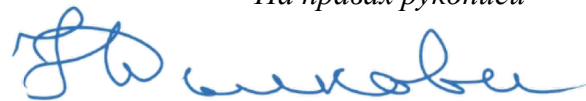


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи



Дьякова Нина Алексеевна

**Теоретическое и экспериментальное обоснование эколого-фармакогностической оценки
качества лекарственного растительного сырья
(на примере Воронежской области)**

3.4.2. Фармацевтическая химия, фармакогнозия

Диссертация
на соискание ученой степени
доктора фармацевтических наук

Научный консультант:
доктор фармацевтических наук, профессор
Сливкин Алексей Иванович

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	14
1.1. Проблема загрязнения верхних слоев почв и ЛРС экотоксикантами.....	14
1.1.1. Тяжелые металлы и мышьяк.....	14
1.1.2. Радионуклиды.....	19
1.1.3. Пестициды.....	22
1.1.4. Пылевое загрязнение ЛРС.....	24
1.2. Влияние экотоксикантов на накопление БАВ в ЛРС.....	26
1.3. Эколого-фармакогностическая характеристика некоторых видов лекарственного растительного сырья Воронежской области.....	28
1.3.1. Трава горца птичьего <i>Polygonum aviculare</i> L.	28
1.3.2. Трава полыни горькой <i>Artemisia absinthium</i> L.	30
1.3.3. Трава тысячелистника обыкновенного <i>Achillea millefolium</i> L.	33
1.3.4. Трава пустырника пятилопастного <i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.	36
1.3.5. Листья подорожника большого <i>Plantago major</i> L.	38
1.3.6. Листья крапивы двудомной <i>Urtica dioica</i> L.	41
1.3.7. Цветки липы сердцевидной <i>Tilia cordata</i> Mill.	44
1.3.8. Цветки пижмы обыкновенной <i>Tanacetum vulgare</i> L.	46
1.3.9. Корни одуванчика лекарственного <i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.....	48
1.3.10. Корни лопуха большого <i>Arctium lappa</i> L.	51
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1.....	53
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	54
ГЛАВА 3. ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА ВЕРХНИХ СЛОЕВ ПОЧВ И ЛРС.....	71
3.1. Изучение содержания в ЛРС золы общей и золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте.....	71
3.2. Изучение макро- и микроэлементного комплекса почв и ЛРС.....	75
3.3. Содержание в верхних слоях почв тяжелых металлов и мышьяка.....	81
3.4. Содержание в отдельных видах ЛРС тяжелых металлов и мышьяка.....	85
3.4.1. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в траве горца птичьего <i>Polygonum aviculare</i> L.	85
3.4.2. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в траве полыни горькой <i>Artemisia absinthium</i> L.	93

3.4.3. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в траве тысячелистника обыкновенного <i>Achillea millefolium</i> L.	100
3.4.4. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в траве пустырника пятилопастного <i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.	107
3.4.5. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в листьях подорожника большого <i>Plantago major</i> L.	114
3.4.6. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в листьях крапивы двудомной <i>Urtica dioica</i> L.	120
3.4.7. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в цветках липы сердцевидной <i>Tilia cordata</i> Mill.	127
3.4.8. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в цветках пижмы обыкновенной <i>Tanacetum vulgare</i> L.	132
3.4.9. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в корнях одуванчика лекарственного <i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.	138
3.4.10. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в корнях лопуха большого <i>Arctium lappa</i> L.	145
3.5. Проверка согласованности и достоверности результатов определения тяжелых металлов и мышьяка в почве и ЛРС.	152
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3.	154
ГЛАВА 4. СОДЕРЖАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ВЕРХНИХ СЛОЯХ ПОЧВ И ЛРС.	158
4.1. Содержание радионуклидов в верхних слоях почв.	158
4.2. Накопление радионуклидов в траве горца птичьего <i>Polygonum aviculare</i> L.	159
4.3. Накопление радионуклидов в траве полыни горькой <i>Artemisia absinthium</i> L.	162
4.4. Накопление радионуклидов в траве тысячелистника обыкновенного <i>Achillea millefolium</i> L.	165
4.5. Накопление радионуклидов в траве пустырника пятилопастного <i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.	169
4.6. Накопление радионуклидов в листьях подорожника большого <i>Plantago major</i> L.	172
4.7. Накопление радионуклидов в листьях крапивы двудомной <i>Urtica dioica</i> L.	174
4.8. Накопление радионуклидов в цветках липы сердцевидной <i>Tilia cordata</i> Mill.	177
4.9. Накопление радионуклидов в цветках пижмы обыкновенной <i>Tanacetum vulgare</i> L.	180
4.10. Накопление радионуклидов в корнях одуванчика лекарственного <i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.	183
4.11. Накопление радионуклидов в корнях лопуха большого <i>Arctium lappa</i> L.	186

4.12. Проверка согласованности и достоверности результатов определения радионуклидов в почве и ЛРС.....	188
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4.....	190
ГЛАВА 5. СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ В ВЕРХНИХ СЛОЯХ ПОЧВ И ЛРС	193
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 5.....	197
ГЛАВА 6. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СОДЕРЖАНИЯ БАВ В ЛРС	198
6.1. Разработка и валидация методики ультразвуковой экстракции и количественного определения ВРПС	198
6.1.1. Подбор оптимальных параметров ультразвуковой экстракции ВРПС	198
6.1.2. Валидация методики ультразвуковой экстракции и количественного определения ВРПС из листьев подорожника большого <i>Plantago major</i> L.	204
6.1.3. Валидация методики ультразвуковой экстракции и количественного определения ВРПС из корней одуванчика лекарственного <i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.....	207
6.1.4. Валидация методики ультразвуковой экстракции и количественного определения ВРПС из корней лопуха большого <i>Arctium lappa</i> L.	210
6.2. Изучение особенностей накопления БАВ в ЛРС, заготовленном в различных агро- и урбоценозах Воронежской области	212
6.2.1. Накопление БАВ в траве горца птичьего <i>Polygonum aviculare</i> L.	212
6.2.2. Накопление БАВ в траве полыни горькой <i>Artemisia absinthium</i> L.	214
6.2.3. Накопление БАВ в траве тысячелистника обыкновенного <i>Achillea millefolium</i> L.	218
6.2.4. Накопление БАВ в траве пустырника пятилопастного <i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.	222
6.2.5. Накопление БАВ в листьях подорожника большого <i>Plantago major</i> L.	224
6.2.6. Накопление БАВ в листьях крапивы двудомной <i>Urtica dioica</i> L.	227
6.2.7. Накопление БАВ в цветках липы сердцевидной <i>Tilia cordata</i> Mill.	229
6.2.8. Накопление БАВ в цветках пижмы обыкновенной <i>Tanacetum vulgare</i> L.	230
6.2.9. Накопление БАВ в корнях одуванчика лекарственного <i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg	232
6.2.10. Накопление БАВ в корнях лопуха большого <i>Arctium lappa</i> L.	235
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 6.....	238
ГЛАВА 7. ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТРАНССРЕДОВОГО ПЕРЕХОДА ЭЛЕМЕНТОВ В ЦЕПИ «ПОЧВА – ЛРС – ВОДНЫЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ».....	242
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 7.....	249

ГЛАВА 8. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОВЕДЕНИЮ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГО-ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКОЙ	ОЦЕНКИ	КАЧЕСТВА	
ЛРС.....			251
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.....			254
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....			258
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....			259
ПРИЛОЖЕНИЯ.....			297
Приложение А.....			297
Приложение Б.....			311
Приложение В.....			319
Приложение Г.....			327
Приложение Д.....			343
Приложение Е.....			358
Приложение Ж.....			374
Приложение И.....			384
Приложение К.....			392
Приложение Л.....			413

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Урбанизация — одна из основных социально-экологических проблем нашего времени. В процессе роста и становления городов природные экосистемы постепенно изменяются, и формируется новая антропогенная среда со специфическими чертами техногенного влияния, что обуславливает необходимость оценки экологического состояния как природных экосистем, так и агро- и урбоценозов, выявления основных тенденций и приспособительных способностей растительных организмов в отношении сложного комплекса одновременно действующих антропогенных факторов.

Вследствие высокого терапевтического эффекта и относительной безопасности лекарственные растительные препараты на отечественном фармацевтическом рынке всегда пользовались значительным спросом. Так, согласно данным Регистра лекарственных средств РФ, на начало 2022 года насчитывалось более 2,1 тысяч лекарственных препаратов растительного происхождения, а число БАД на основе лекарственного растительного сырья (ЛРС) превышало 7,9 тысяч [78, 264]. Переработку ЛРС в России осуществляют более 100 предприятий, галеновые препараты производят 82 предприятия, в том числе 29 фармацевтических фабрик. Потребность фармацевтической промышленности, перерабатывающей ЛРС, удовлетворяется за счет заготовки дикорастущих лекарственных растений (более 150 видов ЛРС и более 50% в массовом эквиваленте), культивируемых в специализированных хозяйствах (более 50 видов), а также за счет поступления импортного сырья [247, 264]. Большая доля заготовок ЛРС приходится на европейскую часть РФ, характеризующуюся значительной плотностью населения, высокой активностью хозяйственной деятельности, динамичным развитием транспортных магистралей и промышленности. Некачественное ЛРС и получаемые из него препараты являются важными источниками поступления экотоксикантов в организм человека. Обостряет данную проблему и тот факт, что экотоксиканты оказывают значительное влияние на метаболизм самого растительного организма, снижая продукцию БАВ. Это повышает актуальность выявления влияния антропогенного загрязнения на химический состав растений.

Воронежская область является одним из крупнейших субъектов Центрального федерального округа и Центрально-Чернозёмного экономического района, характеризуется высокими численностью (более 2,3 млн. чел.) и долей городского населения (более 68% на 2021 г.), а также ежегодно возрастающими индексом промышленного производства (порядка 130%). Воронежская область характеризуется наличием крупных промышленных предприятий машиностроения, электроэнергетики, химической индустрии, активным развитием сельского хозяйства, высокой плотностью автомобильных и железных дорог. Вследствие роста урбанизированных территорий, увеличения количества автотранспорта, расширения производственных площадей и сельскохозяйственных угодий, вероятность культивирования и

заготовки ЛРС вблизи источников выброса экотоксикантов существенно возрастает. В связи с этим значимой является комплексная оценка эколого-фармакогностического состояния сырьевой базы лекарственных растений Воронежской области как в традиционных местах заготовки, так и в районах промышленно-хозяйственного значения с целью уточнения допустимых зон сбора ЛРС, а также для изучения особенностей накопления БАВ и экотоксикантов в разных видах ЛРС и анализа влияния основных загрязняющих веществ на накопление в сырье различных групп БАВ.

Элементный профиль ЛРС отражает экологическое состояние региона и минеральный состав почв. Анализ опубликованных данных показал, что полный элементный состав лекарственных растений Воронежской области практически не изучен. Детальные исследования элементного состава ЛРС, а также получаемых на их основе лекарственных растительных препаратов (ЛРП), являются значимыми в силу высокой биологической доступности содержащихся в растениях макро- и микроэлементов.

Степень разработанности темы исследования

Эколого-фармакогностические исследования качества ЛРС проводились в рамках Кемеровской (Попов А.И., Егорова И.Н., Неверова О.А., Баяндина И.И., Загурская Ю.В., Сиромля Т.И., Высочина Г.И., Вронская О.О., Сысо А.И. и др.), Оренбургской (Васильева Т.Н., Брудастов Ю.А., Немерешина О.Н., Петрова Г.В., Гусев Н.Ф. и др.), Новосибирской (Нечаева Е.Г., Белозерцева И.А., Воробьева И.Б., Давыдова Н.Д., Власова Н.В. и др.) Брянской (Любимов В.Б., Анищенко Л.Н., Борздыко Е.В.) и Ленинградской (Клемпер А.В.) областей, Красноярского края (Ефремов А.А., Шаталина Н.В.), Алтайского края (Гравель И.В., Яковлев Г.П., Шойхет Я.Н. и др.), а также в Минской области республики Беларусь (Поздняк С.С.), Ферганской области республики Узбекистан (Игамбердиева П.Д., Мамаджанов Б.С.). Результаты существующих исследований варьируют и не позволяют экстраполировать их на другие регионы. Также противоречивы данные об экологических особенностях биосинтеза полифенольных БАВ в ЛРС. Крайне мало исследований по специфике накопления эфирных масел и веществ полисахаридной природы, связанных с антропогенным воздействием на среду обитания растений, что не позволяет констатировать выявление каких-либо закономерностей. Вследствие этого необходим подробный анализ особенностей накопления наиболее токсичных ТМиМ, пестицидов и РН, а также основных действующих групп БАВ разными видами ЛРС, включая различные органы или группы органов растений. ЛРС чаще всего используется в нативном виде, входит в состав сборов и фиточаев, что повышает актуальность проблемы перехода токсикантов в водные извлечения. В литературе встречаются отдельные экспериментальные результаты, полученные И.В. Гравель, М.А. Мяделец, Т.И. Сиромля, А.В. Клемпером, И.А. Клепцовой и др., которые, однако, касаются преимущественно 10-12 элементов и не описывают особенностей перехода всего спектра минерального комплекса из ЛРС в настои и отвары. Работы, касающиеся эколого-

фармакогностической оценки качества ЛРС Центрального Черноземья, единичны и не систематизированы, что указывает на необходимость проведения комплексного регионального исследования.

Цель и задачи исследования

Цель исследования – проведение на примере Воронежской области комплексной эколого-фармакогностической оценки качества ЛРС с учетом особенностей и закономерностей накопления в нем экотоксикантов и БАВ для выбора допустимых территорий заготовок.

Задачи исследования:

1. Критически обобщить литературные данные по эколого-фармакогностическим исследованиям ЛРС на предмет накопления основных экотоксикантов и БАВ.
2. Проанализировать накопление ТМиМ в ЛРС естественных и антропогенных экотопов Воронежской области из верхних слоев почв (ВСП). Выявить способности различных видов ЛРС к аккумуляции ТМиМ.
3. Изучить особенности загрязнения ЛРС искусственными и естественными радионуклидами (РН), закономерности их накопления и перехода в различные части и органы лекарственных растений, предложить подходы к нормированию природных РН в ЛРС и ЛРП.
4. Выявить региональные особенности накопления пестицидов в ЛРС.
5. Провести фармакогностический анализ образцов ЛРС. Предложить методические подходы к разработке экспрессных методик выделения и количественного определения водорастворимых полисахаридов (ВРПС).
6. Выявить корреляционные связи между накоплением основных экотоксикантов и БАВ растениями при произрастании в различных с экологической точки зрения условиях.
7. Исследовать полный элементный профиль ЛРС региона и особенности трансредового перехода элементов по цепочке «ВСП – ЛРС – водные извлечения».
8. Определить объекты хозяйственной деятельности, влияющие на загрязнение ЛРС экотоксикантами в регионе. Выявить допустимые для заготовки ЛРС расстояния от транспортных магистралей на территории Воронежской области.
9. Предложить методологический подход к проведению региональной эколого-фармакогностической оценки качества ЛРС.

Научная новизна исследования

Впервые разработан методологический подход к проведению региональной эколого-фармакогностической оценки качества ЛРС, на основании которого на примере Воронежской области проведено комплексное исследование экологического состояния ЛРС на примере 10 модельных видов на предмет их загрязнения ТМиМ, ХОП, природными и естественными РН и накопления в них основных групп БАВ. Установлена взаимосвязь между содержанием

экотоксикантов в ВСП и растениях, изучено влияние экотоксикантов на накопление разных групп БАВ в ЛРС, выявлены особенности и закономерности накопления ТМиМ, ХОП, естественных и искусственных РН и основных групп БАВ в ЛРС естественных экотопов, а также различных с точки зрения антропогенного воздействия агро- и урбоценозов Воронежской области, рассмотрена взаимосвязь этих процессов. Впервые вскрыты особенности запыленности ЛРС в регионе. Рекомендованы допустимые от автомобильных дорог разной степени загруженности в различных природных зонах и железнодорожных магистралей расстояния для безопасной заготовки ЛРС. Новизна исследований подтверждается патентами на изобретения РФ №2530501 «Способ получения водорастворимых полисахаридов из листьев подорожника большого», №2604934 «Способ получения водорастворимых полисахаридов из корней лопуха большого», №2635996 «Способ получения водорастворимых полисахаридов из корней одуванчика лекарственного», №2712554 «Способ получения инулина из растительного сырья», №2765503 «Способ получения инулина из лекарственного растительного сырья»; свидетельствами о государственной регистрации баз данных №2022620084 «Содержание тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье Воронежской области», №2022620085 «Загрязнение верхних слоев почв Воронежской области тяжелыми металлами, мышьяком, естественными и искусственными радионуклидами», №2022620086 «Удельная активность естественных и искусственных радионуклидов в лекарственном растительном сырье Воронежской области» и программы для ЭВМ №2022617857 «Программа проверки однородности содержания экотоксикантов в лекарственном растительном сырье по критерию Кохрена».

Теоретическая и практическая значимость исследования

На модельной территории оптимизированы методы эколого-фармакогностической оценки качества ЛРС в условиях антропогенного воздействия, сформулированы основные принципы региональных комплексных исследований качества ЛРС, которые могут быть использованы в других субъектах РФ. Выявлены и теоретически обоснованы закономерности накопления приоритетных экотоксикантов и БАВ в ЛРС. Показана необходимость нормирования основных природных РН в ЛРС, предложены подходы к нормативному регулированию данного показателя. Работа вносит вклад в природоохранное направление фармации и экологии, связанное с ценными растительными ресурсами.

Исследовано экологическое состояние ВСП и ЛРС на примере Воронежской области, что позволило выявить территории с наиболее сильным антропогенным загрязнением и экологически благополучные, подходящие для заготовки растительного сырья, отвечающего всем требованиям нормативных документов по содержанию экотоксикантов и действующих веществ, что легло в основу создания методических рекомендаций по заготовке ЛРС в регионе.

Разработаны и валидированы экспрессные методики выделения и количественного определения суммы водорастворимых полисахаридов (ВРПС) из ЛРС, отличающиеся экспрессностью, экономичностью, высокой воспроизводимостью и простотой.

Методология и методы исследования

Методологическую основу диссертационной работы составили нормативные документы, а также труды российских (Гравель И.В., Самылина И.А., Терешкина О.И., Листов С.А., Санаров Е.М., Рудакова И.П., Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф., Яковлев Г.П., Попов А.И., Егорова И.Н., Баяндина И.И., Загурская Ю.В., Сиромля Т.И., Сысо А.И., Клемпер А.В., Любимов В.Б. и др.) и зарубежных (Winkel-Shirley B., Yuichi O., Wang H., Rice-Evans C.A., Miller N.J., Rai V., Loreto F., Schnitzler J.P., Jang M.H. и др.) ученых, посвященные комплексным экологическим исследованиям состояния почв, ЛРС и ЛРП. Методология работы основана на всесторонней оценке объектов исследования, обосновании методов и заключалась в проведении комплексной эколого-фармакогностической оценки качества ВСП и ЛРС в различных экотопах Воронежской области, а также выявлении особенностей и закономерностей накопления общего минерального комплекса, ТМиМ, ХОП, естественных и искусственных РН и основных групп БАВ в ЛРС. Исследования выполнены с использованием современных физико-химических методов (атомно-абсорбционной спектрометрии, газо-жидкостной хроматографии, спектрометриии, хромато-масс-спектрометрии, спектрофотометрии, гравиметрии и др.) на сертифицированном оборудовании с применением математических (корреляционного, дисперсионного, регрессионного) методов анализа данных.

Положения, выносимые на защиту

1. Результаты изучения особенностей загрязнения ЛРС агро- и урбоценозов Воронежской области ТМиМ, ХОП, естественными и искусственными РН.
2. Результаты изучения запыленности ЛРС в естественных и антропогенных экотопах Воронежской области.
3. Результаты исследования накопления экотоксикантов из окружающей среды различными видами ЛРС.
4. Результаты изучения особенностей накопления основных групп БАВ в ЛРС в различных экотопах региона.
5. Результаты изучения взаимосвязей между накоплением экотоксикантов и основных групп БАВ в ЛРС.
6. Результаты исследования транссредового перехода минерального комплекса в цепи «ВСП – ЛРС – водные извлечения».
7. Результаты определения допустимых территорий для заготовки ЛРС.

8. Методологические подходы к региональной эколого-фармакогностической оценке качества ЛРС.

Степень достоверности и апробации результатов

Проведен обзор более 363 отечественных и 120 зарубежных литературных источников. Результаты диссертационных исследований, выводы и практические рекомендации и их достоверность основаны на обширном количестве экспериментальных данных, полученных современными физико-химическими методами анализа на сертифицированном оборудовании, статистически обработанных по требованиям действующей нормативной документации с помощью программы «Microsoft Excel». Разработанные методики валидированы в соответствии с действующим законодательством по всем основным характеристикам. Достоверность полученных результатов подтверждается также публикациями в рецензируемых высокорейтинговых изданиях, свидетельствами о государственной регистрации баз данных, патентами на изобретения и внедрением их в производственные процессы.

Материалы диссертационных исследований были представлены более, чем на 50 международных и всероссийских конференциях и форумах, главными из которых являются: II, III, IV и VI науч.-практ. конф. «Молодые ученые и фармация XXI века» (Москва, 2014, 2015, 2016, 2018); IV Всерос. науч.-практ. конф. «Беликовские чтения» (Пятигорск, 2015); 6-ая, 7-ая, 8-ая междунар. научно-метод. конф. «Фармообразование» (Воронеж, 2016, 2018, 2022); 69-ая, 73-я, 74-ая итог. науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы современной медицины и фармации» (Витебск, 2017, 2021, 2022); Междунар. науч. конф. «Перспективы лекарственного растениеводства» (Москва, 2018); V, VII, VIII Всерос. конф. с междунар. уч. «VOLGAMEDSCIENCE» (Нижний Новгород, 2019, 2021, 2022); II Междунар. науч.-практ. конф. «Гармонизация подходов к фармацевтической разработке» (Москва, 2019); LXXV междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы современной медицины и фармации – 2021» (Минск, 2021) и др. Апробация диссертационной работы прошла на совместном заседании кафедр фармацевтической химии и фармацевтической технологии, управления и экономики фармации, фармакологии и клинической фармакологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО ВГУ 22.06.2022 г.

Внедрение результатов исследования

Результаты научно-исследовательской работы внедрены в производственные процессы БУ ВО «Воронежский центр контроля качества и сертификации лекарственных средств», КП ВО «Воронежфармация», а также фармацевтической компании ООО «Квадрат-С», которой проведены технологические и аналитические испытания методических рекомендаций по ультразвуковой экстракции и количественному определению суммы ВРПС из ЛРС. Результаты эколого-фармакогностических исследований внедрены в деятельность Управления

Роспотребнадзора по Воронежской области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области». Результаты диссертационных исследований используются в учебном процессе кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» МЗ РФ; кафедры фармацевтического товароведения, гигиены и экологии и кафедры фармакогнозии, ботаники и технологии фитопрепаратов Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» МЗ РФ, кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии и кафедры управления и экономики фармации и фармакогнозии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет».

Результаты научно-исследовательской работы легли в основу направленных в ФГБУ «НЦЭСМП» Минздрава РФ проектов дополнений к ОФС.1.5.1.0001.15 «Лекарственное растительное сырье», ОФС.1.5.3.0001.15 «Определение содержания радионуклидов в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратов», ФС.2.5.0025.15 «Лопуха корни», ФС.2.5.0032.15 «Подорожника большого листья», ФС.2.5.0086.18 «Одуванчика лекарственного корни».

Личный вклад соискателя

Автору принадлежит ведущая роль на всех этапах исследования, которая состоит в обобщении существующих литературных сведений; выборе объектов и методов исследования; планировании эксперимента; участии в заготовке образцов для исследования; пробоподготовке для всех серий научных экспериментов; проведении основной части экспериментальных исследований; разработке и валидации новых экспрессных методик анализа; самостоятельной обработке, обобщении и интерпретации всех полученных данных; подготовке всех публикаций по выполненной работе, диссертации и автореферата; участие с результатами исследований в конференциях.

Соответствие диссертационного исследования паспорту научной специальности ВАК

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 3.4.2 Фармацевтическая химия, фармакогнозия, по областям исследования пунктов 2, 3, 5, 6 и 7.

Связь исследования с проблемным планом фармацевтических наук

Научная работа выполнялась в соответствии с планом исследований ФГБОУ ВО «ВГУ» по научной проблеме «Оценка экологического состояния ЛРС Центрального Черноземья в условиях нарастающей антропогенной нагрузки». Фитохимические исследования проводились в соответствии с планом научно-исследовательской, опытно-конструкторской и технологической работы гражданского назначения (номер государственного учета 121091700040-7). Диссертационные разработки соответствуют плану по реализации стратегии социально-

экономического развития Воронежской области на период до 2035 года, утвержденного постановлением правительства Воронежской области 29.12.2018 г. №1242 по государственной программе региона «Охрана окружающей среды и природные ресурсы» в части стратегической цели СЦ 3.11. «Сохранение и восстановление природных ресурсов Воронежской области». Диссертационные разработки дважды поддержаны Грантами Президента РФ (проекты МК-3733.2015.5 и МК-1177.2021.3), трижды - областными и федеральными конкурсами инноваций: «У.М.Н.И.К. – 2017»; Областной межвузовский конкурс инновационных проектов «Кубок инноваций-2019»; Конкурс инновационных идей «Правила роста-2019».

Публикации

По результатам исследования автором опубликовано 62 работы, в том числе статей в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий Сеченовского Университета/ Перечень ВАК при Минобрнауки России - 30; статей в изданиях, индексируемых в международных базах данных - 20, патентов на изобретения - 5, свидетельств о государственной регистрации базы данных - 3, свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ - 1, монографий - 2, методических рекомендаций - 1.

Объем и структура диссертации

Диссертация включает введение, 8 глав, заключение, выводы, список литературы и приложения. Общий объем работы с приложениями составляет 452 страницы, содержит 382 рисунка и 116 таблиц. Текст диссертации изложен на 296 страницах машинописного текста. Список литературы включает 483 источника, из них 120 на иностранных языках.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Некачественное ЛРС и получаемые из него препараты представляют собой значимые источники поступления различных экотоксикантов, в частности ТМиМ, РН, ХОП, в организм человека [56, 57, 58, 315, 316]. Также малоисследованным аспектом хозяйственной деятельности человека на ЛРС остается влияние увеличения антропогенной нагрузки на вторичный метаболизм, в частности, биосинтез БАВ, что нередко является адаптацией растений к изменяющимся условиям обитания. Перечисленные факторы подчеркивают необходимость эколого-фармакогностической оценки качества ЛРС, выявление буферной способности растений как биоиндикаторов в отношении разнообразных и часто одновременно действующих антропогенных факторов [6, 11, 57, 176, 315, 316, 325, 354].

1.1. Проблема загрязнения верхних слоев почв и ЛРС экотоксикантами

1.1.1. Тяжелые металлы и мышьяк

В настоящее время накоплен богатый фактический материал о высокой биологической активности различных химических элементов, а также об индивидуальной способности растений к их кумуляции. Токсичные элементы, прежде всего металлической природы, связываясь в ЛРС с органическими соединениями, значительно легче усваиваются организмом человека, повышается их биодоступность. Это порождает проблему эколого-гигиенического контроля ЛРС и исследования территорий его заготовки на предмет загрязнения сырья токсичными элементами. В связи с историческими и технологическими особенностями хозяйственной деятельности и инфраструктуры отдельных субъектов РФ данная проблема носит выраженный региональный характер [138, 149, 203, 245, 254, 335].

Термин «ТМ» в научной литературе определяется по разным критериям - плотность, атомная масса, токсичность, распространенность в окружающей среде, вовлеченность в трофические цепи и т.д. Таким образом, к ТМ причисляют около 40 элементов – потенциальных загрязнителей ЛРС, в частности, наиболее опасные – свинец, ртуть, кадмий, никель, хром, кобальт, медь, цинк [32, 427].

Многочисленные экологические исследования накопления токсичных элементов в ЛРС из различных регионов РФ, стран СНГ и ближнего зарубежья выявили значительное варьирование их концентраций в сырье и ЛРП [57, 148, 149, 203, 245]. Зачастую такие элементы являются важными компонентами нормальных биохимических и физиологических процессов в растительных организмах, но при увеличении их концентраций становятся токсичны и приводят к нарушению обмена веществ. Рядом исследователей показана физиологическая и биохимическая возможность

ряда высших растений избирательно накапливать биогенные элементы в необходимых концентрациях и тормозить избыточную аккумуляцию фитотоксичных веществ. Механизмы повреждающего действия определяются конкретным элементом и его концентрацией, чаще всего влекут за собой нарушение активности ферментов, проницаемости мембран митохондрий, подавление электронных и протонных транспортов в митохондриях, снижение интенсивности дыхания и окислительного фосфорилирования, нарушение генной репликации, уменьшение содержания воды в растительных клетках и тургора тканей [378, 388, 411, 432, 437].

Основными источниками загрязнения биосферы токсичными элементами являются автотранспорт (50-80% антропогенной нагрузки), промышленные предприятия, применение удобрений и ядохимикатов. В зоне деятельности промышленных предприятий концентрации экотоксикантов в ВСП и ЛРС зависит от расстояния от источника загрязнения, от высоты дымовых труб, преимущественной розы ветров местности [32, 148]. При этом токсичные элементы способны поступать в растение не только через корневую систему, но всасываться через поверхность листовых пластинок из аэрозольных частиц [471, 478]. Выхлопные газы автомобилей выбрасываются преимущественно низко над почвой, при этом концентрация токсичных веществ и дальность рассеивания выхлопных газов во многом зависит от режима работы двигателя, наличия естественных и искусственных заграждений вдоль дорог. Данные по расстоянию распространения экотоксикантов для крупных автодорог, железнодорожных магистралей в литературе не обнаружены.

Свинец, относящийся к элементам средней степени поглощения растениями, поступает в биосферу посредством выбросов предприятий цветной и черной металлургии, машино- и приборостроения, автотранспорта. В допустимых концентрациях (в среднем 0,001–0,002%) он является необходимым микроэлементом, стимулирующим биосинтез хлорофилла и интенсивность фотосинтеза. Свинец способен всасываться из почвы корневой системой, а также абсорбироваться с поверхности листовых пластинок через кутикулу. Накапливается преимущественно в корнях растений, меньше в стеблях и листьях, минимально - в плодах и семенах. В почве он связывается в прочные органические комплексы с гуминами, что делает элемент труднодоступным для растений. Избыточное содержание свинца вызывает функциональные нарушения в пигментных комплексах, уменьшение содержания хлорофилла в тканях, снижение интенсивности фотосинтеза и дыхания, снижение поступления соединений цинка, кальция, серы, фосфора, угнетение ростовых процессов. Высокие концентрации свинца способны подавлять рост растений, вызывать хлороз, нарушать водный обмен. Высокие концентрации свинца накапливают грибы, мхи, лишайники, а также некоторые виды ЛРС (корни одуванчика лекарственного, трава полыни горькой, цветки василька синего) [23, 278, 287, 394, 397, 456, 458, 466].

Ртуть – один из наиболее токсичных для растений элементов очень низкой аккумуляции,

поступающий в биосферу в результате выбросов предприятий цветной металлургии, химической промышленности, машино- и приборостроения, применения удобрений и пестицидов [241]. В почве большая часть металла прочно связывается гуминовыми кислотами в недоступные для растений ртутьорганические комплексы. Содержание ртути в растениях в норме не превышает 0,0001 мг%. Однако при повышении концентрации элемента в почве возможно увеличение ее содержания в растении до 3,0 мг/кг. Избыток ртути вследствие взаимодействия с сульфгидрильными группами аминокислот легко циркулирует в растении и подавляет ферментативную активность, клеточное дыхание, биосинтез хлорофилла, фотосинтез, нарушает газовый обмен, поглощение ионов калия, задерживает развитие корневой системы и рост растения. У высших растений на уровне корневой системы отмечается наличие барьера накопления избытка ртути за счет ее кумуляции в тонких корнях. Отмечено относительно высокое накопление ртути в листьях березы повислой, корнях одуванчика лекарственного, траве душицы обыкновенной [24, 181, 286, 458].

Кадмий – высоко фитотоксичный элемент, поступающий в окружающую среду с выбросами предприятий теплоэнергетики, автотранспорта, при использовании удобрений. Он относится к интенсивнопоглощаемым элементам низкого содержания (в норме не превышает 0,001%), не является необходимым для растений элементом, концентрируется преимущественно в надземной части растений, в частности в генеративных органах. До 70% металла в почве за счет микрофлоры связывается в доступные для растений кадмийорганические соединения. Ионы кадмия в растениях нарушают метаболизм цинка, меди, марганца, селена, замещают данные микроэлементы в активных центрах ряда ферментов, нарушая углеводный, белковый, нуклеиновый и другие виды обмена веществ. Избыток кадмия увеличивает проницаемость мембран за счет изменения их фосфолипидного состава, вследствие выделения из клеток ионов K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} вызывает ионный дисбаланс, нарушает АТФ-азную активность плазмалеммы, процессы фотосинтеза, транспирации, фиксации углекислого газа, ингибирует биологическое восстановление оксидов азота. Избыток кадмия проявляется хлорозом листьев, покраснением их прожилок и краев, повреждениями корневой системы, задержкой роста. Высокую способность к накоплению кадмия проявляют травы зверобоя продырявленного, сушеницы топяной, якорцев стелющихся, листья наперстянки пурпурной, ландыша майского и др. [165, 249, 394, 397, 399, 400, 435, 441, 457, 458, 459].

Мышьяк относят к группе элементов слабого накопления и среднего захвата, поглощаемых из почвы вместе с водой [4, 385]. Основные источники поступления мышьяка в окружающую среду - сланцеперерабатывающие заводы, продукты сгорания нефти и каменного угля, пестициды, осадки городских сточных вод [241]. Он накапливается преимущественно в крупных листьях и корнях растений. Фитотоксичность мышьяка оценивается в работах Брукса Р.Р. [385] как сильная;

Алексеев Ю.В. [4] относит элемент к группе умереннотоксичных. Фоновые концентрации мышьяка в растениях (до 1,5 мг/кг абсолютно сухого сырья) необходимы для обеспечения нуклеинового обмена, способствуют усвоению фосфора из почв, стимулируют рост и развитие растительных организмов. Токсическое действие высоких концентраций мышьяка вызвано его способностью конкурировать с жизненно важными элементами, в частности с фосфором и железом, что проявляется клеточным плазмолизом, увяданием листьев и их фиолетовым окрашиванием вследствие увеличения концентрации цианидина, замедлением общих темпов роста и развития растений. К видам ЛРС, интенсивно накапливающим мышьяк из почв, относят травы полыни горькой, купены душистой, корневище с корнями левзеи сафлоровидной и др [38, 148, 168, 294, 413, 435, 436, 463].

Никель поступает в окружающую среду за счет техногенных источников - химических производств, теплоэлектростанций, предприятий цветной металлургии и горной промышленности, а также использования в качестве удобрений осадков городских сточных вод. Никель – элемент среднего накопления - входит в активный центр ряда растительных ферментов - нитратредуктазы, ксантинооксидазы, гидрогеназы, аргиназы, карбоксилазы, уреазы [4, 385], участвует в структурной организации белков, РНК, ДНК, стабилизирует структуру рибосом, а также стимулирует процессы нитрификации и минерализации соединений азота в почве. Избыток никеля угнетает процессы транспирации и фотосинтеза, вызывает хлороз листьев. К ЛРС, активно аккумулирующему никель из почв, относятся корни алтея лекарственного, листья мяты перечной, трава мачка желтого, плоды лимонника китайского, можжевельника обыкновенного и др. [119, 182, 383, 389, 438, 442, 459].

Хром - один из наиболее фитотоксичных металлов, попадающий в окружающую среду в результате выбросов предприятий цветной и черной металлургии, машиностроения, сжигания каменного угля [241]. Хром – элемент среднего содержания (до 0,05%) – активизирует ферменты протеазы, каталазы, увеличивает содержание хлорофилла и активность фотосинтетических процессов [4, 385]. Известно о высоком содержании хрома в нуклеотидах семян, что, вероятно, связано с его стимуляцией биосинтеза белков и нуклеиновых кислот. Отмечена тесная положительная корреляция между накоплением растением хрома и сердечных гликозидов. Элемент всасывается корневой системой в виде анионных комплексов, выделяемых из сока ксилемы, а также активно проникает через тонкую кутикулу листьев. Высокие концентрации хрома в почве повреждают корни растения, подавляют их рост. Степень токсичности элемента определяется его степенью окисления: Cr^{6+} более токсичен, чем Cr^{3+} . Под действием избытка хрома уменьшается площадь ассимиляционной поверхности растений, происходит увядание растения, возникают некрозы и хлорозы, изменяется мезоструктура листа, подавляется интенсивность роста пыльцевых трубок [305]. К ЛРС, концентрирующему элемент, относят корни окопника

лекарственного, травы пастушьей сумки обыкновенной, сушеницы топяной, горичвета весеннего, листья ландыша майского и др. [23, 36, 38, 397, 401, 435, 455, 456, 458].

