,7)</u> 127,58-636,55	-
Овсец Шелля, n=3 (<i>Avenastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)	<u>0,025±0,008(104,4)</u> 0,014-0,088	-	<u>301,22±14,54 (642,8)</u> 184,85-786,69	-
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.), n=3	<u>0,184±0,010(196,0)</u> 0,145-0,318	-	<u>199,42±13,20 (725,4)</u> 34,69-265,48	-

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Вейник наземный (<i>Calamagrostus epigeios</i> (L.) Roth.), n=3	-	<u>0,234±0,012(114,6)</u> 0,142-0,275	-	<u>233,54±14,15 (927,4)</u> 88,78-454,77
Лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i> L.), n=3	-	<u>0,130±0,008(148,6)</u> 0,106-0,208	-	<u>182,47±12,44 (656,8)</u> 96,58-356,54
Пырей ползучий (<i>Agropyron repens</i> L.), n=4	-	<u>0,146±0,008(147,7)</u> 0,088-0,189	-	<u>312,50±15,06 (1022,5)</u> 114,75-626,76
Тимофеевка степная (<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.), n=3	<u>0,161±0,009(163,3)</u> 0,105-0,228	-	<u>230,52±13,55(668,4)</u> 164,60-566,89	-
Овсяница бороздчатая, типчак, n=3 (<i>Festuca sulcata</i> Hack.)	<u>0,150±0,009(150,0)</u> 0,077-0,185	-	<u>253,02±14,33 (868,7)</u> 184,68-536,24	-
Волоснец гигантский (<i>Elymus giganteus</i> Vahl.), n=3	-	<u>0,218±0,009(283,0)</u> 0,154-0,306	-	<u>333,78±18,04 (1337,6)</u> 186,95-767,93
Луковые (<i>Alliaceae</i> Borkh.), n=3				
Лук угловатый (<i>Allium angulosum</i> L.), n=3	<u>0,486±0,029(26,8)</u> 0,381-0,530	<u>0,414±0,023(89,8)</u> 0,041-0,428	<u>153,87±11,68 (375,0)</u> 123,45-196,47	<u>261,29±12,40 (475,6)</u> 215,87-298,65
Маревые (<i>Chenopodiaceae</i> Less.), n=12				
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.), n=12	<u>0,027±0,002(35,6)</u> 0,008-0,038	-	<u>35,44±2,05 (109,6)</u> 29,54-46,87	-

1	2	3	4	5
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i> Juzz.), n=12				
Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata</i> L.), n=7	<u>0,070±0,0036(100,4)</u> 0,068-0,127	-	<u>86,20±5,63 (468,5)</u> 14,19-206,86	-
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> Ledeb.), n=5	<u>0,046±0,0024(154,2)</u> 0,024-0,104	-	<u>112,0±5,87 (178,1)</u> 105,95-223,00	-
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15				
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.), n = 10	-	<u>0,142±0,008(423,7)</u> 0,121-0,243	-	<u>96,25±5,03 (260,4)</u> 78,96-156,56
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	-	<u>0,116±0,006(1282,7)</u> 0,030-0,204	-	<u>69,69±4,59 (184,6)</u> 38,68-105,45
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36				
Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.), n=14	<u>0,046±0,003(23,0)</u> 0,044-0,052	-	<u>38,26±2,33 (130,5)</u> 37,35-60,35	-
Бурачок извилистый, n= 10 (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. □ Kit. ex Willd.)	<u>0,048±0,003(16,4)</u> 0,044-0,050	-	<u>43,65±2,42 (156,7)</u> 41,06-78,65	-

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton), n= 12	<u>0,050±0,003(131,3)</u> 0,048-0,102	-	<u>38,75±2,37 (98,0)</u> 37,56-46,21	-
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juss.), n=21				
Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia</i> L.), n=3	<u>0,482±0,025(8,8)</u> 0,325-0,496	-	<u>293,50±15,03 (103,4)</u> 266,25-320,28	-
Лапчатка гусиная, n = 7 (<i>Potentilla anserina</i> L.)	-	<u>0,503±0,030(6,7)</u> 0,485-0,526	-	<u>211,24±13,52(123,4)</u> 166,59-250,44
Лапчатка длинночерешковая (<i>Potentilla longipes</i> Ledeb.), n = 5	-	<u>0,498±0,030(6,4)</u> 0,480-0,511	-	<u>251,47±14,26 (96,2)</u> 204,54-298,69
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.), n=3	-	<u>0,483±0,027(14,8)</u> 0,368-0,498	-	<u>231,25±14,06(116,7)</u> 186,35-300,12
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus</i> L.), n=3	-	<u>0,509±0,033(27,3)</u> 0,485-0,518	-	<u>229,69±13,73 (111,8)</u> 205,47-289,76
Бобовые (<i>Leguminosae</i> Juss.), n=30				
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate</i> L.), n=7	<u>0,180±0,010(120,8)</u> 0,166-0,322	-	<u>70,26±4,34 (208,6)</u> 27,60-121,28	-

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Солодка уральская, n=8 (<i>Glycyrrhiza uralensis Fisch</i>)	-	<u>0,125±0,007(162,8)</u> 0,066-0,194	-	<u>79,87±4,72(284,7)</u> 58,39-144,20
Астрагал яичкоплодный, n=8 (<i>Astragalus testiculatus Pall.</i>)	<u>0,170±0,009(152,4)</u> 0,126-0,262	-	<u>75,63±4,40 (212,4)</u> 68,36-125,47	-
Астрагал роговой, n=7 (<i>Astragalus ceratoides Bieberstein</i>)	<u>0,177±0,009(159,2)</u> 0,154-0,237	-	<u>83,84±4,82 (196,7)</u> 62,57-136,46	-
Зонтичные (<i>Umbelliferae Moris</i>), n=12				
Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri D.C.</i>), n=12	<u>0,044±0,003(51,7)</u> 0,021-0,056	-	<u>16,72±0,99 (88,8)</u> 12,36-26,54	-
Астровые (<i>Asteraceae Bercht. & J. Presl</i>), n=132				
Цмин песчаный, n=16 (<i>Helichrysum arenarium (L.) Moench</i>)	-	<u>0,136±0,0074(900,4)</u> 0,126-0,244	-	<u>90,25±5,11(103,7)</u> 85,32-147,31
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera Poir.</i>), n=12	-	<u>0,085±0,006(873,8)</u> 0,015-0,127	-	<u>75,36±4,62(140,4)</u> 32,74-98,57
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium L.</i>), n=15	<u>0,146±0,007(833,8)</u> 0,121-0,237	-	<u>84,38±4,96(115,7)</u> 69,52-126,54	-

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Полынь метельчатая, n=14 (<i>Artemisia scoparia</i> Wald. et Kitt)	<u>0,139±0,0065(955,5)</u> 0,106-0,221	-	<u>86,05±5,03(132,4)</u> 63,50-112,02	-
Полынь белеющая, n=15 (<i>Artemisia leucodes</i> Schrenk.)	<u>0,143±0,008(843,4)</u> 0,118-0,183	-	<u>76,65±4,88(110,7)</u> 65,38-119,40	-
Полынь широколистная, n=10 (<i>Artemisia latifolia</i> Ledeb.)	<u>0,094±0,005(682,4)</u> 0,054-0,138	-	<u>80,42±5,03(133,7)</u> 32,74-93,87	-
Василек русский, n=15 (<i>Centaurea ruthenica</i> Lam.)	<u>0,122±0,0067(983,0)</u> 0,111-0,215	-	<u>90,30±4,99(104,7)</u> 80,61-118,42	-
Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica</i> L.), n=15	<u>0,076±0,005(906,7)</u> 0,038-0,154	-	<u>92,40±5,06(109,7)</u> 78,53-128,42	-
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella</i> L.)	-	<u>0,144±0,008(921,5)</u> 0,108-0,207	-	<u>88,69±5,00(128,6)</u> 60,33-125,47
Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium</i> L.), n=12	<u>0,065±0,0043(1337,5)</u> 0,020-0,207	-	<u>74,70±4,82(135,4)</u> 58,98-123,01	-

1	2	3	4	5
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae Lindl.</i>), n=12				
Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca L.</i>), n=12	<u>0,125±0,007(524,1)</u> 0,078-0,139	-	<u>112,52±6,64 (238,4)</u> 98,56-136,58	-
Мареновые (<i>Rubiaceae Juzz.</i>), n=12				
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum L.</i>), n=12	-	<u>0,153±0,009(333,5)</u> 0,072-0,187	-	<u>150,92±8,75 (139,8)</u> 125,78-185,47
Тутовые (<i>Moraceae Lindl.</i>), n=12				
Конопля сорная, n=12 (<i>Cannabis ruderalis Janisch</i>)	<u>0,145±0,008(77,7)</u> 0,111-0,158	-	<u>112,54±18,13 (212,5)</u> 98,56-137,85	-
Хвощевые (<i>Equisetaceae Rich.</i>), n=6				
Хвощ луговой, n=6 (<i>Equisetum pratense Ehrh.</i>)	-	<u>0,121±0,007(113,0)</u> 0,085-0,132	-	<u>115,63±6,71 (132,5)</u> 89,36-143,54
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae Lindl.</i>), n=36				
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia L.</i>), n=9	-	<u>0,187±0,010(110,5)</u> 0,068-0,198	-	<u>132,50±7,39 (65,7)</u> 125,74-156,23
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata L.</i>), n=9	-	<u>0,172±0,010(113,8)</u> 0,089-0,204	-	<u>136,87±7,43 (56,8)</u> 130,40-148,54