Кобальт – элемент средней степени поглощения растениями, поступающий в биосферу в результате выбросов черной металлургии и приборостроения, горнодобывающих предприятий [241]. В растениях участвует в накоплении азотистых веществ и углеводов, интенсифицирует процессы дыхания и фотосинтеза за счет участия в биосинтезе хлорофилла, повышает общее влагосодержание. В растительных организмах циркулирует в виде ионов и в составе цианокобаламина (до 4,5%). Отмечена тесная положительная корреляция между накоплением кобальта и алкалоидов в растениях. При высоком содержании элемента в почве у некоторых видов кизильника и брусники обыкновенной, цветки ромашки аптечной, плоды шиповника и др. [186, 435, 450, 456, 458].

Медь - важный микроэлемент средней степени поглощения, истинный биоэлемент, всегда присутствующий в почве и растениях (до 0,05%); входит в состав хлорофилла, плантоцианина, церулоплазмينا, ряда оксидазных ферментов, увеличивает интенсивность дыхания, обеспечивает ассимиляцию нитратного азота и фиксацию азота атмосферы, влияет на водопроницаемость сосудов ксилемы, увеличивает устойчивость растительных организмов к неблагоприятным условиям среды [4, 385]. Медь участвует в гормональном обмене растений – регулирует содержание ингибиторов роста фенольной природы, повышает устойчивость к полеганию, морозо-, засухо-, жаростойкость. Техногенное загрязнение медью происходит в результате выбросов предприятий металлургии, химической промышленности, машиностроения, автотранспорта, использования медьсодержащих удобрений и пестицидов [241]. Избыток меди проявляет себя хлорозом листьев, образованием многочисленных коричневатых боковых корней. Известно о тесной положительной корреляции между накоплением меди и алкалоидов в растениях. Интенсивно аккумулируют медь следующие виды ЛРС: корни алтея лекарственного, трава сушеницы топяной, листья мать-и-мачехи обыкновенной, брусники обыкновенной, мяты перечной, плоды боярышника и др. [23, 118, 393, 397, 406, 435, 436, 460, 479, 482].

Цинк – важный биогенный микроэлемент в растениях; в среднем его содержание 0,003%. Он концентрируется преимущественно в митохондриях и ядре и необходим для активизации более 30 ферментов - ангидраз, пептидаз, протеиназ, дегидрогеназ, трансфераз, лиаз (в т.ч. енолазы, альдолазы), за счет чего участвует в дыхании, углеводном, белковом, нуклеиновом обменах, регулирует рост, стимулирует биосинтез триптофана, фитогормонов гиббереллинов, повышает жаро-, засухо-, холодостойкость растений, способствует более полному вовлечению углекислого газа в фотосинтез, влияя на синтез белков и ауксина [4, 241, 385]; накапливается в листьях, цветках,

плодах. В высоких концентрациях накапливают цинк высшие растения, содержащие алкалоиды, а также хвойные виды, лишайники, грибы. Техногенное загрязнение цинком происходит в результате выбросов предприятий металлургии, химической промышленности (в частности, по производству каучука), машиностроения, автотранспорта, использования цинксодержащих удобрений [41, 241]. Избыток цинка проявляется хлорозом листьев, ослаблением роста, но большинство видов растений имеет толерантность к высоким концентрациям элемента в почве, при этом антропогенное загрязнение влияет на уровень содержания цинка в растительных тканях. К ЛРС, активно аккумулирующему цинк из почв, относятся травы хвоща полевого, сушеницы топяной, цветки календулы лекарственной, плоды лимонника обыкновенного и др. [16, 23, 280, 397, 412, 417, 435, 458, 476].

Таким образом, значительное и ежегодно возрастающее влияние токсичных химических элементов на растительные организмы приводит к необходимости комплексной оценки эколого-гигиенического состояния ЛРС в Воронежской области как в традиционных местах заготовки сырья, так и в районах промышленно-хозяйственного значения с целью точного определения допустимых зон сбора ЛРС, изучения особенностей накопления в нем ТМиМ и их влияния на аккумуляцию БАВ.

1.1.2. Радионуклиды

ЛРС и ЛРП не являются значительными источниками поступления РН в организм человека. При этом учитывать особенности аккумуляции РН в ЛРС необходимо, так как растения способны проявлять способность к накоплению данных экотоксикантов как искусственного (например, стронций-90, цезия-137), так и природного происхождения (например, калий-40, радий-226, торий-232), которые активно мигрируют по цепочке «почва → ЛРС → ЛРП → человек» [28, 204].

Известно, что источником поступления искусственных РН в окружающую среду являются, как правило АЭС, хранилища радиоактивных отходов, а также предприятия по их переработке, так как преимущественно все РН являются продуктом распада урановых ядер [32, 209, 316, 354]. Естественные РН, присутствующие в том или ином количестве во всех объектах природы, не связаны с деятельностью человека и техногенными катастрофами и распределены на планете относительно равномерно [22].

Почвы Воронежской области преимущественно представлены черноземами, которые отличаются высоким содержанием гумуса, глины, ила и других органических веществ, что обуславливает большую ёмкость поглощения РН и их прочную сорбцию [61, 188]. Поэтому содержание радиоактивных элементов в черноземных почвах всегда относительно более высокое, чем, к примеру, в подзолистых, серых лесных и красноземных. С уменьшением размера частиц почвы сорбция ими РН повышается, у песчаной фракции почвы сорбционная поверхность

минимальна, у илистой — максимальна. Также важным фактором является кислотность почвы: чем выше рН, тем прочнее фиксация РН в почве [22].

Аккумуляция РН растениями из ВСП зависит от их содержания в почве, видовых особенностей растения, его фенологической фазы, климатических условий, от свойств почв (гранулометрический состав, рН, содержание органических веществ и др.), концентрации и формы нахождения изотопа в прикорневом слое почвы, присутствия близких по химическим свойствам элементов и др. Также известно, что способность растений аккумулировать в себе РН тесно коррелирует с величиной естественного радиационного фона и достигает максимума в районах развития гранитоидов, фосфоритов, урановых провинциях и особенно в гумидных зонах [22].

Коэффициенты перехода РН в растения уменьшаются с повышением катионной ёмкости почвы, содержания в ней гумуса, минеральных веществ, а также при снижении кислотности почвенного раствора. Наибольшие коэффициенты перехода РН отмечены для минеральных почв лёгкого гранулометрического состава, а наименьшие — для плодородных глинистых почв (чернозёмные, серые лесные, дерново-подзолистые). На поведение каждого РН в системе «почва → растение» влияет содержание его аналога-носителя: для цезия-137 — стабильные калий и цезий, для стронция-90 — стабильные кальций и стронций. Увеличение содержания в почве носителя вызывает уменьшение перехода изотопа в растение. Повышение влажности и кислотности почвы увеличивает переход РН в растения, а повышение доли органического вещества в почвах — снижает поступление РН в растения. Так, при увеличении концентрации органических веществ в почве с 1% до 3% переход РН в растения снижается в 2 раза [120, 135, 199, 257, 272].

В ходе вегетации абсолютное количество РН в растениях возрастает. Большая УА РН выявляется в многолетних луговых травах, меньше — в однолетних растениях. В лесных массивах больше всего аккумулируют РН хвойные деревья, что можно объяснить медленной сменой хвои. Искусственные РН — цезий-137 и стронций-90 — легко поступают через корневую систему растения во все его части. Распределение данных изотопов отличается: стронций-90 аккумулируется в надземных частях растений, цезий-137 распределяется более равномерно. Минимальная аккумуляция РН отмечается в плодах и семенах. Исключение составляет цезий-137, УА которого в семенах доходит до 10% от его УА в надземной части растения [255, 405]. Аккумуляция радиоизотопов зависит от площади поверхности растения и анатомического строения. Например, строение соцветия у пшеницы способствует удержанию выпадающих РН в виде аэрозолей [190].

В настоящее время известно 40 радиоактивных изотопов цезия, наиболее опасными из которых являются цезий-137 и цезий-134, поступающие в биосферу как продукты распада более тяжелых ядер в результате техногенных катастроф. Оба изотопа представляют собой эколого-гигиеническую опасность, однако, значительные различия в периоде полураспада (у цезия-137 — 30 лет, у цезия-134 — 2 года) привели к тому, что вкладом цезия-134 в общую радиоактивность

пренебрегают. Цезий-137 относится к β -излучающим РН. Цезий относится к щелочным металлам, обладающим низкой способностью к комплексообразованию. Высокая степень миграции цезия-137 из почвы в ЛРС наблюдается в относительно более бедных почвенных грунтах, а также в условиях обильного почвенного увлажнения. По активности накопления цезия-137 растения располагаются в следующем ряду возрастания: древесные растения → травы и кустарники → мхи и лишайники [198, 235, 257, 318, 405].

Для стронция идентифицировано более 20 РН, однако, периоды полураспада большинства из них менее 10-12 ч. Стронций-90 является самых долгоживущим радиоактивным изотопом элемента, относится к β -излучателям с периодом полураспада 29 лет. Среди ЛРС выявлены виды, обладающие наибольшей способностью к накоплению стронция-90, например, кора дуба, корневища бадана толстолистного, корни солодки, листья толокнянки обыкновенной, листья каланхоэ перистого, листья шалфея лекарственного и др. Стронций-90 накапливается в растениях преимущественно внутриклеточно и обладает высокой способностью к образованию комплексов. Стронций-90 проявляет значительную миграционную способность и характеризуется высокими КН во всех компонентах экосистем. По активности накопления стронция-90 растения располагаются в следующем ряду возрастания: мхи и лишайники → травы и кустарники → древесные растения [106, 135, 136, 191, 316, 354].

Калий-40 по отношению к стабильному калию-39 относительно равномерно рассеян в земной коре, его доля составляет около 0,01171% от общего содержания калия в биосфере. Относится к β -излучателям (89,3%). Калий-40 накапливается в гумусовом горизонте. Концентрация суммы изотопов калия составляет в растениях от 0,1% до 3%, что соответствует значениям УА калия-40 от 30 до 900 Бк/кг. Накопление калия-40 преимущественно определяется биологическими особенностями растений. Калий вообще и калий-40 в частности в растительных организмах, как правило, концентрируется в паренхиматозных тканях, сетчатых трубках, точках роста, а также во вторичных тканях (коре, древесине). В травянистых растениях калий-40 аккумулируется в молодых листьях [134, 190, 235, 266].

Торий-232 с наиболее сильным антропогенным загрязнением и является наиболее долгоживущим изотопом данного элемента с периодом полураспада $1,41 \cdot 10^{10}$ лет; у остальных изотопов периоды полураспада менее 5 дней. Торий-232 мало способен к миграции в биосфере, эффективно поглощается тонкодисперсными фракциями глинистых минералов и гуминовой кислоты. Аккумуляция тория-232 растениями зависит от содержания гумуса в почве, а также от концентрации вторичных минералов (в частности, калия), определяющих ёмкость почвы и повышающих сорбцию РН, что способствует снижению поступления радиоизотопа в растение. Наилучшими аккумуляторами тория-232 являются черника, вереск, лишайники, сахарная свекла, картофель, горох, помидоры, капуста [22, 104, 199, 257].

Радий-226 с периодом полураспада порядка 1600 лет относится к α -излучателям, в почвах мигрирует мало, образуя устойчивые комплексы в нейтральных почвах и увеличивая свою подвижность в кислой среде. В среднем 40% радия-226 в почвах находится в подвижной форме, около 60% - в связанной. Радий-226 концентрируется преимущественно в коре и древесине, а также молодых частях растений, в том числе в листьях и цветках, но у некоторых видов – в корнях. Есть данные, что концентрация радия-226 в растениях мало зависит от содержания его в ВСП, является постоянной видовой характеристикой [22, 253, 262, 267, 351].

Предельно допустимая УА природных РН не нормируется, однако, в силу повсеместного распространения данных естественных РН, а также активного перемещения по биологическим цепям питания, они создают так называемый «естественный радиационный фон», который в зависимости от географического положения может значительно меняться и составлять бóльшую долю общего радиационного фона [22, 199].

1.1.3. Пестициды

Актуальной эколого-гигиенической проблемой России являются нарастающие темпы роста разнообразия и количества применяемых пестицидов. Согласно данным ВОЗ, к пестицидам относятся различные химические средства, предназначенные для борьбы с любыми вредными организмами: гербициды, инсектициды, фунгициды, зооциды и др. В документах ВОЗ также фигурирует понятие «остаточные пестициды», к которым относят специфические вещества, образующиеся в результате использования пестицидов (метаболиты, гидролизаты и другие продукты их превращений). Остаточные пестициды могут накапливаться в ЛРС при проведении различных видов сельскохозяйственной обработки семян растений, при их выращивании и хранении [7, 32, 53].

С целью увеличения экспортного потенциала сельскохозяйственной отрасли количество вносимых в почву удобрений и ядохимикатов ежегодно возрастает в геометрической прогрессии [195, 347]. На 2015 год применение только минеральных удобрений отмечалось на уровне 2 млн. тонн в год, в 2020 году – 4 млн. тонн, а к 2025 году планируется достигнуть отметки в 8 млн. тонн. По данным за прошедшее десятилетие, наивысший уровень химизации в сельском хозяйстве выявлен в Лискинском районе области (36,2 кг/га). Также высокий ее уровень (более 30 кг/га) отмечен в Верхнехавском, Ольховатском, Хохольском, Подгоренском, Россошанском, Репьевском, Панинском районах, преимущественно находящихся на северо-западе и западе Воронежской области [7, 114]. Свыше 700 сельскохозяйственных растениеводческих объектов в области используют пестициды и агрохимикаты.

Важной проблемой в обороте ядохимикатов является утилизация непригодных агропрепаратов. В области функционирует программа «Экология и природные ресурсы

Воронежской области», в рамках которой проводится утилизация пестицидов, в том числе их несанкционированных свалок. За последнее десятилетие на спецполигонах для захоронения утилизировано более 100 тонн пестицидов. По данным ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Воронежской области» на 2013 год, после исследования более 5800 проб объектов окружающей среды в регионе выявлялось превышение ПДК пестицидов в 2,1% исследуемых проб почв и 1,6% проб атмосферного воздуха. Наиболее неблагоприятными по концентрации данной группы экотоксикантов признаны пробы воздуха и почв, отобранные в Лискинском районе. Превышение ПДК отмечено для следующих пестицидов: ДДТ и его метаболиты, α , β , γ - изомеры ГХЦГ, банкол, децис, малатион. Наиболее часто выявлялось превышение ПДК производных ГХЦГ [7, 63, 114, 323, 328].

При исследовании дикорастущего ЛРС в Курской области (на примере листьев крапивы двудомной, травы зверобоя продырявленного, листьев мать-и-мачехи, листьев подорожника большого) было выявлено их загрязнение фосфорорганическими и ХОП. Так, содержание γ -ГХЦГ (линдана) достигало 0,61 мг/кг, что существенно превышало ПДК [32, 315].

Таким образом, в настоящее время из ХОП в почве чаще всего обнаруживают ГХЦГ и его изомеры, а также ДДТ и его метаболиты. Данная группа пестицидов является самой токсичной и устойчивой в окружающей среде. ХОП способны эффективно накапливаться в живых организмах. Несмотря на запрет применения отдельных соединений данной группы, их остаточные количества ежегодно находят в различных объектах окружающей среды, в том числе и ЛРС [50, 57, 58, 444].

ДДТ — инсектицид, используемый против комаров, саранчи и вредителей бобовых культур, хлопка. В настоящее время запрещен для применения во многих странах, так как эффективно кумулируется в жировой ткани животных и человека. На территории РФ практически использовался до 80-х годов прошлого столетия. Однако и сегодня используется в ряде развивающихся стран. ДДТ и его метаболиты обладают летучими свойствами, поэтому помимо появления их вблизи известных источников, они могут обнаруживаться в высоких концентрациях и вдали от них. Изомеры ДДТ проявляют антиандрогенные и эстрогенные свойства; есть данные о нейротоксическом, иммуносупрессорном действии ДДТ [32, 238, 372].

ГХЦГ используется для культивирования ряда овощей, ягод и фруктов, для обработки семян, очень активно - в лесном хозяйстве. В РФ его применение запрещено с 90-х годов XX века. Однако производные ГХЦГ часто встречаются в экологических пробах из-за использования их в качестве инсектицида в прошлом. Остатки ГХЦГ встречаются в пробах воды и воздуха повсеместно во всем мире, при этом в северных широтах чаще и больше, чем в средних, где расположены основные источники загрязнения. До 90 % изомеров ГХЦГ поступает в организм человека с пищей. ГХЦГ относится к токсикантам кожнорезорбтивного действия, способен накапливаться в жировой ткани, оказывать гематотоксическое действие [32, 238, 372].

Алдрин - чрезвычайно токсичный и стойкий контактный и кишечный инсектицид, гербицид, применяемый для борьбы с комарами и саранчой, протравки семян, борьбы с сорняками хлопчатника. Биохимически не разлагается и относится к одним из самых опасных пестицидов, широко применяемым в 70-е гг. прошлого века; в настоящее время запрещен в многих странах мира. Накапливается в почве, долго сохраняясь в ней и частично превращаясь в более токсичный диелдрин; из песчаных почв может испаряться. Аккумулируется в растениях, особенно в злаковых, легко мигрирует по трофическим цепям [238, 372].

Гептахлор – высокотоксичный инсектицид контактного действия, используемый с 1953 г. в сельском хозяйстве для выращивания кукурузы, подсолнечника; эффективен против насекомых-вредителей и их личинок. С 2001 года имеет глобальный запрет на производство и применение. Устойчив к биохимическому разложению, долго сохраняется в почве, превращаясь в более токсичную эпоксидную форму [238, 372].

Анализ зарубежных фармакопей (Европейской, Британской, США, Японской, Белорусской) показал, что определение пестицидов в ЛРС основано на общем принципе: экстракция, очистка и определение. При этом требования большинства фармакопей сходны. Так, фармакопеи Европейская, Британская, Белорусская и США предлагают сходную методику определения пестицидов методом газовой хроматографии после экстракции ацетоном. Требования ОФС.1.5.3.0011.15 имеют аналогичные принципы [32, 50, 53, 57, 194, 315].

1.1.4. Пылевое загрязнение ЛРС

Наибольший вклад в загрязнение городской среды вносят взвешенные в воздухе вещества (пыль). На каждого жителя РФ в среднем приходится более 200 кг взвешенных веществ, которые представляют собой мелкие твердые частицы органического или минерального происхождения, диаметром 0,005-0,10 мм. Частицы пыли повреждают стенки альвеол, нарушая первый иммунный барьер и открывая путь инфекциям и аллергенам [47].

ПДК максимальная разовая взвешенных в воздухе частиц составляет 0,5 мг/м³, а среднесуточная - 0,15 мг/м³. По данным Главной геофизической обсерватории имени А.И. Воейкова на 01.01.2020 г., Воронеж относится к четырем городам России, в которых содержание пыли в воздухе превышает ПДК более, чем в 2 раза (в 3,3 раза, а летом и осенью - в 3,9 раза) [101, 250, 326].

Причин высокой запыленности региона много. Во-первых, это использование пескосмеси зимой, остатки которой образуют весной пыльные бури (48500 тонн по данным на 2016 г.). Во-вторых, недостаточная озелененность области, что особенно усугубилось после обширных лесных пожаров в 2010 г. В-третьих, это результаты недостаточной очистки выбросов промышленных предприятий. Так, вокруг средней ТЭЦ с количеством выбросов 200 т/сутки концентрация пыли

составляет: на расстоянии 0,5 км - 5,94 мг/м; на расстоянии 1 км - 3,11 мг/м; на расстоянии 2 км - 1,21 мг/м; на расстоянии 3 км - 0,47 мг/м. В-четвертых, это выбросы автотранспорта. По данным агентства «Автостат», количество легкового автотранспорта в Воронеже в 2019 году превысило 318 тысяч. На тысячу жителей города приходится 308 автомашин (3 место среди городов РФ). При этом по качеству автомобильных дорог Воронежская область находится лишь на 61 месте среди регионов РФ. Воронеж оказался на пятом месте в рейтинге городов РФ с самыми загруженными дорогами, что влечет за собой увеличение токсичных выбросов автотранспорта, которые значительно возрастают при торможении и запуске мотора, что усиливается в автомобильных пробках [47, 379].

Многие растения обладают уникальной способностью к большому пылевому захвату [183]. В мировой литературе встречаются данные о выявлении растений с наибольшей стрессоустойчивостью и рекомендации их для городской экологизации. Листья с неровной шероховатой поверхностью, липким веществом и впалыми устьицами на поверхности благоприятны для осаждения пылевых частиц [375, 419, 449]. Так, в Лакхнау (Индия) на примере листьев растений, растущих вдоль дорог (ночной жасмин (*Nyctanthes arbor-tristis* L.), квискалис индийский (*Combretum indicum* L.), кукухба (*Terminalia arjuna* Roxb.), кукухба (*Terminalia arjuna* L.), шелковица белая (*Morus alba* L.)), показано, что по сравнению с листьями на фоновом участке, на загрязненных участках эпидермиальные клетки были нерегулярными и неправильной формы, клеточные границы не ясны, устьица засорены (осажденных частиц было в 2,5 раза больше). При этом уровни хлорофилла, каротиноидов, моносахаридов были уменьшены, а уровни аскорбиновой кислоты и аминокислоты пролина увеличены с увеличением количества осажденных частиц [380, 386, 387, 396, 420]. Исследования в Пекине показали, что листья вяза (*Ulmus pumila* L.), гинкго (*Ginkgo biloba* L.), ивы (*Salix babylonica* L.) эффективно накапливают мелкодисперсную пыль. Наибольший захват пыли отмечен для питтоспорума тобира (*Pittosporum tobira* W.T. Aiton), красной китайской сосны (*Pinus tabulaeformis* Carr.), калины душистой (*Viburnum odoratissimum* Ker Gawl.), кедра гималайского (*Cedrus deodara* G. Don), платана клёнолистного (*Platanus hispanica* Willd.) [368, 477]. Листья бирючины японской (*Ligustrum japonicum* Thunb.) и оливы европейской (*Olea europaea* L.) были рекомендованы в качестве биоиндикатора пыли по результатам исследования, проведенного в Баку [183, 395, 471].

Загрязнение ЛРС происходит почвенной пылью, имеющей минеральное происхождение и состоящей преимущественно из двуокиси кремния. Такие частицы хорошо адсорбируют другие загрязнители окружающей среды (полиароматические углеводороды, в частности бенз(α)пирен, ТМ, микроорганизмы), что усугубляет токсичное и алергизирующее свойства пыли и усиливает загрязнение ЛРС [434, 436]. Пылевые частицы, имеющие электрический заряд, гораздо интенсивнее задерживаются на поверхности растительного организма, чем незаряженные. Для

почвенной пыли характерен преимущественно положительный заряд, для взвешенных частиц металлов и их оксидов – отрицательный [183, 472, 474].

1.2. Влияние экотоксикантов на накопление БАВ в ЛРС

Образование и накопление БАВ в ЛРС – динамический процесс, взаимосвязанный с рядом факторов окружающей среды, в том числе антропогенных. Часто экотоксикантов выступают в роли ингибиторов фотосинтеза, благодаря которому происходит образование различных органических соединений, в том числе и БАВ. Известно, что ряд элементов обладает способностью транспортироваться из одних органов в другие, где происходит биосинтез с их участием. Экотоксиканты, в частности, ТМ, способны вызывать окислительное повреждение клеток растений, которые адаптируются к редокс-стрессу посредством активации антиоксидантных систем. При этом для ряда элементов, например, кадмия, описана возможность ингибирования антиоксидантных систем, в частности за счет блокирования глутатионредуктазы [20, 43, 395, 400, 481].

Важным и малоисследованным аспектом влияния хозяйственной деятельности человека на лекарственные растения является то, что в ответ на увеличение антропогенной нагрузки индуцируется дополнительный синтез вторичных метаболитов, которые играют важную роль в адаптации растений к изменяющимся условиям. Лигандами для хелатирования токсичных веществ являются органические кислоты, аминокислоты, пептиды, при этом некоторые вторичные метаболиты, например, полифенольные соединения, могут являться хелаторами и принимать участие в детоксикации экотоксикантов в растительном организме. Важнейшую роль среди таких метаболитов играют флавоноиды и ФКК [43, 410, 422, 426, 481]. Повышение их содержания является одной из неспецифических реакций на стрессовое воздействие окружающей среды. Это защитная функция в ответ на воздействие ультрафиолета, токсичных элементов, проникновение патогенов или механические повреждения, которая проявляется повышением активностей пероксидазы, фенилаланинаммиаклиаза, 4-гидроксилазы транскоричной кислоты и других энзимов, стимулирующих биосинтез фенольных соединений [43, 69, 124, 166].

Фенилаланинаммиаклиаза - ключевой фермент в фенилпропаноидном пути биосинтеза предшественника оксикоричных кислот (ОКК) (транскоричной кислоты), индукция синтеза которых, связана с их мембраностабилизирующим действием в условиях окислительного стресса. ОКК связываются с нефенольными полимерами клеточных стенок, способствуют их упрочнению и таким образом препятствуют проникновению ксенобиотиков [43, 371, 385, 410, 451, 481].

Существенный вклад в ответ на абиотические и антропогенные стрессы вносят флавоноиды, выполняющие функции антиоксидантов и защиты от повреждения дальним ультрафиолетом. Наибольшее значение здесь имеют флавоны и флавонолы, особенно кверцетин и

его производные. У высших растений наиболее распространен шикиматный путь их биосинтеза, также начинающийся с дезаминирования фенилаланина фенилаланинаммиаклиазой – стресс-индуцибельного фермента, благодаря индукции экспрессии кодирующих генов которого, в частности, под воздействием экотоксикантов, резко возрастает его активность. Это показано в ряде работ отечественных и зарубежных авторов. Так, в публикациях И.И. Баяндиной, Ю.В. Загурской, Т.И. Сиромля, Г.И. Высочинной, Е.В. Дыминой, О.В. Коцупий, А.Л. Богатырева, О.О. Вронской, А.И. Сысо была показана индукция синтеза флавоноидов и других полифенолов в ЛРС антропогенно нарушенных экотопов Западной Сибири на примере травы тысячелистника обыкновенного, травы зверобоя продырявленного, травы пустырника пятилопастного, листьев осины обыкновенной, листьев эхиноцеи пурпурной, листьев боярышника, листьев черемухи обыкновенной [46, 65, 108-112, 282, 292, 297, 357]. В работах О.Н. Немерешинной, Н.Ф. Гусева, Н.В. Чуковой, Т.Н. Суровяткиной, В.В. Трубникова также была выявлена индукция синтеза флавоноидов и ФКК в качестве механизма экологической устойчивости растений (на примере горца птичьего, льнянки обыкновенной, подорожника большого, лабазника вязолистного, тысячелистника благородного, земляники зеленой) в урбоценозах Оренбургской области с повышенным содержанием ТМ в почве и самом растении [213-218, 290]. Обнаружена индукция синтеза флавоноидов ряской горбатой под влиянием коротковолнового УФ-излучения и повышенных концентраций меди [460]. Данная закономерность подтверждена на примере фасоли огненно-красной при обработке растения избытком солей меди и кадмия [470]. Концентрация полифенолов в корнях женьшеня обыкновенного при обработке избытком солей меди увеличивается на 26%, преимущественно за счет флавоноидов – их содержание возрастает на 83%. Избыток солей кадмия провоцирует рост содержания флавоноидов в физалисе солнечнолистном [20].

Выявлена индукция синтеза ЭМ и содержания в нем эвгенола в траве базилика тонкоцветного под воздействием высоких концентраций хрома [401]. Окислительный кадмиевый стресс, по данным авторов, стимулирует биосинтез алкалоидов гипофиллантина и филлантина в траве филлантуса горького. В листьях бакопа Монье накопление стероидного сапонина бакозида-А стимулируется избытком железа в почве [461]. Избыток меди индуцирует биосинтез сапонина диосгенина в траве диоскорей клубненосной [440].

Однако Эльгуера Ж.К. на примере кресс-салата показал, что избыток ионов кадмия повышает содержание гликозидированных фенолов, селена - стимулирует биосинтез свободных фенолов, а совместное присутствие высоких доз этих элементов снижает содержание фенольных соединений [400], что можно объяснить законом взаимодействия факторов, согласно которому оптимальная зона и пределы выносливости организмов по отношению к какому-либо фактору среды могут смещаться в зависимости от того, с какой силой и в каком сочетании действуют одновременно другие факторы. Мурч С.Й. с соавторами показал полную потерю способности

травы зверобоя продырявленного к биосинтезу гиперфорина и снижение в 20 раз содержания псевдогиперицина и гиперидина в условиях загрязнения среды произрастания никелем. Окислительный кадмиево-кобальтовый стресс стимулирует накопление диосгенина в траве пажитника греческого, при этом избыток никеля и хрома подавляет его биосинтез [442]. Желязковым В.Д. и Ниелсеном Н.Е. выявлено снижение роста надземной части мяты перечной и содержания ЭМ (на 14%) в условиях произрастания на загрязненной территории по сравнению с контролем [483].

Реакция на редокс-стресс не просто видоспецифична, но и может значительно варьировать среди представителей одного вида. Так, Ковасик Ю. с соавторами на примере тетраплоидных цветков ромашки аптечной показал, что обработка растения избытком солей никеля и кадмия увеличивает содержание кислоты хлорогеновой в 4 раза, не влияет на содержание флавоноидов и значительно снижает накопление кумаринов. При этом в диплоидном сорте ромашки аптечной избыток кадмия стимулирует биосинтез флавоноидов [446, 459]. Мильшина Л.А. при изучении компонентного состава ЭМ пижмы обыкновенной на примере ЛРС из урбоценозов Красноярского края и Оренбургской области обнаружила, что компонентный состав ЭМ схож, но часть образцов из Красноярского края содержит в значительных количествах камфору, а из Оренбургской области - 23 компонента, не встречающихся в ЛРС Красноярского края [197].

Таким образом, литературные сведения показывают, что загрязнение среды произрастания ЛРС экотоксикантами может как угнетать биосинтез БАВ, так и стимулировать его в ряде случаев [20]. Реакции растений на абиотические и антропогенные факторы не просто видоспецифичны, но и отличаются внутривидовой дифференциацией, что делает актуальным изучение характера воздействия конкретных экотоксикантов на вторичный метаболизм в ЛРС.

1.3. Эколого-фармакогностическая характеристика объектов исследования

При выборе объектов исследования учитывались различные факторы: представлены виды ЛРС, включающие разные органы (части) растений (листья, цветки, трава, корни) от разных форм производящих растений – травянистые и древесные формы растительности; выбранные объекты являются представителями как естественных растительных сообществ, так и синантропной растительности, заготавливаются в средней полосе РФ, в т.ч. в Воронежской области.

1.3.1. Трава горца птичьего *Polygonum aviculare* L.

Горец птичий (*Polygonum aviculare* L. (syn. *Polygonum monspeliense* C.Thiébaud ex Pers., *Polygonum heterophyllum* L.)) относится к классу Двудольные (Magnoliopsida), порядку Гвоздичноцветные (Caryophyllales), семейству Гречишные (Polygonaceae), роду Горец (*Polygonum* L.) [166, 170, 206]. Это однолетнее травянистое растение высотой до 70 см, стебель сильно

разветвлённый с сильно выраженными узлами, от основания лежащий, реже восходящий. Корень стержневой, маловетвистый. Листья серовато-зелёные, короткочерешковые, очередные, линейно-ланцетные. В узлах имеются плёнчатые белые двулопастные раструбы. Мелкие пазушные цветки собраны пучками по 2—5. Околоцветник простой, пятичленный, зелёный или белый с розоватыми краями. Синантропный рудеральный евроазиатский вид, распространён в лесной и степной зонах; цветёт с мая и до октября, более интенсивно - в июле – августе [166, 206, 345]. Засухоустойчив, неприхотлив, устойчив на любых субстратах, выносит солонцеватость, уплотнение почвы, вытаптывание [32, 170].

Трава горца птичьего обладает капилляроукрепляющей, антиоксидантной, нефролитической, диуретической, гипотензивной, противовоспалительной, спазмолитической, кровоостанавливающей, гастропротективной, фунгицидной, антибактериальной, противоопухолевой, гепатопротекторной, желчегонной, гипогликемической, тонизирующей активностью. ЛРС отпускается в пачках и брикетах, входит в состав сбора «Здренко», капель «Уронефрин» [19, 69, 202, 264].

Важнейшей группой БАВ являются флавоноиды (до 9,5 %), представленные более 30 гликозидами, агликонами которых являются кемпферол, мирицетин, кверцетин, рамнетин. Горец птичий содержит от 0,5% до 4,9 % дубильных веществ (катехины и глюкопонины), фенолкарбоновые кислоты (ФКК) (производные бензойной, кофейной, хлорогеновой, кумаровая, коричной кислот), антраценпроизводные, смолы, горечь, слизь, жиры, углеводы, до 1 % кремнийорганических соединений, до 1% аскорбиновой кислоты, витамины Е, К, каротины (до 0,4%), макро- и микроэлементы (калий, магний, кремний, железо, медь, хром и др.) [19, 32, 46, 334].

Горец птичий эффективно аккумулирует из почв различные элементы. Исследования Колчанова Р.А. по сравнительному анализу накопления экотоксикантов в растениях Белгородской области показали относительно высокую аккумулирующую способность цезия-137 в траве горца птичьего (от 21 до 121 Бк/кг), а также устойчивость к накоплению свинца [155]. Хапиевой З.М. и Булатовой А.Р. выявлено, что в траве горца птичьего эффективно накапливаются хром, кобальт, медь [334]. Злобина Ю.М. и Федосова И.В. обнаружили выраженную кумуляцию из почв травой горца птичьего магния, меди и цинка [115]. Васильевой Т.Н. на основе сравнительного анализа ЛРС, заготовленного вблизи промышленных объектов г. Оренбурга, выявлены высокие аккумулирующие способности травы горца птичьего в отношении свинца и кадмия, а также наличие тесной корреляционной связи концентраций элементов в почве и ЛРС [30]. Исследования Шайхутдиновой А.А. и Немерешиной О.Н. показали, что в данном виде ЛРС Оренбургской области, в наибольшей степени аккумулируется медь, цинк, кобальт, марганец, а также была отмечена корреляция между накоплением в сырье меди, марганца, цинка, свинца и концентрацией данных элементов в ВСП [216, 349].

Елагина Д.С. с соавторами изучала содержание в траве горца птичьего ТМиМ в условиях урбанизированных территорий республики Татарстан. Показано превышение ПДК содержания кадмия в фитомассе растений горца в 15 раз, цинка – почти в 2 раза. Выявлено, что интенсивность накопления свинца и кадмия увеличивается со снижением их подвижных форм в почве, а кобальта и цинка – с возрастанием концентраций подвижных форм элементов в почве. Показано, что горец птичий является концентратором железа, никеля, хрома и марганца. ЛРС активно накапливало цинки и медь в течение всего вегетационного периода. Свинец характеризовался слабым биологическим захватом до середины вегетационного периода. К концу вегетации отмечалось повышение темпов накопления кадмия, а также марганца, никеля, кобальта и хрома из почв. Елагина Д.С. с соавторами выявила подавляющее влияние всех ТМ на биосинтез флавоноидов и хлорофиллов в траве горца птичьего, заготовленного в зоне антропогенной нагрузки [288].

Гравель И.В. показано относительно высокое накопление травой горца птичьего в Алтайском крае железа (более 380 мкг/г), марганца (более 70 мкг/г), цезия (до 0,14 мкг/г). Переход железа в водное извлечение (настой) составляет 29,6%, марганца – 13,39%, цинка – 7,71%, меди – 0,94%, никеля – 0,75%, хрома – 0,17%, молибдена – 0,11%, свинца – 0,016%, а кадмия – 0,008% от содержания в сырье [57].

1.3.2. Трава полыни горькой *Artemisia absinthium* L.

Полынь горькая (*Artemisia absinthium* L. (syn. *Absinthium majus* Garsault nom. inval., *Artemisia baldaccii* Degen, *Artemisia pendula* Salisb., *Artemisia doonense* Royle, *Absinthium officinale* Brot. и др.)) относится к классу Двудольные (Magnoliopsida), порядку Астроцветные (Asterales), семейству Сложноцветные (Compositae), роду Полынь (*Artemisia* L.) [166, 170, 206]. Это многолетнее травянистое растение высотой 50-200 см, с горьким вкусом и пряным запахом. Корни стержневые, ветвистые. Стебли прямостоячие, с серебристо-войлочным опушением. Листья зеленовато-серые, короткочерешковые, опушенные, дважды-трижды перисторассечённые с линейно-продолговатыми дольками. Цветки жёлтые, трубчатые, срединные — обоеполые, краевые — пестичные. Корзинки шаровидные, до 3,5 мм в диаметре, собраны в однобокие кисти, формирующие метельчатое соцветие. Рудеральный синантропный вид, на территории РФ встречается практически повсеместно в лесной, лесостепной и степной зонах, часто доминирует в формирующихся при самозаращении отвалов и карьеров фитоценозах; в средней полосе РФ цветет в июне — июле. Предпочитает богатые почвы с нейтральной реакцией, умеренное увлажнение. Эвгалофит. Устойчив к засухам и морозам [166, 206, 345].

Трава полыни горькой применяется для улучшения аппетита и функции органов желудочно-кишечного тракта как желчегонное, гепатопротекторное, противовоспалительное, спазмолитическое, противопаразитарное, антисептическое средство

[374,377,382,384,391,398,403,409,429,439,454,468]. Реализуется как ЛРС в пачках, в виде настойки, входит в состав сборов и фиточаев («Здренко», «Для возбуждения аппетита», «Алкофоб», «Эугастрина»), а также ряда препаратов и БАД (биогель «Полынь горькая», таблетки «Артемида», бальзам «Биттнер» и др.) [60,141,264,275].

В химическом составе травы полыни горькой, описанном в многочисленных работах отечественных и зарубежных авторов (Алякина А.А., Бузук Г.Н., Эльяшевич Е.Г., Велоноговой В.Д., Кароматова И.Д., Северина А.П., Яцюк В.Я., Ботова А.Ю., Ханиной М.А., Vora K.S., Craciunescu O., de Almeida L.M., Martnez-Dfaz R.A., Monzote L., Mihajilov-Krstev T., Turak A. и др.), преобладают эфирные масла (ЭМ) (0,2-0,8%) и флавоноиды (до 1,5-1,8%). ЭМ растения включает более 90 компонентов, основными из которых являются хамазулен (12,3%) и цинеол (15,9%), а также β -мирцен (5,1%), нерил-2-метилбутаноат (4,9%), нерил-3-метилбутаноат (4,0%) линалоол (2,6%) и др. Флавоноиды представлены преимущественно производными кверцетина, артеметина, кемпферола, изорамнетина, апигенина, спинацетина. Также в ЛРС содержатся сесквитерпеновые лактоны (до 0,4%: абсинтин, изоабсинтин, абсинтолид, артабсин, анабсинтин, арабеин, кетопеленозид А и В и др.), дубильные вещества (катехины и лейкоантоцианидины до 10,5%), кумарины (умбеллиферон, скополетин), сапонины, лигнаны (лириорезинолы А и С), органические кислоты (янтарная, яблочная), ФКК (хлорогеновая, 2-кофеоилхинная, 4-кофеоилхинная). Трава полыни горькой богата витаминами (В₁, В₂, В₅, В₆, В₉, С, РР), макро- (калий, магний, фосфор) и микроэлементами (марганец, цинк, медь) [26, 33, 141, 160, 274, 333, 337, 338, 358, 473].

В литературе встречаются отдельные эколого-гигиенические исследования по оценке качества травы полыни горькой. Позняк С.С. при проведении комплексного исследования по определению закономерностей распределения ТМ в растениях из агроценозов республики Беларусь экспериментально подтвердил предположение о том, что растения обладают селективной способностью к накоплению химических элементов и выявил, что полынь горькая способна к повышенной аккумуляции ТМ, в частности циркония, стронция, свинца, хрома, кобальта, олова, которые она накапливает из почв в токсичных концентрациях, что в сочетании с высокой фитомассой надземной части делает растение перспективным для санации почв загрязненных территорий [243].

В работах Аюповой Р.Н. и Никитиной В.С. изучена изменчивость накопления флавоноидов в траве полыни горькой. Выявлено, что максимальное количество флавоноидов наблюдается в контрольных образцах и образцах, отобранных на участке очистного сооружения (более 1,8 мг/г). В других образцах, заготовленных в урбанизированных условиях, содержание флавоноидов гораздо ниже (менее 1,0 мг/г), что авторы связывают с повышенным содержанием на этих участках кадмия, свинца, цинка, меди, а также токсических органических соединений [15]. Исследования Королева А.С. с соавторами показали, что накопление экотоксикантов определяется

не только наличием физиологических барьеров у полыни горькой, но и условиями произрастания. Так, образцы шламовых полей имеют повышенное содержание натрия, никеля, но пониженное содержание цинка и железа, что не выявлено для образцов контрольных территорий. При этом угнетения и существенных морфологических изменений растений практически не выявлено [159].

Исследования Чибрика Т.С. показали, что адаптация растения в условиях урбоценозов, в частности отвалов и карьеров, к высокому содержанию ТМ в почве идет по линии накопления их избыточных содержаний в траве, при этом угнетения роста и развития полыни горькой, а также заметных морфологических изменений не отмечается. При этом отмечается заметное снижение абсолютных концентраций ТМ и коэффициентов их накопления в ЛРС, заготовленном на рекультивированных территориях с большим содержанием органических веществ, что объясняется включением элементов в прочные органо-минеральные комплексы почв [346].

В исследованиях Милютиной Н.О. с соавторами выявлена положительная корреляция между высоким содержанием меди, цинка, никеля и свинца в грунте и концентрациями их в траве полыни горькой. При этом наибольшее содержание исследуемых элементов было обнаружено в листьях растения. Коэффициенты переноса элементов в системе «корень–листья», которые оказались менее вариабельными, чем коэффициенты переноса в системе «почва-корень» (что, вероятно, связано с большими различиями концентраций металлов в почвах), для меди составили 1,3,-1,8, для никеля – 1,5-2,2, для цинка 2,2-3,0. Исследования позволили авторам дать рекомендации по использованию полыни горькой в качестве фиторемедианта для снижения концентрации токсичных элементов в загрязненных почвах [8]. Исследования Бускуновой Г.Г. и Ягафаровой Г.А. по биогеохимической активности ЛРС в условиях техногенного загрязнения показали, что абсолютным лидером по данному показателю в урбоценозах республики Башкортостан является полынь горькая (суммарная величина, получающаяся при сложении коэффициентов поглощения меди, цинка, марганца, железа, кадмия и свинца, достигала значения 21,8) [28,29]. Васильевой Т.Н. на основе сравнительного анализа ЛРС урбоценозов г. Оренбурга показаны высокие аккумулярующие способности полыни горькой в отношении свинца и кадмия, а также наличие жесткой корреляционной связи концентраций элементов в почве и ЛРС [30,31]. Сунцовой Е.С. с соавторами на основе сравнительного анализа 12 видов ЛРС, заготовленного на территории Кирово-Чепецкого промышленного комплекса, также выявлена наибольшая аккумулярующая способность к соединениям свинца, кадмия, меди [9]. Исследования Поппа Я.И. и Боковой Т.И. по накоплению меди, цинка и кадмия в 19 видах ЛРС поймы рек Обь и Иртыш позволили отметить траву полыни горькой как ЛРС с минимальными концентрирующими способностями в отношении меди (2,6 мг/кг) и кадмия (0,13 мг/кг) [249]. Однако Любимовым С.С. с рядом соавторов на основе анализа экологических показателей более 20 растительных биоиндикаторов для мониторинга в Брянской области показано, что трава полыни горькой

относится к природным биоконцентраторам цинка (до 127,1 мг/кг), стронция (до 126,9 мг/кг), меди (до 57,8 мг/кг), хрома (до 2,1 мг/кг) [130]. Скугорева С.Г. с соавторами, занимавшимися эколого-гигиенической оценкой растений Кирово-Чепецкого промышленного комплекса, на примере 60 образцов ЛРС показана способность полыни горькой к аккумуляции кадмия, свинца, ртути, марганца, кобальта, меди, железа и никеля, а также стронция-90 (КН 1,49), цезия-137 (КН 1,01), урана-238 (КН 0,28) [129, 286]. Исследования Колчанова Р.А. по сравнительному анализу накопления РН в ЛРС в Белгородской области, проведенные на примере 31 вида, показали относительно высокую аккумулирующую способность цезия-137 у травы полыни горькой (от 21 до 160 Бк/кг) [155].

Таким образом, обзор литературных данных по эколого-гигиенической оценке травы полыни горькой показал, что полученные результаты экспериментов, ранее проведенных разными авторами, достаточно противоречивы, что указывает на необходимость проведения комплексных глубоких исследований по изучению особенностей накопления данным видом ЛРС основных групп БАВ и экотоксикантов.

1.3.3. Трава тысячелистника обыкновенного *Achillea millefolium* L.

Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L. (syn. *Achillea angustissima* Rydb., *Achillea compacta* Lam., *Achillea gigantea* Pollard, *Achillios millefoliatus* St.-Lag., *Achillea tanacetifolia* Mill. и др.)) относится к классу Двудольные (Magnoliopsida), порядку Астроцветные (Asterales), семейству Сложноцветные (Compositae), роду Тысячелистник (*Achillea* L.) [166, 170, 206]. Это многолетнее травянистое растение. Стебель до 70-80 см, прямостоячий. Листья серо-зеленые, очередные, иногда опушенные, дважды или трижды перисторассеченные. Цветки собраны в мелкие корзинки, образующие сложные щитковидные соцветия на вершине разветвлений стебля. Формирует 5-6 краевых язычковых пестичных цветков, срединные цветки двуполые. Синантропный вид, на территории РФ встречается практически повсеместно; в Центральной полосе РФ цветет с июня по август. К почве неприхотлив, приживается как на плодородных землях, так и на бедных супесях и суглинках, переносит зной и засуху [64, 166, 169, 170, 206, 345].

Трава тысячелистника обыкновенного обладает бактерицидным, противовоспалительным, противопаразитарным, ранозаживляющим, гемостатическим действием; возбуждает аппетит, усиливает секрецию желудочного сока [348, 365, 369, 376, 381, 390, 425, 445, 447, 469]. Отпускается в пачках и брикетах, входит в состав фиточаев и сборов («Противогеморроидальный», «Слабительный №1», «Здренко», «Желчегонный №2», «Желчегонный №3», «Для возбуждения аппетита»), а также ряда ЛП (настойка, экстракт, масляный экстракт, экстракт «Ротокан») и БАД (бальзам «Московия», порошок «Секреты столетий», таблетки «Уголек по-стахановски», пастилки «Натурино», мазь «Цикадерма» и др.) [64, 264].

Широкое применение обусловлено богатым химическим составом ЛРС, описанным в работах Юсубова М.С., Калинкиной Г.И., Мякинкова А.Г., Коновалова Д.А., Злобиной Ю.М., Евфремова А.А., Доржиевой Д.Ч., Шаталиной Н.В., Рябининой Е.И., Damon M., Saednia S., Dokhani Sh., Benedek B., Fakconieri D., Waszek K., Vitalini S., Nadin M.M. и др. Основные группы БАВ - ЭМ (0,5-0,9%, до 47 компонентов, основные из них - туйол, туйон, эвкалиптол, кариофиллен, камфора, бизаболол, линалил пропаноат, хамазулен, азулен, борнеол) и флавоноиды, представленные преимущественно кверцетином, рутином, апигенином, лютеолином. Также ЛРС содержит дубильные вещества, органические кислоты (аскорбиновую, изовалериановую, уксусную), сесквитерпены (матрицин, миллефолид), смолы, горькие гликозиды, алкалоиды (ахиллеин, стахидрин, бетоницин), каротин, витамины К, С, РР, макро- (калий (1,62%), кальций (0,61%), магний (0,12%)) и микроэлементы (медь (1,55%)) [64, 105, 110, 116, 137, 156, 207, 269, 352, 360, 407].

На примере тысячелистника обыкновенного проводился ряд экологических исследований влияния урбанизации на биохимические признаки растения.

Немерешиной О.Н. с соавторами выявлено, что уровень содержания марганца, цинка, меди, стронция, свинца, никеля, кобальта, циркония, молибдена в траве тысячелистника обыкновенного, заготовленного вблизи газоперерабатывающего завода, в несколько раз превышает контрольные показатели, что объясняется окислительным стрессом, вызывающим индукцию синтеза антиоксидантных полифенольных соединений [218]. Бабкиной Л.А. показана высокая аккумулярующая способность соцветий тысячелистника обыкновенного в отношении цинка, заготовленных как в естественных растительных сообществах, так и в урбоценозах, заметно превышающая накопительную активность корней и стеблей растения [16]. Васильевой Т.Н. и Брудасовым Ю.А. на основе сравнительного анализа ЛРС урбоценозов г. Оренбурга выявлены высокие аккумулярующие способности ЛРС в отношении свинца и кадмия, а также наличие жесткой корреляционной связи концентраций элементов в почве и ЛРС [30,31]. Семенова И.Н. подтвердила способность травы тысячелистника обыкновенного к высокому накоплению цинка и кадмия, распределив ТМ в следующий ряд убывания активности аккумуляции: кадмий > цинк > никель > медь > кобальт > марганец > свинец > железо [289].

Ягафарова Г.А. доказала, что если концентрация биофильных элементов (марганец, железо, медь, цинк) в почве низкая, то ЛРС является их концентратором, если высокая – срабатывает некоторая барьерная система (на уровне корневой системы), препятствующая накоплению избытка ТМ [361]. Семенова В.В. обнаружила, что усвоение травой тысячелистника обыкновенного ТМ и микроэлементов даже в экологически чистых районах значительно варьирует, что зависит от типа почв и ее кислотности. Так, концентрация свинца в растениях, произрастающих на карбонатной глинистой почве, превышает их содержание в растениях, заготовленных на карбонатной

среднесуглинистой почве, в 2,6 раза [279]. Любимовым С.С. с соавторами на основе анализа ЛРС Брянской области показано, что трава тысячелистника обыкновенного относится к природным биоконцентраторам никеля (6,67 мг/кг), а также в высоких количествах накапливает цинк (98,9 мг/кг), при этом содержание элементов сильно варьировало в зависимости от района заготовки [130]. Клемпер А.В., проводя изучение более 370 образцов ЛРС Северо-Западного региона РФ, показал, что травы тысячелистника обыкновенного является концентратором меди [147,148].

Исследования Егоровой И.Н. выявили высокие аккумулярующие способности соцветий растения урбанизированных районов Кемерово в отношении цинка, марганца, меди, железа и никеля. Анализ радионуклидного загрязнения ЛРС показал преимущественное накопление естественных изотопов калия-40 (81% общей радиоактивности травы и 76% - соцветий). Аккумуляция искусственных РН – цезия-137 и стронция-90 – характеризуется абсолютными значениями от 0,46 Бк/кг до 1,02 Бк/кг и коэффициентами накопления от 0,41 до 0,56, что является относительно невысокими показателями, соответствующими нормативным требованиям [98, 100]. Колчанов Р.А. с соавторами при сравнительном анализе накопления свинца ЛРС в Белгородской области отметил, что трава тысячелистника обыкновенного обладает относительно остальных 10 видов ЛРС высокой устойчивостью к накоплению данного металла. Исследования тех же авторов по сравнительному анализу накопления РН в ЛРС, проведенные на примере 31 вида ЛРС, показали относительно низкую аккумулярующую способность цезия-137 у тысячелистника обыкновенного (11-85 Бк/кг) [155].

Злобиной Ю.М. выявлено существование физиологических барьеров аккумуляции кадмия и никеля в траве тысячелистника обыкновенного, а марганец, цинк, магний, свинец и мышьяк накапливаются пропорционально их содержанию в почве при любых концентрациях. Показано наибольшее накопление ЭМ в образцах, заготовленных на почвах с высоким содержанием нитратов и пониженной концентрацией ионов натрия и хлора [116]. Ефремовым А.А. с соавторами проведено исследование ЛРС естественных фитоценозов и урбоценозов Красноярского края. Оказалось, что количество ЭВ, извлекаемых растворителями различной полярности (от воды до диэтилового эфира), в ЛРС из естественных фитоценозов на 5-6% превышает данный показатель в сырье, заготовленном в урбоценозах региона. При этом отмечено превышение ПДК содержания свинца в ЛРС из урбоценозов Красноярского края в 4,5 раза, а кадмия – в 2,0 раза [37, 105]. Сысо А.И. показано, что в условиях урбоценозов трава тысячелистника обыкновенного безбарьерно накапливает фосфор, кальций, магний, калий, бор и молибден. КН кадмия, цинка, лантана варьируют от 0,5 до 2,0; бария, бериллия, кобальта, меди, марганца, никеля, свинца, кремния, циркония, стронция, галлия, иттрия – от 1,0 до 10,0; алюминия, хрома, железа, натрия, титана, ванадия – от 1,0 до 40,0. Выявлено, что содержание флавоноидов увеличивается при повышении содержания в сырье кадмия, хрома, лантана, никеля, титана, циркония, кобальта, иттрия и

снижается – при увеличении концентраций хрома, магния и кремния. Накопление дубильных веществ увеличивается при повышении содержания в траве тысячелистника бериллия, иттрия, магния, хрома, титана, ванадия, циркония. Общее содержание флавоноидов в ЛРС из урбоценозов соответствует таковому в аптечном ЛРС (0,4-1,3%), но возрастает содержание дубильных веществ (до 5,5%), хлорофилла (а – 0,7 мг/кг, b- 0,6 мг/кг) и каротиноидов (0,34 мг/кг) [357].

По данным И.В. Гравель, трава тысячелистника обыкновенного является активным накопителем кадмия и меди, при этом металлы относительно легко переходят из ЛРС в настои и экстракты - до 40% содержащегося кобальта, до 50% марганца, до 29% никеля, до 27% свинца, а ХОП – с невысокой эффективностью (0,02-8%) [57, 58].

Таким образом, описанные в литературе оценки особенностей накопления отдельных элементов и БАВ травой тысячелистника обыкновенного многочисленны, свидетельствуют о высокой способности данного вида ЛРС к аккумуляции токсикантов, но не лишены противоречий, а потому актуальной задачей является проведение комплексного эколого-гигиенического исследования данного вида ЛРС.

1.3.4. Трава пустырника пятилопастного *Leonurus quinquelobatus* Gilib.

Пустырник пятилопастной (*Leonurus quinquelobatus* L. (syn. *Leonurus cardiaca* K.Koch, *Cardiaca quinquelobata* Gilib., *Leonurus villosus* Desf.ex D'Urv.)) относится к классу Двудольные (Magnoliopsida), порядку Гвоздичноцветные (Caryophyllales), семейству Губоцветные (Labiatae), роду Пустырник (*Leonurus* L.) [166, 170, 206, 267]. Это многолетнее травянистое растение высотой от 30 до 100 см. Стебель серовато-зеленый, внутри полый, четырехгранный. Листья черешковые, супротивные, ланцетовидные, 3-7-пальчато-лопастные. Цветки мелкие, пазушные, имеют четыре тычинки и один пестик, собраны в длинное колосовидное соцветие. Стебли, листья, чашечки цветов опушены. Рудеральный синантропный вид, распространен в Европе, на Кавказе, Западной Азии, Сибири; в средней полосе РФ цветет с июня до сентября. Предпочитает азотистые, глинисто-песчаные почвы. Активен в заселении пустырей, способен вытесняться конкурентными видами [166, 206, 267, 345].

Используется в ряде лекарственных препаратов и более чем 40 БАДов, виде ЛРС, настойки, жидкого экстракта, сухого экстракта. Отпускается в пачках, брикетах, фильтр-пакетах для приготовления настоев. Входит в состав более 12 сборов и фиточаев (Успокоительный сбор №2, №3, Спазмолитический сбор, Фитоседан №2, №3, Пустырник — Биокор и др.), капель (ландышево-пустырниковых, Валеодикрамен, Фитокапли Витамин В₆ и др.), жидких экстрактов (Фито Ново-Сед, Пустырник Форте), сиропов (Валемидин плюс), бальзамов (Московия), драже (Вечернее плюс, Пустырник Биокор и др.), гранул (Пустырник пятилопастной, Пустырник сибирский), таблеток (Алфавит Биоритм, Пустырник Форте, Пустырник Форте Эвалар, Пустырник

Сантерелла, Пустырник Эко и др.), капсул (Стрессовит, Пустырник с магнием и В6, Пустырник Премиум и др.). Препараты пустырника пятилопастного оказывают успокоительное, снотворное, спазмолитическое, диуретическое, кардиотоническое, гипотензивное, антиаритмическое, гастропротекторное действие [163, 212, 230, 264, 339].

Основными действующими веществами травы пустырника пятилопастного являются флавоноидные гликозиды (до 1,5%, основные представители – рутин, кверцетин, квинквелозид, космосин, кверцетрин, 7- глюкозид кверцетина, гиперозид, кверцимеритрин и др.) и иридоиды (в листьях 0,7%, основные представители - леонурид, аюгол, гарпагид, аюгозид, гарпагида ацетат). В ЛРС содержатся алкалоиды (до 0,4% - стахидрин, леонурин, холин), дубильные вещества (до 2,5%), сапонины, дитерпеновая горечь (леокардин), ЭМ (до 0,1%, основные компоненты - кардиофиллен, β -пинен, λ -пинен), аскорбиновая кислота (в листьях до 65,3 мг%), каротиноиды (до 3,0-3,6 мг/г), ФКК и их производные, 19 аминокислот (до 4% с преобладание лейцина, аргинина и валина), минеральные соли (в частности, макроэлементы - калий, кальций, магний, железо; микроэлементы – бор, хром, селен, молибден, цинк, марганец, медь) [18, 126, 236, 329, 408, 467].

Эколого-гигиеническая оценка качества травы пустырника пятилопастного встречается в научной литературе относительно редко.

Загурской Ю.В., Баяндиной И.И., Сиромля Т.И. с соавторами проведены эколого-географические исследования по оценке качества травы пустырника пятилопастного, заготовленного в антропогенно нарушенных районах Западной Сибири. Выявлены отличия в морфологических характеристиках растений в зависимости от района культивации. Размер растений уменьшался в следующем порядке: Новосибирская область > Кемеровская область > Алтайский край. Максимальная фитомасса, заготовленная от одного растения, также отмечена для сырья из Новосибирской области. Несмотря на высокое содержание ТМ в почвах исследуемых районов, концентрация токсичных элементов в образцах не превышает ПДК. Содержание фенольных соединений и флавоноидов оказалось наиболее высоким в образцах из Новосибирской области, низким – из Алтайского края. Наибольшее содержание гидроксикоричных кислот отмечено в сырье из Кемеровской области и Алтайского края, что можно объяснить стимулирующим действием этих веществ, в частности, хлорогеновой кислоты, в растениях с меньшей фитомассой [20,108,109].

Латышевская Н.И. и Стрекалова А.С., анализируя результаты исследований антропогенного загрязнения ЛРС из реакционной зоны Волгограда, пришли к выводу, что содержание токсичных элементов в корнях пустырника пятилопастного выше, чем в листьях и траве. Наибольшие аккумулярующие способности у растения выявлены в отношении цинка, меди и свинца [173]. Любимовым С.С. с соавторами на основе анализа более 20 видов ЛРС из Брянской

области показано, что трава пустырника относится к природным биоконцентраторам железа (до 90,3 мг/кг) и цинка [130].

Исследования Рукавишниковой О.В. по радионуклидному загрязнению ЛРС Челябинской области в результате аварии на производственном объединении «Маяк» показали, что по накопительной способности травы пустырника пятилопастного РН можно выстроить следующий ряд по убыванию: стронций-90 > цезий-137 > плутоний-239 [267]. Работы Колчанова Р.А. с соавторами по изучению накопления РН в ЛРС Белгородской области обнаружили относительно высокую аккумулялирующую способность пустырника пятилопастного в отношении цезия-137 (от 30 Бк/кг до 160 Бк/кг). Исследования этих же авторов по сравнительному анализу накопления свинца в ЛРС из этого региона показали, что трава пустырника пятилопастного относительно других 10 видов растений обладает наиболее высокой аккумулялирующей способностью к накоплению указанного элемента [155].

Гравель И.В. с соавторами выявлено высокое накопление аптечной травой пустырника пятилопастного железа (973 мкг/г), марганца (91 мкг/г), меди (16 мкг/г), цинка (15 мкг/г), никеля (12 мкг/г), хрома (3,1 мкг/кг), свинца (1,1 мкг/г), что является очень высокими показателями относительно других видов ЛРС, входящих в «Спазмолитический сбор». При этом переход железа в водное извлечение составляет 4,6 %, марганца – 22,3%, цинка – 24,5%, меди – 6,3%, никеля – 12,5%, хрома – 2,7%, свинца – 13,3%, от содержания в сырье. Баклановой Т.А. показан переход в настой из травы пустырника пятилопастного свинца до 15%, цинка – до 10%, хрома – до 8%, железа – до 29,8%, стронция – до 4,7% [57].

1.3.5. Листья подорожника большого *Plantago major* L.

Подорожник большой (*Plantago major* L.) относится к классу Двудольные (Magnoliopsida), порядку Ясноткоцветные (Lamiales), семейству Подорожниковые (Plantaginaceae), роду Подорожник (*Plantago* L.) [166, 170, 206]. Это многолетнее травянистое растение, высотой от 5 до 70 см. Корневая система мочковатая. Листья крупные (длиной до 12-15 см), черешковые, эллиптические, цельнокрайние, собраны в прикорневую розетку. Соцветие - простой колос с сидящими мелкими зеленовато-серыми цветками. Синантропный рудеральный евроазиатский вид; цвести может с мая до сентября. Южнее линии Архангельск – Салехард – Камчатка на территории РФ встречается повсеместно. Стойкий эвритоп, микосимбиотроф, переносит вытаптывание. Хорошо развивается на слабокислых, глинистых, богатых азотом, хорошо увлажненных почвах. Требователен к освещению, лучше произрастает в открытых биоценозах [32, 166, 206, 345].

Листья подорожника большого хорошо исследованы рядом авторов (Соснина С.А., Олейников Д.Н, Немершина О.Н., Лебедев-Косов В.И., Максютин Н.П., Попов А.И., Горин А.Г., Noro Y., Samuelsen A.B., Handjieva N., Skari K.P., Haugli T., Malterud K.E. и др.). Имеют богатый

химический состав, основными БАВ которого являются полисахариды, иридоиды и флавоноиды. Содержание полисахаридов в листьях подорожника большого варьирует от 10 до 35% и состоит преимущественно из галактозы, арабинозы, галактуроновой кислоты и рамнозы в соотношении 3:2:16:1. Иридоиды представлены аукубозидом и гликозидами аукубина. Также листья подорожника большого содержат дубильные вещества (до 5-6 %), кумарины (скополетин, эскулетин), флавоноиды (плантагинин, гомоплантагинин, скутелляреин, байкалеин), алкалоиды (плантагонин, индикаин), сапонины, горькие вещества, органические кислоты (до 11-13%, включая доминирующие винную, лимонную, а также сиреневую, кофейную, коричную, неохлорогеновую и др.), холин, аденин, витамины А, В₂, В₅, В₆, В₉, К, С, ферменты (эмульсин, инвертин), незаменимые аминокислоты (аргинин, изолейцин, лейцин, валин, лизин, гистидин, метионин), ненасыщенные жирные кислоты (линолевую, линоленовую, пальмитолеиновую, олеиновую), богаты калием, кальцием, магнием, марганцем, медью, железом [152, 174, 184, 221, 271, 306, 343, 392, 415, 462].

Разнообразный химический состав обуславливает широкое применение листьев подорожника большого, обладающих обволакивающим, отхаркивающим, противокашлевым, противовоспалительным, репаративным, противомикробным, противовирусным, гемостатическим, анальгезирующим, седативным, гипотензивным, слабительным, антисклеротическим действием [59, 309, 332, 414, 443, 452, 462, 475]. Листья подорожника большого отпускаются в пачках и брикетах, входят в состав фиточаев и сборов (Грудной №1 и №2, Отхаркивающий), на их основе выпускаются настойка, экстракт, сиропы («КМ-Туссофит», «Стоптуссин Фито», «Сиропыч», «Артрофит»), гранулы «Плантоглоцид», таблетки «Гастрокалм», капсулы «Бетулаир» и др. [264, 271].

Широкое распространение подорожника большого на антропогенно освоенных и нарушенных территориях делает его удобным объектом исследования эколого-гигиенического состояния растений и качества получаемого ЛРС, что было использовано рядом авторов.

Макроскопические изменения листьев подорожника большого подробно изучены в работах Воскресенской О.Л., Кириенко Н.Н., Лабутиной М.В., Коротченко И.С. Увеличение антропогенного воздействия вызывает уменьшение макроскопических показателей растений в 1,2–2,5 раза. Семенная продуктивность растения снижается в 2–3 раза. Длина черешка листьев, заготовленных в условиях загрязнения среды, на 37% меньше, чем у растений из благоприятных условий произрастания, ширина листа – на 34%, длина – на 40%, при этом биомасса и количество листьев, заготовленных в заповедных зонах в 3-3,7 раз больше, чем в урбоценозах [42, 145, 146, 171].

В работах Мисина В.М., Сажинной Н.Н., Зубаревой К.Э., Качкина К.В. описано ингибирующее влияние антропогенного загрязнения на содержание БАВ в листьях подорожника большого. Так, увеличение концентрации хлорофилла в сырье, заготовленном при удалении на

расстояние 50 м и 200 м от крупной автомобильной трассы, составляет 70%. На протяжении всего онтогенеза содержание полифенолов в листьях, заготовленных в «грязных» зонах превышает их концентрацию в листьях из «чистых» территорий, причем к осени эта разница нарастает и достигает 40-50%, что свидетельствует о увеличении антиоксидантных возможностей в стрессовых условиях [117, 200].

Кириенко Н.Н. с соавторами указывает на превышение ПДК свинца (в 9,7 раза) и кадмия (в 2,1 раза) в листьях растений, заготовленных вблизи автодорог, а также на высокие темпы накопления из почв цинка, меди в концентрациях в 4,1-7,5 превышающих их содержание в грунте [146]. Бабкиной Л.А. с соавторами выявлено, что свинец способен эффективно накапливаться в листьях подорожника большого из загрязненных им почв (КН до 1,47), при этом он активно поступает в листья растения как через корневую систему, так и посредством диффузии через устьичный аппарат [17]. Зубаревой К.Э. с соавторами показано, что при увеличении расстояния от автотрассы содержание цинка и меди в листьях снижается приблизительно на 20%, при этом ТМ накапливаются в растении в прочносвязанной форме и переходят в водную вытяжку в количестве менее 10% [117]. Рядом исследователей во главе с Любимовым С.С. обнаружено, что листья подорожника большого относятся к природным биоконцентраторам марганца (до 433,3 мг/кг) и свинца (до 7,0 мг/кг) [130]. Игамбердиева П.К. с соавторами, исследуя минеральный комплекс ЛРС на примере более 40 видов растений Южной Ферганы республики Узбекистан, выявила высокое накопление в листьях подорожника большого марганца [121]. Эколого-гигиенические исследования Егоровой И.Н. по оценке качества ЛРС Кемеровской области показали, что листья подорожника большого являются наиболее активными концентраторами кадмия (КН достигает 12,0). Главный вклад в удельную активность (УА) ЛРС вносит калий-40 (более 90 % от общей радиоактивности). При этом удельные активности цезия-137 и стронция-90 соответствуют требованиям ГФ, а их вклад в общую радиоактивность составляет менее 8%, что свидетельствует о незначительном загрязнении искусственными РН ЛРС из Кузбасса [99, 100].

Исследования Поповой Е.И. позволили построить ряд убывания накопления элементов: магний → медь → цинк → свинец → цезий → стронций [248]. Мяделец М.А. и Сиромля Т.И. показали, что листья подорожника большого активно кумулируют из почв кадмий, цинк и медь, менее активно – никель, неактивно - свинец. Достоверных отличий между содержанием макро- и микроэлементов в ЛРС, купленном в аптеке и заготовленном на улице г. Новосибирска не установлено. Превышение числовых показателей выявлено лишь для золы, что может говорить о высокой запыленности исследуемых образцов. Отмечено, что в значительной степени извлекаются в настой магний, натрий, калий, стронций, кадмий и никель. Низкой степенью перехода характеризуются свинец, медь и железа, что можно объяснить их прочным связыванием в металлоорганические формы в тканях листа. В целом, степень перехода отдельных элементов в

настой варьирует от 0,3% (для железа) до 90% (для кадмия). Наибольшей степенью перехода характеризуются элементы с незначительной концентрацией в сырье. В спиртовые извлечения из листьев подорожника большого медь, натрий и никель извлекались примерно в тех же количествах, что и в водные, а свинец экстрагировался значительно эффективнее. Достоверных отличий между содержанием полисахаридов в экологически чистом сырье и заготовленном в урбоценозе не установлено. Содержание дубильных веществ и флавоноидов в сырье на антропогенно загрязненной территории значительно выше и тесно коррелирует с концентрацией магния и цинка (для дубильных веществ), кадмия, железа, лития – для флавоноловых соединений. При этом выявлено снижение содержания хлорофилла в сырье более загрязненных местообитаний (до 3,7%) с сильной взаимосвязью с содержанием магния [293]. Гравель И.В. с соавторами показано высокое накопление листьями подорожника большого железа (более 197 мкг/г), марганца (более 97 мкг/г), цинка (более 42 мкг/г). При этом переход железа в водное извлечение составляет 6,6 %, марганца – 11,7%, цинка – 15,2% от содержания в сырье, а наиболее высокая степень перехода отмечена для элементов, содержащихся в сырье в небольших количествах (никель – 28,3% при концентрации 1,45 мкг/кг, кадмий – 22,3% при концентрации 0,13 мкг/кг) [57].

Работы Колчанова Р.А. с соавторами по сравнительному анализу накопления РН в ЛРС из Белгородской области, проведенные на примере 31 объекта, показали наивысшую аккумуляционную способность подорожника большого в отношении цезия-137 (от 28 до 470 Бк/кг) [155].

Таким образом, оценки особенностей накопления отдельных элементов листьями подорожника большого противоречивы, что можно объяснить различиями в типах почв, содержании элементов в почве, фазах развития растения на момент заготовки, адаптацией растений к геохимическим условиям произрастания и т.д., но в целом свидетельствуют о высокой способности данного вида ЛРС к аккумуляции токсикантов, что требует проведения комплексного исследования и обобщения.

1.3.6. Листья крапивы двудомной *Urtica dioica* L.

Крапива двудомная (*Urtica dioica* L. (syn. *Urtica tibetica* W.T.Wang, *Urtica galeopsifolia* Wierzb. ex Opiz)) относится к классу Двудольные (Magnoliopsida), порядку Розоцветные (Rosales), семейству Крапивовые (Urticaceae), роду Крапива (*Urtica* L.) [166, 170, 206]. Многолетнее травянистое двудомное растение высотой 60—200 см с длинными мощными корневищем и корнем. Стебли прямостоячие, четырехгранные. Листья супротивные, яйцевидно-ланцетовидные, по краю зубчатые. Листья и стебель покрыты длинными жгучими головчатыми и короткими простыми волосками. Цветки мелкие, зеленоватые, однополые, с простым четырехраздельным околоцветником, собранные в ветвистые метельчатые соцветия. Синантропный рудеральный вид,

распространен повсеместно в умеренном климате, преобладает в лесной и лесостепной зонах; цветет с мая до октября. Часто формирует обширные заросли, с наибольшей плотностью - на богатых перегноем и азотистыми веществами, увлажнённых почвах [166, 206, 345].

Для медицинских целей в РФ заготавливается более 500 т листьев крапивы двудомной в год, преимущественно в республиках Татарстан и Башкортостан, Ставропольском и Краснодарском краях, Ростовской и Воронежской областях. Оказывают гемостатическое, желчегонное, вазоконстрикторное, витаминизирующее, слабительное, диуретическое, противовоспалительное, антисептическое, антиаллергическое, лактоцидное действие, стимулирует регенерацию и улучшает трофику тканей, стимулирует обмен веществ и образование инсулина. Применяются в виде настоев (отпускаются в пачках, брикетах, фильтр-пакетах), густого экстракта, масляного экстракта, жидкого экстракта-концентрата, входит в состав ЛРП «Аллохол», «Уртифиллин», фиточаев и сборов («Слабительный №1», «Желудочный №3», «Здренко»), микстуры Траскова. Используются в ряде таблетированных («Крапива П», «Уголек по-стахановски «Тысячелистник + крапива») и капсулированных («НатуралВит Mg Крапива», «Либемакс») БАД [158, 175, 270, 453].

Богатый химический состав ЛРС подробно изучен в работах Сошниковой О.В., Скалзубовой Т.А., Тринеевой О.В., Коломиец Н.Э., Копытько Я.Ф., Яцюк В.Я., Жилкиной В.Ю., Pinelli P., Grevsen K., Bucar F., Schomakers J., Kavtaradze N.S. и др. Листья крапивы двудомной содержат хлорофилл (2,0-3,9%), флавоноиды (1,3-2,8%, включают лютеолин, рутин, кемпферол, диосметин, цинарозид и др.), дубильные вещества (2,5-7,4%), аминокислоты (более 5,5%), гидроксикоричные кислоты (более 1% - кофеиляблочная, хлорогеновая, розмариновая, неохлорогеновая и др.), органические кислоты (1,3-5% - галловая, эллаговая, янтарная и др.), моносахариды (до 4-5%), жирное масло (до 2%), азотсодержащие соединения (0,01-0,03% - ацетилхолин, холин, бетаин, гистамин, 5-гидрокситриптамиин), алкалоиды (никотин – до 0,3%), кумарины (до 0,1% - эскулетин, скополетин, умбеллиферон), гликозид уртицин (0,09%), камеди, фитонциды, фитостерины (ситостерин), ЭМ, кремниевую кислоту, витамины К, Е, РР, В₁, В₃, В₉, С (0,15-0,33%), каротин и каротиноиды (0,2-0,6%). ЛРС содержит до 15-19% минеральных веществ: макроэлементы - калий (до 2%), кальций (1-2%), магний (0,5-1,0%), микроэлементы – железо (0,04%), марганец (0,008%), медь (0,001%), а также накапливает никель, хром, кобальт, алюминий, селен, стронций [123, 153, 225, 244, 283, 296, 298, 320, 363, 404, 416, 428, 431].

Повсеместное произрастание, богатый химический состав и высокая способность к накоплению различных элементов делают крапиву двудомную перспективным объектом для проведения эколого-гигиенических исследований, что неоднократно было использовано рядом авторов.