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Льнянка дроколистная, n=8 (<i>Linaria Genistifolia (L.) Mill.</i>)	<u>0,213±0,013(141,5)</u> 0,158-0,232	-	<u>120,24±7,52 (103,2)</u> 110,52-135,52	-
Льнянка короткошпоровая (<i>Linaria brachiceras</i>), n=10	<u>0,220±0,012(135,4)</u> 0,143-0,228	-	<u>116,23±6,98 (89,5)</u> 108,58-156,23	-
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae Lindl.</i>), n=12				
Подорожник прижатый (<i>Plantago derpressa Willd.</i>), n=12	<u>0,167±0,010(46,7)</u> 0,158-0,221	<u>0,095±0,006(203,5)</u> 0,087-0,150	<u>115,47±7,29 (361,0)</u> 110,45-186,24	<u>141,81±7,63 (282,0)</u> 135,62-205,82
Спаржевые (<i>Asparagaceae Juzz.</i>), n=6				
Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis L.</i>), n=3	-	<u>0,421±0,087(33,7)</u> 0,258-0,551	-	<u>216,74±32,65 (267,4)</u> 196,60-308,84
Спаржа коротколистная, n=3 (<i>Asparagus brachyphyllus Turcz.</i>)	-	<u>0,307±0,080(82,9)</u> 0,018-0,342	-	<u>178,42±32,03 (614,8)</u> 54,65-286,24
Среднее	<u>0,215±0,008(311,7)</u> 0,008-0,530	<u>0,240±0,018(285,7)</u> 0,015-0,526	<u>120,37±7,55(291,73)</u> 12,36-566,89	<u>179,64±12,03(351,12)</u> 32,72-767,93

Продолжение таблицы 31

Видырастений	Sr	
	Корни	Видоизмененные побеги+корни
1	2	3
Семейство Осоковые (<i>Cyperaceae</i> J. St. Hill.), n=9		
Осока стоповидная (<i>Carex pediformis</i> C.A. Mey), n=9	-	<u>30,41±1,76 (104,7)</u> 15,65-47,94
Семейство Мятликовые (<i>Poaceae</i> Burnett), n=33		
Тонконог тонкий (<i>Koeleria gracilis</i> (L.) Pers.), n=3	<u>38,62±1,83 (105,5)</u> 26,32-40,28	-
Ковыль волосатик, тырса (<i>Stipa capillata</i> L.), n=4	<u>22,68±1,60 (78,5)</u> 10,02-28,65	-
Овсец Шелля, n=3 (<i>Avenastrum Schellianum</i> (Hack.) Roshev.)	<u>26,98±1,70 (90,4)</u> 18,52-38,26	-
Мятлик степной (<i>Poa stepposa</i> (Krylov) Roshev.), n=3	<u>40,35±2,48 (120,2)</u> 34,65-41,82	-
Вейник наземный (<i>Calamagrostus epigeios</i> (L.) Roth.), n=3	-	<u>25,30±1,52 (65,7)</u> 15,48-33,64

Продолжение таблицы 31

1	2	3
Лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i> L.), n=3	-	<u>18,64±1,34 (50,3)</u> 14,53-23,80
Пырей ползучий (<i>Agropyron repens</i> L.), n=4	-	<u>34,26±1,81 (102,4)</u> 18,67-38,29
Тимофеевка степная (<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.), n=3	<u>32,22±1,80 (94,1)</u> 16,79-38,26	-
Овсяница бороздчатая, типчак, n=3 (<i>Festuca sulcata</i> Hack.)	<u>37,05±1,82 (90,8)</u> 20,15-40,53	-
Волоснец гигантский (<i>Elymus giganteus</i> Vahl.), n=3	-	<u>32,9±2,00 (187,1)</u> 13,45-40,28
Луковые (<i>Alliaceae</i> Borkh.), n=3		
Лук угловатый (<i>Allium angulosum</i> L.), n=3	<u>73,20±3,64 (103,1)</u> 56,85-75,42	<u>52,12±3,50 (148,3)</u> 42,56-56,58
Маревые (<i>Chenopodiaceae</i> Less.), n=12		
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.), n=12	<u>22,00±1,25 (114,6)</u> 15,65-32,15	-

1	2	3
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i> Juzz.), n=12		
Качим метельчатый (<i>Gypsophila paniculata</i> L.), n=7	<u>76,50±3,73 (115,8)</u> 63,27-101,25	-
Песчанка узколистная (<i>Arenaria stenophylla</i> Ledeb.), n=5	<u>47,32±3,45 (281,0)</u> 20,10-82,49	-
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i> Juzz.), n=15		
Прострел раскрытый (<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.), n = 10	-	<u>55,03±2,64 (48,7)</u> 49,64-55,57
Златоцвет весенний (<i>Adonis vernalis</i> L.), n = 5	-	<u>33,89±2,34 (78,1)</u> 29,16-40,62
Капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett), n=36		
Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L. DC.), n=14	<u>40,40±2,30 (10,4)</u> 40,25-42,07	-
Бурачок извилистый, n= 10 (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. □ <i>Kit. ex Willd.</i>)	<u>42,67±2,38 (18,4)</u> 40,68-43,68	-
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton), n= 12	<u>42,93±2,37 (18,3)</u> 41,20-44,35	-

Продолжение таблицы 31

1	2	3
Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juss.), n=21		
Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia</i> L.), n=3	<u>121,51±5,70 (736,1)</u> 72,63-142,77	-
Лапчатка гусиная, n = 7 (<i>Potentilla anserina</i> L.)	-	<u>102,50±5,71 (1040,5)</u> 64,82-141,35
Лапчатка длинночерешковая, n = 5 (<i>Potentilla longipes</i> Ledeb.)	-	<u>101,55±5,60 (988,4)</u> 69,83-128,12
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.), n=3	-	<u>88,32±5,21 (946,2)</u> 52,75-116,53
Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus</i> L.), n=3	-	<u>82,42±5,58 (921,3)</u> 68,90-136,80
Бобовые (<i>Leguminosae</i> Juss.), n=30		
Люцерна серповидная (<i>Medicago falcate</i> L.), n=7	<u>82,65±4,13 (162,7)</u> 68,52-100,2	-
Солодка уральская (<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch), n=8	-	<u>62,13±3,97 (208,1)</u> 49,00-89,62

Продолжение таблицы 31

1	2	3
Астрагал яичкоплодный (<i>Astragalus testiculatus</i> <i>Pall.</i>), n=8	<u>76,35±4,10 (153,0)</u> 53,41-96,45	-
Астрагал роговой (<i>Astragalus ceratoides</i> <i>Bieberstein</i>), n=7	<u>68,43±4,00 (217,8)</u> 56,54-98,53	-
Зонтичные (<i>Umbelliferae</i> <i>Moris</i>), n=12		
Морковник Бессера (<i>Silaus Besseri</i> <i>D.C.</i>), n=12	<u>42,41±2,37 (168,9)</u> 36,98-46,48	-
Астровые (<i>Asteraceae</i> <i>Bercht. & J. Presl</i>), n=132		
Цмин песчаный (<i>Helichrysum arenarium</i> (<i>L.</i>) <i>Moench</i>), n=16	-	<u>68,20±3,40 (600,5)</u> 48,69-113,04
Девясил шероховатый (<i>Inula aspera</i> <i>Poir.</i>), n=12	-	<u>46,50±3,06 (702,6)</u> 28,40-93,52
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> <i>L.</i>), n=15	<u>52,25±3,30(563,6)</u> 32,26-86,54	-
Полынь метельчатая (<i>Artemisia scoparia</i> <i>Wald. Et Kitt</i>), n=14	<u>60,90±3,37 (715,8)</u> 35,72-92,53	-

Продолжение таблицы 31

1	2	3
Полынь белеющая, n=15 (<i>Artemisia leucodes Schrenk.</i>)	<u>46,28±3,25 (720,8)</u> 30,63-108,41	-
Полынь широколистная (<i>Artemisia latifolia Ledeb.</i>), n=10	<u>51,45±3,31 (606,2)</u> 30,50-100,52	-
Василек русский (<i>Centaurea ruthenica Lam.</i>), n=15	<u>66,04±3,42 (593,7)</u> 38,90-97,20	-
Василек сибирский (<i>Centaurea sibirica L.</i>), n=15	<u>60,38±3,29 (612,2)</u> 34,05-86,97	-
Ястребинка волосистая, n=10 (<i>Hieracium pilosella L.</i>)	-	<u>51,20±3,29(610,0)</u> 31,54-79,62
Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium L.</i>), n=12	<u>94,60±3,81 (808,6)</u> 33,65-110,25	-
Ворсянковые (<i>Dipsacaceae Lindl.</i>), n=12		
Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca L.</i>), n=12	<u>46,59±2,61 (226,5)</u> 36,58-58,74	-