Кончиной Т.А. и Гузницевой М.В. показано уменьшение длины (на 16-32%) и ширины (на 24-48%) листьев крапивы двудомной, заготовленных в урбоценозах Нижегородской области по сравнению с контролем [157]. Латышевской Н.И. и Стрекаловой А.С. на примере флоры промышленного центра Волгограда отмечено селективное концентрирование листьями крапивы двудомной свинца, для которого не выявлено влияния на анатомо-морфологические особенности растения [173]. Подлипским И.И. на основе изучения листьев крапивы двудомной, заготовленной на полигоне твердых бытовых отходов г. Санкт-Петербурга, также выявлена высокая аккумулярующая способность растения к накоплению свинца, железа и марганца [242]. Сунцовой Е.С. на основе сравнительного анализа 12 видов ЛРС на территории Кирово-Чепецкого промышленного комплекса отмечена наибольшая аккумулярующая способность листьев крапивы в отношении свинца, кадмия, марганца, никеля, а также стронция-90 (до 399 Бк/кг) [9]. Скугорева С.Г. с соавторами, на основе эколого-гигиенической оценкой 60 видов растений из того же Кирово-Чепецкого промышленного комплекса, показана наибольшая способность крапивы двудомной к аккумуляции марганца, ртути и никеля, а также стронция-90 (КН 1,72), цезия - 137 (КН 1,64), урана-238 (КН 0,78) [129, 286].

Исследования Г.Г. Бускуновой и Ягафаровой Г.А. по биогеохимической активности ЛРС в условиях техногенного загрязнения республики Башкортостан также показали, что одним из антилидеров по данному показателю является крапива двудомная (суммарные величины коэффициентов биологического поглощения меди, цинка, марганца, железа, кадмия и свинца варьируют в диапазоне от 1,24 до 1,95) [28, 29]. Сравнительные исследования крапивы двудомной, произрастающей в урбоценозе г. Красноярска и в естественном фитоценозе республики Хакасия, проведенные Ушановой В.М. с соавторами, не выявили достоверных отличий по содержанию основных групп БАВ; отличия обнаружены лишь в составе минерального комплекса сырья, характеризующемся увеличением в 1,2 раза концентраций свинца и железа в образце и заготовленном в загрязненном районе. Сравнительный анализ различных частей растения *Urtica dioica* L. выявил преимущественное накопление ТМ в его корнях и стеблях [324]. Карпюк М.С. с соавторами в 2011 году отметили биоконцентрирование кадмия, свинца, меди, цинка, марганца и кобальта в листьях крапивы двудомной, заготовленной на шламовом поле криолитового завода г. Оренбурга [144]. Гладышев А.А. с соавторами, проведя исследования ЛРС в 2012 году в том же районе, подтвердил относительно высокое накопление свинца, кадмия, меди, цинка, марганца, алюминия, показал увеличение дубильных веществ в листьях крапивы двудомной, собранных на шламовом поле, и достоверное снижение концентрации флавоноидов и алкалоидов по сравнению с контролем. Повышение уровня танинов в сырье, заготовленном на шламовом поле, согласуется с литературными данными по увеличению биосинтеза полифенолов в условиях действия стресс-факторов. При этом снижение содержания флавоноидов, являющихся антиоксидантами,

представляет интерес с точки зрения особенностей адаптации вида [252]. Комплексные исследования эколого-гигиенического состояния ЛРС из агрофитоценозов Минской области республики Беларусь, выполненные Позняк С.С., показали, что листья крапивы двудомной способны в высоких концентрациях накапливать марганец (более 130,0 мг/кг), цинк (до 54,1 мг/кг), медь (до 14,9 мг/кг), хром (более 10,0 мг/кг), олово (более 8,0 мг/кг). Автором рекомендовано использовать надземную часть растения для фиторемедиации почв с наиболее сильным загрязнением токсичными элементами [243]. Любимовым С.С. с соавторами на основе оценки качества ЛРС в Брянской области показано, что листья крапивы двудомной в относительно низких количествах аккумулировали свинец, а также накапливали эссенциальные микроэлементы ниже средних величин, характерных для данного региона [130].

Сапегин Л.М. с соавторами, оценивая радионуклидное загрязнение растений естественных фитоценозов Гомельской области, выявил низкий уровень аккумуляции цезия-137 в крапиве двудомной (КН 0,12-0,18) при достаточно высоком уровне аккумуляции стронция-90 (КН 1,07-22,17) [256].

Исследования листьев крапивы двудомной естественных фитоценозов Алтайского края, проводимые Гравель И.В., позволили построить ряд убывания содержания эссенциальных элементов: железо → марганец → цинк → медь → хром → никель → кобальт, а также ряд убывания содержания токсичных элементов: алюминий → стронций → свинец → кадмий → цезий → бериллий → ртуть. Показана биоконцентрирующая способность растения в отношении стронция, гексахлорбензола, полихлорбифенилов, а также γ -ГХЦГ и ДДТ. В настое ЛРС переходит до 10% ртути, до 33% кадмия, до 84% свинца, до 30% стронция, до 80% цинка, до 30% гексахлорбензола; в густые экстракты – до 68% кадмия, до 10% ГХЦГ, до 57% полихлорбифенилов, до 58% гексахлорбензола, что является высокими показателями [56, 57].

1.3.7. Цветки липы сердцевидной *Tilia cordata* Mill.

Липа сердцевидная (*Tilia cordata* Mill. (syn. *Tilia parvifolia* Ehrh. ex Hoffm)) относится к классу Двудольные (Magnoliopsida), порядку Мальвоцветные (Malvales), семейству Мальвовые (Malvaceae), роду Липа (*Tilia* L.) [166, 170, 206]. Липа представляет собой листопадное дерево высотой до 25-35 м, растёт на дренированных участках водоразделов в составе смешанных, широколиственных лесов. Предпочитает плодородные суглинистые среднеувлажнённые почвы. Листья черешковые, округло-сердцевидные. Щитковидные соцветия содержат 3 - 15 правильных светло-желтых цветков на длинных цветоножках с общим цветоносом, сросшимся с главной жилкой прицветного листа зеленовато-желтого цвета. Цветет с ароматным пряным запахом в июне-июле [143, 206, 340, 345].

Цветки липы обладают противовоспалительным, потогонным, мочегонным, отхаркивающим, обволакивающим, успокаивающим, иммуностимулирующим действиями. Отпускаются в пачках и брикетах, входят в состав сборов и фиточаев («Для полоскания горла», «Исладэн лайт»), на их основе в РФ выпускают порошок для растворения «Дыши», капсулы «Стрессовит» и др. [27, 34, 251, 264]. Богатый химический состав ЛРС описан в работах Попова Д.М., Зарубиной Н.В, Веселовой Д.В., Медведевой Т.М., Лобановой А.А. и др. [113, 127, 177, 187]. ЛРС содержит гетерополисахариды (до 7-11%); моносахариды (рамноза, ксилоза, арабиноза, глюкоза и др.); флавоноиды (до 2,5-4%); ЭМ (до 0,1%); тритерпеновые сапонины (β -амирин); цианогенный гликозид самбунигрин; стероиды; ФКК; дубильные вещества; каротиноиды, витамин С, аминокислоты (до 7-8%, преобладают аспарагиновая, глутаминовая, лейцин), макро- (калий, магний, кальций) и микроэлементы (железо) [27, 113, 143, 177, 246].

На примере липы сердцевидной ряд ученых проводили экологические исследования влияния урбанизации на физиологические и морфологические признаки растения (Лобова О.В., Кайгородов Р.В., Попова Е.И., Еремина А.А., Соколова Г.Г., Скорбач В.В., Жилиякова М.Н., Сейдаров Р.А., Кудряшова А.И., Спильная В.Г., Кавеленова Л.М., Куриленко Ю.А., Смирнова Ю.В. и др.), однако, все работы касаются преимущественно листьев липы [103, 133, 155, 164, 178, 186, 256, 276, 277, 285, 300].

Лобова О.В. выявила, что в посадках на улице площадь и длина третьего листа, а также впередилежащего междоузлия меньше, чем в парковых насаждениях [178]. В работах Кудряшовой А.И. [164], а также Ереминой А.А. и Соколовой Г.Г. показано, что у липы сердцевидной в ответ на возрастание загазованности воздуха происходит увеличение площади листовых пластинок, уменьшается число жилок первого порядка, а также встречается точечный некроз, омертвление края и изменение формы листа [103]. Мамиевой Е.Б., Ширниной Л.В. отмечено, что размеры эпидермальных клеток листьев липы вблизи промышленных предприятий и автотрасс меньше, чем на контрольных участках [186]. Скорбач В.В. и Жилиякова М.Н. выявили уменьшение размеров эпидермальных клеток листьев липы сердцевидной в г. Белгороде по сравнению с образцами контрольных зон и предложили измерение данного показателя как биоиндикатора уровня загрязнения среды [285]. Сейдаровым Р.А. проведены исследования влияния нефтехимического загрязнения Уфимского промышленного центра на анатомо-морфологические признаки липы сердцевидной, позволившие выявить увеличение массы корней, а также доли скелетных и поглощающих корней на фоне уменьшения доли полускелетных при увеличении промышленного загрязнения. Также в условиях загрязнения отмечено уменьшение площади листовой пластинки на 25% и увеличение устьичного индекса в 3 раза, что можно считать адаптационным механизмом растения [276, 277]. Работа Кавеленовой Л.М. с соавторами посвящена особенностям изменений экзофизиологических параметров зрелых листьев липы сердцевидной; отмечена тесная

взаимосвязь между количеством хлорофилла В, каротиноидов и соотношения пигментов [131]. Спильной В.Г. обнаружено снижение биомассы цветков и плодов у растений вблизи железнодорожной полосы по сравнению с растениями фоновой территории [300].

Кайгородов Р.В. и Попова Е.И. выявили, что в листьях липы мелколистной, заготовленной в транспортной зоне города, увеличивается доля общей золы. Также было показано общее снижение содержания глутуона, аскорбиновой кислоты, общей редуцирующей активности и микроэлементов в листьях липы мелколистной в транспортной зоне относительно пешеходной зоны, при этом концентрация свинца достигает ПДК. Концентрация хлорофилла в листьях липы мелколистной вблизи главных дорог была значительно ниже по сравнению с листьями, заготовленными в пешеходной зоне, что может быть связано с подавлением его биосинтеза за счет угнетения ТМ ферментов хлорофиллидредуктазного комплекса [133].

Исследования Колчанова Р.А с соавторами по сравнительному анализу накопления цезия-137 в ЛРС из Белгородской области, проведенные на примере 31 вида, показали относительно низкую аккумулярующую способность РН в цветках липы (от 20 до 95 Бк/кг) [155]. Сапегин Л.М. с соавторами выявил низкий уровень аккумуляции цезия-137 в ветвях липы сердцевидной (КН варьировали от 0,02 до 0,11) при достаточно высоком уровне аккумуляции из почв стронция-90 (КН от 1,4 до 2,4) [256].

Литературные данные по эколого-гигиенической оценке цветков липы отсутствуют.

1.3.8. Цветки пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare* L.

Пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L. (syn. *Tanacetum boreale* Fisch. ex DC., *Chrysanthemum vulgare* (L.) Bernh.)) относится к классу Двудольные (Magnoliopsida), порядку Астроцветные (Asterales), семейству Астровые (Compositae), роду Пижма (*Tanacetum* L.) [166, 170, 206]. Это многолетнее травянистое растение высотой от 40 до 140 см. Стебли многочисленные, прямостоячие. Листья сидячие, очерёдные, дваждыперисторассечённые, редко опушены. Цветки обоеполые, мелкие, трубчатые, жёлтые, собраны в корзинки, объединенные в густые верхушечные щитковидные соцветия. Синантропный рудеральный вид, распространен в лесной и лесостепной зоне повсеместно, засухоустойчив, устойчив на любых субстратах, в том числе песчаных и глинистых, выносит уплотнение почвы; цветёт с июля по сентябрь. [166, 206, 344, 345].

Цветки пижмы обыкновенной содержат флавоноиды (до 5%), ЭМ (до 2,0%, основные компоненты - α - и β -туйон (до 61%), а также камфора, пинен, борнеол, камфен и др.), алкалоиды (0,04—0,5 %), гликозиды, белки, полисахариды (танацетаны TVF, TVS, TVR), дубильные и горькие вещества, органические кислоты (танацетовую, галлусовую), оксифлавоногликозид, каротиноиды [45, 336, 344, 350, 362, 409, 465, 480]. Исследования Яковлевой А.И., Семеновой В.В., Куркиной А.В. показали, что цветки пижмы обыкновенной наиболее богаты флавоноидными (лютеолин,

квертецин, аксилларин, тилианин, акацетин, апигенин и др.) и стероидными соединениями (холестерин, стигмастерин, ситостерин и др.). ЛРС пижмы накапливает цинк, кобальт, медь, свинец, кадмий и никель [167, 312, 362]. Цветки пижмы обыкновенной обладают желчегонным, спазмолитическим, противовоспалительным, антимикробным, противопротозойным действием и применяются в виде настоев и чаев, входят в сборы («Желчегонного №3», «Здренко»), препараты «Танацехол», «Беллацехол», «Сибектан», используются в гомеопатии [264, 366, 423].

Анищенко Л.Н. с коллективом авторов исследовал особенности аккумуляции ТМ растениями в условиях антропогенной нагрузки и на основе результатов анализа 311 образца и рекомендовал использовать травы пижмы обыкновенной как фитоиндикатор по отношению к цинку [10]. Любимов В.Г. с соавторами, анализируя ЛРС юго-западного Нечерноземья России, выявил, что надземная часть пижмы обыкновенной накапливает стронций (до 133,2 мг/кг), железо (до 126,5 мг/кг), медь (до 69,3 мг/кг), никель (до 5,3 мг/кг), свинец (до 2,7 мг/кг) в количествах в 2 и более раз превышающих средние величины содержания элементов, характерные для района проведения исследования [130]. Исследования Поппа Я.И. и Боковой Т.И. по содержанию меди, цинка и кадмия в 19 видах ЛРС поймы рек Обь и Иртыш позволили выявить высокие аккумулирующие способности травы пижмы обыкновенной в отношении меди (9,3 мг/кг), цинка (62,1 мг/кг) и кадмия (0,29 мг/кг) с превышением ПДК вне зависимости от участка заготовки [249]. Исследования Колчанова Р.А. с соавторами по сравнительному анализу концентрирующей способности из почв свинца 10 видов ЛРС, заготовленных в Белгородской области, показали относительно очень высокую накопительную активность *Tanacetum vulgare* L. в отношении данного металла [155]. Исследования Бускуновой Г.Г. и Ягафаровой Г.А. по биогеохимической активности лекарственных растений в условиях техногенного загрязнения показали, что одним из лидеров по данному показателю в урбоценозах республики Башкортостан является трава пижмы обыкновенной (сумма коэффициентов биологического поглощения меди, цинка, марганца, железа, кадмия и свинца достигает значения 10,5) [28, 29]. Елагина Д.С. с соавторами изучала содержание ТМ в пижме обыкновенной в условиях урбанизированных территорий республики Татарстан. Было показано, что ПДК кадмия в пижме обыкновенной, заготовленной в условиях города, было превышено в 65 раз, а цинка - в 1,8 раз. Установлено, что пижма обыкновенная видоспецифично аккумулирует медь. Выявлено, что интенсивность накопления свинца и кадмия увеличивается со снижением их подвижных форм в почве, а кобальта и цинка – с возрастанием концентраций подвижных форм элементов в почве. Обнаружено, что пижма обыкновенная активно накапливала цинк и медь в течение всего вегетационного периода. Свинец и железо характеризовались слабым биологическим захватом до середины вегетационного периода. К концу вегетации отмечалось повышение темпов накопления кадмия, а также марганца, никеля, кобальта и хрома из почв. Отмечено ингибирующее влияние ТМ на биосинтез флавоноидов и хлорофиллов [288].

Кочуковой А.А. изучены особенности развития *Tanacetum vulgare* L. и содержание БАВ в ЛРС с учётом антропогенного влияния. Оказалось, что цветки пижмы обыкновенной контрольных территорий содержат большее количество суммы флавоноидов и ФКК (3,25%), чем образцы, заготовленные урбоценозе (2,65%) и в агроценозе (2,94%) [161].

Мильшиной Л.А. с соавторами методом хромато-масс-спектрометрии выявлено значительное влияние абиотических факторов на состав ЭМ пижмы обыкновенной, заготовленной в Красноярском крае и Оренбургской области. Так, образцы из Красноярского края содержали в значительных количествах камфору, а ЛРС из Оренбургской области включало 23 компонента, не встречающихся в сырье из Красноярского края [197].

Таким образом, литературные данные по эколого-гигиенической оценке качества сырья пижмы обыкновенной касаются преимущественно травы и практически не затрагивают особенностей накопления экотоксикантов и БАВ в цветках растения.

1.3.9. Корни одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* F.H.Wigg

Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg. (syn. *Taraxacum vulgare* Schrank, *Taraxacum dens-leonis* Desf.) относится к классу Двудольные (Magnoliopsida), порядку Астроцветные (Asterales), семейству Сложноцветные (Compositae), роду Одуванчик (*Taraxacum* F.H.Wigg.) [170, 206, 345]. Это многолетнее травянистое высотой до 35-50 см, с маловетвистым толстым стержневым корнем (до 2,5 см в диаметре, длиной до 60 см), переходящим вверху в короткое корневище. Листья черешковые, продолговато-ланцетные, перисто-надрезанные, собраны в прикорневую розетку. Цветоносная стрелка полая, цилиндрическая, вверху заканчивается соцветием корзинка. Цветки двуполые, язычковые, золотисто-желтые. Корни, стебли и листья содержат белый горький млечный сок. Рудеральный синантропный полиморфный вид с многочисленными апомиктическими формами, распространенный на территории России. Неприхотлив, растет на супесчаных, суглинистых и глинистых почвах, часто образует обширные заросли; галофит, обилен на солончаках, заселяет нарушенные фитоценозы, слабодренированные почвы; цветение (май-июнь) и плодоношение (до конца августа) начинается со второго года жизни растения [166, 206, 223, 321, 345].

Корни одуванчика лекарственного содержат ВРПС (до 40-45% инулина), моносахариды (от 0,7% в период цветения до 18% в осенний период), тритерпеновые сапонины (до 1,5% таракастерол, тараксерол, тараксол, β -амирин), стерины (β -ситостерин, стигмастерин), сесквитерпеновый лактон лактукопикрин, протеин (до 5%), каучук (до 3%), флавоноиды (до 1,1%), гидроксикоричные кислоты (до 0,8%), свободные аминокислоты (от 1,4% весной до 3,5% осенью), дубильные вещества (до 0,4%), ЭМ (0,2-0,3%), слизи, воск, смолы, жирное масло (глицериды линолевой, олеиновой, пальмитиновой, церотиновой кислот), органические кислоты (4,2%),

витамины А, В₁, В₂, С, холин, каротиноиды, макро- (кальций, калий) и микроэлементы (цинк, железо, медь) [179, 228, 237, 310, 313, 317, 402].

Корни одуванчика лекарственного возбуждают аппетит, усиливают секрецию желудочного сока, обладают желчегонным, гепатопротекторным, слабительным, диуретическим, спазмолитическим, противовоспалительным, потогонным, антиоксидантным, успокоительным, антиревматическим, антихолестеринемическим действиями [142, 180, 220, 264]. Отпускаются в пачках и фильтр-пакетах, в виде густого экстракта. Используются в ряде БАД (сироп «Поляна здоровья. Одуванчик с травами на сахаре», таблетки «Одуванчик П», «Мульти-Херб», капсулы «Формула здоровья «Одуванчик», «Бетусил» и др.) [264].

Одуванчик лекарственный обладает высокой чувствительностью экотоксикантам, в силу чего неоднократно использовался в качестве биоиндикатора для определения степени генотоксичности и антропогенной загрязнённости среды обитания. Назаровой Е.С. выявлено существенное увеличение размеров листьев и числа цветоносов одуванчика в условиях урбоценозов, что можно рассматривать как проявление процесса адаптации и направленное изменение эколого-генетической структуры популяции растения [208]. Воробьев Г.В. с соавторами обнаружил, что апомиктическая разновидность с повышенным уровнем метаболизма является более устойчивой к загрязнению атмосферы выхлопными газами [2]. Архиповой Н.С. с соавторами изучены изменения морфометрических показателей одуванчика лекарственного в зависимости от концентрации свинца. Выявлена устойчивость к высоким концентрациям ТМ семян растений с антропогенно загрязнённых участков, что также указывает на адаптацию растения к изменившимся условиям среды и быстрому формированию у вида апомиктических разновидностей [13].

Тигунцевой Н.П. показана высокая способность одуванчика лекарственного к фиторемедиации почв, выявлены отличия в аккумулирующей способности к токсичным элементам в разные фенологические фазы: в начале вегетационного периода листья растения активно накапливают цинк, летом – железо, никель, марганец, а осенью – хром. С 1 км² почвы надземная часть одуванчика может вынести до 1 т свинца, 2 т никеля, 2,5 т меди, 10 т марганца и цинка, 95 т железа [317]. Клинской Е.О. на примере 32 фитоурбоценозов г. Биробиджана выявил, что накопление свинца в листьях одуванчика выше (2,86-19,93 мг/кг), чем в корнях (0,76-13,01 мг/кг), что связано с развитой листовой поверхностью, которая способна удерживать сорбированный свинец длительное время. Широкий диапазон варьирования накопления свинца в корнях одуванчика лекарственного, четко коррелирующий с содержанием элемента в почве, позволяет отнести растение к информативным биообъектам и рекомендовать использованию его в качестве биоиндикатора в системе эколого-биогеохимического мониторинга окружающей среды [150]. Комплексные исследования Позняка С.С. эколого-гигиенического состояния ЛРС агрофитоценозов Минской области, показали, что корни одуванчика лекарственного способны в

токсичных для растения концентрациях накапливать олово (до 2,72 мг/кг), хром (более 5 мг/кг), кобальт (до 4,24 мг/кг) и цирконий. Автором также рекомендовано использовать надземную часть растения для фиторемедиации почв с наиболее сильным загрязнением токсичными элементами [243]. Васильевой Т.Н. и Брудастовым Ю.А. на основе сравнительного анализа растений Оренбуржья выявлены высокие ремедиаторные свойства одуванчика лекарственного в отношении свинца и кадмия, а также наличие жесткой корреляционной связи концентраций элементов в почве и ЛРС [30, 31]. Соболева Е.В. выяснила, что соцветия и стебель одуванчика лекарственного накапливают небольшие концентрации свинца относительно листьев. В течение периода вегетации концентрация кадмия в листьях одуванчика лекарственного увеличивается в 2 раза и параллельно в них происходит снижение содержания хлорофилла и каротиноидов [287]. Разработаны способы фиторемедиации почв, загрязненных ТМ, которые подразумевают высев семян одуванчика лекарственного, многократное скашивание и утилизация фитимассы. Также возможно внесение в почву борной кислоты (0,5-10,0 кг/га), что позволяет на 20-80% увеличить выход токсичных элементов из почв [301,302,303].

Ефремовым А.А. с соавторами проведено исследование ЛРС из естественных фитоценозов и урбоценозов Красноярского края, в частности, на примере корней одуванчика лекарственного. Выявлено, что количество ЭВ, извлекаемых растворителями различной полярности (от воды до диэтилового эфира), в ЛРС из естественных фитоценозов на 5-6% превышает данный показатель в сырье, заготовленном в урбоценозах региона [37, 105]. Караевой И.Т. с соавторами на примере нескольких биотопов проведено сравнение аккумулирующих способностей подземных органов одуванчика лекарственного, лопуха большого, девясила высокого в отношении приоритетных ТМ; выяснено, что корни одуванчика в наибольшей степени накапливают марганец и цинк, а в наименьшей - свинец и кадмий [139]. Игамбердиева П.К. с соавторами, исследовав минеральный комплекс ЛРС из Южной Ферганы, обнаружила высокое накопление в корнях одуванчика лекарственного марганца, меди, хрома, кобальта и железа [121]. Эколого-гигиенические исследования качества ЛРС в Кемеровской области, проведенные Егоровой И.Н., показали, что корни одуванчика лекарственного по сравнению с надземной частью активнее накапливают цинк, никель, марганец, медь. Трава растения является наиболее активным концентратом кадмия (КН достигает 6,9). Выявлено, что главный вклад в УА корней одуванчика лекарственного вносит калий-40 (более 90 % от общей радиоактивности). УА цезия-137 и стронция-90 соответствуют требованиям ГФ, и их вклад в общую радиоактивность сырья составляет менее 8% [100].

Калдыбаев Б.К., изучив накопление цезия-137 и стронция-90 в естественных фитоценозах Прииссыккуля, показал низкий уровень аккумуляции стронция-90 травой одуванчика лекарственного (КН составили 0,48-0,62) и еще более низкий уровень аккумуляции цезия-137 (КН 0,20-0,27). Корни растения в эксперименте не исследовались [136].

Гравель И.В. выявила концентрирующую способность корней одуванчика лекарственного в отношении свинца, кадмия, а также ДДТ. Кроме того, в высоких концентрациях аккумулируется алюминий (более 1100 мг/кг), железо (более 500,0 мг/кг), медь (более 12,0 мг/кг); при этом в отвар ЛРС медь переходит наиболее эффективно (8,9 мг/кг). Остальные элементы и ХОП в отвары и густые экстракты корней одуванчика лекарственного переходят в наименьшей степени относительно других видов сырья [57].

1.3.10. Корни лопуха большого *Arctium lappa* L.

Лопух большой (*Arctium lappa* L. (syn. *Lappa officinalis* All., *Lappa major* Gaertn., *Arctium majus* Bernh., *Arctium edule* Beger, *Lappa vulgaris* Hill.)) относится к классу Двудольные (Magnoliopsida), порядку Астроцветные (Asterales), семейству Астровые (Compositae), роду Лопух (*Arctium* L.) [166, 170]. Это двулетнее травянистое растение, высотой до 3 м. Корневая система – стержневая с мощным главным корнем до 1,5 м длиной. Стеблевые листья крупные (до 40-80 см), черешковые, сердцевидно-яйцевидные, сверху - зеленые, снизу – сероватые, войлочноопушённые. В первый год вегетации развиваются только листья, во второй - появляется прямостоячий мощный стебель, несущий корзинки, образующие щитковидно-кистевидные соцветия. Цветки обоеполые, трубчатые, лиловые, с пятичленным венчиком. Синантропный рудеральный вид, распространен в умеренном климатическом поясе; цветет в июле – августе, плодоносит в сентябре-октябре. Широко встречается в нарушенных фитоценозах, богатых азотом. Хорошо растет на глинистых, супесчаных почвах с рН близких к нейтральным; морозостоек, засухоустойчив [206, 345].

Применяются в виде отваров (отпускаются в пачках, брикетах, фильтр-пакетах), используются в таблетированных («Лопух большой и спираль-водоросль», «Полная очистка «Мульти-Херб»»), дражированных («Лопух обыкновенный») БАД, фиточаях. Используют внутрь в качестве желчегонного, потогонного, диуретического, противовоспалительного, противоопухолевого, иммуностимулирующего, гиполипидемического, гепатопротекторного, противодиабетического, ранозаживляющего средства; наружно — для лечения угревой сыпи, фурункулеза, экземы [264, 364, 373, 418, 421, 424, 430, 448]. Основу химического состава данного ЛРС составляют полисахариды (до 35-45% инулина), слизи, простые сахара (от 3-4% до 30%), сесквитерпеноиды, фитостерины (ситостерин, стигмастерин), полиины (арктиналь и др.), жирные кислоты (0,4-0,8% с преобладанием полиненасыщенных (до 60%)), ФКК (0,9-1,3%), органические кислоты, кумарины, лигнаны (арктигенин, арктиин), флавоноиды (до 2,3%), ЭМ (до 0,17%), аминокислоты (с преобладанием аргинина (24,09%), пролина (20,21%) и серина (14,92 %)). ЛРС богато витаминами (В₆, В₅, В₉, В₄, С, Е, РР, К, каротиноиды), макро- (калий, фосфор, кальций, магний) и микроэлементами (железо, марганец, цинк, медь) [78, 140, 154, 222, 237, 330, 359, 478].

Литературный обзор позволил выявить ряд эколого-гигиенических исследований, объектом которых становился лопух большой.

Кончиной Т.А. и Гузнищевой М.В. изучены морфология и продуктивность лопуха большого в урбоценозах Нижегородской области. Выявлено, что листья лопуха большого, произрастающего на опытных участках, меньше контрольных значений, а пыльца отличается сниженной фертильностью. При этом наибольшей прорастающей способностью и всхожестью обладают семена, заготовленные вдоль железнодорожных насыпей, что может свидетельствовать о высоких адаптационных способностях вида к техногенному воздействию [157].

Комплексные исследования эколого-гигиенического состояния ЛРС из агрофитоценозов Минской области, проведенные С.С. Позняком, показали, что корни лопуха большого способны накапливать хром (более 10 мг/кг), кобальт и цирконий в токсичных для растения концентрациях [243]. Ефремовым А.А. с соавторами выполнено исследование ЛРС из естественных фитоценозов и урбоценозов Красноярского края, в частности, на примере корней, стеблей и соцветий лопуха большого. Выявлено, что количество ЭВ, извлекаемых растворителями различной полярности, в ЛРС из естественных фитоценозов на 5-6% выше данного показателя в сырье из урбоценозов. Отмечено превышение ПДК свинца в корнях лопуха большого урбоценозов в 4,4 раза, а кадмия – в 2,2 раза [37, 105]. Караевой И.Т. выявлено, что корни лопуха активно накапливают свинец, кадмий и медь, менее интенсивно – марганец [139, 140]. Васильевой Т.Н. и Брудастовым Ю.А. на основе сравнительного анализа 8 растений показаны наиболее высокие ремедиаторные свойства лопуха большого в отношении свинца и кадмия, а также наличие жесткой корреляционной связи концентрации элементов в почве и ЛРС [30,31]. Кириенко Н.Н. с соавторами указал на значительное превышение ПДК свинца (в 5,4 раза) и кадмия (в 2,4 раза) в корнях растений, заготовленных вблизи автомобильных трасс Красноярского края, а также на высокие темпы накопления из почв меди, в концентрациях в 2,3-2,5 превышающих их содержание в грунте [145]. Игамбердиева П.К., исследовав минеральный комплекс более 40 видов растений Южной Ферганы, выявила высокое накопление в корнях лопуха меди, хрома и железа [121].

Сапегин Л.М. с соавторами, оценивая радионуклидное загрязнение фитоценозов пограничных с РФ районов Гомельской области, выявили низкий уровень аккумуляции цезия-137 в листьях лопуха большого (КН варьировали от 0,03 до 0,09) при достаточно высоком уровне аккумуляции из почв стронция-90 (КН от 1,04 до 2,21). Исследования Колчанова Р.А. по сравнительному анализу накопления цезия-137 в растениях из Белгородской области показали относительно низкую аккумуляционную способность корней лопуха в отношении данного РН (от 15 Бк/кг до 90 Бк/кг) [155].

Гравель И.В. показана концентрирующая способность корней лопуха большого в отношении ХОП – ДДТ, γ -ГХЦГ, гексахлорбензола, полихлорбифенилов. При этом переход

экотоксикантов в водные извлечения варьировал от 7,5 % (для ДДТ и гексахлорбензола) до 28,6% (для полихлорбифенилов). Также Гравель И.В. отмечены минимальные значения степени перехода в отвар корней лопуха большого для цинка (9,2%) и свинца (8,8%), но при этом максимальные для меди (59,61%) [57].

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1

1. Ранние исследования качества ЛРС, заготовленного в различных экологических условиях, показали, что растения поглощают экотоксиканты избирательно и некоторые из них могут выступать в роли индикаторов состояния загрязненности среды. Увеличение антропогенной нагрузки подчеркивает необходимость эколого-гигиенической оценки качества ЛРС.

2. В настоящее время имеются, единичные работы, касающиеся эколого-гигиенической оценки качества ЛРС Центрального Черноземья. Эколого-гигиенические исследования ЛРС проводились в рамках Кемеровской (Попов А.И., Егорова И.Н., Неверова О.А., Баяндина И.И., Загурская Ю.В., Сиромля Т.И., Высочина Г.И., Вронская О.О., Сысо А.И. и др.), Оренбургской (Васильева Т.Н., Брудастов Ю.А., Немерешина О.Н., Петрова Г.В., Гусев Н.Ф. и др.), Новосибирской (Нечаева Е.Г., Белозерцева И.А., Воробьева И.Б., Давыдова Н.Д., Власова Н.В. и др.) Брянской (Любимов В.Б., Анищенко Л.Н., Борздыко Е.В.) и Ленинградской (Клемпер А.В.) областей, Красноярского края (Ефремов А.А., Шаталина Н.В.), Алтайского края (Гравель И.В., Яковлев Г.П., Шойхет Я.Н. и др.), а также в Минской области республики Беларусь (Поздняк С.С.), Ферганской области республики Узбекистан (Игамбердиева П.Д.). Результаты существующих исследований варьируют и не позволяют экстраполировать их на другие регионы.

3. Противоречивы данные по экологическим особенностям биосинтеза в ЛРС полифенольных БАВ. Исследований по специфике накопления эфирных масел и веществ полисахаридной природы, связанными с антропогенным воздействием на среду обитания растений, крайне мало, что не позволяет говорить о выявлении каких-либо закономерностей. Вследствие этого необходим подробный анализ особенностей накопления наиболее токсичных ТМиМ, пестицидов и РН, а также основных действующих групп БАВ разными видами ЛРС, включая различные органы или группы органов растений.

4. Изучаемое ЛРС часто используется в нативном виде, входит в состав сборов и фиточаев, что делает актуальным вопрос о переходе токсикантов в водные извлечения. В литературе встречаются отдельные экспериментальные результаты, полученные И.В. Гравель, М.А. Мяделец, Т.И. Сиромля, А.В. Клемпером, Т.А. Баклановой, И.А. Клепцовой и др., которые, однако, касаются преимущественно 10-12 элементов и не описывают особенностей перехода всего спектра минерального комплекса ЛРС в настои и отвары.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объекты исследования являются представителями как естественных растительных сообществ, так и синантропной флоры, заготавливаются преимущественно в средней полосе РФ (в т.ч. в Воронежской области). Выбор объектов исследования обусловлен необходимостью изучения нескольких видов ЛРС, включающих различные органы или группы органов растений, от разных форм производящих растений (травянистых и древесных), содержащие разные группы основных БАВ (флавоноиды, ФКК, ОКК, ЭМ, ПС). Таким образом, изучались трава пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.); трава полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.); трава горца птичьего (*Polygonum aviculare* L.); трава тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.); листья крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.); листья подорожника большого (*Plantago major* L.); цветки липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.); цветки пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.); корни одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg); корни лопуха большого (*Arctium lappa* L.). Для анализа накопления экотоксикантов ЛРС из почвы также проводили отбор проб ВСП на каждой исследуемой территории.

Характеристика мест заготовки образцов

На основе анализа литературных данных и картографического обзора [61, 62, 102, 114, 128, 188, 195, 323, 328, 347, 353] был сделан выбор точек отбора образцов ВСП и ЛРС в Воронежской области, обусловленный характером специфического антропогенного воздействия (рисунок 2.1): промышленные предприятия ОАО «Воронежсинтезкаучук», ОАО «Минудобрения», ООО «БорМаш»; теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) «ВОГРЭС», Нововоронежская АЭС, аэропорт, высоковольтные линии электропередач (ВЛЭ), Воронежское водохранилище, города с развитой легкой промышленностью (Калач, Борисоглебск, Воронеж), зоны активной сельскохозяйственной деятельности (Лискинский, Ольховатский, Подгоренский, Петропавловский, Грибановский, Хохольский, Новохоперский, Репьевский, Воробьевский, Панинский, Верхнехавский, Россошанский районы), зоны, подвергшиеся загрязнению РН в результате аварии на Чернобыльской АЭС (Нижедевицкий, Острогжский, Семилукский районы). Уделено внимание вопросу загрязнения ВСП и ЛРС от автомобильных и железных дорог. Отбор образцов проводили вблизи различных транспортных магистралей, а также в разных природных зонах для того, чтобы выявить влияние естественного барьера на характер распространения экотоксикантов: на удалении 0-300 м (с шагом в 100 м) от трассы М4 в Рамонском районе (лесостепная зона с преобладанием смешанных лесов) и Павловском районе (степная зона), от трассы А144 в Аннинском районе (лесостепь с преобладанием кустарниково-травянистой растительности), от дороги обычного типа в Богучарском районе (степная зона), от железнодорожного полотна в Рамонском районе (лесостепная зона с преобладанием смешанных

лесов). Каждая исследуемая территория выбиралась по определяющему влиянию преимущественно одного объекта хозяйственного пользования. В качестве сравнения – зоны, на которых хозяйственная деятельность человека ограничена – Воронежский биосферный заповедник, Хопёрский заповедник, территория Теллермановского леса.

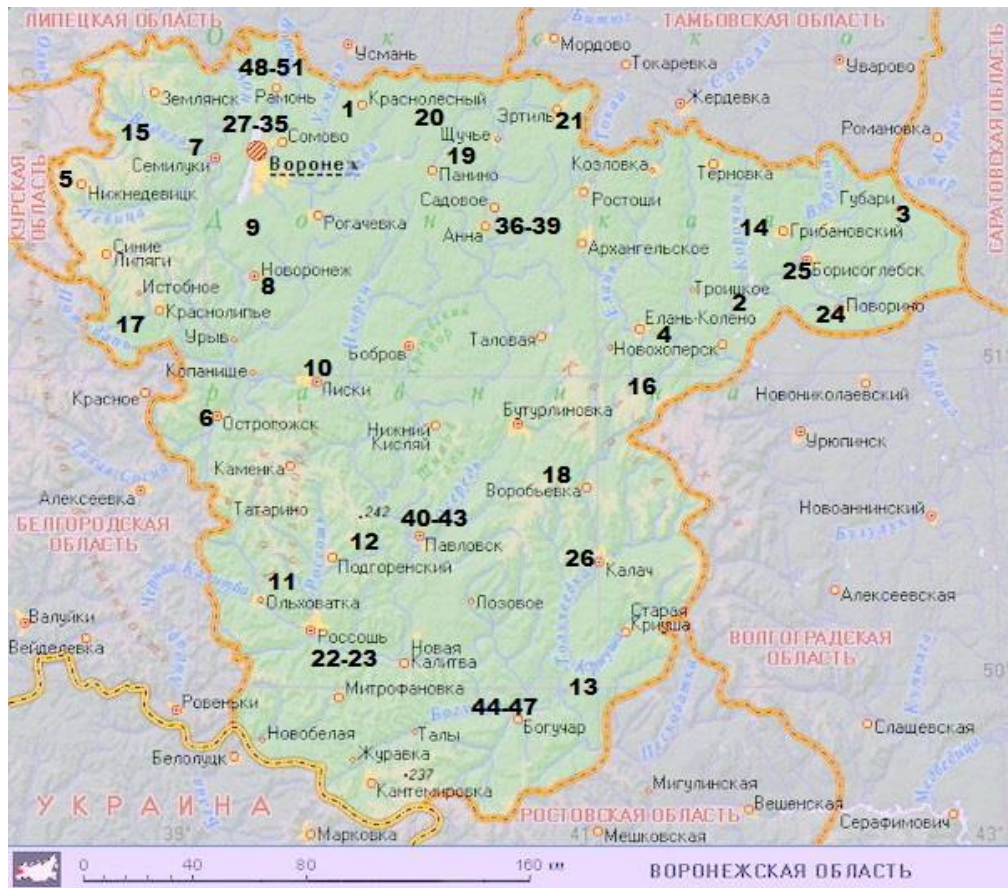


Рисунок 2.1 - Карта отбора образцов ВСП и ЛРС (расшифровка и описание мест отбора образцов приведены ниже)

1. *Воронежский государственный природный биосферный заповедник им. В.М. Пескова.* Расположен на границе Воронежской (Верхнехавский район) и Липецкой (Усманский район) областей. Географические координаты находятся в пределах 51°52' - 52°02' с.ш. и 39°21' - 39°47' в.д. Расстояние до г. Воронеж – 40 км, до г. Липецк – 100 км. Находится в лесной зоне (смешанный лес и дубравы). На территории заповедника преобладают дерновые лесные почвы. Хозяйственная деятельность исключена [327, 356].

2. *Хопёрский государственный природный заповедник.* Расположен 51°11' - 51°22' с.ш. и 41°43' - 41°48' в.д. Находится на территории Новохоперского, Поворинского и Грибановского районов, в долине реки Хопёр. Общая площадь 16,2 тыс. га. Почвы преимущественно пойменно-лесные серые глееватые. Преобладают пойменные и нагорные дубравы (более 80%). Хозяйственная деятельность исключена. Видовой состав флоры - около 1200 видов [342].

3. *Теллермановский лес (Борисоглебский район).* Естественный биогеоценоз, представленный дубравами и дубово-ясеневыми лесами с высокой продуктивностью. Расположен 51°23' с.ш. и

42°58' в.д., вдали от крупных транспортных магистралей, промышленных предприятий, имеет площадь 39,5 тыс. га. Почвы преимущественно темно-серые лесные [39,61,188].

4. с. *Елань-Колено* - село в Новохопёрском районе Воронежской области, расположено 51°09' с.ш. и 41°13' в.д. Население (на 2018 г.) - 4,5 тыс. чел. На территории района располагается медно-никелевое месторождение, которое оказывает существенное влияние на ряд геохимических показателей компонентов окружающей среды. Елкинское медно-никелевое месторождение – важнейшее из разрабатываемых – расположено в 1 км от с. Елань-Колено. С 2015 года регулярно фиксируется значительное загрязнение водных источников, в том числе радием-226. Экономически целесообразной является разработка сульфидных медно-никелевых руд в регионе открытым способом, что, в связи с распылением токсичных элементов, значительно повлияет на экологическую обстановку не только в Новохопёрском районе, но и в Воронежской области, и Черноземье в целом. Согласно данным Уральской горно-металлургической компании, ввод месторождений в эксплуатацию планируется не позднее 25.07.2026. Почвы аллювиальные засоленные с склонностью к аккумуляции различным элементам, в том числе ТМ [61, 188, 328].

5. с. *Нижнедевицк* - административный центр Нижнедевицкого района Воронежской области, расположен 51°32' с.ш. и 38°22' в.д. Население, по данным на 2018 год, составляет 5,5 тыс. чел. Наиболее распространенные почвы - черноземы обыкновенные. Село расположено в лесостепной природной зоне. Относится к районам, подвергшимся значительному радионуклидному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Основная отрасль экономики - сельское хозяйство с преобладанием растениеводства. В Нижнедевицке действуют промышленные предприятия по переработке зерна и семян подсолнечника: ООО «ДКГ», ООО «Маслодельный завод Нижнедевицкий», ООО «Агроспектр» [39, 61, 188, 328].

6. г. *Острогожск* — административный центр Острогожского района Воронежской области и городского поселения Острогожск, расположен 50°52' с.ш. и 39°04' в.д. Население (на 2018 г.) составляло 32,6 тыс. чел. Преобладающие почвы – черноземы солонцеватые. Город расположен в лесостепной природной зоне, относится к районам, подвергшимся радионуклидному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Основные предприятия - кожевенный завод, предприятия пищевой промышленности. Важнейшее значение в экономике района имеет сельское хозяйство, главной отраслью которого является растениеводство. Для Острогожского района отмечен многолетний высокий уровень применения пестицидов и удобрений, что негативно сказывается на экологической обстановке. По данным ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», в Острогожском районе высокий уровень выявления проб почв, неблагоприятных по содержанию пестицидов [39, 61, 188, 323, 328].

7. г. *Семилуки* - административный центр Семилуцкого района Воронежской области, расположен 51°41' с.ш. и 39°02' в.д. Население, по данным на 2018 год, составляет 26,7 тыс. чел.

Через Семилуки проходит железная дорога «Воронеж-Курск», а также автомобильная дорога, соединяющая в объезд г. Воронежа трассы М4 и А144. Преобладающие почвы – черноземы солонцеватые. Город расположен в лесостепной природной зоне. В районе развита промышленность, функционирует более 50 промышленных предприятий (ОАО «Семилукский огнеупорный завод», АО «Латненское огнеупорное производство», АО «Семилукский завод бытовой химии», АО «Землянское ремонтно-техническое предприятие», а также пищевые комбинаты, фабрика мебельных фасадов, комбинат по выпуску картона и др.). Относится к районам, подвергшимся радионуклидному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС [39, 61, 188, 323, 328].

8. г. *Нововоронеж* образует муниципальное образование городской округ город Нововоронеж. Расположен $51^{\circ}19'$ с.ш. и $39^{\circ}13'$ в.д. Население, по данным на 2018 год, составляет 31,5 тыс. чел. В структуре почв преобладают черноземы выщелочные. Расположен в лесостепной зоне. Является зоной интенсивного земледелия и мясо-молочного животноводства. Основные отрасли экономики - атомная энергетика. Нововоронежская АЭС, расположенная на расстоянии 3,5 км от г. Нововоронежа и 45 км – от г. Воронежа, на 85 % обеспечивает Воронежскую область. В настоящее время в работе находятся четыре энергоблока общей мощностью 2617 МВт. Основную долю твёрдых радиоактивных отходов (около 98 %) составляют низко- и среднеактивные. На Нововоронежской АЭС разработана и действует технологическая схема обращения с твёрдыми радиоактивными отходами, предусматривающая их сбор, сортировку, переработку (прессование), транспортировку и безопасное хранение [39, 61, 188, 323, 328].

9. *Высоковольтные линии электропередач*. Для отбора образцов был выбран участок под ВЛЭ, расположенный на расстоянии 35 км от Нововоронежской АЭС в Каширском районе ($51^{\circ}45'$ с.ш. и $39^{\circ}27'$ в.д.). Природная лесостепная зона изучаемого района перемежается с большим количеством сельскохозяйственных полей. В структуре почв преобладают черноземы выщелочные. Выбор района исследования объясняется высоким напряжением передаваемого тока (220 кВ) и возможностью проследить радиологическую обстановку на удалении 35-40 км от АЭС. Напряженность электрического поля непосредственно под ВЛЭ может достигать 2-10 кВ/м, но из-за способности почвы понижать напряженность уже при удалении от ВЛЭ на 100 м этот показатель резко падает до 10-20 В/м [311]. Значительное влияние ВЛЭ оказывают на окружающую среду за счет коронных разрядов - высоковольтных самостоятельных электрических разрядов в газе достаточной плотности (1 атм), возникающих в резко неоднородном электрическом поле вблизи электродов с малым радиусом кривизны (проволок). Коронный разряд сопровождается ионизацией воздуха в электрическом поле с высокой напряженностью и движением частиц газа и содержащихся в нем примесей от коронирующего электрода к силовой нейтрали, то есть от ВЛЭ к земле [260], что способствует осаждению взвешенных в воздухе частиц. Уровни электрического

поля, регистрируемые вблизи ВЛЭ, достаточны для повреждения листьев растений (особенно тонких и с острыми краями) [25, 32, 36]. В таком случае через острый край листа протекает электрический ток коронарного разряда, а тепловая энергия, выделяемая при сопротивлении ткани листа, вызывает гибель клеток [36, 122].

10. Лискинский район расположен на западе Воронежской области в лесостепной природной зоне. Население (на 2018 г.) - 99,4 тыс. чел. Преобладающие почвы – черноземы обыкновенные. В районе развита промышленность, которая представлена 15 предприятиями, из них — 11 предприятий обрабатывающих производств. Ведущая отрасль экономики – сельское хозяйство и на протяжении последнего десятилетия фиксируется максимальный уровень химизации сельского хозяйства (до 36,2 кг/га). По данным ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», в Лискинском районе высокий уровень выявления проб атмосферного воздуха и почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию пестицидов. Точка отбора образцов ЛРС и ВСП расположена по краю сельскохозяйственного угодья (50°59' с.ш. и 39°29' в.д.) [61, 188, 323, 328].

11. Ольховатский район - муниципальное образование на юго-западе Воронежской области в степной природной зоне. Население, по данным на 2018 год, составляет 22,7 тыс. чел. Почвы представлены черноземами обыкновенными. В районе зарегистрировано 9 предприятий преимущественно по переработке сельскохозяйственной продукции, с высоким уровнем химизации в растениеводстве (до 30 кг/га). Отбор образцов проводили по краю сельскохозяйственного угодья (50°16' с.ш. и 39°17' в.д.) [61,188,323,328].

12. Подгоренский район - муниципальное образование на юго-западе Воронежской области в степной природной зоне. Население (на 2018 г.) - 24,3 тыс. чел. Почвы - черноземами обыкновенными. Основная экономическая сфера деятельности – сельское хозяйство. Агропромышленный комплекс представлен 13 сельскохозяйственными предприятиями, 6 подсобными и 54 фермерскими хозяйствами, уровень химизации - до 30 кг/га. Отбор образцов проводили по краю сельскохозяйственного угодья (50°24' с.ш. и 39°40' в.д.) [61,188,323,328].

13. Петропавловский район - муниципальное образование на юго-востоке Воронежской области, в степной природной зоне. Население (на 2018 г.) - 17,1 тыс. чел. Почвы представлены преимущественно черноземами обыкновенными. Основная сфера экономики – сельское хозяйство. В состав агропромышленного комплекса входят: 20 сельхозпредприятий, 240 крестьянских фермерских хозяйств с высоким уровнем химизации. Точка отбора образцов ЛРС и ВСП расположена по краю сельскохозяйственного угодья (50°05' с.ш. и 40°53' в.д.) [61, 188, 323, 328].

14. Грибановский район - муниципальное образование на северо-востоке Воронежской области в лесостепной природной зоне с преобладанием дубрав. Население (на 2018 г.) - 30,1 тыс. чел. Почвы - преимущественно черноземы солонцеватые. Основная сфера экономики района –

сельское хозяйство. Аграрно-промышленный комплекс района включает 14 крупных сельскохозяйственных предприятий и 104 фермерских хозяйств с общей площадью пашни 110 тыс. га и высоким уровнем химизации (до 30 кг/га). Отбор образцов проводили по краю сельскохозяйственного угодья (51°27' с.ш. и 41°57' в.д.) [61, 188, 323, 328].

15. Хохольский район - муниципальное образование на северо-западе Воронежской области в лесостепной природной зоне. Население (на 2018 г.) - 29,8 тыс. чел. Почвы - черноземы обыкновенные. Основная сфера экономики района – сельское хозяйство, главной отраслью которого является растениеводство. Аграрное производство района насчитывает 21 сельскохозяйственное предприятие и 27 фермерских хозяйств, для которых отмечается высокий уровень химизации. Точка отбора образцов ЛРС и ВСП расположена по краю сельскохозяйственного угодья (51°33' с.ш. и 38°46' в.д.) [61, 188, 323, 328].

16. Новохоперский район - муниципальное образование на востоке Воронежской области в лесостепной природной зоне с преобладанием дубрав. Население, по данным на 2018 год, составляет 37,9 тыс. чел. Почвы представлены преимущественно черноземами обыкновенными, иногда встречаются аллювиальные засоленные. Основная сфера экономики – сельское хозяйство, главной отраслью которого является растениеводство. Площадь сельскохозяйственных угодий района составляет 174 тысячи гектар, из них пашни — 110 тысяч гектар, уровень химизации в сельском хозяйстве - до 30 кг/га. Точка отбора образцов ЛРС и ВСП расположена по краю сельскохозяйственного угодья (51°06' с.ш. и 41°38' в.д.) [61, 188, 323, 328].

17. Рельевский район - муниципальное образование на западе Воронежской области в лесостепной природной зоне с небольшими лесными массивами среди луговой степи. Население (на 2018 г.) – 15,6 тыс. человека. Почвы представлены черноземами обыкновенными. Площадь сельскохозяйственных угодий 79 тыс. га, из них 55 тыс. га - пашни. Уровень химизации - до 30 кг/га. Отбор образцов проводили по краю сельскохозяйственного угодья (51°04' с.ш. и 38°38' в.д.) [61, 188, 323, 328].

18. Воробьевский район - муниципальное образование на юго-востоке Воронежской области в степной природной зоне. Население района (на 2018 г.) - 16 тыс. чел. Почвы представлены черноземами обыкновенными. Относится к числу аграрных, на протяжении многих лет отмечается высокий уровень химизации в сельском хозяйстве. Общая площадь сельскохозяйственных угодий - 97 тыс. га, из них 74 тыс. га - пашня. Отбор образцов проводили по краю сельскохозяйственного угодья (50°39' с.ш. и 40°56' в.д.) [61, 188, 323, 328].

19. Панинский район - муниципальное образование на севере Воронежской области. Население (на 2018 г.) - 25,5 тыс. чел. Почвы представлены черноземами обыкновенными. Район расположен в лесостепной природной зоне, относится к числу аграрных. Для Панинского района

также отмечен высокий уровень химизации в растениеводстве. Точка отбора образцов ЛРС и ВСП была выбрана по краю сельскохозяйственного угодья (51°39' с.ш. и 40°07' в.д.) [61, 188, 323, 328].

20. *Верхнехавский район* - муниципальное образование на севере Воронежской области в лесостепной природной зоне. Население, по данным на 2018 год, составляет 24 тыс. чел. Тип почв - черноземы обыкновенные. Промышленный потенциал района представлен 3 крупными промышленными предприятиями (ООО «Воронежский завод растительных масел», ООО «Аквилон», Предприятия группы компании «ЕвроТехМет» (ООО «Граикс»)). Сельское хозяйство является важнейшей отраслью экономики района. Уровень химизации - до 30 кг/га. Отбор образцов проводили по краю сельскохозяйственного угодья (51°39' с.ш. и 40°07' в.д.) [61, 188, 323, 328].

21. *Эртильский район* - муниципальное образование на северо-востоке Воронежской области в лесостепной природной зоне. Население (на 2018 г.) - 22,8 тыс. человек. Тип почв - черноземы обыкновенные. Промышленность района представлена 4 предприятиями (ОАО «Эртильский литейно-механический завод», ОАО «Эртильский опытный механический завод», ОАО «Комбинат молочных продуктов «Эртильский» и ООО «Эртильский сахар»). Сельхозугодия занимают площадь 132 тысячи гектар, уровень химизации – низкий (до 8-10 кг/га). Точка отбора образцов ЛРС и ВСП была выбрана по краю сельскохозяйственного угодья (51°50' с.ш. и 40°49' в.д.) [61, 188, 323, 328].

22. *Россошанский район* - муниципальное образование на юго-западе Воронежской области в степной природной зоне с преобладанием кустарниково-травянистой растительности. Население, по данным на 2018 год, составляет 92,9 тыс. чел. Почвы - преимущественно черноземы обыкновенные. Основные промышленные предприятия преимущественно расположены в г. Россошь и его окрестностях: ОАО «Минудобрения», ООО «Придонхимстрой — известь», ООО «Росагропром», завод технооснастки, кирпичный завод, пищевые комбинаты и локомотивное депо железной дороги. Важнейшей отраслью экономики района является сельское хозяйство, отличительной особенностью которого является высокий уровень химизации (до 30 кг/га). Точка отбора образцов ЛРС и ВСП выбрана по краю сельскохозяйственного угодья (50°11' с.ш. и 39°36' в.д.) [61, 188, 323, 328].

23. *ОАО «Минудобрения»* - крупное предприятие химической промышленности России, построено в 1979 г. и расположенное в г. Россошь (50°08' с.ш. и 39°40' в.д.) в степной природной зоне с преобладанием кустарниково-травянистой растительности; почвы - черноземы обыкновенные. К выпускаемой продукции относятся аммиак жидкий, аммиачная вода, аммиачная селитра, нитроаммофоска, азотная кислота. В общем выбросе района на долю ОАО «Минудобрения» приходится 93,2 %. Общий выброс загрязняющих веществ в атмосферу составляет 5317 т/год (76 веществ), при этом твердые выбросы – 837 т/год (31 вещество), жидкие и газообразные – 4480 т/год (45 веществ). Это повышает вероятность загрязнения почв солями ТМ,

которые содержатся в качестве примесей в минеральных удобрениях или добавляются в качестве микроэлементов (свинец, кадмий, цинк, олово и др.) [3, 49, 188].

24. *ООО «Бормаиш»* - расположено в Поворинском районе, с. Пески (51°12' с.ш. 42°15' в.д.). Предприятие расположено в лесостепной природной зоне с преобладанием дубрав; почвы представлены черноземами обыкновенными. Предприятие производит технологическое оборудование для химической, металлургической, энергетической и пищевой отраслей промышленности. На 2018 год валовый суммарный выброс от предприятия составлял более 11 т/год, из них твёрдых отходов более 2,8 т/год, жидких и газообразных – более 8,2 т/год. Всего на предприятии имеется 36 источников загрязнения атмосферы, из них: 28-организованных, 8-неорганизованных. В целом по предприятию в атмосферу поступает 30 химических веществ. При определении уровня загрязнения атмосферы в районе расположения площадки были выявлены значительные количества следующих загрязняющих веществ: соединения марганца, оксиды азота и серы, диметилбензол, бутилацетат, взвешенные вещества и др [224].

25. *Улица г. Борисоглебска*. Борисоглебск - третий по площади и социально-экономическому значению город в Воронежской области. Расположен 51°22' с.ш. и 42°05' в.д. Из почв преобладают черноземы типичные. Флора в пределах селитебных территорий представлена преимущественно озеленением вдоль улиц и автомобильных трасс, а также рудеральной растительностью. Основной вклад в загрязнение города вносят предприятия теплоэнергетики, машиностроения, пищевой промышленности (ОАО «Борисоглебский котельно-механический завод», ОАО «Борхиммаш», ЗАО НП «Борисоглебский мясоконсервный комбинат») и автотранспорт (85%). По официальным данным в г. Борисоглебске, с населением 62 тыс. чел. (на 2018 г.) количество единиц автотранспорта превышает 20 тысяч. Суммарный коэффициент загрязнения воздуха в районе выше среднего по области почти в 2 раза. К объектам повышенного экологического контроля относятся также существующая свалка ТБО, несанкционированные свалки мусора [39, 61, 323].

26. *Улица г. Калача*. Калач - административный центр Калачеевского района Воронежской области, входит в десятку крупнейших районных центров региона. Расположен 50°25' с.ш. и 41°00' в.д. Численность населения на 2018 составляла 18,8 тыс. чел. Из почв преобладают черноземы обыкновенные. Зональные ландшафты района представлены лесостепью и степью. Калач - крупный центр легкой промышленности области, здесь расположены многочисленные пищевые комбинаты, а также завод стройматериалов, авторемонтные заводы [39, 61, 323].

27. *ТЭЦ-1 «ВОГРЭС»* — предприятие, снабжающее теплоэнергией Левобережный, часть Ленинского и Железнодорожного районов г. Воронежа, а также более 1000 предприятий. Почвы вблизи ТЭЦ-1 - аллювиальные луговые оглеенные суглинистые. Урбанофлора представлена преимущественно кустарниково-травянистой растительностью с единично встречающимися

деревьями. С момента постройки ТЭЦ (1933 г.) в качестве топлива применяли каменный уголь, в 2000-х годах предприятие перешло на использование природного газа. Содержание негорючих примесей к каменному углю варьирует от 5-14% (высокосортный уголь) до 26-37% (низкосортный уголь). При потреблении в сутки в среднем около 1000 тонн угля, выбросы ТЭЦ составляют до 250-300 тонн золы, что оказывает влияние на содержание взвешенных частиц в воздухе (пыли). При сгорании угля ТЭЦ дополнительно выбрасывает в среднем в сутки около 300 тонн сернистого газа, а также оксиды азота, углерода и др. Сжигание каменного угля является источником выбросов ряда РН (калий-40, радий-226, радий-228, торий-232, свинец-210 и др). ТЭЦ, функционирующие на угле с высокой зольностью при степени очистки 90-99 % дают выбросы этих РН, формирующие эффективную эквивалентную дозу до 40 раз большую, чем АЭС аналогичной мощности. Угольная зола, попадающая в выбросы, также содержит высокие концентрации токсичных элементов (ртуть, марганец, ванадий, никель и др.) [113, 114, 201]. Преимущественно выбросы ТЭЦ оседают на расстоянии от 500 до 800 м, поэтому данная зона была выбрана для отбора образцов. Координаты места сбора образцов - 51°37' с.ш. и 39°13' в.д. [32, 128, 234, 349].

28. *ОАО «Воронежсинтезкаучук»*. Предприятие расположено в Левобережном районе г. Воронежа. В его продукцию входит более 35 видов каучука, что составляет около 20 % российского рынка. Почвы вблизи предприятия преимущественно аллювиальные луговые оглеенные суглинистые. Урбанофлора около ОАО «Воронежсинтезкаучук» представлена преимущественно кустарниково-травянистой растительностью с единично встречающимися деревьями. Мощность серийного производства каучуков предприятия составляет более 326 тысяч тонн. Производство каучуков сопровождается выбросами аэрозолей, газов и крошки каучука; количество выбрасываемых вредных примесей достигает до 90 кг/ч. Процесс вулканизации, работа котельных установок также сопровождается выделением токсичных окисей серы, азота и других газов. В выбросах предприятия, достигающих до 700 т/год, содержатся вещества, обладающие канцерогенным эффектом (стирол, толуол, бутадиен). Наибольшее количество выбросов данного предприятия оседает на расстоянии 400-600 м от него; эта зона была выбрана для отбора образцов (координаты - 51°37' с.ш. и 39°14' в.д.) [128, 281].

29. *Низовье Воронежского водохранилища*. Образовано на реке Воронеж в 1971—72 гг., находится в городском округе Воронежа. Почвы представлены темно-серыми и серыми лесостепными средне- и тяжелосуглинистыми. Характерна травянисто-кустарниковая растительность с небольшим количеством деревьев. Индексы сапробности характеризуют водохранилище слабозагрязненным. В водохранилище производят сброс сточных вод большинство промышленных предприятий города. Представлялось актуальным проследить возможное влияние загрязненного водоема на прибрежную растительность, поэтому сбор образцов

для анализа проводили на расстоянии 0-3 м от правого берега низовья водохранилища (координаты места сбора образцов 51°44' с.ш., 39°14' в.д.) [128, 172, 341].

30. *Аэропорт Воронеж им. Петра Первого* — международный аэропорт, расположен в Рамонском районе Воронежской области (51°49' с.ш., 39°14' в.д.) в лесостепной природной зоне; почвы преимущественно аллювиальные засоленные. Способен принимать самолёты типа Boeing-737,747,767; Airbus-319,320,321; Saab-2000; Sukhoi Superjet 100; Ту-134, ТУ-134/154/204/214, Ан-2/12/24/26/28/148 и все более лёгкие, а также вертолёты. Влияние на атмосферу одного авиалайнера эквивалентно влиянию почти 8 тыс. автомобилей. В среднем один реактивный самолёт, потребляя в течение 1 ч 15 т топлива и 625 т воздуха, выпускает в окружающую среду 46, 8 т диоксида углерода, 18 т паров воды, 635 кг оксида углерода, 635 кг оксидов азота, 15 кг оксидов серы, 2,2 кг твёрдых частиц. Наибольшее загрязнение окружающей среды происходит в зоне аэропортов во время посадки и взлёта самолётов, а также во время прогрева их двигателей, что проявляется повышенными концентрациями экотоксикантов, в частности, бенз(а)пирена и ТМ, в почвах приаэродромных территорий [32, 51, 189].

31. *Улица г. Воронежа – улица Димитрова* – протяженная (длиной 6,8 км) улица, расположенная в самом неблагоприятном по суммарному объёму промышленных выбросов Левобережном районе и соединяющая город с окружной дорогой и трассой М4. Приоритетным загрязнителем атмосферы города является автотранспорт, на который приходится более 70 % от валового выброса загрязняющих веществ. Выхлопные газы автомобилей на данной улице почти круглый год превышают допустимые нормы. Почвы – урбано-дерново-лесные песчаные и супесчаные. Урбанофлора представлена преимущественно кустарниково-травянистой растительностью с небольшим количеством деревьев. Координаты места сбора образцов 51°40' с.ш., 39°15' в.д. [32, 39, 128].

32-36. *Автомагистраль М4 «Дон» в Рамонском районе*. Федеральная автомобильная дорога М4 «Дон» — автомобильная дорога федерального значения Москва — Воронеж — Ростов-на-Дону — Новороссийск. Общая протяжённость автодороги составляет 1543 км; относится к IА категории автомобильных дорог – автомагистраль с интенсивностью движения более 14000 автомобилей в сутки. Интенсивность движения в 2018 году составила 68,7 млн транспортных средств. Основными типами почв изучаемой территории являются серые лесостепные среднесуглинистые. Изучаемые точки отбора образцов ЛРС и ВСП (0 м, 100 м, 200 м, 300 м от автомобильной трассы) были выбраны в лесной зоне с преобладанием смешанных лесов, что позволило отследить характер распространения экотоксикантов от крупной автомобильной транспортной магистрали при наличии естественного барьера. Место сбора располагалось на 491-ом километре трассы М4 в 3-5 километрах от г. Воронежа (координаты 55°78' с.ш. и 39°15' в.д.) [32, 52, 331].

36-39. *Автомобильная трасса А144 в Аннинском районе*, расположенном на севере Воронежской области, относится к IА категории. Трасса А144 является частью Европейского маршрута Е 38 и азиатского маршрута АН61 и обеспечивает связь Поволжья и Черноземья с западными регионами Центральной России и северо-востоком Украины. Основными типами почв изучаемой территории являются черноземы обыкновенные. Изучаемые точки отбора образцов ЛРС и ВСП (0 м, 100 м, 200 м, 300 м от автомобильной трассы) были выбраны в степной зоне с преимущественно кустарниковой растительностью, что позволило отследить характер распространения экотоксикантов от крупной автомобильной транспортной магистрали при наличии малого естественного барьера. Место сбора располагалось в 2 километрах к востоку от села Хлебородное вдоль трассы А 144 (координаты 51°28' с.ш. и 40°42' в.д.) [52, 188, 331].

40-43. *Автомобильная трасса М4 «Дон» в Павловском районе*. По территории района в направлении север-юг проходит федеральная автомобильная дорога IА категории М4 «Дон». Тип почв - черноземы обыкновенные. Изучаемые точки отбора образцов ЛРС и ВСП (0 м, 100 м, 200 м, 300 м от автотрассы) были выбраны в степной зоне с преимущественно травянистой растительностью, что позволило отследить характер распространения экотоксикантов от крупной автомобильной магистрали при отсутствии естественного барьера. Место сбора располагалось в 5 километрах к югу от г. Павловска вдоль трассы М4 (координаты 50°26' с.ш. и 40°04' в.д.) [52, 188, 331].

44-47. *Дорога обычного типа (нескоростная автомобильная дорога) в Богучарском районе*. Дорога асфальтированная, имеющая проезжую часть с центральной разделительной полосой, категории IV (с интенсивностью движения до 2000 автомобилей в сутки), ведущая к селу Сухой Донец. Район расположен в степной природной зоне; типичные почвы – черноземы обыкновенные. Изучаемые точки отбора образцов ЛРС и ВСП (0-300 м от автомобильной трассы) были выбраны в природном ландшафте с преимущественно травянистой растительностью, что позволило отследить характер распространения экотоксикантов от автодороги с малой интенсивностью движения при отсутствии естественного барьера. Координаты места сбора - 49°48' с.ш. и 40°55' в.д. [52, 188, 331].

48-51 *Железнодорожные пути вблизи станции Графская* - узловой железнодорожной станции Лискинского региона Юго-Восточной железной дороги, на удалении 2 км от ближайшего населенного пункта (поселок городского типа Краснолесный). Естественные почвы представлены преимущественно серыми лесными суглинистыми, а растительность - смешанными лесами с преобладанием ельников. Изучаемые точки отбора образцов ЛРС и ВСП (0-300 м от железнодорожного пути) были выбраны в лесной зоне, что позволило отследить характер распространения экотоксикантов от дороги при наличии естественного барьера. Координаты места сбора - 51°53' с.ш. и 36°36' в.д. [61, 132, 162, 188, 204].

Подготовка образцов и обработка результатов

Заготовку образцов ЛРС проводили в соответствии с требованиями соответствующих ФС РФ XIV (ФС.2.5.0069.18 «Горца птичьего (спорыша) трава», ФС.2.5.0033.15 «Полыни горькой трава», ФС.2.5.0101.18 «Тысячелистника обыкновенного трава», ФС.2.5.0034.15 «Пустырника трава», ФС.2.5.0032.15 «Подорожника большого листья», ФС.2.5.0019.15 «Крапивы двудомной листья», ФС.2.5.0024.15 «Липы цветки», ФС.2.5.0031.15 «Пижмы обыкновенной цветки», ФС.2.5.0086.18 «Одуванчика лекарственного корни», ФС.2.5.0025.15 «Лопуха корни») и принципами ГАСР [53, 265] в 2015-2020 гг. Травы горца птичьего, полыни горькой, тысячелистника обыкновенного, пустырника пятилопастного, а также листья подорожника большого и крапивы двудомной заготавливали в сухую погоду в начале цветения производящих растений, срезая их ножницами, секатором или ножом. Цветки также заготавливали в начале цветения растений: пижмы обыкновенной - срезали корзинки и части сложных щитковидных соцветий, липы сердцевидной – срезали небольшие ветви с обильными цветками и в затененном месте обрывали цветки вместе с прицветниками. Корни лопуха большого и одуванчика лекарственного заготавливали в конце сентября: выкапывали, отмывали от земли, разрезали на куски. Сушили ЛРС естественным теневым способом при хорошей вентиляции, периодически переворачивая. Хранили заготовленные образцы ЛРС в соответствии с ОФС.1.1.0011.15 «Хранение лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов» [53,54].

Пробы ВСП на каждой исследуемой пробной площадке отбирали по ГОСТ Р 58595-2019 «Почвы. Отбор проб» и ГОСТ 17.4.4.02 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа», методом конверта или по диагонали так, чтобы проба представляла собой часть почвы, типичной для ее верхних слоев (0-10 см от поверхности), с помощью лопат [32,250]. Отбор проб ЛРС проводили по требованиям ОФС.1.1.0005.15 «Отбор проб лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов» в условиях, исключающих дополнительное загрязнение объекта исследования. Пробоподготовка ЛРС включала его измельчение с целью приготовления однородного образца и последующего взятия параллельных навесок. Водные извлечения из ЛРС получали в соответствии с ОФС.1.4.1.0018.15 «Настои и отвары» [53]. При проведении исследований использованы реактивы и растворители марок х.ч. и ч.д.а. (ЗАО «Вектон»). Приготовление реактивов и необходимых стандартов осуществляли в соответствии с требованиями ГФ [53, 54, 55].

Полученные результаты статистически обрабатывали в соответствии с ОФС.1.1.0013.15 «Статистическая обработка результатов эксперимента» в «Microsoft Excel» (офисный пакет «Microsoft Office 2013»). Валидацию разрабатываемых методик осуществляли в соответствии с ОФС.1.1.0012.15 «Валидация фармакопейных методик». Изучение взаимосвязи между

определяемыми числовыми показателями вели методом параметрической статистики по критерию корреляции Пирсона. При расшифровке полученных значений пользовались шкалой Чеддока [1,44,53,193,201,263,268,295].

Структура исследования

Структура исследования приведена на рисунке 2.2.

Испытания ЛРС по фармакопейным показателям качества

Проведение испытаний ЛРС по фармакопейным показателям качества осуществляли в соответствие с требованиями ОФС.1.2.1.0010.15 Потеря в массе при высушивании, ОФС.1.2.2.0013.15 Зола общая, ОФС.1.5.3.0005.15 Зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте [53,54]. Использовали весы аналитические «A&D GH-202», стерилизатор воздушный «Витязь ГП-40», электропечь муфельную SNOL 3/11 «ТехноТерм».

Изучение содержания ТМиМ в ВСП и ЛРС

В образцах определяли концентрацию ртути, кадмия, свинца, мышьяка, (эти элементы нормируются в ЛРС И ЛРП). Также в качестве определяемых элементов были выбраны наиболее токсичные металлы, содержание которых в ЛРС И ЛРП в настоящее время не нормируется – цинк (элемент 1 класса опасности), кобальт, никель, хром и медь (элементы 2 класса опасности).

Для определения содержания свинца, кадмия, никеля, цинка, меди, кобальта и хрома проводили пробоподготовку методом сухой минерализации [53, 54], а для определения концентрации ртути и мышьяка – методом мокрой минерализации [53, 54]. Анализ образцов проводили с использованием аналитического комплекса на базе атомно-абсорбционного спектрометра с электротермической атомизацией «МГА-915МД» в соответствии с «МУ по определению ТМ в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства» и ОФС.1.5.3.0009.15 «Определение содержания ТМиМ в ЛРС и лекарственных растительных препаратах». В расчетах использовали среднее арифметическое значение 3 параллельных измерений. За результат принимали величину атомного поглощения элемента, полученную в абсорбционном режиме с доверительной вероятностью 95% [53, 54, 250].

Суммарный показатель загрязнения ВСП рассчитывали в соответствии с МУ 2.1.7.730-99 «Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы». Интенсивность переноса всех экотоксикантов из ВСП в ЛРС оценивали с помощью КН (КН), который рассчитывали по формуле (2.1) [66, 67, 72, 73, 74, 205]:

$$КН = \frac{C_{ЛРС} * 100}{C_{ВСП}}, \quad (2.1)$$

где $C_{ЛРС}$ – содержание экотоксиканта в ЛРС; $C_{ВСП}$ – содержание экотоксиканта в ВСП.