1	2	3
Мареновые (<i>Rubiaceae</i> Juzz.), n=12		
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> L.), n=12	-	<u>102,32±5,73 (301,5)</u> 65,29-142,36
Тутовые (<i>Moraceae</i> Lindl.), n=12		
Конопля сорная (<i>Cannabis ruderalis</i> Janisch), n=12	<u>64,52±3,61 (96,4)</u> 42,58-72,48	-
Хвощевые (<i>Equisetaceae</i> Rich.), n=6		
Хвощ луговой (<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.), n=6	-	<u>54,36±3,04 (128,3)</u> 36,24-68,98
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae</i> Lindl.), n=36		
Вероника длинолистная (<i>Veronica longifolia</i> L.), n=9	-	<u>58,21±2,86 (110,0)</u> 42,52-62,98
Вероника колосистая (<i>Veronica spicata</i> L.), n=9	-	<u>47,26±2,78 (102,4)</u> 38,42-55,36
Льнянка дроколистная (<i>Linaria Genistifolia</i> (L.) Mill.), n=8	<u>52,20±2,80 (123,3)</u> 42,24-58,62	-

1	2	3
Льнянка короткошпоровая (эндем) (<i>Linaria brachiceras</i>), n=10	<u>43,89±2,84 (134,7)</u> 40,23-60,58	-
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i> Lindl.), n=12		
Подорожник прижатый (<i>Plantago derpressa</i> Willd.), n=12	<u>59,32±3,86 (274,4)</u> 46,58-70,30	<u>80,42±3,96 (339,2)</u> 50,85-82,43
Спаржевые (<i>Asparagaceae</i> Juzz.), n=6		
Спаржа лекарственная (<i>Asparagus officinalis</i> L.), n=3	-	<u>80,12±4,03 (153,4)</u> 42,61-83,77
Спаржа коротколистная (<i>Asparagus brachyphyllus</i> Turcz.), n=3	-	<u>68,78±3,93 (218,2)</u> 26,68-75,28
Среднее	<u>54,42±3,00 (271,86)</u> 10,02-142,77	<u>59,86±3,44 (354,60)</u> 13,45-142,36

Таблица 33 - Содержание тяжелых металлов в грибах, мг/кг

Виды грибов	золь- ность, %	Cu		Zn		Pb		Cd	
		шляпки	ножки	шляпки	ножки	шляпки	ножки	шляпки	ножки
		плодовое тело		плодовое тело		плодовое тело		плодовое тело	
1	2	3		4		5		6	
Сыроежка лиловая, n = 10 (<i>Russula lilacea</i> Quel.)	12,92	4,80	19,00	3,25	16,40	8,52	44,44	5,65	4,29
		23,8		19,65		52,96		9,94	
Сыроежка белая, темнеющая, n = 8 (<i>Russula densifolia</i> Gill.)	12,43	11,56	88,38	8,20	55,40	3,21	21,89	4,35	2,70
		99,94		63,60		25,10		7,05	
Сыроежка ломкая, n = 11 (<i>Russula fragilis</i> Fr.)	16,15	2,26	12,24	5,10	9,53	6,99	36,53	4,75	3,90
		14,50		14,63		43,52		8,65	
Сыроежка темно-красная, n = 8 (<i>Russula rubra</i> Fr.)	11,05	15,90	18,83	16,51	23,92	3,28	21,57	3,13	4,06
		34,73		40,43		24,85		7,19	
Сыроежка вонючая, n = 15 (<i>Russula foetens</i> Fr.)	5,65	9,81	1,31	10,79	1,53	8,88	1,41	1,96	0,24
		11,12		12,32		10,29		2,20	

Продолжение таблицы 33

1	2	3		4		5		6	
Лисичка ложная, n = 12 (<i>Cantharellus aurantiacus (Wulfen) Fr.</i>)	17,89	18,44		1,05		19,38		8,25	
Шампиньон луговой, n = 15 (<i>Agaricus campestris (Schaefer.) Fr.</i>)	9,22	77,38	39,05	24,91	39,85	12,13	40,25	5,20	3,46
		116,43		64,76		52,38		7,66	
Груздь перечный, n = 10 (<i>Lactarius piperatus (Fr.) S.F. Gray.</i>)	7,82	83,75	2,75	67,83	2,58	26,17	1,55	5,28	2,17
		86,50		70,41		27,72		7,45	
Масленок настоящий, n = 13 (<i>Suillus luteus (Fr.) S. F. Gray</i>)	7,12	29,64	49,21	34,20	56,79	23,02	10,18	3,82	5,53
		78,85		90,99		33,20		9,35	
Мухомор серый, n = 14 (<i>Amanita pantherina (Fr.) Secr.</i>)	10,05	29,73	12,94	33,13	12,55	78,75	30,97	5,34	4,25
		42,67		45,68		109,72		9,59	
Трутовик серно-желтый (<i>Laetiporus sulphureus (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing.</i>) , n = 15	6,54	1,99		19,30		2,69		1,34	
Трутовик настоящий, n = 15 (<i>Fomes fomentarius (L.:Fr.) Gill.</i>)	2,90	2,60		25,08		6,76		2,47	

Продолжение таблицы 33

Виды грибов	Co		Cr		Ni		V	
	шляпки	ножки	шляпки	ножки	шляпки	ножки	шляпки	ножки
	плодовое тело		плодовое тело		плодовое тело		плодовое тело	
7	8		9		10		11	
Сыроежка лиловая, n = 10 (<i>Russula lilacea</i> Quel.)	0,83	1,68	0,62	3,86	6,85	4,56	7,55	2,29
	2,51		4,48		11,41		9,84	
Сыроежка белая, темнеющая, n = 8 (<i>Russula densifolia</i> Gill.)	1,14	0,35	1,82	8,31	3,16	2,63	6,22	4,54
	1,49		10,13		5,79		10,76	
Сыроежка ломкая, n = 11 (<i>Russula fragilis</i> Fr.)	0,24	1,18	1,13	2,12	4,12	1,42	6,12	3,53
	1,42		3,25		5,54		9,65	
Сыроежка темно-красная, n = 8 (<i>Russula rubra</i> Fr.)	1,36	1,91	3,67	5,32	5,14	18,74	2,43	3,06
	3,27		8,99		23,88		5,49	
Сыроежка вонючая, n = 15 (<i>Russula foetens</i> Fr.)	0,89	0,15	2,40	0,34	5,35	2,24	2,26	1,30
	1,04		2,74		7,59		3,56	
Лисичка ложная, n = 12 (<i>Cantharellus aurantiacus</i> (Wulfen) Fr.)	1,85	0,11	4,31	1,83	8,23	0,82	2,99	1,48
	1,96		6,14		9,05		4,47	
Шампиньон луговой, n = 15 (<i>Agaricus campestris</i> (Schaefer.) Fr.)	1,87	0,45	2,54	4,86	9,32	6,63	2,12	1,65
	2,32		7,40		15,95		3,77	

Продолжение таблицы 33

7	8		9		10		11	
Груздь перечный, n = 10 (<i>Lactarius piperatus</i> (Fr.) S.F. Gray.)	2,02	0,31	1,77	0,52	4,56	3,54	3,23	1,27
	2,33		2,29		8,10		4,50	
Масленок настоящий, n = 13 (<i>Suillus luteus</i> (Fr.) S. F. Gray)	1,95	2,86	3,43	2,51	1,52	4,21	7,14	4,85
	4,81		5,94		5,73		11,99	
Мухомор серый, n = 14 (<i>Amanita pantherina</i> (Fr.) Secr.)	2,75	1,36	3,03	1,31	8,16	11,11	8,75	7,90
	4,11		4,34		19,27		16,65	
Трутовик серно-желтый (<i>Laetiporus sulphureus</i> (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing.) , n = 15	0,11		0,23		1,23		2,10	
Трутовик настоящий, n = 15 (<i>Fomes fomentarius</i> (L.:Fr.) Gill.)	0,19		0,59		3,51		2,24	

Продолжение таблицы 33

Виды грибов	Be		Sr		Mn	
	шляпки	ножки	шляпки	ножки	шляпки	ножки
	плодовое тело		плодовое тело		плодовое тело	
12	13		14		15	
Сыроежка лиловая, n = 10 (<i>Russula lilacea</i> Quel.)	0,130	0,180	10,51	13,66	236,85	124,56
	0,310		24,17		361,41	
Сыроежка белая, темнеющая, n = 8 (<i>Russula densifolia</i> Gill.)	0,104	0,145	11,72	18,51	223,96	212,43
	0,259		30,23		436,39	
Сыроежка ломкая, n = 11 (<i>Russula fragilis</i> Fr.)	0,021	0,108	21,15	32,02	354,12	261,42
	0,129		53,17		615,54	
Сыроежка темно-красная, n = 8 (<i>Russula rubra</i> Fr.)	0,136	0,191	13,77	15,32	265,84	618,74
	0,327		29,09		884,58	
Сыроежка вонючая, n = 15 (<i>Russula foetens</i> Fr.)	0,089	0,015	24,00	17,78	365,15	282,24
	0,104		41,78		647,39	
Лисичка ложная, n = 12 (<i>Cantharellus aurantiacus</i> (Wulfen) Fr.)	0,135	0,113	14,31	11,33	428,23	320,32
	0,248		25,64		748,55	
Шампиньон луговой, n = 15 (<i>Agaricus campestris</i> (Schaefer.) Fr.)	0,087	0,045	12,64	14,66	729,12	656,63
	0,132		27,30		1385,75	