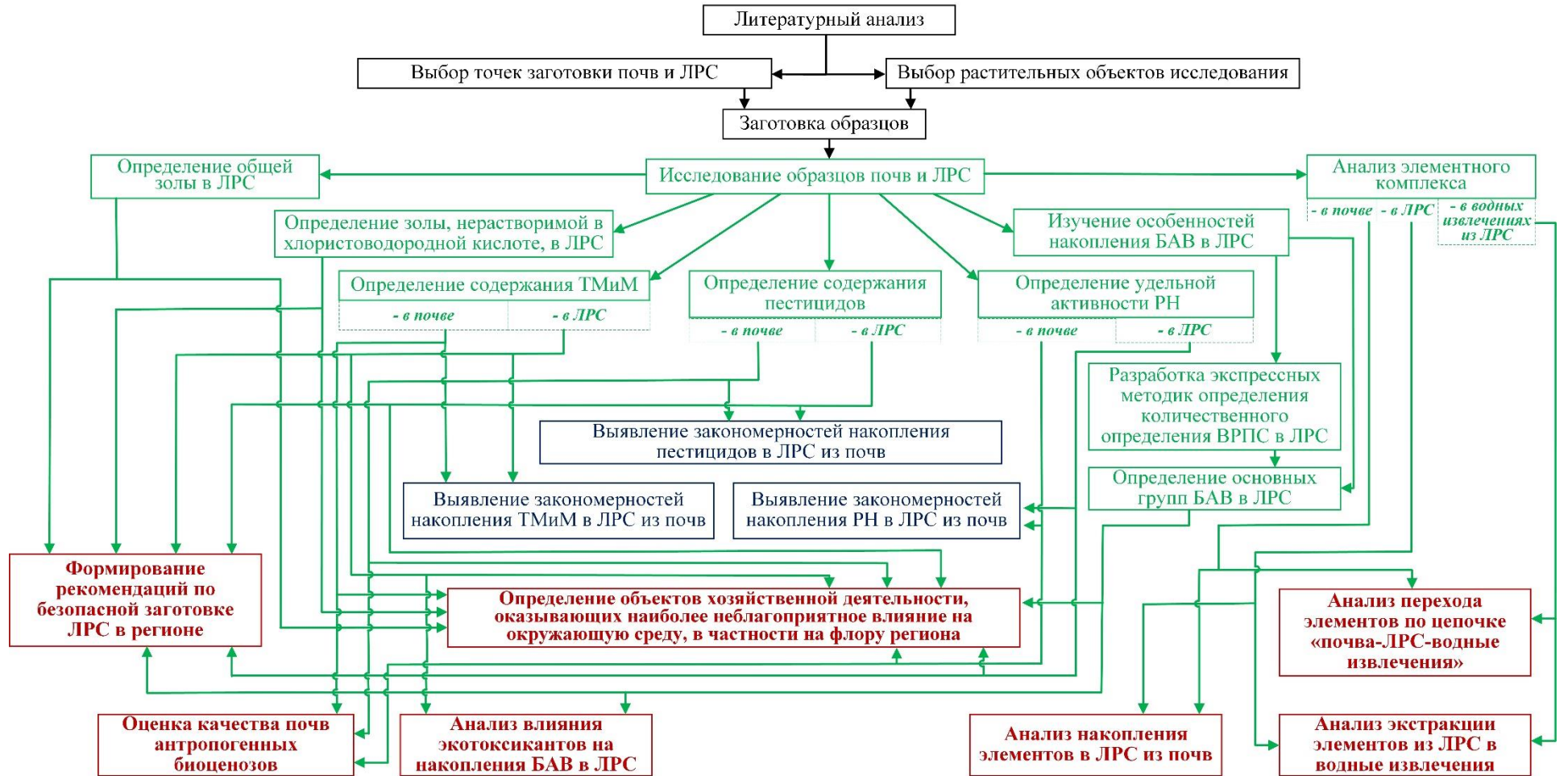


Рисунок 2.2 - Структурно-логическая схема исследования

Изучение макро- и микроэлементного профиля

Исследование макро- и микроэлементного состава ЛРС и ВСП проводили на ХМСМ-анализаторе «Perkin-Elmer ELAN DRC-II» с индуктивно связанной плазмой. Исследования осуществляли на образцах, отобранных в контрольной зоне (Воронежский заповедник), чтобы исключить влияние хозяйственной деятельности на накопление определяемых элементов в изучаемых объектах. ЛРС измельчали, разлагали смесью концентрированных плавиковой и азотной кислот с последующей микроволновой обработкой. Разложенную пробу количественно переносили, доводили до 10 мл водой деионизированной, отбирали аликвоту 1 мл и доводили до 10 мл 0,5%-ной азотной кислотой, после чего анализировали. При анализе настоев и отваров к 1 мл образца в мерной пробирке приливали 7 мл воды деионизированной, затем 0,5 мл концентрированной азотной кислоты, доводили до 10 мл водой деионизированной. Правильность определения контролировали методом добавок [226, 227].

Изучение содержания пестицидов в ВСП и ЛРС

Содержание нормируемых ХОП (ДДТ, ГХЦГ, алдрин, гептахлор) определялось методом ГЖХ на хроматографе «Цвет 500М» с микрошприцевым дозатором, стеклянными капиллярными разделительными колонками и пламенно-ионизационным детектированием в соответствии с ГОСТ Р 53217-2008 «Качество почвы. Определение содержания хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов» и ОФС.1.5.3.0011.15 «Определение содержания остаточных пестицидов в ЛРС и лекарственных растительных препаратах». Количественное определение экотоксикантов проводили на двух неподвижных фазах различной полярности и использованием внешнего стандарта, в качестве которого использовали стандарты определяемых пестицидов [53, 54, 194].

Изучение содержания РН в ВСП и ЛРС

В образцах ВСП и ЛРС определяли УА основных долгоживущих искусственных РН (стронций-90, цезий-137) и распространенных естественных РН (торий-232, калий-40, радий-226) на спектрометре - радиометре МКГБ-01 «РАДЭК» с программным обеспечением «ASW» (зарегистрирован в Государственном реестре средств измерения РФ (№ 21730-13)). В блоках детектирования гамма-излучения в качестве детектора применяется сцинтиллятор NaI(Tl), в блоках детектирования альфа-излучения - сцинтиллятор ZnS(Ag), в блоках детектирования бета-излучения - сцинтиллятор из полистирола. Минимальная измеряемая УА составляет 0,15-1,0 Бк/кг, расширенная неопределенность двух повторных измерений активностей не превышает 30%.

Определение УА РН в почве осуществляли по МР 2.6.1/2.3.7.0216-20 «Радиохимическое определение удельной активности природных РН в пробах пищевой продукции, почвы, других объектов окружающей среды и биопробах». Определение УА РН в ЛРС проводили в соответствии с первым вариантом измерений ОФС.1.5.3.0001.15 «Определение содержания радионуклидов в

ЛРС и лекарственных растительных препаратах» [53,54]. Эффективную удельную активность (ЭУА) природных РН рассчитывали в соответствии с СанПиН 2.6.1.2523-09 [192, 299].

Для определения в ЛРС ЭУА ($A_{эфф\ ЛРС}$) природных РН изначально рассчитывали средние арифметические значения УА каждого РН (A_{cp}) (калия-40, радия-226, тория-232): $A_{cp} = 1/n * \sum_{i=1}^n A_i$

$$(2.2)$$

где, $i=1, \dots, n$ – номер навески.

Абсолютную погрешность определения величины УА (ΔA) вычисляли по формуле: $\Delta A = 1,7 * \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^n A_i^2 - A_{cp}^2}{n-1} + a\right)}$ (2.3)

где a - абсолютная погрешность определения УА РН в навесках пробы, оцениваемая в соответствии с методикой выполнения измерений на радиометрической установке.

Расчет $A_{эфф}$ производили по формуле: $A_{эфф} = A_{Ra} + 1,3A_{Th} + 0,09A_K$ (2.4)

где A_{Ra} , A_{Th} , A_K - УА радия-226, тория-232, калия-40 (Бк/кг); 1,3 и 0,09 - взвешивающие коэффициенты тория-232 и калия-40 соответственно по отношению к радю-226, представляющие собой безразмерные множители, на которые умножаются накопленные в ЛРС эквивалентные дозы природных РН, чтобы оценить вклад их облучения в общую УА образца.

Абсолютную погрешность определения значений $A_{эфф}$ вычисляли по формуле: $\Delta A_{эфф} = \sqrt{(\Delta A_{Ra}^2 + 1,7 * \Delta A_{Th}^2 + 0,007 * A_K^2)}$ (2.5)

За результат определения ЭУА природных РН в ЛРС принимали значение $A_{эфф\ ЛРС}$, определяемое по формуле: $A_{эфф\ ЛРС} = A_{эфф} + \Delta A_{эфф}$ (2.6)

Изучение содержания БАВ в ЛРС

С использованием регрессионного, дисперсионного и корреляционного анализов [14, 89, 90, 239, 240] разработаны и валидированы экспрессные методики выделения и количественного определения ВРПС корней одуванчика лекарственного, корней лопуха большого, листьев подорожника большого с применением ультразвуковой экстракции БАВ. Для корней одуванчика лекарственного и лопуха большого также были подобраны методики очистки суммы ВРПС до инулина со степенью чистоты 97% [88, 258, 259, 261, 304, 305, 306, 307, 308].

Используемое оборудование: спектрофотометр «СФ-2000», баня водяная «ULAB (UT-4302E)», ультразвуковая ванна «ГРАД 40-35».

При испытании образцов ЛРС на количественное содержание БАВ приоритет был отдан основным нормируемым действующим веществам. В образцах ЛРС количественно определяли:

- трава горца птичьего - содержание суммы флавоноидов в пересчете на авикулярин (ФС.2.5.0069.18 «Горца птичьего (спорыша) трава»);
- трава полыни горькой - содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, ЭМ и ЭВ, извлекаемых 70% спиртом (ФС.2.5.0033.15 «Полыни горькой трава»);

- трава тысячелистника обыкновенного - содержание суммы флавоноидов в пересчете на лютеолин и ЭМ (ФС.2.5.0101.18 «Тысячелистника обыкновенного трава»);
- трава пустырника пятилопастного - содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин и ЭВ, извлекаемых 70% спиртом (ФС.2.5.0034.15 «Пустырника трава») [53].
- листья подорожника большого - содержание ПС и ЭВ, извлекаемых 70% спиртом (Пат. РФ 2530501, ФС.2.5.0032.15 «Подорожника большого листья») [53, 306].
- листья крапивы двудомной - содержание суммы ОКК в пересчете на хлорогеновую кислоту (ФС.2.5.0019.15 «Крапивы двудомной листья»).
- цветки липы сердцевидной - содержание суммы восстанавливающих сахаров (в составе ПС) в пересчете на глюкозу (ФС.2.5.0024.15 «Липы цветки»).
- цветки пижмы обыкновенной - содержание суммы флавоноидов и ФКК в пересчете на лютеолин (ФС.2.5.0031.15 «Пижмы обыкновенной цветки») [53].
- корни одуванчика лекарственного - содержание ГОВРПС и ЭВ, извлекаемых водой (Пат. РФ 2635996, ФС.2.5.0086.18 «Одуванчика лекарственного корни») [53, 305].
- корни лопуха большого - содержание суммы ПС в пересчете на фруктозу, ГОВРПС, и ЭВ, извлекаемых водой (Пат. РФ 2604934, ФС.2.5.0025.15 «Лопуха корни») [53, 304].

Изучение компонентного состава ЭМ

Определение компонентного состава ЭМ проводили на ХМСМ-комплексе (Agilent Technologies 7890B GCSystem) с масс-селективным детектором (Agilent Technologies 5977A MSD) и программным обеспечением MassHunter v. B.06.00 и NIST MS Search 2.0. Исследование проводили при 310°C узла ввода пробы и 290°C аналитического интерфейса, разделение - на капиллярной колонке HP-5msUI (30м x 0.250мм x 0.25 μм) с неподвижной фазой (5% фенил) - 95% фетилполисилоксан, при скорости постоянного потока газа носителя 1 мл/мин, с применением ионизации «электронным ударом» (энергия излучения 70 эВ). Объем вводимой пробы – 1 мкл, регистрация сигнала - по полному ионному току (ТIC) в диапазоне масс 20-550 m/z. Анализ полученных данных осуществлялся по базам данных NIST11 (от 19.05.2011) [151, 227, 319, 370].

ГЛАВА 3. ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА ВЕРХНИХ СЛОЕВ ПОЧВ И ЛРС

3.1. Изучение содержания в ЛРС золы общей и золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте

В фармакопейном анализе судить об общем минеральном комплексе ЛРС позволяет показатель «зола общая» – остаток неорганических веществ, который получается в результате сжигания и прокаливания ЛРС до постоянной массы. Увеличение величины зольного остатка указывают на загрязненность анализируемого объекта минерализующимися примесями, в частности пылевыми частицами [53, 54].

Все образцы ЛРС, заготовленные на контрольных территориях и в условиях агробиоценозов, соответствуют фармакопейным требованиям по показателю «зола общая» (таблица А.1 приложения А). В ряде образцов сырья, собранных в урбоценозах Воронежской области, отмечено превышение числовых показателей золы общей. Наиболее частое превышение норм по этому числовому показателю отмечено для образцов травы пустырника пятилопастного и цветков пижмы обыкновенной (в 31% образцов), что можно объяснить опушенностью данных растений, хорошо сорбирующих на себе взвешенные в воздухе загрязняющие вещества, а также достаточно высокими требованиями ГФ XIV к данным видам ЛРС. В 29% образцов листьев подорожника большого также оказалось превышено общее содержание минеральных веществ, что обуславливается большой по площади основной частью листовой пластинкой растения, расположенной в горизонтальной плоскости, а также приземистым его произрастением, что создает благоприятные условия для осаждения пылевых частиц на поверхности ЛРС. Наиболее благополучными по показателю «Зола общая» признаны корни лопуха большого и одуванчика лекарственного – все образцы соответствуют требованиям ФС.

Особенно сильно превышено допустимое значение общей золы для образцов, собранных вблизи автострад, что объясняется большим количеством пескосмесей, используемых в зимний период, а также значительным количеством мелкодисперсных несгораемых частиц в выбросах автомобилей. Актуальность данного исследования подчеркнута разночтениями в научной, учебной и правовой литературе, касающейся сбора ЛРС вблизи дорог. Разрешенным расстоянием для сбора ЛРС в одних изданиях указаны 100 м от проселочной дороги, в других – 100 м от дороги с очень интенсивным движением [47, 166, 206]. Исследования по выбору безопасной зоны заготовки ЛРС в рамках Воронежской области позволяют посмотреть разные природные зоны: из-за значительной меридианной протяженности в регионе представлены лесная, лесостепная и степная флора [188].

Для выявления допустимых зон сбора ЛРС вблизи различных дорог были проведены дополнительные исследования методом математического моделирования. По полученным

экспериментальным данным построены точечные графики (рисунки А.1-А.5 Приложения А) с линиями тренда и рассчитаны значения расстояния от транспортных магистралей, на удалении которых ЛРС становится соответствующим требованиям ГФ XIV (таблица 3.1) [47].

Таблица 3.1 - Расстояние от транспортной магистрали, на удалении которого сырье становится соответствующим требованиям нормативной документации по показателю «содержание общей золы», (м)

Район сбора	ЛРС								Допустимое расстояние сбора сырья
	Трава горца птичьего	Трава полыни горькой	Трава тысячелистника обыкновенного	Трава пустырника пятилопастного	Листья подорожника большого	Листья крапивы двудомной	Цветки липы сердцевидной	Цветки пижмы обыкновенной	
Автомостраль М4 в Рамонском районе	78,3	154,3	160,7	198,8	206,8	169,3	142,6	199,2	206,8
Автомостраль А144	167,3	234,8	155,5	200,7	235,8	149,8	179,0	191,6	235,8
Автомостраль М4 в Павловском районе	279,8	236,6	291,4	312,2	293,4	268,2	166,4	378,4	378,4
Дорога обычного типа	9,4	0	0	38,6	0	0	0	82,2	82,2
Железнодорожные пути	71,4	48,2	39,8	41,4	64,8	11,0	49,8	80,2	80,2

Проанализировав данные по общей золе, мы пришли к выводу, что можно считать допустимым для сбора ЛРС расстояние от загруженных автомобильным транспортом крупных дорог и магистралей в условиях лесной природной зоны – не менее 210 м, в условиях лесостепной зоны – не менее 240 м, в условиях степной зоны, лишенной древесной и кустарниковой растительности, - не менее 380 м, вблизи нескоростных автомобильных дорог, – не менее 80 м, вблизи железнодорожных магистралей – не менее 80 м. Анализ средних значений содержания общей золы позволил выстроить ряд уменьшения содержания общего минерального комплекса в изученных видах ЛРС, который выглядит следующим образом: листья подорожника большого > листья крапивы двудомной > трава горца птичьего > трава тысячелистника обыкновенного > трава полыни горькой > трава пустырника пятилопастного > цветки пижмы обыкновенной > цветки липы сердцевидной > корни лопуха большого > корни одуванчика лекарственного.

Повышенное содержание золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, указывает на значительное содержание минеральной примеси в ЛРС. Поэтому по данному числовому показателю представляется возможным оценить загрязненность ЛРС пылевыми частицами [47].

Анализ полученных результатов по содержанию золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте (таблица А.2 Приложения А), в корнях лопуха большого и одуванчика лекарственного показал, что все образцы выдержали испытание. Однако изучаемый показатель для данных видов ЛРС на прямую зависит от качества очистки и мытья при заготовке корней, поэтому его нельзя считать объективным при экологической оценке ЛРС.

Полученные данные по содержанию золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, в надземных образцах ЛРС характеризовались превышениями ПДК для значительного количества образцов. В основном это коснулось образцов сырья, отобранных на улицах г. Борисоглебск, Калач, Воронеж, вблизи промышленных предприятий (ОАО «Минудобрения», ООО «Бормаш», ТЭЦ «ВОГРЭС», ООО «Сибур»), аэропорта и различных транспортных магистралей (трасс М4, А144, нескоростной автодороги и железной дороги). В меньшей степени запыленным оказалось сырье, собранное на заповедных территориях, вблизи сельскохозяйственных угодий во всех районах, а также вблизи Воронежского водохранилища, - здесь превышения числовых показателей не отмечено [67].

Высокими значениями как общей золы, так и золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, выделялись образцы ЛРС, собранные вблизи ВЛЭ, вдали от антропогенных и природных источников пыли. Однако для четырех видов ЛРС (трава полыни горькой, трава пустырника пятилопастного, листья крапивы двудомной, цветки пижмы обыкновенной) данный числовой показатель значительно превышал норму, а для остальных образцов приближался к верхнему значению установленных для них показателей. Вероятным объяснением этого могут являться коронные разряды, сопровождающиеся ионизацией воздуха в электрическом поле с высокой напряженностью и движением частиц воздуха и его примесей от коронирующего электрода к силовой нейтрали, то есть от ВЛЭ к почве. Пылевые частицы, как правило, имеют положительный электрический заряд и осаждаются на поверхности почвы и растений [25, 32, 94, 122].

Из полученных данных видно, что древесная и кустарниковая растительность выступает естественным щитом на пути распространения взвешенных частиц (рисунки А.6-А.10 Приложения А, таблица 3.2). Так, для образцов, собранных вдоль автомобильной трассы М4 в Рамонском районе области, где вдоль дороги (лесная природная зона) пылевые частицы, являющиеся и переносчиками различных осажденных на них токсичных веществ, хорошо распространяются на расстояние 100 м, а к 200 м от дороги – 100% отобранных образцов уже не показывают превышения норм содержания общей золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте. Для образцов изучаемого ЛРС, собранного нами вдоль автомобильной трассы А144 в лесостепной природной зоне, отмечено соответствие фармакопейным требованиям на расстоянии произрастания производящих растений в 300 м. Сырье, собранное вдоль трассы М4 в степной зоне (Павловский район), не удовлетворяло требованиям и на расстоянии 300 м от автотрассы. При этом образцы сырья, собранного в степной зоне вдоль нескоростной автомобильной дороги с малой интенсивностью движения, в 50% случаев удовлетворяли требованиям нормативной документации по изучаемому показателю уже на расстоянии от дороги в 100 м, а на расстоянии 200 м от дороги соответствовали требованиям ГФ XIV для всех образцов ЛРС [47].

Таблица 3.2 - Расстояние от транспортной магистрали, на удалении которого сырье становится соответствующим требованиям нормативной документации по показателю «содержание золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте», (м)

Район сбора	ЛРС								Допустимое расстояние сбора сырья
	Трава горца птичьего	Трава полыни горькой	Трава тысячелистника обыкновенного	Трава пустырника пятилопастного	Листья подорожника большого	Листья крапивы двудомной	Цветки липы сердцевидной	Цветки пижмы обыкновенной	
Автоматрираль М4 в Рамонском районе	164,7	226,7	197,5	206,7	210,7	231,5	148,4	216,8	231,5
Автоматрираль А144	171,1	302,1	175,1	233,9	285,1	276,1	232,2	218,6	302,1
Автоматрираль М4 в Павловском районе	400,5	551,8	438,7	656,4	539,3	404,6	410,8	560,9	656,4
Дорога обычного типа	72,8	159,1	52,9	56,6	123,2	179,0	66,7	141,0	159,1
Железнодорожные пути	29,04	74,07	36,84	17,0	90,4	130,8	45,9	88,2	130,8

Анализ полученных данных по загрязнению ЛРС Воронежской области пылевыми частицами позволяет рекомендовать допустимым для сбора ЛРС расстояние от загруженных автомобильным транспортом крупных дорог и магистралей в условиях лесной природной зоны – не менее 230 м, в условиях лесостепной зоны – не менее 300 м, в условиях степной зоны, лишенной древесной и кустарниковой растительности, - не менее 660 м, вблизи нескоростных автомобильных дорог – не менее 160 м, вблизи железнодорожных магистралей – не менее 130 м [47, 94].

Весомый вклад аэрозольного загрязнения надземных частей растений взвешенными частицами подтверждается жесткой корреляционной зависимостью между числовыми показателями (таблица 3.3) «зола общая» и «зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте». Для всех надземных видов ЛРС коэффициенты корреляции варьировали от 0,88 до 0,94. Для подземных органов одуванчика лекарственного и лопуха большого данный показатель составил 0,28 и 0,44 соответственно, что указывает на слабую и умеренную взаимосвязь.

Таблица 3.3 - Коэффициенты корреляционной зависимости между содержанием в ЛРС золы общей и золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте

ЛРС	Трава горца птичьего	Трава полыни горькой	Трава тысячелистника обыкновенного	Трава пустырника пятилопастного	Листья подорожника большого	Листья крапивы двудомной	Цветки липы сердцевидной	Цветки пижмы обыкновенной	Корни одуванчика лекарственного	Корни лопуха большого
Коэффициент корреляции	0,89	0,90	0,88	0,94	0,92	0,92	0,88	0,88	0,28	0,44

Анализ средних значений содержания золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, позволяет выстроить из анализируемых видов ЛРС ряд уменьшения сродства сырья к песчаным пылевым частицам, который выглядит следующим образом: листья подорожника большого >

трава пустырника пятилопастного > цветки пижмы обыкновенной > трава горца птичьего > листья крапивы двудомной > трава полыни горькой > трава тысячелистника обыкновенного > цветки липы сердцевидной. Объяснить полученные результаты можно морфологическими и анатомическими особенностями органов растений: больше пыли осадил на себе растения с крупными листовыми пластинками (подорожник большой, крапива двудомная), опушенные волосками (пустырник пятилопастной, крапива двудомная, полынь горькая) [47,94].

3.2. Изучение макро- и микроэлементного комплекса почв и ЛРС

Изучение макро- и микроэлементного состава ЛРС и ВСП проводили на основе образцов, заготовленных на территории заповедника им. В.М. Пескова. Исследование позволило масс-спектроскопически определить 59 химических элементов. Наиболее богатый микро- и макроэлементный состав отмечен для листьев подорожника большого и крапивы двудомной, травы пустырника пятилопастного (более 50 мг/г), а резко выделяющийся минимум концентрации данного комплекса веществ выявлен в корнях одуванчика лекарственного (19 мг/г) (таблица Б.1 Приложения Б).

Все изучаемые виды ЛРС в наибольшей степени (более 84%) содержат макроэлементы, что объясняется высокой биологической потребностью в них растений для обеспечения собственных метаболических процессов (рисунок 3.1; таблицы Б.1, Б.2 Приложения Б), при этом их содержание в почве места заготовки сырья составляет 8,78%. Наибольшие концентрации калия (более 30 мг/г) отмечены в корнях лопуха большого и траве пустырника пятилопастного (рисунок 3.2). Лидерами по содержанию кальция (более 20 мг/г) среди изучаемых видов ЛРС являются листья крапивы двудомной и подорожника большого. Резко выделяющейся на общем фоне высокой концентрацией натрия (более 3 мг/г) обладают корни лопуха большого, для остальных видов ЛРС данный показатель был менее 1 мг/г, а для изучаемых видов цветков и большинства трав – менее 0,1 мг/г. Заметным лидером по содержанию магния можно выделить листья крапивы двудомной (более 9 мг/г), для других видов ЛРС данный показатель был 4 мг/г и менее. Наибольшие концентрации фосфора (более 4 мг/г) отмечены в листьях крапивы двудомной, траве пустырника пятилопастного, траве полыни горькой.

При анализе долевого содержания макроэлементов в общем минеральном комплексе (рисунок 3.3) получается несколько другая иерархическая картина. Наибольшая доля калия в общем минеральном комплексе относительно других изучаемых видов ЛРС отмечена для цветков пижмы обыкновенной и корней лопуха большого (более 60% от общего минерального комплекса). Наибольшая относительная концентрация кальция выявлена в листьях подорожника большого и цветках липы сердцевидной (более 35%). Лидерами по аккумуляции натрия в долевом соотношении можно назвать корни лопуха большого и одуванчика лекарственного (более 4%).

Наибольшая доля магния отмечена для листьев крапивы двудомной (более 12%), а наибольшая доля фосфора (13%) - для корней одуванчика лекарственного. Для остальных видов ЛРС доли магния и фосфора в общем минеральном комплексе не превышали 10% [196, 284].

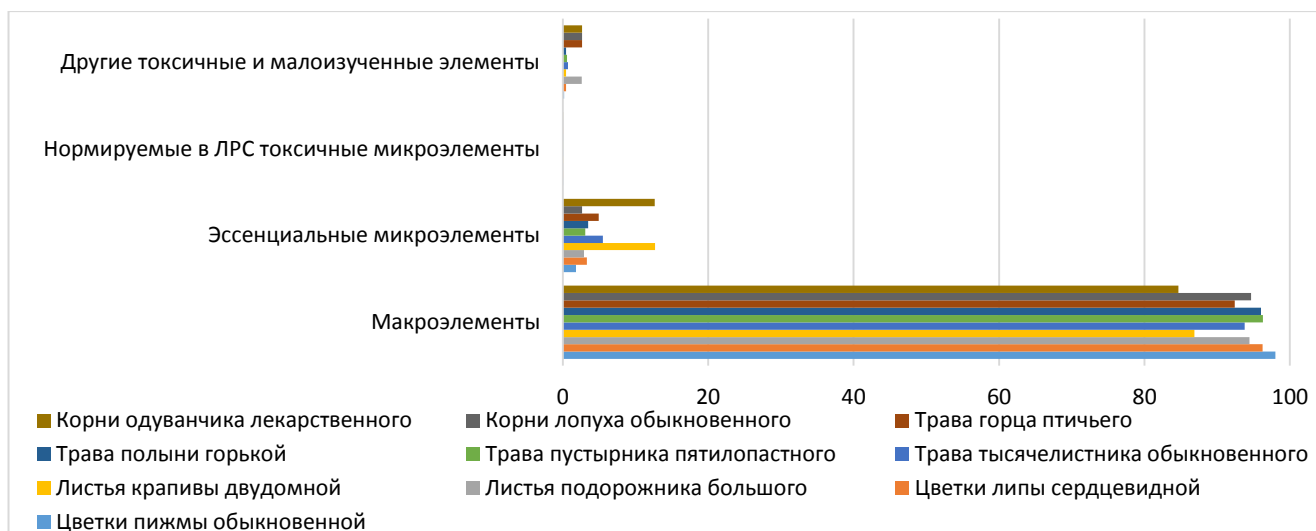


Рисунок 3.1 - Доля различных групп элементов в изучаемых видах ЛРС, %

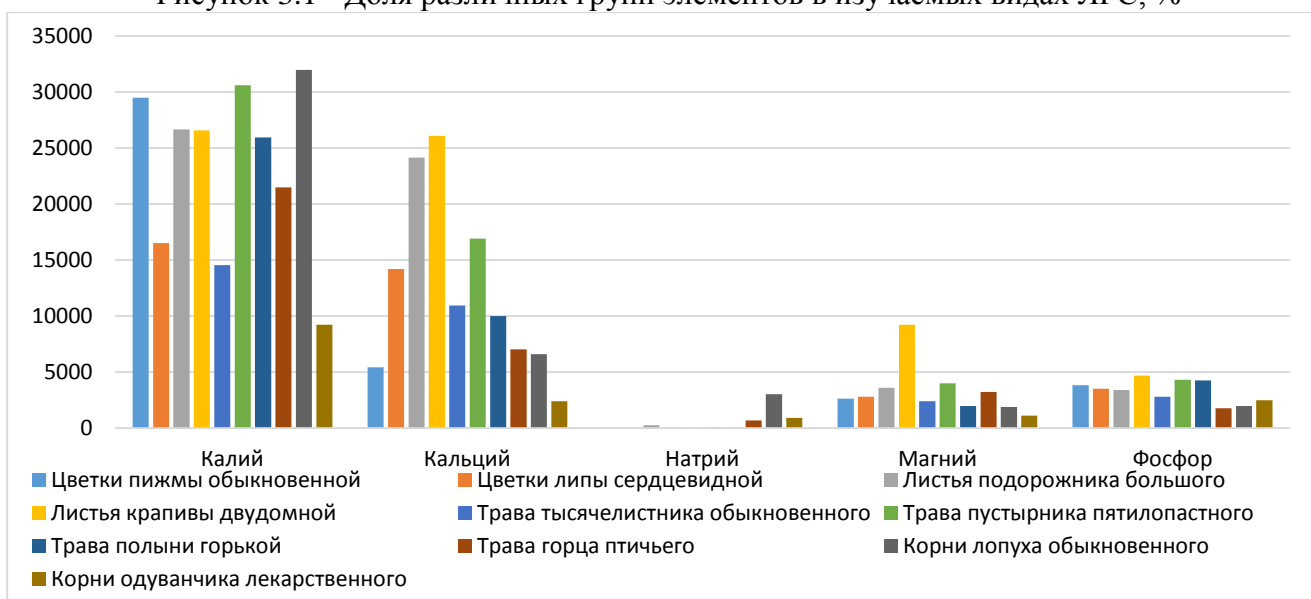


Рисунок 3.2 - Содержание макроэлементов в изучаемых видах ЛРС, мкг/г

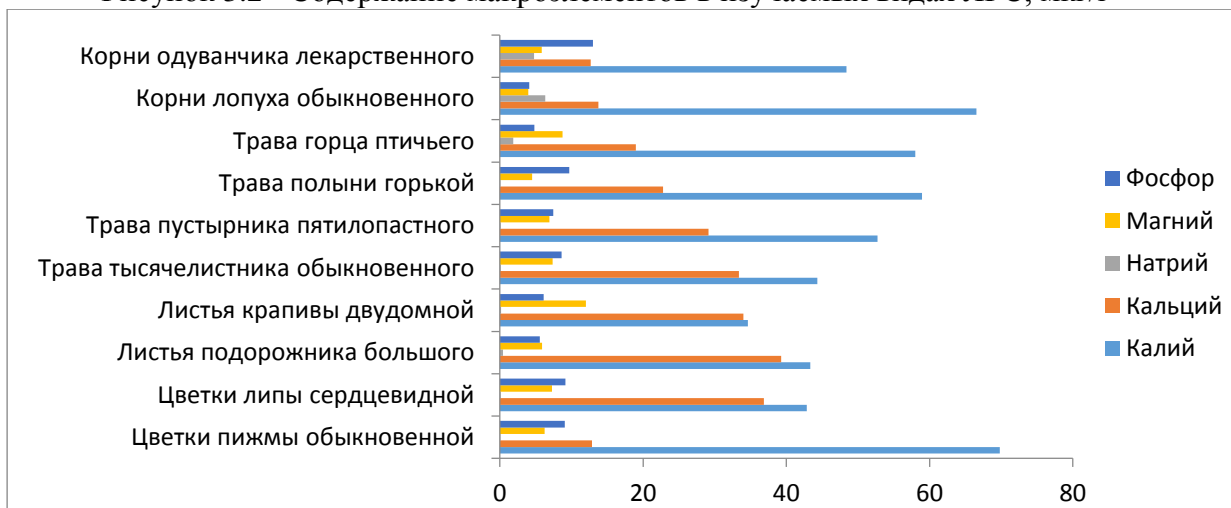


Рисунок 3.3 - Доля макроэлементов в общем минеральном комплексе, %

Эссенциальные микроэлементы в наибольшей степени накапливаются в листьях крапивы двудомной (более 9 мг/г), для остальных видов ЛРС данный показатель составил менее 2,4 мг/г. Если рассматривать долевое соотношение данной группы элементов, то наибольшее содержание их отмечено в листьях крапивы двудомной и корнях одуванчика лекарственного (по 12,7%), при этом их содержание в ВСП на территории заготовки ЛРС составляет 83,4%. Из эссенциальных микроэлементов в наибольшей степени всеми изучаемыми видами ЛРС аккумулируется кремний. Явным лидером по содержанию данного элемента являются листья крапивы двудомной (более 9 мг/г), в наименьшей степени он накапливается в цветках пижмы обыкновенной и корнях лопуха большого (менее 0,7 мг/г); для остальных видов сырья показатель варьировал от 1,01 мг/г до 2,07 мг/г. В долевом эквиваленте к общей сумме минерального комплекса ЛРС кремний также выделяется высокими числовыми значениями – от 1,43% в корнях лопуха большого до 10,86% в корнях одуванчика лекарственного и 12,09% в листьях крапивы двудомной. При этом доля кремния в минеральном комплексе почвенного грунта составляет 79% [196, 284].

Содержание железа в ЛРС оказалось также высоким: в наибольшем количестве оно выявлено в листьях подорожника большого (более 0,7 мг/г), а наименьшая концентрация отмечена для цветков пижмы обыкновенной – около 0,06 мг/г. В общем элементом комплекса ЛРС доля железа варьировала от 0,15% (в цветках пижмы обыкновенной) до 1,46% (в корнях одуванчика лекарственного), при этом содержание элемента в ВСП составляет 4,35% от суммы минеральных веществ.

По содержанию марганца наибольшие показатели (более 0,06 мг/г) получены для листьев крапивы двудомной и травы пустырника пятилопастного, а наименьшие – менее 0,02 мг/кг – для корней одуванчика лекарственного. Доля марганца в общем минеральном комплексе сырья варьировала от 0,06% в корнях лопуха большого до 0,12% в листьях крапивы двудомной и траве тысячелистника обыкновенного. Цинк эффективно концентрировался в корнях изучаемых растений (одуванчика лекарственного и лопуха большого) – 30 мкг/г и более. Наибольшая концентрация цинка в общей сумме минеральных веществ отмечена в корнях одуванчика лекарственного – 0,15%.

Остальные определяемые эссенциальные элементы в общей сумме минерального комплекса представлены в концентрации менее 0,1%. Относительно высокое содержание молибдена отмечено в листьях крапивы двудомной (более 7 мкг/г, для остальных видов ЛРС – менее 2 мкг/г), меди – в траве полыни горькой (более 12 мкг/г), лития – в траве тысячелистника обыкновенного (более 1,6 мкг/г). Кобальт и хром активно накапливаются в корнях изучаемых растений (более 3 мкг/г), ванадий – в траве горца птичьего и корнях лопуха большого (более 3 мкг/г), селен – в листьях крапивы двудомной и корнях лопуха большого (более 0,3 мкг/г).

Содержание нормируемых в ЛРС токсичных микроэлементов не превышает требований ФС, а общая доля их в общем минеральном комплексе – не более 0,011%. При этом их содержание в почве территории заготовки сырья на порядок меньше и составляет 0,001%. Наибольшая концентрация свинца выявлена в корнях одуванчика лекарственного (1,95 мкг/г), ртути – в листьях крапивы двудомной (0,06 мкг/г). Мышьяк эффективнее всего накапливался в траве полыни горькой и листьях подорожника большого (более 0,3 мкг/г), а кадмий – в корнях лопуха большого и траве горца птичьего (более 0,05 мкг/г) [53, 196, 284].

На долю токсичных и малоизученных элементов приходится от 0,19% до 2,67% от общего минерального комплекса, при этом наибольшая их концентрация отмечена в листьях подорожника большого, траве горца птичьего, корнях одуванчика лекарственного и лопуха большого (от 2,60% до 2,67%), а для остальных видов ЛРС – не более 0,71%. Это связано прежде всего с высоким относительным содержанием алюминия в перечисленных видах ЛРС - более 2%, для остальных видов сырья – менее 0,35%. Лидерами по накоплению алюминия можно назвать листья подорожника большого и корни лопуха большого (более 1 мг/г).

Также высокое содержание в ЛРС отмечено для стронция, который в наибольшей степени аккумулируется в корнях лопуха большого, листьях крапивы двудомной и подорожника большого (более 0,1 мг/г или 0,33% от общей суммы минерального комплекса). Титан наиболее эффективно накапливается в листьях подорожника большого и траве горца птичьего (более 0,05 мг/г), его содержание в общей сумме минеральных веществ максимально в траве горца птичьего – 0,15% и корнях одуванчика лекарственного – 0,14%. Наибольшая концентрация бария выявлена в листьях подорожника большого (более 0,14 мг/г, 0,24% от общего минерального комплекса).