Продолжение таблицы 33

12	13		14		15	
Груздь перечный, n = 10 <i>(Lactarius piperatus (Fr.) S.F. Gray.)</i>	0,035	0,021	31,72	20,22	444,56	333,44
	0,086		51,94		778,00	
Масленок настоящий, n = 13 <i>(Suillus luteus (Fr.) S. F. Gray)</i>	0,221	0,115	23,43	12,51	211,58	154,22
	0,336		35,94		365,80	
Мухомор серый, n = 14 <i>(Amanita pantherina (Fr.) Secr.)</i>	0,275	0,136	23,03	18,31	588,16	391,14
	0,411		41,34		979,30	
Трутовик серно-желтый, n = 15 <i>(Laetiporus sulphureus (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing.)</i>	0,051		8,83		101,23	
Трутовик настоящий, n = 15 <i>(Fomes fomentarius (L.:Fr.) Gill.)</i>	0,072		10,59		213,51	

Таблица 34 - Геохимические структуры и формулы геохимической специализации химического состава базидиомицетов

Виды грибов	Геохимическая структура	Формула геохимической специализации
1	2	3
Сыроежка лиловая (<i>Russula lilacea</i> Quel.)	Mn > Pb > Sr > Cu > Zn > Ni > Cd > V > Cr > Co > Be	Cd _{76,5} > Pb _{3,3} > Cu _{0,5} > Mn _{0,36} > Zn _{0,2} = Ni _{0,2} > V _{0,1} = Co _{0,1} > Be _{0,08} > Sr _{0,07} > Cr _{0,05}
Сыроежка белая, темнеющая (<i>Russula densifolia</i> Gill.)	Mn > Cu > Zn > Sr > Pb > V > Cr > Cd > Ni > Co > Be	Cd _{54,2} > Pb _{1,6} > Cu _{2,1} > Zn _{0,8} > Mn _{0,44} > Ni _{0,1} = V _{0,1} = Cr _{0,1} ≥ Sr _{0,09} > Co _{0,08} > Be _{0,07}
Сыроежка ломкая (<i>Russula fragilis</i> Fr.)	Mn > Sr > Pb > Zn > Cu > V > Cd > Ni > Cr > Co > Be	Cd _{66,5} > Pb _{2,7} > Mn _{0,6} > Cu _{0,3} > Zn _{0,2} > Sr _{0,16} > V _{0,1} = Ni _{0,1} ≥ Co _{0,08} > Cr _{0,04} > Be _{0,03}
Сыроежка темно-красная (<i>Russula rubra</i> Fr.)	Mn > Zn > Cu > Sr > Pb > Ni > Cr > Cd > V > Co > Be	Cd _{55,3} > Pb _{1,6} > Mn _{0,9} > Cu _{0,7} > Zn _{0,5} > Ni _{0,4} > Co _{0,2} > Cr _{0,1} > Sr _{0,09} = Be _{0,09} > V _{0,06}
Сыроежка вонючая (<i>Russula foetens</i> Fr.)	Mn > Sr > Zn > Cu > Pb > Ni > V > Cr > Cd > Co > Be	Cd _{16,9} > Pb _{0,6} = Mn _{0,6} > Cu _{0,2} > Zn _{0,15} > Ni _{0,13} > Sr _{0,12} > Co _{0,06} > V _{0,04} > Cr _{0,03} = Be _{0,03}
Лисичка ложная (<i>Cantharellus aurantiacus</i> (Wulfen) Fr.)	Mn > Zn > Sr > Pb > Cu > Ni > Cd > Cr > V > Co > Be	Cd _{52,4} > Mn _{0,7} > Pb _{0,6} > Cu _{0,2} > Ni _{0,16} > Zn _{0,15} > Co _{0,1} > Sr _{0,08} > Cr _{0,07} = Be _{0,07} > V _{0,05}

Продолжение таблицы 34

1	2	3
Шампиньон луговой (<i>Agaricus campestris</i> (<i>Schaefer.</i>) <i>Fr.</i>)	Mn>Cu>Zn>Pb>Sr>Ni>Cd>Cr> V>Co>Be	Cd _{58,9} > Pb _{3,3} > Cu _{2,5} > Mn _{1,4} > Zn _{0,8} > Ni _{0,3} > Co _{0,13} > Cr _{0,09} > Sr _{0,08} > V _{0,04} > Be _{0,03}
Груздь перечный (<i>Lactarius piperatus</i> (<i>Fr.</i>) <i>S.F.</i> <i>Gray.</i>)	Mn > Cu > Zn > Sr > Pb > Ni > Cd > V > Co > Cr > Be	Cd _{57,3} > Cu _{1,8} > Pb _{1,7} > Mn _{0,8} = Zn _{0,8} > Sr _{0,15} > Ni _{0,14} > Co _{0,13} > V _{0,05} >Cr _{0,03} > Be _{0,02}
Масленок настоящий (<i>Suillus luteus</i> (<i>Fr.</i>) <i>S. F. Gray</i>)	Mn > Zn > Cu > Sr > Pb > V > Cd > Cr > Ni > Co > Be	Cd _{71,9} > Pb _{2,1} > Cu _{1,7} > Zn _{1,1} > Mn _{0,4} > Co _{0,3} > V _{0,13} > Sr _{0,1} = Ni _{0,1} > Be _{0,09} > Cr _{0,07}
Мухомор серый (<i>Amanita pantherina</i> (<i>Fr.</i>) <i>Secr.</i>)	Mn > Pb > Zn > Cu > Sr > Ni > V > Cd > Cr > Co > Be	Cd _{73,8} > Pb _{6,9} > Mn _{1,0} > Cu _{0,9} > Zn _{0,6} > Ni _{0,3} > Co _{0,2} = V _{0,2} > Sr _{0,12} > Be _{0,11} > Cr _{0,05}
Трутовик серно-желтый (<i>Laetiporus sulphureus</i> (<i>Buul.</i> <i>Fr.</i>) <i>Bond. Et. Sing.</i>)	Mn > Zn > Sr > Pb > V > Cu > Cd > Ni > Cr > Co > Be	Cd _{10,3} > Pb _{0,2} = Zn _{0,2} > Mn _{0,1} > Cu _{0,04} > Sr _{0,03} > Ni _{0,02} = V _{0,02} > Be _{0,01} > Co _{0,006} > Cr _{0,003}
Трутовик настоящий (<i>Fomes fomentarius</i> (<i>L.:Fr.</i>) <i>Gill.</i>)	Mn > Zn > Sr > Pb > Ni > Cu > Cd > V > Cr > Co > Be	Cd _{19,0} > Pb _{0,42} > Zn _{0,3} > Mn _{0,2} > Cu _{0,06} = Co _{0,006} > Sr _{0,03} > Ni _{0,02} = V _{0,02} > Be _{0,01} > Cr _{0,007}

Таблица 35 - Показатель биотичности тяжелых металлов для грибов

Виды грибов	Cu	Zn	Pb	Cd	Co	Cr	Ni	V	Be	Sr	Mn	среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Сыроежка лиловая (<i>Russula lilacea</i> Quel.)	0,5	0,2	3,3	76,5	0,14	0,05	0,20	0,11	0,08	0,07	0,36	7,41
Сыроежка белая, темнеющая (<i>Russula densifolia</i> Gill.)	2,1	0,8	1,6	54,2	0,08	0,12	0,10	0,12	0,07	0,09	0,44	5,43
Сыроежка ломкая (<i>Russula fragilis</i> Fr.)	0,3	0,2	2,7	66,5	0,08	0,04	0,10	0,11	0,03	0,16	0,62	6,44
Сыроежка темно-красная (<i>Russula rubra</i> Fr.)	0,7	0,5	1,6	55,3	0,18	0,11	0,41	0,06	0,09	0,09	0,89	5,45
Сыроежка вонючая (<i>Russula foetens</i> Fr.)	0,2	0,1	0,6	16,9	0,06	0,03	0,13	0,04	0,03	0,12	0,65	1,71
Лисичка ложная (<i>Cantharellus aurantiacus</i> (Wulfen) Fr.)	0,4	0,3	1,6	52,4	0,11	0,07	0,16	0,05	0,07	0,08	0,75	5,09
Шампиньон луговой (<i>Agaricus campestris</i> (Schaefer.) Fr.)	2,5	0,8	3,3	58,9	0,13	0,09	0,28	0,04	0,04	0,08	1,39	6,14

Продолжение таблицы 35

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Груздь перечный (<i>Lactarius piperatus</i> (Fr.) S.F. Gray.)	1,8	0,8	1,7	57,3	0,13	0,03	0,14	0,05	0,02	0,15	0,78	5,72
Масленок настоящий (<i>Suillus luteus</i> (Fr.) S. F. Gray)	1,7	1,1	2,1	71,9	0,27	0,07	0,10	0,13	0,09	0,11	0,37	7,09
Мухомор серый (<i>Amanita pantherina</i> (Fr.) Secr.)	0,9	0,6	6,9	73,8	0,23	0,05	0,33	0,19	0,11	0,12	0,98	7,66
Трутовик серно-желтый (<i>Lae- tiporus sulphureus</i> (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing.)	0,04	0,2	0,2	10,3	0,006	0,003	0,02	0,02	0,01	0,03	0,10	0,99
Трутовик настоящий (<i>Fomes fomentarius</i> (L.:Fr.) Gill.)	0,05	0,3	0,4	19,00	0,01	0,007	0,06	0,02	0,02	0,03	0,21	1,83
среднее	0,9	0,5	2,17	51,08	0,12	0,06	0,17	0,08	0,06	0,09	0,63	

Таблица 36 - Корреляционные и регрессионные связи между содержанием тяжелых металлов в базидиомицетах и содержанием их валовых и подвижных форм в почве, n= 12

Эле- мент	Формы элементов в почве							
	Валовая		Кислоторастворимая		Обменная		Водорастворимая	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Cu	$y = 3,4x + 2,8$	<u>$0,70 \pm 0,15$</u>	$y = 36,2x + 30,8$	<u>$0,30 \pm 0,27$</u>	$y = 97,8x + 38,8$	<u>$0,04 \pm 0,3$</u>	$y = 12215x - 5,5$	<u>$0,23 \pm 0,28$</u>
	$R^2 = 0,48$	4,6	$R^2 = 0,05$	1,1	$R^2 = 0,001$	0,1	$R^2 = 0,09$	0,8
Zn	$y = 0,4x + 18,3$	<u>$0,56 \pm 0,13$</u>	$y = 8,2x + 25,8$	<u>$0,69 \pm 0,16$</u>	$y = 2,6x + 38,9$	<u>$0,10 \pm 0,3$</u>	$y = -0,4x + 41,3$	<u>$-0,002 \pm 0,3$</u>
	$R^2 = 0,31$	4,3	$R^2 = 0,48$	4,3	$R^2 = 0,01$	0,3	$R^2 = 2E-06$	0,005
Pb	$y = 0,3x + 25,7$	<u>$0,18 \pm 0,29$</u>	$y = 4,7x + 31,1$	<u>$0,08 \pm 0,30$</u>	$y = -34,4x + 40,6$	<u>$-0,19 \pm 0,29$</u>	$y = -33,8x + 36,2$	<u>$-0,03 \pm 0,3$</u>
	$R^2 = 0,04$	0,6	$R^2 = 0,006$	0,3	$R^2 = 0,04$	0,7	$R^2 = 0,0008$	0,1
Cd	$y = 2,4x + 6,0$	<u>$0,44 \pm 0,24$</u>	$y = 4,5x + 6,5$	<u>$0,06 \pm 0,3$</u>	$y = 48,9x + 6,3$	<u>$0,11 \pm 0,3$</u>	$y = 2,8x + 6,6$	<u>$0,02 \pm 0,3$</u>
	$R^2 = 0,19$	1,8	$R^2 = 0,004$	0,2	$R^2 = 0,01$	0,4	$R^2 = 0,0003$	0,07
Co	$y = 0,32x + 0,37$	<u>$0,35 \pm 0,26$</u>	$y = -4,29x + 2,91$	<u>$-0,53 \pm 0,22$</u>	$y = -3,77x + 2,42$	<u>$-0,23 \pm 0,28$</u>	$y = -166,68x + 5,00$	<u>$-0,38 \pm 0,26$</u>
	$R^2 = 0,12$	1,35	$R^2 = 0,28$	2,4	$R^2 = 0,05$	0,8	$R^2 = 0,15$	1,5

Продолжение таблицы 36

Элемент	1	2	1	2	1	2	1	2
Cr	$y = 0,19x + 0,9$ $R^2 = 0,22$	$\frac{0,47 \pm 0,23}{2,04}$	$y = -2,69x + 4,88$ $R^2 = 0,01$	$\frac{-0,11 \pm 0,30}{0,37}$	$y = 35,34x + 2,77$ $R^2 = 0,14$	$\frac{0,38 \pm 0,26}{1,46}$	$y = 79,94x + 3,31$ $R^2 = 0,01$	$\frac{0,10 \pm 0,30}{0,33}$
Ni	$y = -0,11x + 11,47$ $R^2 = 0,01$	$\frac{-0,09 \pm 0,30}{0,30}$	$y = 4,71x + 8,82$ $R^2 = 0,01$	$\frac{0,11 \pm 0,30}{0,37}$	$y = -24,66x + 11,68$ $R^2 = 0,16$	$\frac{-0,39 \pm 0,26}{1,50}$	$y = 327,21x + 6,78$ $R^2 = 0,002$	$\frac{0,04 \pm 0,30}{0,13}$
V	$y = 0,006x + 6,85$ $R^2 = 0,0002$	$\frac{0,01 \pm 0,30}{0,33}$	$y = 4,41x + 5,89$ $R^2 = 0,05$	$\frac{0,22 \pm 0,29}{0,76}$	$y = -15,26x + 8,27$ $R^2 = 0,13$	$\frac{-0,36 \pm 0,26}{1,38}$	$y = -15,26x + 8,27$ $R^2 = 0,13$	$\frac{-0,36 \pm 0,26}{1,38}$
Be	$y = 0,01x + 0,19$ $R^2 = 0,002$	$\frac{0,05 \pm 0,30}{0,17}$	$y = 9,28x + 0,10$ $R^2 = 0,23$	$\frac{0,48 \pm 0,23}{2,09}$	$y = -0,46x + 0,24$ $R^2 = 0,17$	$\frac{-0,41 \pm 0,25}{1,64}$	$y = -0,46x + 0,24$ $R^2 = 0,17$	$\frac{-0,41 \pm 0,25}{1,64}$
Sr	$y = 0,29x - 0,69$ $R^2 = 0,39$	$\frac{0,63 \pm 0,18}{3,50}$	$y = -1,69x + 33,69$ $R^2 = 0,01$	$\frac{-0,10 \pm 0,30}{0,33}$	$y = 0,04x + 31,63$ $R^2 = 4E-06$	$\frac{0,002 \pm 0,30}{0,007}$	$y = -2,21x + 31,94$ $R^2 = 0,0004$	$\frac{-0,02 \pm 0,03}{0,07}$
Mn	$y = 0,85x + 308,8$ $R^2 = 0,18$	$\frac{0,48 \pm 0,23}{2,1}$	$y = -0,71x + 645,0$ $R^2 = 0,001$	$\frac{-0,04 \pm 0,3}{0,13}$	$y = 26,91x + 450,2$ $R^2 = 0,26$	$\frac{0,51 \pm 0,2}{2,3}$	$y = 867,41x + 302,6$ $R^2 = 0,69$	$\frac{0,83 \pm 0,09}{9,2}$

Примечание - 1 - регрессионная зависимость, 2 - корреляционная зависимость. В уравнении регрессии x – содержание в почве, y – содержание тяжелых металлов в грибах; R^2 – достоверность регрессионной зависимости. Корреляционная зависимость: в числителе коэффициент корреляции и его ошибка, в знаменателе – достоверность коэффициента корреляции.

Приложение Ш
(обязательное)

Таблица 37 - Коэффициенты накопления тяжелых металлов базидиомицетами

Виды грибов	Коэффициент накопления											
	медь				цинк				свинец			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Сыроежка лиловая (<i>Russula lilacea</i> Quel.)	2,2	72,8	506,4	4760,0	0,3	9,2	26,9	262,0	2,3	67,0	378,3	980,7
Сыроежка белая, темнеющая (<i>Russula densifolia</i> Gill.)	0,2	305,6	2126,4	19988,0	1,0	29,7	87,1	848,0	1,1	31,7	179,3	464,8
Сыроежка ломкая (<i>Russula fragilis</i> Fr.)	1,3	44,3	308,5	2900,0	0,2	6,8	20,0	195,1	1,9	55,1	310,9	805,9
Сыроежка темно-красная (<i>Russula rubra</i> Fr.)	3,1	106,2	738,9	6946,0	0,7	18,9	55,4	539,1	1,1	31,5	177,5	460,2
Сыроежка вонючая (<i>Russula foetens</i> Fr.)	1,0	34,0	236,6	2224,0	0,2	5,8	16,9	162,7	0,5	13,0	73,5	190,6
Лисичка ложная (<i>Cantharellus aurantiacus</i> (Wulfen) Fr.)	1,8	59,6	414,7	3898,0	0,5	12,9	37,9	368,4	1,1	32,0	180,6	468,3

Продолжение таблицы 37

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Шампиньон луговой (<i>Agaricus campestris</i> (Schaefer.) Fr.)	10,5	356,1	2477,2	23286,0	1,1	30,3	88,7	863,5	2,3	66,3	374,1	970,0
Груздь перечный (<i>Lactarius piperatus</i> (Fr.) S.F. Gray.)	7,8	264,5	1840,4	17300,0	1,1	32,9	96,5	938,8	1,2	35,1	198,0	513,3
Масленок настоящий (<i>Suillus luteus</i> (Fr.) S. F. Gray)	7,1	241,1	1677,7	15770,0	1,5	42,5	124,6	1213,2	1,4	42,0	237,1	614,8
Мухомор серый (<i>Amanita pantherina</i> (Fr.) Secr.)	3,9	130,5	907,9	8534,0	0,7	21,4	62,6	609,1	4,8	138,9	783,7	2031,9
Трутовик серно-желтый (<i>Laetiporus sulphureus</i> (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing.)	0,2	6,1	42,3	398,0	0,3	9,0	26,4	257,3	0,1	3,4	19,2	49,8
Трутовик настоящий (<i>Fomes fomentarius</i> (L.:Fr.) Gill.)	0,2	8,0	55,3	520,0	0,4	11,7	34,4	334,4	0,3	8,6	48,3	125,2
Среднее	3,3	135,7	944,1	8877,0	0,7	19,3	56,5	549,3	1,5	43,7	245,1	639,6