Остальные определяемые элементы в общей сумме минеральных веществ представлены в концентрации менее 0,1%. Наиболее высокое содержание рубидия выявлено в траве полыни горькой, цветках пижмы обыкновенной, листьях крапивы двудомной (более 0,02 мг/г). В листьях подорожника большого выявлено высокое относительно других видов сырья количество тория (0,12 мкг/г) и циркония (более 2 мкг/г). Вольфрам эффективнее всего накапливался в листьях подорожника большого и траве полыни горькой (более 0,12 мкг/г); олово – в корнях лопуха большого и траве горца птичьего (более 2 мкг/г), а также в листьях крапивы двудомной и корнях одуванчика лекарственного (1,27-1,35 мкг/г); иттрий – в листьях подорожника большого, корнях одуванчика лекарственного, траве горца птичьего (более 0,25 мкг/г).

Для подробного изучения особенностей накопления макро- и микроэлементов изучаемыми видами ЛРС из ВСП рассчитывались КН (коэффициенты биологического поглощения) и анализировались в соответствии с классификацией А.И. Перельмана (таблица Б.4 Приложения Б, рисунки 3.4-3.6) [48]. Для всех изучаемых видов ЛРС к сильно накапливаемым макроэлементам следует отнести калий и фосфор, что объясняется высокой биологической потребностью в них

растительных организмов для обеспечения основных биохимических процессов (рисунок 3.4). Наиболее высокие аккумулярующие способности в отношении калия выявлены у корней лопуха большого, травы пустырника пятилопастного, цветков пижмы обыкновенной, листьев подорожника большого и крапивы двудомной ($KH > 2,5$). Наиболее высокие темпы накопления фосфора выявлены у листьев крапивы двудомной, травы пустырника пятилопастного и полыни горькой, цветков пижмы обыкновенной ($KH > 5,0$). Относительно высокий уровень накопления кальция ($KH > 1,0$) отмечен для листьев подорожника большого и листьев крапивы двудомной, а магния ($KH = 2,1$) – для листьев крапивы двудомной. Натрий накапливается в анализируемых видах ЛРС менее эффективно и относится к элементам среднего захвата лишь для корней лопуха большого и одуванчика лекарственного, травы горца птичьего.

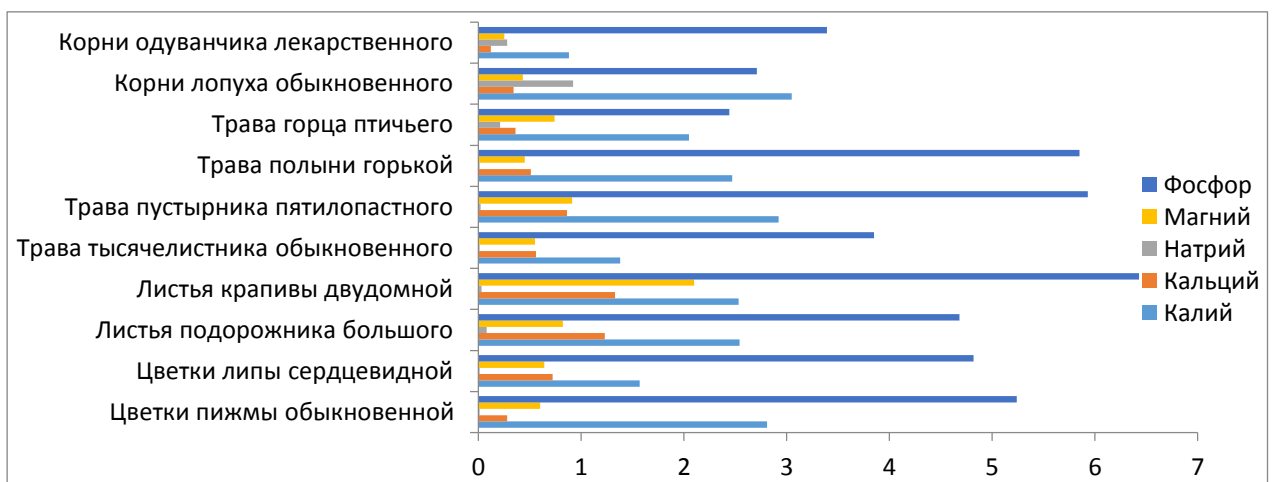


Рисунок 3.4 - КН макроэлементов из ВСП изучаемыми видами ЛРС

К активно накапливаемым из почв эссенциальным (рисунок 3.5) элементам следует отнести цинк ($KH > 1,0$ для всех видов сырья), что объясняется его высокой биологической значимостью. При этом наиболее высокие темпы накопления цинка ($KH > 2,0$) отмечены в корнях (одуванчика лекарственного и лопуха большого) и травах (пустырника пятилопастного, полыни горькой, горца птичьего). Для всех видов ЛРС, кроме цветков (липы сердцевидной и пижмы обыкновенной), к значительно накапливаемым элементам относится также медь. Наиболее активно ($KH > 2,0$) медь накапливается в травах полыни горькой, пустырника пятилопастного, тысячелистника обыкновенного, а также в корнях лопуха большого. Молибден, входящий в активный центр фермента нитратредуктазы, необходимого для усвоения растением нитратов из почв, существенно накапливается в цветках липы сердцевидной, травах тысячелистника обыкновенного, полыни горькой, в листьях подорожника, а особенно сильно – в листьях крапивы двудомной ($KH = 8,85$), известном растительном концентрате азота. Кобальт, необходимый растениям для фиксации молекулярного азота, значительно накапливают, согласно классификации по А.И. Перельману,

корни изучаемых видов ЛРС (одуванчика лекарственного и лопуха большого). Ванадий, железо, кремний, литий, селен относятся к элементам слабого захвата всеми изучаемыми видами ЛРС.

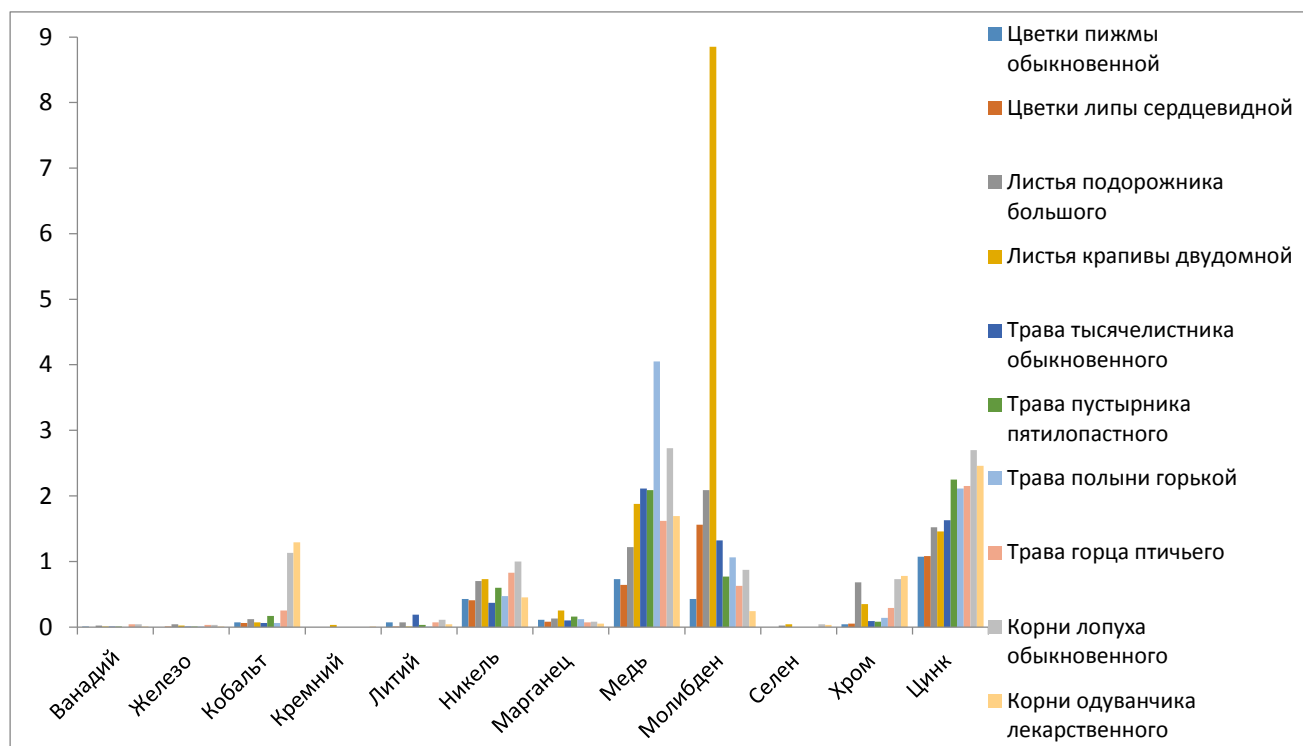


Рисунок 3.5 - КН эссенциальных микроэлементов из ВСП изучаемым ЛРС

Из нормируемых в ЛРС токсичных микроэлементов (рисунок 3.6) к сильно накапливаемым элементам в траве горца птичьего, корнях лопуха большого, корнях одуванчика лекарственного, траве пустырника пятилопастного, листьях подорожника большого, траве полыни горькой относится кадмий ($КН > 1,0$). К ЛРС, сильно накапливающим ртуть, относятся листья крапивы двудомной ($КН = 1,25$).

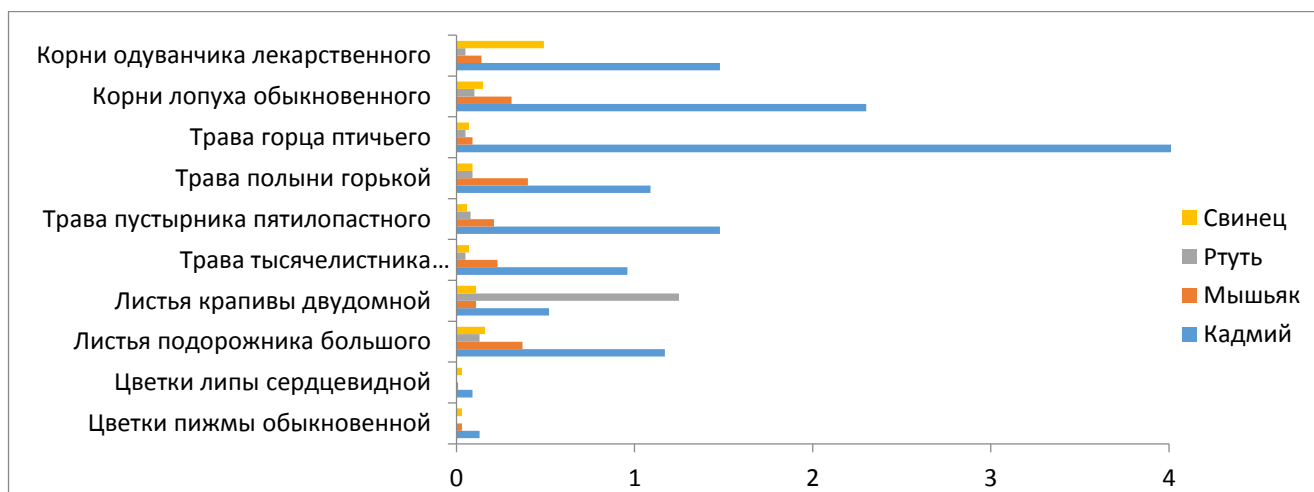


Рисунок 3.6 - КН нормируемых токсичных элементов из ВСП изучаемым ЛРС

В листьях крапивы двудомной, траве горца птичьего, корнях лопуха большого, корнях одуванчика лекарственного значительно накапливается олово ($КН > 1,0$). Высокая аккумуляция

стронция ($KH > 1,0$) отмечена в корнях лопуха большого, листьях крапивы двудомной, листьях подорожника большого, траве тысячелистника обыкновенного. В траве горца птичьего активно накапливается теллур ($KH = 4,0$).

3.3. Содержание в верхних слоях почв тяжелых металлов и мышьяка

Результаты определения содержания ТМиМ в ВСП приведены в таблицах В.1 и В.2 Приложения В. Концентрация валовых форм свинца в изучаемых образцах ВСП региона варьировала от 1,71 мг/кг до 34,57 мг/кг, что соответствует требованиям ОДК. Для образцов контрольных территорий валовое содержание элемента составило 4,10-4,74 мг/кг, почвах агробиоценозов - от 1,71 мг/кг до 13,11 мг/кг, урбоценозов - от 3,23 мг/кг до 34,57 мг/кг. Содержание подвижных форм свинца в почвах региона варьировало от 0,23 мг/кг до 10,82 мг/кг, с превышением ПДК (6 мг/кг) вблизи ООО «Бормаш», аэропорта, а также на улице г. Воронежа, вдоль трасс М4 в Рамонском районе и А144, железной дороги. Возможной причиной загрязнения почв вблизи аэропорта, вдоль магистралей, в мегаполисах является хроническое загрязнение выбросами транспорта, топливо для которого до 2003 года включало тетраэтилсвинец в качестве присадки для повышения октанового числа. Загрязнение почв вблизи предприятия машиностроения (занятого изготовлением оборудования, где свинец входит в состав сплавов для повышения антикоррозионных и антифрикционных свойств), связано, вероятно, с недостаточной очисткой выбросов [81, 250].

В отношении загрязнения ртутью все изучаемые образцы ВСП можно признать удовлетворительными, а содержание данного экотоксиканта крайне незначительным (не превышающим и 50% от ОДК). Валовая концентрация элемента варьировала в отобранных на территории Воронежской области образцах от 0,01 мг/кг до 0,24 мг/кг, при этом, в ВСП с контрольных территорий данный показатель принимал значения от 0,01 мг/кг до 0,04 мг/кг, агробиоценозов – от 0,01 мг/кг до 0,13 мг/кг, а для урбанизированных территорий данный показатель варьировал от 0,01 мг/кг до 0,24 мг/кг, достигая наивысших значений в образцах, собранных вдоль железной дороги, вблизи ТЭЦ «ВОГРЭС», а также на улице г. Воронежа, что может объясняться постоянным загрязнением промышленными и транспортными выбросами. Содержание подвижных форм элемента варьировало от 0,001 мг/кг до 0,062 мг/кг с наивысшим содержанием в образцах, заготовленных в г. Воронеже, вдоль железнодорожных путей и трассы М4 в Рамонском районе [250].

Валовая концентрация кадмия в изучаемых образцах ВСП Воронежской области варьировала от 0,02 мг/кг до 0,71 мг/кг. Для образцов, отобранных на контрольных территориях, содержание элемента составило 0,02-0,07 мг/кг, в почвах агробиоценозов - от 0,07 мг/кг до 0,34 мг/кг, урбоценозов - от 0,04 мг/кг до 0,71 мг/кг. Концентрация подвижных форм элемента

варьировало от 0,002 мг/кг до 0,112 мг/кг. Наиболее высокое содержание кадмия отмечено в следующих образцах: вблизи химического предприятия ОАО «Минудобрения»; вблизи ООО «Бормаш»; вдоль и на расстоянии 100 м от трассы М4 в Рамонском районе [233, 250].

Валовая концентрация мышьяка варьировала в отобранных на территории Воронежской области образцах от 0,12 мг/кг до 3,81 мг/кг, что не превышает ОДК. В ВСП контрольных территорий валовое содержание мышьяка принимало значения от 0,55 мг/кг до 0,90 мг/кг, в почвах агробиоценозов – от 0,65 мг/кг до 1,34 мг/кг, урбоценозов - от 0,12 мг/кг до 3,81 мг/кг, достигая наивысших значений, превышающих ОДК, в образцах, отобранных вблизи ОАО «Минудобрения», ООО «Бормаш» (что связано, вероятно, с недостаточностью очистки выбросов предприятий), а также вблизи ТЭЦ «ВОГРЭС», которая более 70 лет работала на каменном угле, значительной примесью в котором являются соединения мышьяка. Содержание подвижных форм мышьяка варьировало от 0,005 мг/кг до 0,373 мг/кг, наибольшие значения отмечены вблизи ТЭЦ, ОАО «Воронежсинтезкаучук», ООО «Бормаш», на улице г. Воронежа и вдоль трассы М4, что связано с относительно высоким валовым содержанием элемента и низкой гумированностью урбанизированных почв [81, 250].

Валовая концентрация никеля в изучаемых образцах ВСП Воронежской области варьировала от 1,46 мг/кг до 98,25 мг/кг. Содержание подвижных форм элемента варьировало от 0,04 мг/кг до 6,34 мг/кг. ОДК валового никеля варьировало в зависимости от вида почвы от 20 мг/кг до 80 мг/кг, ПДК его подвижной формы – 4 мг/кг. Превышение допустимых норм содержания металла отмечено в образцах, заготовленных вблизи ООО «Бормаш», вдоль трассы М4 в Рамонском районе и вдоль железнодорожных магистралей. На территориях, на которых разведаны крупные месторождения сульфидных медно-никелевых руд, превышение ПДК никеля в ВСП не отмечено, а содержание элемента колебалось на уровне средних значений концентраций металла в почвах области (для Эртильского и Борисоглебского районов) или даже было вдвое меньше среднеобластных показателей (Елань-Колено, где планируется разработка месторождений) [107, 250].

Валовое содержание хрома в ВСП в Воронежской области варьировало от 2,53 мг/кг до 45,16 мг/кг, что можно считать невысоким уровнем. Наиболее низкие значения концентраций хрома в ВСП выявлены для образцов, заготовленных на контрольных территориях – от 2,86 мг/кг до 4,62 мг/кг, для агробиоценозов области диапазон варьирования определяемых концентраций выше – от 2,53 до 12,88 мг/кг. Содержание хрома в ВСП из урбанизированных территорий варьировало в более высоком диапазоне числовых значений - от 8,29 мг/кг до 45,16 мг/кг. Превышение ПДК подвижного хрома (6 мг/кг), содержание которого варьировало от 0,16 мг/кг до 9,58 мг/кг, отмечено в образцах, заготовленных на улице г. Воронежа, вблизи ТЭЦ, ОАО «Воронежсинтезкаучук», вдоль трассы М4 в Рамонском районе [81, 250].

Валовое содержание кобальта в образцах почв Воронежской области варьировало от 1,84 мг/кг до 21,78 мг/кг. Наиболее низкий уровень концентраций хрома в ВСП выявлены для образцов контрольных территорий – от 1,84 мг/кг до 2,99 мг/кг. Для агробиоценозов области содержание кобальта в почве отмечено на уровне от 4,02 до 10,04 мг/кг, для урбанизированных территорий оно характеризовалось более высоким диапазоном числовых значений - от 2,22 мг/кг до 21,78 мг/кг. Содержание подвижных форм элемента в почвах региона варьировало от 0,33 мг/кг до 5,45 мг/кг. Наиболее высокая валовая концентрация элемента и превышающая ПДК подвижного кобальта отмечена в образце ВСП, отобранном на улице г. Воронежа [250].

Валовая концентрация меди в изучаемых образцах ВСП региона варьировала от 3,30 мг/кг до 65,38 мг/кг, что не превышает ОДК. Для образцов, отобранных на контрольных территориях, содержание элемента отличалось невысокими значениями - от 3,30 мг/кг до 7,41 мг/кг. В почвах агробиоценозов концентрация меди характеризовалась числовыми значениями от 9,34 мг/кг до 29,62 мг/кг, урбоценозов - от 4,67 мг/кг до 65,38 мг/кг. Наиболее высокие валовые концентрации меди в ВСП выявлены вблизи ООО «Бормаш», вдоль автомагистрали М4 «Дон», а также вдоль железной дороги и на удалении 100 м от нее, что можно связать с недостаточной эффективностью очистки выбросов промышленных предприятий и транспорта. Содержание подвижных форм меди варьировало от 0,37 мг/кг до 17,12 мг/кг. Превышение ПДК подвижной меди выявлено в почве агробиоценоза Россошанского района, вблизи аэропорта, ОАО «Минудобрения», ОАО «Воронежсинтезкаучук», ООО «Бормаш», ТЭЦ «ВОГРЭС», в г. Калач и Воронеж, на расстоянии 0-100 м от железной дороги и трасс А144 и М4 в Рамонском районе, на удалении 0-200 м от трассы М4 в Павловском районе, что связано с высокими валовыми концентрациями элемента в ВСП и низкой гумусированностью урбанизированных почв [81].

Валовое содержание цинка в изучаемых образцах ВСП региона варьировало от 9,58 мг/кг до 154,45 мг/кг. Кларковое число для цинка по А.П. Виноградову (1949 г.) и по Д.П. Малюга (1963 г.) совпадает и составляет 50 мг/кг [35, 185]. Кларковое число металла в почвах селитебных ландшафтов по В.А. Алексеенко (2014 г.) – 158 мг/кг, что говорит о тенденции возрастания загрязнения почв элементом [5]. В образцах с контрольных территорий содержание элемента составило отмечено (??) на уровне 11,48 мг/кг – 25,61 мг/кг, в почвах агробиоценозов - от 9,58 мг/кг до 47,93 мг/кг, урбоценозов - от 17,00 мг/кг до 154,45 мг/кг. Содержание подвижных форм цинка в ВСП региона варьировало от 1,25 мг/кг до 38,3 мг/кг. Превышение ПДК подвижного цинка выявлено в почвах вблизи предприятий ОАО «Минудобрения», ООО «Бормаш», ОАО «Воронежсинтезкаучук», на улицах г. Калача, Борисоглебска, Воронежа, вдоль трассы М4 и железной дороги. Причиной высокого содержания цинка в ВСП является, вероятно, недостаточная очистка выбросов промышленных предприятий, где цинк может использоваться в качестве катализаторов химических процессов, для улучшения литейных и антикоррозийных свойств

сплавов (на ООО «Бормаш»), а также при производстве каучуков для их вулканизации (ОАО «Воронежсинтезкаучук») и может содержаться в качестве примесей в минеральных удобрениях (на ОАО «Минудобрения»). На придорожную территорию цинк попадает в результате истирания и эрозии оцинкованных деталей, износа шин, за счет использования в маслах цинковых присадок (до 0,12%) [107, 250].

При общем благополучии большего числа почв региона по содержанию ТМиМ по суммарному показателю загрязнения выявлено, что допустимую степень загрязнения имеют лишь 10 образцов – собранные в п.г.т. Елань-Колено, п.г.т. Нижнедневицк, г. Нововоронеже, а также образцы, собранные в Ольховатском, Грибановском, Хохольском, Новохоперском, Репьевском, Воробьевском районах и на удалении более 100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе. Наиболее чистыми оказались почвы вблизи г. Нововоронежа, поселка Елань-Колено, в Новохоперском и Богучарском районах. Умеренно опасные почвы были выявлены в г. Острогожске, г. Семилуки, Лискинском, Подгоренском, Петропавловском, Панинском, Верхнехавском, Эртильском, Россошанском районах, вблизи ВЛЭ, водохранилища, на удалении 200 м от автотрасс М4 и А144, вдоль нескоростной автодороги, на расстоянии 0-300 м от железной дороги. К опасным районам по суммарному показателю загрязнения ВСП согласно рассчитанным данным относятся г. Борисоглебск, Калач, Воронеж, территории вблизи аэропорта, предприятий ОАО «Минудобрения», ООО «Бормаш», ОАО «Воронежсинтезкаучук», а также зоны на удалении 0-100 м от автотрасс М4 и А144, вдоль железнодорожной магистрали.

Часто в геохимических исследованиях используются кларковые содержания, которые являются эколого-геохимической характеристикой почв, отражающей совместное воздействие техногенных и природных процессов, происходящих в определенном временном срезе. Установление кларков обусловлено необходимостью применять некие «отправные точки» отчета содержаний для последующих выводов о загрязнении почв. Для анализа полученных данных использовались условные мировые кларки по Д.П. Малюга (таблица В.3 Приложения В) и кларки элементов почв селитебных ландшафтов по В.А. Алексеенко (таблица В.4 Приложения В).

Выявлено, что в 86% образцов содержание тех или иных определяемых нами ТМ превышает среднемировую концентрацию. Ниже среднемировых значений содержание всех изучаемых токсичных элементов оказалось лишь в почвах Хоперского заповедника, Теллермановского леса, в Острогожском, Новохоперском, Хохольском и Грибановском районах, а также на удалении 300 м от трассы М4 в лесополосе Рамонского района. В остальных точках отбора образцов содержание одного или сразу нескольких элементов превышало условные мировые кларки. Содержание свинца превышало среднемировую отметку в 10,0 мг/кг в 47% образцов (преимущественно в крупных городах и вблизи автомобильных дорог). Содержание ртути превышало условный мировой кларк, установленный Д.П. Малюга, в 53% образцов ВСП,

еще в 3 образцах концентрация ртути достигала порогового значения (повышенный уровень концентрации данного элемента отмечался в основном в местах активной сельскохозяйственной химизации и в крупных городах и поселках области, менее значительно – вблизи транспортных магистралей). Концентрация кадмия превышало общемировые значения содержания его в почвах лишь в 4 образцах: в Поворино, в Борисоглебске и вблизи автомагистрали М4. Содержание никеля оказалось превышено относительно мирового кларка лишь в почве, отобранной в г. Борисоглебске. Содержание мышьяка и хрома во всех образцах не превышало условных мировых кларков. Концентрация кобальта превысила общемировую концентрацию в 35% образцов, а еще в двух оказалась равна ей (повышенное содержание элемента в почвах отмечено вблизи транспортных магистралей и городских объектов). Аналогичные данные получены и по содержанию меди и цинка – здесь превышение кларков отмечено в 63% и 51% образцов соответственно, при этом также преимущественно в почвах городских объектов, вблизи крупных промышленных предприятий и всех изучаемых нами транспортных магистралей. Средние значения отношения содержания ТМ в почвах региона к условным мировым кларкам почв показали общее превышение концентрации ртути в 2,33 раза, меди в 1,16 раза и цинка в 1,05 раза; для остальных элементов средние по Воронежской области концентрации не превышали общемировых [185].

Относительно кларков элементов почв селитебных ландшафтов по В.А. Алексеенко, установленных в 2014 г., получены более благополучные расчетные данные. Превышение данных кларков выявлено лишь в 20% образцов ВСП, и отмечено только для 3 элементов из 9: никеля, кобальта и меди. Содержание никеля превышало содержание элемента в селитебных почвах (33 мг/кг) в 6% образцов, собранных вдоль автотрасс М4 «Дон» и А144. Концентрация кобальта превышало кларк для почв селитебных ландшафтов (14,1 мг/кг) в 10% проб – вблизи промышленных предприятий ОАО «Минудобрения» и ООО «Бормаш», на улице г. Воронеж и также вдоль трасс М4 и А144. Содержание меди превышало установленный В.А. Алексеенко кларк элемента (39 мг/кг) в 18% образцов: вблизи ОАО «Минудобрения», ООО «Бормаш», вдоль трасс М4 и А144, вблизи железной дороги. Средние для области значения отношения содержания ТМ в ВСП к кларкам элементов почв селитебных ландшафтов для всех изучаемых ТМ значительно меньше 1, что говорит об относительном благополучии почв изучаемых нами территорий [5].

3.4. Содержание в отдельных видах ЛРС тяжелых металлов и мышьяка

3.4.1. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в траве горца птичьего *Polygonum aviculare* L.

Результаты исследований травы горца птичьего на содержание ТМ и М приведены в таблица Г.1 Приложения Г. Все отобранные образцы соответствуют ГФ XIV по содержанию нормируемых

элементов. Концентрация свинца в изученных образцах варьирует от 0,24 до 4,95 мг/кг. При этом образцы ЛРС, собранные в условиях заповедных зон, содержали свинец на уровне 0,24-0,52 мг/кг, вдоль сельскохозяйственных полей, – 0,25-1,82 мг/кг, а в урбоусловиях – 0,40-4,95 мг/кг. Наиболее высокие концентрации свинца отмечены в образцах с территорий, расположенных вблизи ООО «Бормаш», аэропорта, трассы М4 и вдоль железной дороги. Сравнивая полученные значения с содержанием свинца в ВСП из данных районов, можно сделать вывод о малом накоплении металла в ЛРС. Содержание ртути мало варьировало в зависимости от места заготовки травы горца птичьего и колебалось в диапазоне от 0,002 до 0,004 мг/кг, что более, чем в десять раз меньше концентрации элемента в ВСП. Содержание кадмия в траве горца птичьего колебалась в диапазоне от 0 (т.е. концентрация ниже предела обнаружения) до 0,05 мг/кг [67, 355].

Мышьяк в изученных образцах травы горца птичьего содержался на уровне от 0,04 мг/кг до 0,25 мг/кг. Накопление элемента наглядно подтверждает теорию о регулировании на биохимическом уровне степени всасывания и накопления токсичных элементов из почвы. В образцах травы горца птичьего, произраставшего на контрольных территориях, выявлена концентрация мышьяка от 0,04 мг/кг до 0,06 мг/кг. Сырье, собранное в агроценозах, содержало от 0,06 мг/кг до 0,11 мг/кг, а в урбоценозах – от 0,05 мг/кг до 0,27 мг/кг мышьяка. Наибольшие концентрации элемента отмечены в образцах, заготовленных вблизи ООО «Бормаш» и ТЭЦ «ВОГРЭС», что можно связать с высоким содержанием его в почвах данных территорий [95].

Концентрация никеля варьировала в зависимости от места сбора от 1,23 до 7,47 мг/кг. Содержание элемента в образцах, собранных на контрольных территориях, составила 1,75-2,75 мг/кг, в агроценозах – 1,57-4,91 мг/кг, а на урбанизированных территориях – 1,23-7,47 мг/кг. Наибольшие концентрации металла в ЛРС отмечены вблизи ОАО «Минудобрения» и ООО «Бормаш», при этом сырье накапливало лишь десятую часть от содержания никеля в ВСП. При низком уровне металла в ВСП трава горца птичьего накапливала его в концентрациях, превышающих концентрацию в ВСП (в ЛРС из Лискинского и Петропавловского районов) [67].

Содержание хрома в образцах травы горца птичьего, произраставших на контрольных территориях, составила от 0,85 мг/кг до 2,30 мг/кг, в агроценозах - от 0,68 мг/кг до 2,81 мг/кг, а на урбанизированных территориях – от 0,67 мг/кг до 6,17 мг/кг. Уровень накопления хрома в траве горца птичьего являлся невысоким при сопоставлении с содержанием его в ВСП.

Содержание кобальта в изученных образцах травы горца птичьего варьировал в диапазоне от 0,74 мг/кг до 1,45 мг/кг. Накопление данного металла мало зависело от места произрастания производящего растения. ЛРС, заготовленное в условиях заповедных зон, содержало кобальт на уровне 0,75-0,91 мг/кг, собранное вдоль сельскохозяйственных полей – 0,74-1,36 мг/кг, в условиях урбанизации – 0,78-1,45 мг/кг [95].

Содержание меди в траве горца птичьего варьировало от 4,37 мг/кг до 32,64 мг/кг. Данный вид ЛРС достаточно эффективно накапливал медь, особенно это заметно для образцов, собранных с территорий, отличающихся невысоким содержанием данного элемента в почве. Например, при концентрации в ВСП контрольных территорий 3,30 мг/кг – 7,41 мг/кг, в сырье медь определялась в количестве 4,37 мг/кг – 9,35 мг/кг. Для агроценозов отмечено более высокое содержание меди в ВСП (9,34 мг/кг – 29,64 мг/кг) и некоторое снижение темпов накопления ее в траве горца птичьего (8,27 мг/кг – 15,00 мг/кг). В условиях урбанизированных территорий при высоких концентрациях элемента в ВСП (4,67 мг/кг - 65,38 мг/кг) содержание его в ЛРС увеличивалось мало (5,28 мг/кг - 32,64 мг/кг), что особенно заметно для образцов, отобранных вблизи ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения», в г. Калаче, в г. Борисоглебске, г. Воронеже и др., в которых концентрация меди в ЛРС почти вполнину отличалась от ее содержания в ВСП.

Особенности накопления цинка в траве горца птичьего схожи с аккумуляцией меди. Содержание цинка варьировало от 19,37 мг/кг до 76,48 мг/кг. Во всех образцах, заготовленных на контрольных территориях, концентрация элемента (24,48 мг/кг – 38,10 мг/кг) значительно (в 1,5-2 раза) превышала его содержание в ВСП. Высокий (более 100%) уровень накопления цинка в ЛРС отмечен для образцов, отобранных в агроценозах (от 19,37 мг/кг до 59,37 мг/кг). В образцах, заготовленных в урбоценозах, отмечены более высокие концентрации цинка от 28,17 мг/кг до 76,48 мг/кг, однако, отмечается снижение эффективности накопления элемента из ВСП (до 50%). Наиболее высокое содержание элемента (более 60 мг/кг) выявлено в образцах, отобранных вблизи ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения», ОАО «Воронежсинтезкаучук», в г. Воронеже, вдоль трасс М4 и А144 [67].

Для детального анализа особенностей накопления ТМиМ из ВСП в траве горца птичьего были рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона (таблица Г.11 Приложения Г), которые показали наличие сильной положительной взаимосвязи между концентрациями в почве и ЛРС свинца, мышьяка, никеля, хрома, меди и цинка, а также наличие заметной положительной взаимосвязи между данными показателями для кадмия и кобальта, что указывает на преимущественное загрязнение ЛРС через грунт и малый вклад аэрозольного загрязнения. Слабая корреляционная связь между концентрациями ртути в ВСП и ЛРС в данном случае может быть объяснена низкими содержаниями элемента в образцах сырья, но косвенно может указывать на загрязнение его посредством атмосферных выбросов.

Данные, представленные на рисунках 3.7-3.15, показывают, что при увеличении концентрации определяемых ТМиМ в ВСП возрастало их содержание в траве горца птичьего. Закономерности перехода описаны математическими зависимостями с максимальным коэффициентом достоверности аппроксимации.