Продолжение таблицы 37

Виды грибов	Коэффициент накопления											
	кадмий				кобальт				хром			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Сыроежка лиловая (<i>Russula lilacea</i> Quel.)	59,5	310,6	1656,7	1656,7	0,5	19,5	47,4	125,5	0,2	44,8	80,0	224,0
Сыроежка белая, темнеющая (<i>Russula densifolia</i> Gill.)	42,2	220,3	1175,0	1175,0	0,3	11,6	28,1	74,5	0,5	101,3	180,9	506,5
Сыроежка ломкая (<i>Russula fragilis</i> Fr.)	51,8	270,3	1441,7	1441,7	0,3	11,0	26,8	71,0	0,2	32,5	58,04	162,5
Сыроежка темно-красная (<i>Russula rubra</i> Fr.)	43,1	224,7	1198,3	1198,3	0,6	25,4	61,7	163,5	0,5	89,9	160,5	449,5
Сыроежка вонючая (<i>Russula foetens</i> Fr.)	13,2	68,8	366,7	366,7	0,2	8,1	19,6	52,0	0,1	27,4	48,9	137,0
Лисичка ложная (<i>Cantharellus aurantiacus</i> (Wulfen) Fr.)	40,8	212,8	1135,0	1135,0	0,4	15,2	37,0	98,0	0,3	61,4	109,6	307,0
Шампиньон луговой (<i>Agaricus campestris</i> (Schaefer.) Fr.)	45,9	239,4	1276,7	1276,7	0,4	18,0	43,8	116,0	0,4	74,0	132,1	370,0

Продолжение таблицы 37

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Груздь перечный (<i>Lactarius piperatus</i> (Fr.) S.F. Gray.)	44,6	232,8	1241,7	1241,7	0,4	18,1	44,0	116,5	0,1	22,9	40,9	114,5
Масленок настоящий (<i>Suillus luteus</i> (Fr.) S. F. Gray)	56,0	292,2	1558,3	1558,3	0,9	37,3	90,8	240,5	0,3	59,4	106,1	297,0
Мухомор серый (<i>Amanita pantherina</i> (Fr.) Secr.)	57,4	299,7	1598,3	1598,3	0,8	31,9	77,6	205,5	0,2	43,4	77,5	217,0
Трутовик серно-желтый (<i>Laetiporus sulphureus</i> (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing.)	8,0	41,9	223,3	223,3	0,02	0,9	2,1	5,5	0,01	2,3	4,1	11,5
Трутовик настоящий (<i>Fomes fomentarius</i> (L.:Fr.) Gill.)	14,8	77,2	411,7	411,7	0,04	1,5	3,6	9,5	0,03	5,9	10,5	29,5
Среднее	39,8	207,6	1210,4	1210,4	0,4	16,5	40,2	106,5	0,2	55,7	84,1	235,5

Виды грибов	Коэффициент накопления											
	никель				ванадий				бериллий			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Сыроежка лиловая (<i>Russula lilacea</i> Quel.)	0,8	76,6	228,2	1141,0	0,3	42,8	196,8	196,8	0,2	31,0	6,2	6,2
Сыроежка белая, темнеющая (<i>Russula densifolia</i> Gill.)	0,4	38,9	115,8	579,0	0,3	46,8	215,2	215,2	0,1	25,9	5,2	5,2
Сыроежка ломкая (<i>Russula fragilis</i> Fr.)	0,4	37,2	110,8	554,0	0,3	42,0	193,0	193,0	0,07	12,9	2,6	2,6
Сыроежка темно-красная (<i>Russula rubra</i> Fr.)	1,7	160,3	477,6	2388,0	0,1	23,9	109,8	109,8	0,2	32,7	6,5	6,5
Сыроежка вонючая (<i>Russula foetens</i> Fr.)	0,5	50,9	151,8	759,0	0,1	15,5	71,2	71,2	0,06	10,4	2,1	2,1
Лисичка ложная (<i>Cantharellus aurantiacus</i> (Wulfen) Fr.)	0,6	60,7	181,0	905,0	0,1	19,4	89,4	89,4	0,1	24,8	5,0	5,0
Шампиньон луговой (<i>Agaricus campestris</i> (Schaefer.) Fr.)	1,1	107,1	319,0	1595,0	0,1	16,4	75,4	75,4	0,07	13,2	2,6	2,6

Продолжение таблицы 37

27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Груздь перечный (<i>Lactarius piperatus</i> (Fr.) S.F. Gray.)	0,6	54,4	162,0	810,0	0,1	19,6	90,0	90,0	0,05	8,6	1,7	1,7
Масленок настоящий (<i>Suillus luteus</i> (Fr.) S. F. Gray)	0,4	38,5	114,6	573,0	0,3	52,1	239,8	239,8	0,2	33,6	6,7	6,7
Мухомор серый (<i>Amanita pantherina</i> (Fr.) Secr.)	1,3	129,3	385,4	1927,0	0,4	72,4	333,0	333,0	0,2	41,1	8,2	8,2
Трутовик серно-желтый (<i>Laetiporus sulphureus</i> (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing.)	0,1	8,3	24,6	123,0	0,1	9,1	42,0	42,0	0,03	5,1	1,0	1,0
Трутовик настоящий (<i>Fomes fomentarius</i> (L.:Fr.) Gill.)	0,2	23,6	70,2	351,0	0,1	9,7	44,8	44,8	0,04	7,2	1,4	1,4
Среднее	0,7	65,5	195,1	975,4	0,2	30,8	141,7	141,7	0,1	20,5	4,0	4,0

Продолжение таблицы 37

Виды грибов	Коэффициент накопления							
	стронций				марганец			
	1	2	3	4	1	2	3	4
40	41	42	43	44	45	46	47	48
Сыроежка лиловая (<i>Russula lilacea</i> Quel.)	0,2	21,2	27,5	241,7	1,0	15,6	58,6	785,7
Сыроежка белая, темнеющая (<i>Russula densifolia</i> Gill.)	0,3	26,5	34,4	302,3	1,1	18,9	70,7	948,7
Сыроежка ломкая (<i>Russula fragilis</i> Fr.)	0,5	46,6	60,4	531,7	1,6	26,6	99,8	1338,1
Сыроежка темно-красная (<i>Russula rubra</i> Fr.)	0,3	25,5	33,1	290,9	2,3	38,2	143,4	1923,0
Сыроежка вонючая (<i>Russula foetens</i> Fr.)	0,4	36,7	47,5	417,8	1,7	28,0	105,0	1407,4
Лисичка ложная (<i>Cantharellus aurantiacus</i> (Wulfen) Fr.)	0,2	22,5	29,1	256,4	2,0	59,9	121,3	1627,3
Шампиньон луговой (<i>Agaricus campestris</i> (Schaefer.) Fr.)	0,3	24,0	31,0	273,0	3,6	32,4	224,6	3012,5

Продолжение таблицы 37

40	41	42	43	44	45	46	47	48
Груздь перечный (<i>Lactarius piperatus</i> (Fr.) S.F. Gray.)	0,5	45,6	59,0	519,4	2,0	33,6	126,1	1691,3
Масленок настоящий (<i>Suillus luteus</i> (Fr.) S. F. Gray)	0,3	31,5	40,8	359,4	1,0	15,8	59,3	795,2
Мухомор серый (<i>Amanita pantherina</i> (Fr.) Secr.)	0,4	36,3	47,0	413,4	2,6	42,3	158,7	2128,9
Трутовик серно-желтый (<i>Laetiporus sulphureus</i> (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing.)	0,08	7,8	10,0	88,3	0,3	4,4	16,41	220,1
Трутовик настоящий (<i>Fomes fomentarius</i> (L.:Fr.) Gill.)	0,1	9,3	12,0	105,9	0,6	9,2	34,60	464,2
Среднее	0,29	27,8	36,0	316,7	1,6	27,1	101,5	1361,9

Примечание - в таблице: К_н относительно: 1 – валового содержания, 2 - кислоторастворимой, 3 – обменной, 4 – водорас-
творимой форм элементов в почве.

Таблица 38 - Средний коэффициент биологического поглощения тяжелых металлов базидиомицетами

Виды грибов	КБП											
	медь			цинк			свинец			кадмий		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Сыроежка лиловая (<i>Russula lilacea</i> Quel.)	0,07	0,16	0,28	0,20	0,33	0,04	0,43	5,29	2,29	76,46	19,88	59,52
Сыроежка белая, темнеющая (<i>Russula densifolia</i> Gill.)	0,26	0,62	1,13	0,80	1,06	0,13	1,57	2,51	1,09	54,23	14,10	42,22
Сыроежка ломкая (<i>Russula fragilis</i> Fr.)	0,05	0,11	0,21	0,20	0,24	0,04	2,72	4,35	1,88	66,54	17,30	51,80
Сыроежка темно-красная (<i>Russula rubra</i> Fr.)	0,08	0,19	0,34	0,50	0,67	0,07	1,55	2,48	1,08	55,31	14,38	43,05
Сыроежка вонючая (<i>Russula foetens</i> Fr.)	0,01	0,03	0,57	0,10	0,21	0,01	0,64	1,03	0,45	16,92	4,40	13,17
Лисичка ложная (<i>Cantharellus aurantiacus</i> (Wulfen) Fr.)	0,07	0,18	0,32	0,30	0,46	0,08	1,58	2,53	1,09	52,38	13,62	40,78

Продолжение таблицы 38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Шампиньон луговой (<i>Agaricus campestris</i> (Schaefer.) Fr.)	0,23	0,54	0,97	0,80	1,08	0,10	3,27	5,24	2,27	58,92	15,32	45,89
Груздь перечный (<i>Lactarius piperatus</i> (Fr.) S.F. Gray.)	0,14	0,34	0,61	0,80	1,17	0,09	1,73	2,77	1,20	57,31	14,90	44,61
Масленок настоящий (<i>Suillus luteus</i> (Fr.) S. F. Gray)	0,12	0,28	0,54	1,10	1,52	0,10	2,07	3,32	1,44	71,92	18,70	56,00
Мухомор серый (<i>Amanita pantherina</i> (Fr.) Secr.)	0,09	0,21	0,39	0,60	0,76	0,07	6,86	10,97	4,75	73,77	19,18	57,43
Трутовик серно-желтый (<i>Laetiporus sulphureus</i> (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing.)	0,003	0,007	0,01	0,20	0,32	0,02	0,17	0,27	0,12	10,31	2,64	8,02
Трутовик настоящий (<i>Fomes fomentarius</i> (L.:Fr.) Gill.)	0,001	0,003	0,06	0,30	0,42	0,01	0,42	0,68	0,29	19,00	4,94	14,79
Среднее	0,09	0,22	0,37	0,50	0,69	0,06	2,16	3,45	1,50	51,09	13,45	39,77

Виды грибов	КБП								
	кобальт			хром			никель		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Сыроежка лиловая (<i>Russula lilacea</i> Quel.)	0,14	0,31	0,46	0,05	0,02	0,23	0,20	0,29	0,79
Сыроежка белая, темнеющая (<i>Russula densifolia</i> Gill.)	0,08	0,19	0,27	0,12	0,05	0,51	0,10	0,15	0,40
Сыроежка ломкая (<i>Russula fragilis</i> Fr.)	0,08	0,18	0,26	0,04	0,016	0,16	0,10	0,14	0,38
Сыроежка темно-красная (<i>Russula rubra</i> Fr.)	0,18	0,41	0,60	0,11	0,045	0,45	0,41	0,60	1,66
Сыроежка вонючая (<i>Russula foetens</i> Fr.)	0,06	0,13	0,19	0,03	0,014	0,14	0,13	0,19	0,53
Лисичка ложная (<i>Cantharellus aurantiacus</i> (Wulfen) Fr.)	0,11	0,25	0,36	0,07	0,031	0,31	0,16	0,23	0,63
Шампиньон луговой (<i>Agaricus campestris</i> (Schaefer.) Fr.)	0,13	0,29	0,43	0,09	0,037	0,37	0,28	0,40	1,11

Продолжение таблицы 38

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Груздь перечный (<i>Lactarius piperatus</i> (Fr.) S.F. Gray.)	0,13	0,29	0,43	0,03	0,011	0,12	0,14	0,20	0,56
Масленок настоящий (<i>Suillus luteus</i> (Fr.) S. F. Gray)	0,27	0,60	0,89	0,07	0,030	0,30	0,10	0,14	0,40
Мухомор серый (<i>Amanita pantherina</i> (Fr.) Secr.)	0,23	0,51	0,76	0,05	0,021	0,22	0,33	0,48	1,34
Трутовик серно-желтый (<i>Laetiporus sulphureus</i> (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing.)	0,01	0,01	0,02	0,003	0,001	0,01	0,02	0,03	0,09
Трутовик настоящий (<i>Fomes fomentarius</i> (L.:Fr.) Gill.)	0,01	0,02	0,04	0,007	0,003	0,03	0,06	0,09	0,24
Среднее	0,12	0,27	0,39	0,056	0,023	0,24	0,17	0,245	0,68

Виды грибов	КБП											
	ванадий			бериллий			стронций			марганец		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Сыроежка лиловая (<i>Russula lilacea</i> Quel.)	0,014	0,014	0,030	0,014	-	0,022	0,009	0,010	0,028	0,05	0,06	0,12
Сыроежка белая, темнеющая (<i>Russula densifolia</i> Gill.)	0,015	0,015	0,030	0,015	-	0,017	0,011	0,012	0,034	0,05	0,06	0,14
Сыроежка ломкая (<i>Russula fragilis</i> Fr.)	0,017	0,018	0,040	0,018	-	0,011	0,025	0,029	0,078	0,10	0,12	0,26
Сыроежка темно-красная (<i>Russula rubra</i> Fr.)	0,007	0,007	0,020	0,007	-	0,018	0,010	0,011	0,029	0,10	0,12	0,25
Сыроежка вонючая (<i>Russula foetens</i> Fr.)	0,002	0,002	0,005	0,002	-	0,003	0,007	0,008	0,021	0,04	0,04	0,10
Лисичка ложная (<i>Cantharellus aurantiacus</i> (Wulfen) Fr.)	0,009	0,009	0,020	0,009	-	0,025	0,013	0,015	0,041	0,13	0,16	0,35
Шампиньон луговой (<i>Agaricus campestris</i> (Schaefer.) Fr.)	0,004	0,004	0,009	0,0004	-	0,006	0,007	0,008	0,023	0,13	0,15	0,34

Продолжение таблицы 38

24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Груздь перечный (<i>Lactarius piperatus</i> (Fr.) S.F. Gray.)	0,004	0,004	0,009	0,004	-	0,004	0,012	0,014	0,037	0,06	0,07	0,16
Масленок настоящий (<i>Suillus luteus</i> (Fr.) S. F. Gray)	0,009	0,009	0,022	0,009	-	0,013	0,008	0,008	0,023	0,03	0,03	0,07
Мухомор серый (<i>Amanita pantherina</i> (Fr.) Secr.)	0,019	0,019	0,043	0,019	-	0,023	0,012	0,015	0,037	0,10	0,12	0,26
Трутовик серно-желтый (<i>Laetiporus sulphureus</i> (Buul. Fr.) Bond. Et. Sing.)	0,001	0,001	0,003	0,001	-	0,002	0,577	0,002	0,005	0,007	0,008	0,02
Трутовик настоящий (<i>Fomes fomentarius</i> (L.:Fr.) Gill.)	0,006	0,006	0,002	0,0006	-	0,001	0,307	0,001	0,003	0,006	0,007	0,02
Среднее	0,008	0,008	0,019	0,008	-	0,012	0,083	0,011	0,025	0,07	0,079	0,17

Примечание - КБП относительно: 1) кларка литосферы по А.П.Виноградову [42]; 2) кларка почвы по А.П.Виноградову (для бериллия данные отсутствуют) [7]; 3) валового содержания в борových песках.

Приложение Э
(обязательное)

Таблица 39 - Показатели корреляционной связи между элементами, содержащимися в базидиомицетах

Металл	Cu	Zn	Pb	Cd	Co	Cr	Ni	V	Be	Sr
Zn	$\frac{0,87 \pm 0,08}{10,88}$									
Pb	$\frac{0,26 \pm 0,29}{0,89}$	$\frac{0,20 \pm 0,3}{0,67}$								
Cd	$\frac{0,47 \pm 0,24}{1,96}$	$\frac{0,46 \pm 0,25}{1,84}$	$\frac{0,73 \pm 0,15}{4,87}$							
Co	$\frac{0,45 \pm 0,25}{1,80}$	$\frac{0,63 \pm 0,19}{3,32}$	$\frac{0,64 \pm 0,18}{3,56}$	$\frac{0,79 \pm 0,12}{6,58}$						
Cr	$\frac{0,60 \pm 0,20}{3,00}$	$\frac{0,47 \pm 0,24}{1,96}$	$\frac{0,22 \pm 0,30}{0,73}$	$\frac{0,52 \pm 0,23}{2,26}$	$\frac{0,48 \pm 0,24}{2,00}$					
Ni	$\frac{0,22 \pm 0,30}{0,73}$	$\frac{0,14 \pm 0,31}{0,45}$	$\frac{0,58 \pm 0,21}{2,76}$	$\frac{0,48 \pm 0,24}{2,00}$	$\frac{0,59 \pm 0,20}{2,95}$	$\frac{0,53 \pm 0,22}{2,41}$				
V	$\frac{0,24 \pm 0,29}{0,83}$	$\frac{0,32 \pm 0,28}{1,14}$	$\frac{0,78 \pm 0,12}{6,50}$	$\frac{0,75 \pm 0,14}{5,36}$	$\frac{0,69 \pm 0,16}{4,31}$	$\frac{0,34 \pm 0,28}{1,21}$	$\frac{0,28 \pm 0,28}{1,00}$			
Be	$\frac{0,19 \pm 0,30}{0,63}$	$\frac{0,31 \pm 0,28}{1,11}$	$\frac{0,64 \pm 0,18}{3,56}$	$\frac{0,72 \pm 0,15}{4,80}$	$\frac{0,82 \pm 0,10}{8,20}$	$\frac{0,61 \pm 0,20}{3,05}$	$\frac{0,60 \pm 0,20}{3,00}$	$\frac{0,79 \pm 0,12}{6,58}$		
Sr	$\frac{0,29 \pm 0,29}{1,00}$	$\frac{0,23 \pm 0,30}{0,77}$	$\frac{0,39 \pm 0,27}{1,44}$	$\frac{0,50 \pm 0,23}{1,09}$	$\frac{0,41 \pm 0,26}{1,58}$	$\frac{0,11 \pm 0,31}{0,35}$	$\frac{0,18 \pm 0,30}{0,60}$	$\frac{0,43 \pm 0,26}{1,65}$	$\frac{0,14 \pm 0,31}{0,45}$	
Mn	$\frac{0,50 \pm 0,23}{1,09}$	$\frac{0,28 \pm 0,28}{1,00}$	$\frac{0,53 \pm 0,22}{2,41}$	$\frac{0,41 \pm 0,26}{1,58}$	$\frac{0,41 \pm 0,26}{1,58}$	$\frac{0,45 \pm 0,25}{1,80}$	$\frac{0,74 \pm 0,14}{5,29}$	$\frac{0,09 \pm 0,31}{0,29}$	$\frac{0,20 \pm 0,3}{0,67}$	$\frac{0,42 \pm 0,26}{1,62}$

Приложение Ю
(обязательное)

Таблица 40 - Показатели регрессионной связи между элементами, содержащимися в базидиомицетах

Металл	Cu	Zn	Pb	Cd	Co
Cu	-	$y = 1,37x - 11,92$ $R^2 = 0,76$	$y = 0,36x + 31,86$ $R^2 = 0,07$	$y = 0,05x + 4,5$ $R^2 = 0,21$	$y = 12,62x + 17,51$ $R^2 = 0,20$
Zn	$y = 0,56x + 16,40$ $R^2 = 0,76$	-	$y = 0,18x + 35,03$ $R^2 = 0,04$	$y = 3,96x + 14,92$ $R^2 = 0,21$	$y = 11,39x + 16,95$ $R^2 = 0,40$
Pb	$y = 0,18x + 26,40$ $R^2 = 0,07$	$y = 0,22x + 25,40$ $R^2 = 0,04$		$y = 0,08x + 4,01$ $R^2 = 0,53$	$y = 12,79x + 7,29$ $R^2 = 0,41$
Cd	$y = 0,04x + 5,10$ $R^2 = 0,22$	$y = 6,38x + 1,99$ $R^2 = 0,22$	$y = 0,08x + 4,01$ $R^2 = 0,53$	-	$y = 1,65x + 3,13$ $R^2 = 0,62$
Co	$y = 0,02x + 1,40$ $R^2 = 0,20$	$y = 0,04x + 0,68$ $R^2 = 0,40$	$y = 0,03x + 1,03$ $R^2 = 0,41$	$y = 0,38x - 0,39$ $R^2 = 0,62$	-
Cr	$y = 0,05x + 2,64$ $R^2 = 0,36$	$y = 0,06x + 2,40$ $R^2 = 0,22$	$y = 0,02x + 3,9$ $R^2 = 0,05$	$y = 0,55x + 1,08$ $R^2 = 0,27$	$y = 1,06x + 2,46$ $R^2 = 0,23$
Ni	$y = 0,04x + 8,10$ $R^2 = 0,05$	$y = 0,04x + 8,20$ $R^2 = 0,02$	$y = 0,14x + 5,04$ $R^2 = 0,34$	$y = 1,08x + 2,60$ $R^2 = 0,23$	$y = 2,79x + 3,82$ $R^2 = 0,35$

Продолжение таблицы 40

Металл	Cu	Zn	Pb	Cd	Co
V	$y = 0,03x + 5,90$ $R^2 = 0,06$	$y = 0,06x + 4,80$ $R^2 = 0,10$	$y = 0,12x + 2,80$ $R^2 = 0,61$	$y = 1,15x - 0,53$ $R^2 = 0,56$	$y = 2,22x + 2,40$ $R^2 = 0,47$
Be	$y = 0,0006x + 0,20$ $R^2 = 0,03$	$y = 0,002x + 0,10$ $R^2 = 0,10$	$y = 0,003x + 0,11$ $R^2 = 0,41$	$y = 0,03x + 0,01$ $R^2 = 0,51$	$y = 0,07x + 0,06$ $R^2 = 0,67$
Sr	$y = 0,10x + 27,20$ $R^2 = 0,08$	$y = 0,13x + 26,40$ $R^2 = 0,05$	$y = 0,19x + 25,12$ $R^2 = 0,15$	$y = 2,35x + 16,03$ $R^2 = 0,25$	$y = 4,01x + 23,12$ $R^2 = 0,17$
Mn	$y = 4,46x + 428,30$ $R^2 = 0,25$	$y = 3,86x + 467,20$ $R^2 = 0,08$	$y = 6,64x + 397,24$ $R^2 = 0,28$	$y = 49,13x + 300,15$ $R^2 = 0,17$	$y = 102,49x + 408,15$ $R^2 = 0,17$

Продолжение таблицы 40

Эле- мент	Cr	Ni	V	Be	Sr	Mn
Cu	$y = 7,76x + 7,83$ $R^2 = 0,36$	$y = 1,34x + 31,35$ $R^2 = 0,05$	$y = 2,11x + 29,44$ $R^2 = 0,06$	$y = 61,01x + 31,85$ $R^2 = 0,03$	$y = 0,82x + 18,32$ $R^2 = 0,08$	$y = 0,06x + 9,25$ $R^2 = 0,25$
Zn	$y = 3,87x + 22,99$ $R^2 = 0,22$	$y = 0,55x + 35,83$ $R^2 = 0,02$	$y = 1,79x + 28,51$ $R^2 = 0,10$	$y = 65,64x + 27,72$ $R^2 = 0,10$	$y = 0,43x + 27,58$ $R^2 = 0,05$	$y = 0,02x + 28,75$ $R^2 = 0,08$
Pb	$y = 2,01x + 25,05$ $R^2 = 0,05$	$y = 2,48x + 10,38$ $R^2 = 0,34$	$y = 4,88x - 0,07$ $R^2 = 0,61$	$y = 149,76x + 3,78$ $R^2 = 0,41$	$y = 0,79x + 9,45$ $R^2 = 0,15$	$y = 0,04x + 8,08$ $R^2 = 0,28$
Cd	$y = 0,50x + 4,29$ $R^2 = 0,27$	$y = 0,21x + 4,58$ $R^2 = 0,23$	$y = 0,49x + 3,18$ $R^2 = 0,56$	$y = 17,36x + 3,08$ $R^2 = 0,51$	$y = 0,11x + 3,27$ $R^2 = 0,25$	$y = 0,003x + 4,52$ $R^2 = 0,17$
Co	$y = 0,22x + 1,08$ $R^2 = 0,23$	$y = 0,13x + 0,90$ $R^2 = 0,35$	$y = 0,21x + 0,60$ $R^2 = 0,47$	$y = 9,52x + 0,17$ $R^2 = 0,67$	$y = 0,04x + 0,81$ $R^2 = 0,17$	$y = 0,002x + 1,11$ $R^2 = 0,17$
Cr	-	$y = 0,25x + 2,29$ $R^2 = 0,29$	$y = 0,23x + 3,05$ $R^2 = 0,12$	$y = 15,41x + 1,54$ $R^2 = 0,37$	$y = 0,02x + 3,94$ $R^2 = 0,01$	$y = 0,004x + 2,27$ $R^2 = 0,20$
Ni	$y = 1,15x + 4,32$ $R^2 = 0,29$	-	$y = 0,41x + 6,87$ $R^2 = 0,08$	$y = 32,98x + 2,98$ $R^2 = 0,36$	$y = 0,09x + 7,00$ $R^2 = 0,03$	$y = 0,01x + 1,06$ $R^2 = 0,55$

Продолжение таблицы 40

Эле- мент	Cr	Ni	V	Be	Sr	Mn
V	$y = 0,50x + 4,72$ $R^2 = 0,12$	$y = 0,19x + 5,25$ $R^2 = 0,08$	-	$y = 29,41x + 1,04$ $R^2 = 0,63$	$y = 0,14x + 2,64$ $R^2 = 0,18$	$y = 0,001x + 6,41$ $R^2 = 0,007$
Be	$y = 0,02x + 0,09$ $R^2 = 0,37$	$y = 0,01x + 0,10$ $R^2 = 0,36$	$y = 0,02x + 0,05$ $R^2 = 0,63$	-	$y = 0,001x + 0,17$ $R^2 = 0,02$	$y = 7E-05x + 0,16$ $R^2 = 0,04$
Sr	$y = 0,49x + 29,35$ $R^2 = 0,01$	$y = 0,38x + 27,98$ $R^2 = 0,03$	$y = 1,32x + 22,32$ $R^2 = 0,18$	$y = 16,06x + 28,37$ $R^2 = 0,02$	-	$y = 0,02x + 21,31$ $R^2 = 0,18$
Mn	$y = 51,71x + 382,89$ $R^2 = 0,20$	$y = 39,55x + 240,71$ $R^2 = 0,55$	$y = 6,69x + 579,07$ $R^2 = 0,007$	$y = 587,81x + 505,71$ $R^2 = 0,04$	$y = 10,85x + 282,75$ $R^2 = 0,18$	-