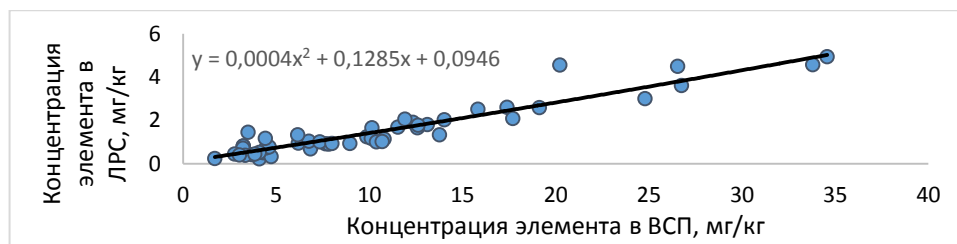


Рисунок 3.7 - Зависимость концентрации свинца в траве горца птичьего от его содержания в ВСП

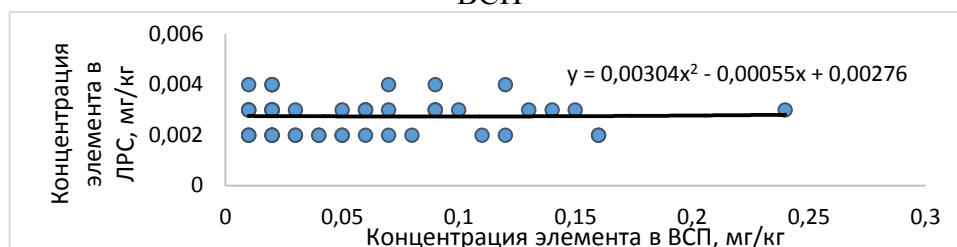


Рисунок 3.8 - Зависимость концентрации ртути в траве горца птичьего от ее содержания в ВСП

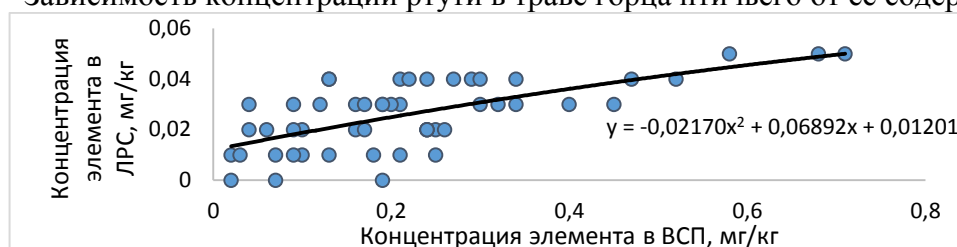


Рисунок 3.9 - Зависимость концентрации кадмия в траве горца птичьего от его содержания в ВСП

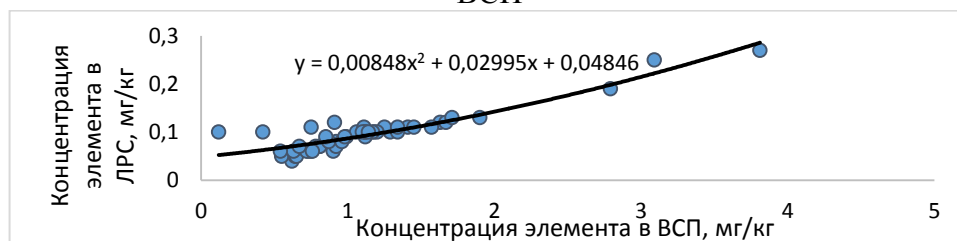


Рисунок 3.10 - Зависимость концентрации мышьяка в траве горца птичьего от его содержания в ВСП

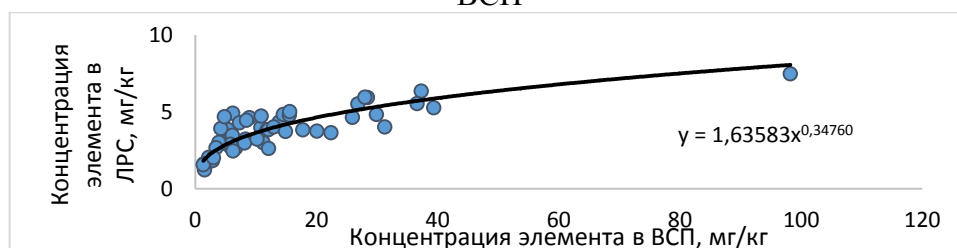


Рисунок 3.11 - Зависимость концентрации никеля в траве горца птичьего от его содержания в ВСП

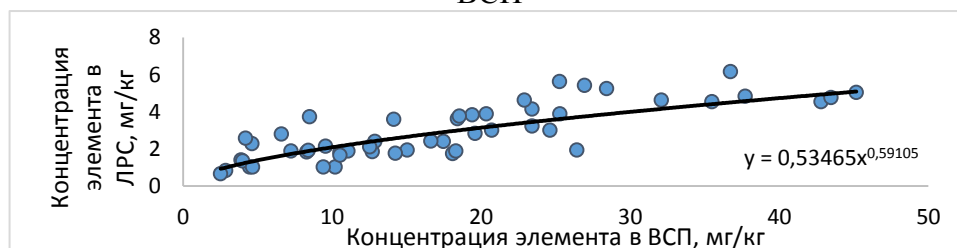


Рисунок 3.12 - Зависимость концентрации хрома в траве горца птичьего от его содержания в ВСП

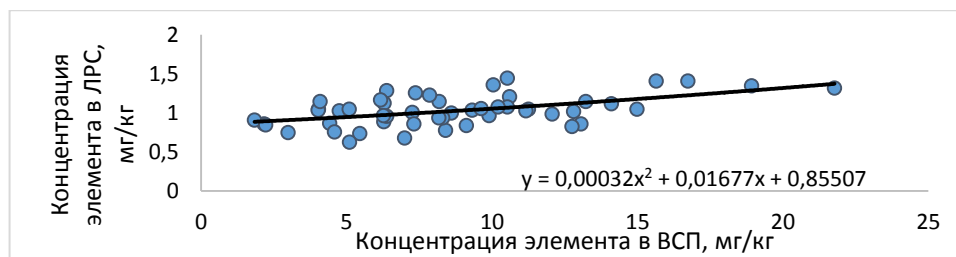


Рисунок 3.13 - Зависимость концентрации кобальта в траве горца птичьего от его содержания в ВСП

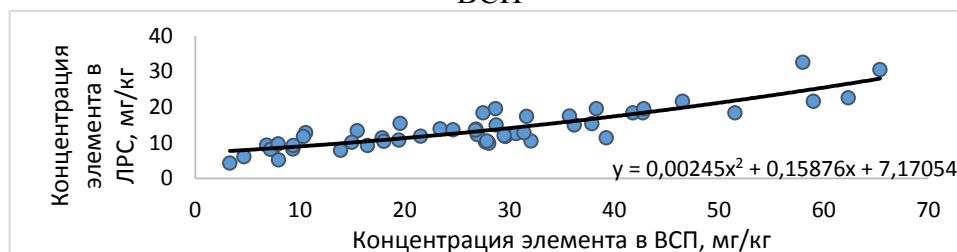


Рисунок 3.14 - Зависимость концентрации меди в траве горца птичьего от ее содержания в ВСП

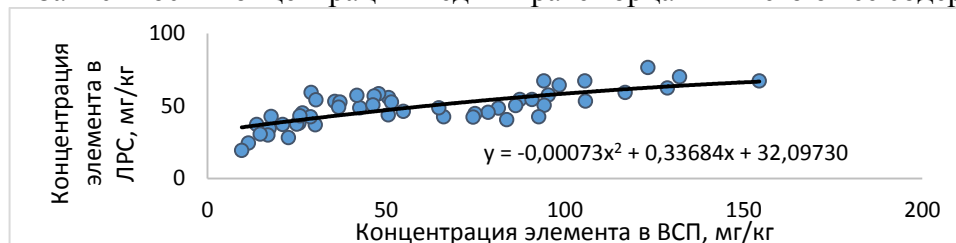


Рисунок 3.15 - Зависимость концентрации цинка в траве горца птичьего от его содержания в ВСП

Рассчитанные КН свинца из ВСП (таблица Д.1 Приложения Д) травой горца птичьего варьировали в диапазоне от 0,06 до 0,42 при среднем значении для изучаемых образцов 0,14, что характеризует невысокий уровень накопления элемента в данном виде ЛРС. При этом наиболее низкие КН свинца отмечены для образцов контрольных территорий, а наиболее высокие - для образца, собранного в Хохольском районе, что объясняется относительно низким уровнем содержанием металла в ВСП. Причиной низкого уровня накопления свинца из ВСП растением может являться образование достаточно прочных малоподвижных комплексов данного металла с почвенными коллоидами, что снижает его биологическую доступность.

КН ртути принимали значения от 0,01 до 0,40 (при среднем 0,05), что позволяет судить о незначительном уровне накопления элемента из почв, так как значения КН металла более 0,10 получены для образцов, заготовленных на территориях с минимальным содержанием ртути в почвах, при этом в самих образцах концентрация элемента близка к средним ее значениям по региону. Ртуть также способна к образованию прочных малорастворимых и малодоступных комплексов с гумусовыми кислотами почв, что значительно снижает доступность элемента для растения.

Рассчитанные КН кадмия в траве горца птичьего составили от 0 до 0,50. Высокие значения КН кадмия отмечены для образцов из двух контрольных территорий (Воронежского заповедника и Теллермановского леса), а также для образца, собранного на расстоянии 300 м от дороги

обычного типа, что можно объяснить низким уровнем содержания металла в ВСП районов. Среднее значение КН данного металла в анализируемом ЛРС составило 0,11, что также позволяет судить о низком уровне аккумуляции растением элемента.

Накопление мышьяка травой горца птичьего из ВСП характеризуется КН от 0,06 до 0,83, при среднем по области 0,09, что свидетельствует о низком уровне аккумуляции этого элемента из ВСП. При этом почвенная миграция и доступность элемента для растения ограничены сорбцией его органическими и минеральными коллоидами ВСП. Наибольшее значение КН мышьяка, выделяющееся на фоне остальных расчетных данных, отмечено для образца травы горца птичьего, заготовленного на расстоянии 300 м от железнодорожных путей, что может быть объяснено особенностью грунта придорожной полосы, характеризующейся высокой уплотненностью, смешанностью с веществами и материалами, перевозимыми по ней, что снижает степень связывания элемента и вымывания его в более глубокие слои почвы, повышая доступность для корневой системы растения.

Уровень накопления никеля в траве горца птичьего характеризуется более высокими значениями КН, варьирующими от 0,13 до 1,16, при среднем их значении 0,27. При этом более высокие значения КН (от 0,31 до 1,16) отмечены для образцов, заготовленных в условиях контрольных территорий и агроценозов, характеризующихся невысоким уровнем содержания никеля в ВСП, что подчеркивает его физиологическую значимость для растения. Однако для урбоценозов КН никеля значительно ниже рассчитанного среднего значения для региона, что связано с его высокими концентрациями в почвах анализируемых территорий, в которых элемент становится уже токсичным для растительного организма, и растение на физиологическом уровне блокирует избыточное накопление его.

КН хрома в траве горца птичьего варьируют от 0,07 до 0,62 при среднем значении 0,16, что свидетельствует о невысоком уровне накопления металла в ЛРС. Для образцов контрольных территорий и агроценозов КН хрома выше среднего значения, а для ЛРС, заготовленного в условиях урбоценозов, характеризующихся высоким уровнем загрязнения ВСП хромом, КН значительно ниже.

Сходные с хромом расчетные данные получены и для кобальта. КН его в траве горца птичьего составили от 0,07 до 0,49 при среднем значении 0,12. Для агроценозов и контрольных территорий КН имели числовые значения выше среднего, а для урбоценозов – преимущественно ниже среднего, что также можно объяснить более значительным загрязнением данным металлом ВСП на улицах городов, вблизи промышленных предприятий, вдоль транспортных магистралей, при котором в растении активизируются механизмы физиологического барьера накопления токсичного элемента.

КН меди в траве горца птичьего характеризовались показателями 0,29 - 1,37 при среднем значении для анализируемых образцов 0,51, что свидетельствует о высоком уровне накопления меди растением из почв. Так, для всех образцов, заготовленных на контрольных территориях, а также ряда образцов, собранных в агроценозах области, значение КН составило более 1,0, что подтверждает высокую биологическую потребность растительного организма в данном микроэлементе. Однако в районах, почва которых характеризуется высоким содержанием меди, ЛРС накапливало элемент с меньшей интенсивностью. Так, для большинства точек отбора образцов сырья, расположенных в урбоценозах (вблизи авто- и железной дорог, предприятий, на улицах городов), КН меди не превышал 0,5, что указывает на ограниченные возможности растения к накоплению этого металла.

Самые высокие КН анализируемых элементов в траве горца птичьего отмечены для цинка и характеризовались числовыми значениями от 0,44 до 2,39 при среднем значении по области 0,82. Для всех образцов, заготовленных в агроценозах, на контрольных территориях, а также в ряде урбанизированных районов, характеризовавшихся содержанием цинка в ВСП в пределах ПДК, КН цинка превышал 1,0, что подтверждает высокую потребность в нем растений. Значения менее 1,0 КН принимал для ЛРС, собранного в районах, где почва содержала цинк в концентрациях, превышающих ПДК или были близки к ней.

КН и данные по содержанию ТМиМ в траве горца птичьего показывают, что растение накапливает в надземной части некоторое физиологически необходимое количество определяемых элементов, сохраняя при этом выраженный физиологический барьер при загрязнении почв данными экотоксикантами. КН ТМиМ в ЛРС (рисунки 3.16-3.24) имеют тенденцию к снижению по мере увеличения их содержания в ВСП, что подтверждает наличие физиологических механизмов регуляции их поступления в растение.

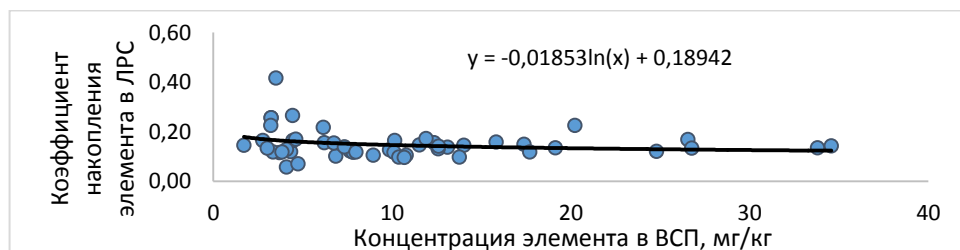


Рисунок 3.16 - Зависимость КН свинца в траве горца птичьего от его содержания в ВСП

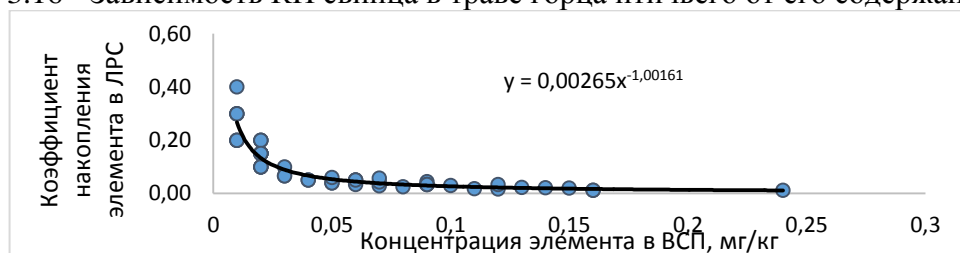


Рисунок 3.17 - Зависимость КН ртути в траве горца птичьего от ее содержания в ВСП

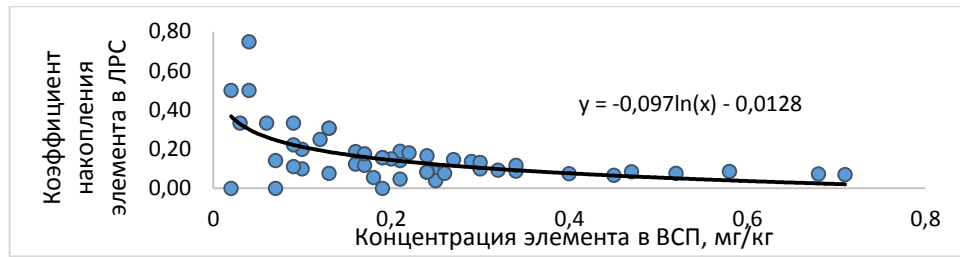


Рисунок 3.18 - Зависимость КН кадмия в траве горца птичьего от его содержания в ВСП

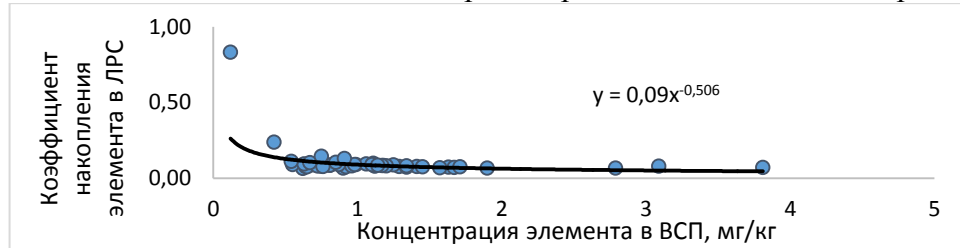


Рисунок 3.19 - Зависимость КН мышьяка в траве горца птичьего от его содержания в ВСП

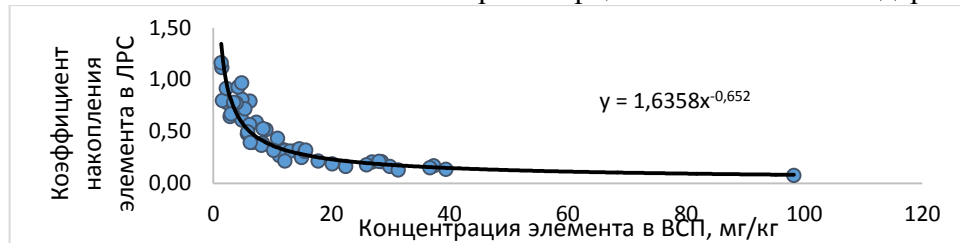


Рисунок 3.20 - Зависимость КН никеля в траве горца птичьего от его содержания в ВСП

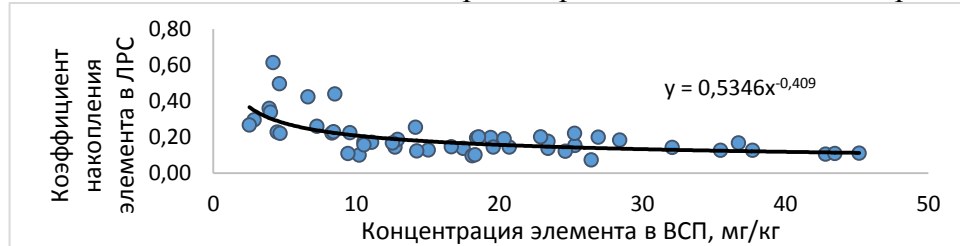


Рисунок 3.21 - Зависимость КН хрома в траве горца птичьего от его содержания в ВСП

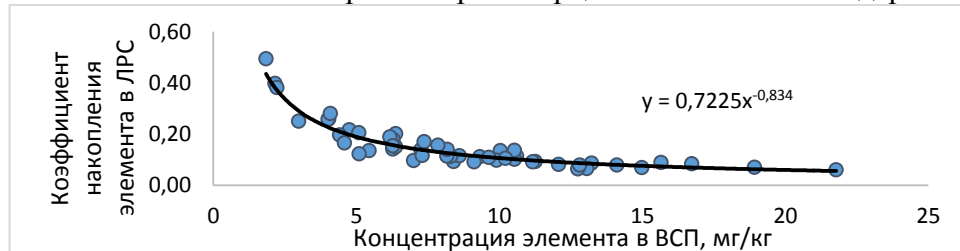


Рисунок 3.22 - Зависимость КН кобальта в траве горца птичьего от его содержания в ВСП

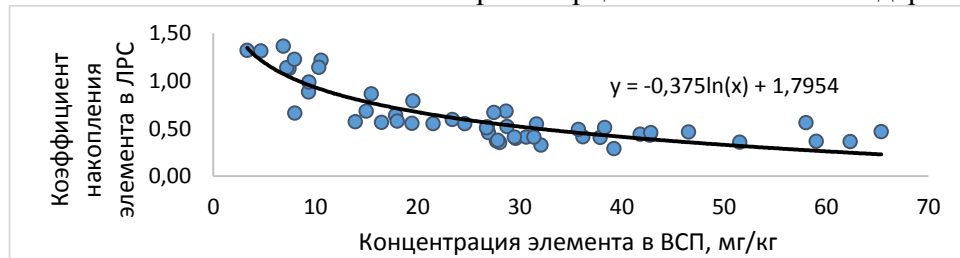


Рисунок 3.23 - Зависимость КН меди в траве горца птичьего от ее содержания в ВСП

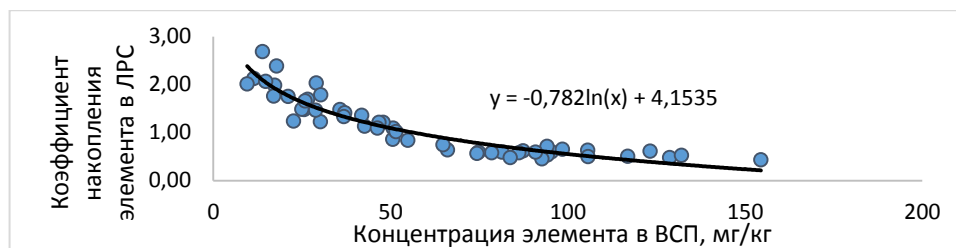


Рисунок 3.24 - Зависимость КН цинка в траве горца птичьего от его содержания в ВСП

На основе анализа средних значений КН можно выстроить ряд убывания эффективности накопления элементов травой горца птичьего из ВСП, который выглядит следующим образом: цинк > медь > никель > хром > свинец > кобальт > кадмий > мышьяк > ртуть.

3.4.2. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в траве полыни горькой *Artemisia absinthium* L.

Результаты исследований травы полыни горькой на содержание ТМиМ приведены в таблице Г.2 Приложения Г. Содержание элементов так называемой «страшной тройцы» - свинца, ртути, кадмия в отобранных образцах не превышает установленных ГФ XIV норм [53]. Концентрация свинца в изучаемых образцах варьировала от 0,21 мг/кг до 2,04 мг/кг. Для агроценозов отмечены менее значительные концентрации свинца в ЛРС (0,21-0,80 мг/кг), для урбоценозов – более значительные. Наибольшие концентрации металла (более 1,0 мг/кг) отмечены для образцов, собранных вблизи химических предприятий (ОАО «Минудобрения», ООО «БорМаш»), на улицах городов (Борисоглебска, Воронежа), на расстоянии 0-200 м от крупных автотрасс, вдоль железной дороги, в связи с чем можно предположить значительное аэрозольное загрязнение свинцом травы полыни горькой, собранной в урбоценозах [75]. Концентрация кадмия в исследуемом сырье варьировала от 0,02 мг/кг до 0,56 мг/кг. Для образцов, собранных в условиях заповедных зон и агроценозов, характерно более низкое накопление кадмия - до 0,13 мг/кг. ЛРС, собранное в условиях урбоценозов (на улицах городов Воронежа, Калача, Борисоглебска, вблизи крупных автомобильных трасс и железной дороги, вблизи промышленных предприятий), содержало более высокие концентрации данного металла – более 0,2 мг/кг. Особенно низким в изучаемых образцах ЛРС оказалось содержание ртути (0,002 мг/кг - 0,009 мг/кг), что в десятки раз меньше концентрации элемента в почвах и можно связать с малой почвенной подвижностью элемента и высокой его токсичностью.

Содержание мышьяка оказалось превышающий ПДК в 12 образцах травы полыни горькой, собранной вблизи предприятий ОАО «Минудобрения», ООО «БорМаш», ОАО «Воронежсинтезкаучук», ТЭЦ «ВОГРЭС», аэропорта, на улице г. Воронежа и вдоль водохранилища, на расстоянии 0-100 м от трассы М4 и от железной дороги, вдоль трассы А144. При этом концентрация мышьяка варьировала от 0,20 мг/кг до 1,20 мг/кг [75].

Минимальная концентрация никеля в траве полыни горькой (0,72 мг/кг) отмечена для образца, собранного на территории Теллермановского леса, а максимальная (5,24 мг/кг) – в образце сырья из растений, произраставших вблизи ООО «Бормаш». Никель находится в почве преимущественно в виде растворимых соединений, однако, накопление никеля в траве полыни горькой можно отнести к незначительному. Наиболее высокие концентрации (более 4 мг/кг) элемента отмечены в образцах ЛРС, произраставшего вблизи химических предприятий ОАО «Минудобрения», ООО «БорМаш», на удалении 0-100 м от от железной дороги и трассы М4 в Рамонском районе. Вероятно, у полыни горькой выработался физиологический барьер к накоплению никеля в высоких концентрациях.

Хром и кобальт также относятся к элементам незначительного накопления в траве полыни горькой. Содержание хрома в анализируемых образцах варьировало от 0,58 мг/кг (в образце, собранном в Хоперском заповеднике) до 3,98 мг/кг (в образце, собранном вблизи предприятия ОАО «Минудобрения»). Для образцов сырья, собранных в условиях агроценозов, концентрация хрома не превышает 1,52 мг/кг. Минимальная концентрация кобальта в анализируемом сырье – 0,21 мг/кг - отмечена для образца травы полыни горькой, произраставшей в Грибановском районе, максимальная – 1,16 мг/кг - для образца, собранного вдоль трассы М4 в Рамонском районе. В образцах контрольных территорий и агроценозов также отмечены более низкие уровни концентраций данного металла, чем в образцах из урбанизированных территорий, что может доказывать дополнительное аэрозольное загрязнение сырья [75].

Трава полыни горькой проявляет активные накопительные способности в отношении меди и цинка. Так, концентрация меди составляла от 12,69 мг/кг до 45,37 мг/кг. В 40% образцов, особенно собранных на контрольных территориях и в условиях агроценозов, концентрация данного элемента в сырье выше (в некоторых случаях в 2-4 раза), чем в почвах соответствующих районов, что, вероятно, связано с высокой биологической потребностью растения в данном микроэлементе.

Среднее содержание цинка в изученных образцах травы полыни горькой – 49,39 мг/кг; варьирует от 19,00 мг/кг до 115,36 мг/кг. В трети изученных образцов (в 17 из 51) концентрация металла в траве полыни горькой оказалось выше, чем в почве мест произрастания [75].

Коэффициенты корреляции Пирсона (таблица Г.11 Приложения Г) выявили наличие сильной положительной взаимосвязи между концентрациями в ВСП и ЛРС свинца, мышьяка, никеля, хрома, кобальта, меди и цинка, а также заметной положительной взаимосвязи между данными показателями для кадмия, что указывает на преимущественное загрязнение ЛРС через грунт. Слабая корреляционная связь между концентрациями ртути в ВСП и ЛРС в данном случае может быть объяснена низкими содержаниями элемента в образцах сырья.

Данные, представленные на рисунках 3.25-3.33, показывают, что при увеличении концентрации ТМиМ в ВСП возрастало их содержание в траве полыни горькой.

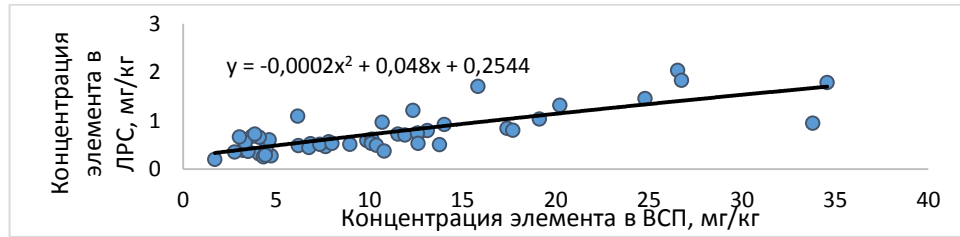


Рисунок 3.25 - Зависимость концентрации свинца в траве полыни горькой от его содержания в ВСП

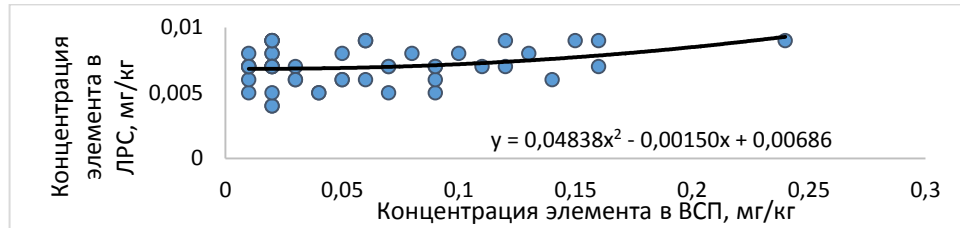


Рисунок 3.26 - Зависимость концентрации ртути в траве полыни горькой от ее содержания в ВСП

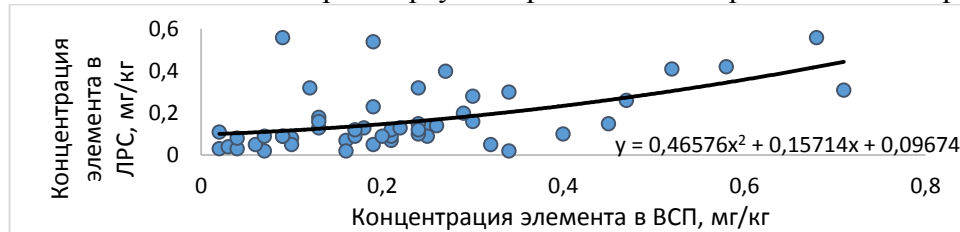


Рисунок 3.27 - Зависимость концентрации кадмия в траве полыни горькой от его содержания в ВСП

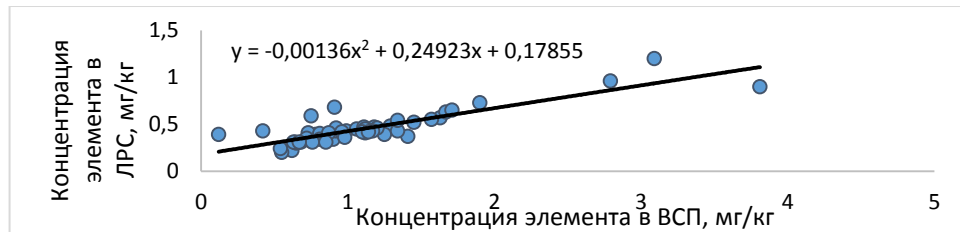


Рисунок 3.28 - Зависимость концентрации мышьяка в траве полыни горькой от его содержания в ВСП

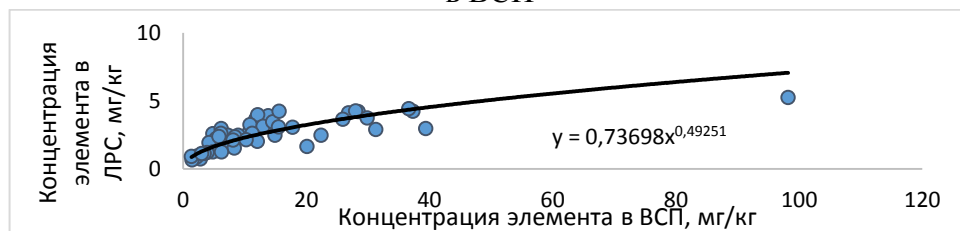


Рисунок 3.29 - Зависимость концентрации никеля в траве полыни горькой от его содержания в ВСП

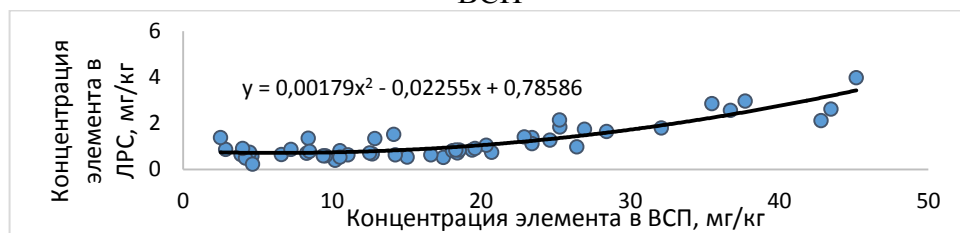


Рисунок 3.30 - Зависимость концентрации хрома в траве полыни горькой от его содержания в ВСП

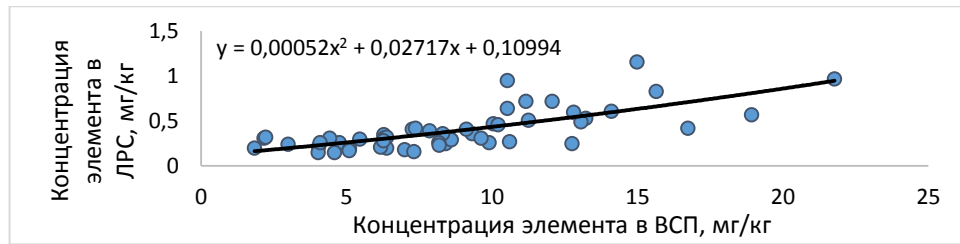


Рисунок 3.31 - Зависимость концентрации кобальта в траве полыни горькой от его содержания в ВСП

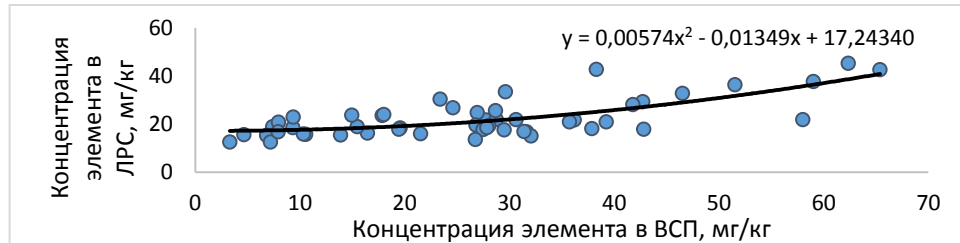


Рисунок 3.32 - Зависимость концентрации меди в траве полыни горькой от ее содержания в ВСП

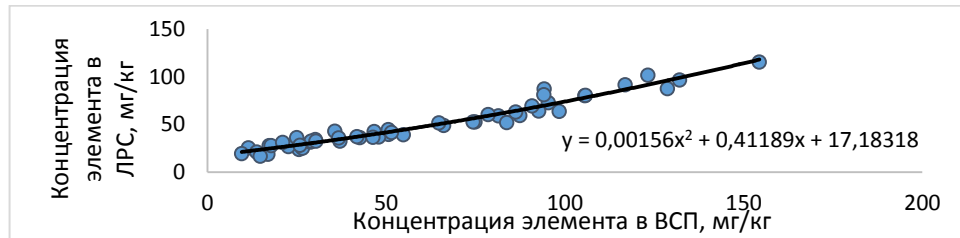


Рисунок 3.33 - Зависимость концентрации цинка в траве полыни горькой от его содержания в ВСП

Трава полыни горькой в малой степени накапливает свинец (таблица Д.2 Приложения Д). Так, его КН варьируют от 0,03 до 0,22. Расчет данных КН показал примерно равную эффективность накопления свинца травой полыни горькой, произраставшей как в условиях контрольных территорий, так и в условиях значительной антропогенной нагрузки, характеризовавшихся высоким уровнем загрязнения ВСП данным элементом (вдоль автомобильных трасс, вблизи промышленных предприятий). Это явление можно объяснить наличием механизмов физиологической блокировки накопления токсичных элементов, а также высокой комплексообразующей способностью свинца с гумусовыми кислотами, что делает его малодоступным для всасывания растениями.

Концентрирование ртути травой полыни горькой характеризовалось значениями КН от 0,06 до 0,80 при среднем значении 0,12. При этом КН ртути, рассчитанные для образцов контрольных территорий, принимали значения от 0,13 до 0,50, для образцов агроценозов – от 0,06 до 0,60. КН образцов сырья урбанизированных территорий варьировали 0,04 до 0,80. Однако в силу низкого содержания ртути в ВСП, а также низких концентраций металла в изучаемом ЛРС, не представляется возможным оценить эффективность накопления элемента травой полыни горькой из почв.

Для травы полыни горькой выявлены высокие значения КН кадмия, составлявшие от 0,13 до 6,22 при среднем значении для всех анализируемых образцов 0,74, что свидетельствует о высоком уровне аккумуляции данного элемента растениями и сырьем. В образцах сырья, заготовленных в условиях контрольных территорий, КН кадмия составляли от 0,29 до 1,50, в образцах, заготовленных в агроценозах, – от 0,16 до 1,29, урбоценозах - от 0,13 до 6,22, при этом наибольшие КН кадмия выявлены для образцов, собранных на улицах городов, вблизи предприятий (ОАО «Воронежсинтезкаучук», ТЭЦ «ВОГРЭС») и автодорог. Во всех образцах сырья содержание кадмия не превышало ПДК, в связи с чем нельзя говорить об избыточном накоплении данного элемента в ЛРС.

Накопление мышьяка травой полыни горькой характеризуется КН от 0,24 до 3,25 при среднем значении 0,41. Подвижность мышьяка в почвенном растворе и доступность его для растения ограничены ввиду сорбции его органическими и минеральными коллоидами ВСП. Для большинства образцов рассчитанный коэффициент не превышал 1,0, исключение составляли лишь образцы, заготовленные на удалении 200-300 м от железной дороги. Почва данных территорий характеризуется относительно низким содержанием мышьяка, в ЛРС концентрация элемента также невысока.

КН никеля травой полыни горькой из ВСП, составлявшие для изучаемых образцов от 0,05 до 0,67 при среднем значении 0,18, свидетельствовали о невысоком уровне аккумуляции металла данным видом ЛРС. Для образцов, заготовленных в условиях контрольных территорий, КН никеля варьировали от 0,23 до 0,42, для образцов, взятых из агроценозов, – от 0,24 до 0,67, урбоценозов – от 0,05 до 0,54, что свидетельствует об относительно равномерном низком накоплении никеля травой полыни горькой вне зависимости от места сбора анализируемого сырья.

КН хрома в траве полыни горькой из ВСП варьировали от 0,03 до 0,55 при среднем значении для всех анализируемых образцов 0,07, что свидетельствовало о низком накоплении элементов данным видом сырья. При этом КН хрома для образцов, заготовленных на контрольных территориях, варьировали от 0,13 до 0,30, в условиях агроценозов - от 0,05 до 0,55, урбоценозов, почвы которых отличались наибольшим уровнем содержания хрома, - от 0,03 до 0,09.

Рассчитанные КН кобальта, варьировавшие от 0,02 до 0,14, показали, что данный элемент имеет наименьшую из всех изучаемых металлов способность к аккумуляции в траве полыни горькой. Для образцов сырья с контрольных территорий, в почвах которых отмечено наименьшее количество кобальта, КН составляют 0,08 - 0,14. Для ЛРС, собранного вдоль сельскохозяйственных угодий, КН составили от 0,03 до 0,06, а для сырья из урбанизированных территорий - от 0,02 до 0,14, но для большинства образцов были близки к среднему для всех изучаемых образцов значению 0,05.

Наиболее высокие КН в траве полыни горькой отмечены для меди и цинка. Аккумуляция меди характеризовалась коэффициентами, варьировавшимися от 0,38 до 3,85 при среднем для всех анализируемых образцов значении 0,83. Наиболее высокие значения КН (от 2,26 до 3,85) отмечены для контрольных территорий, характеризовавшихся относительно низким уровнем содержания меди в ВСП. Полученные данные подтверждают высокую потребность полыни горькой в данном микроэлементе. Также высокие значения КН (от 0,73 до 2,46) выявлены для данного вида ЛРС, заготовленного в условиях агроценозов, почва которых также отличалась невысоким содержанием меди. Для урбоценозов отмечены более низкие КН меди – от 0,38 до 2,63, но в районах значительной антропогенной нагрузки, почва которых содержала относительно высокое количество меди, значение КН не превышало 1,0.

КН в траве полыни горькой цинка из ВСП варьировали от 2,23 до 0,62 при среднем значении 0,83. Наиболее высокие значения расчетного показателя аккумуляции цинка получены для контрольных территорий (от 0,93 до 2,23), характеризовавшихся сравнительно низким содержанием элемента в почве, что указывает на высокую потребность растения в элементе. Для агроценозов получены также высокие значения КН цинка в траве полыни горькой, варьировавшие от 0,77 до 2,03. КН цинка в образцах сырья урбанизированных территорий принимали числовые значения от 0,62 до 1,12.

Полученные результаты подтверждают факт накопления определяемых элементов травой полыни горькой в некоторых физиологически необходимых концентрациях, выше которых активизируются механизмы ограничения аккумуляции избытка экотоксикантов, способных в чрезмерно высоких концентрациях вызывать биохимические нарушения в растительном организме. Степень перехода определяемых ТМиМ из ВСП в траву полыни горькой (рисунках 3.34-3.42) имеет тенденцию к снижению по мере увеличения их концентрации в почве, что свидетельствует о физиологической возможности регуляции их аккумуляции в растении.

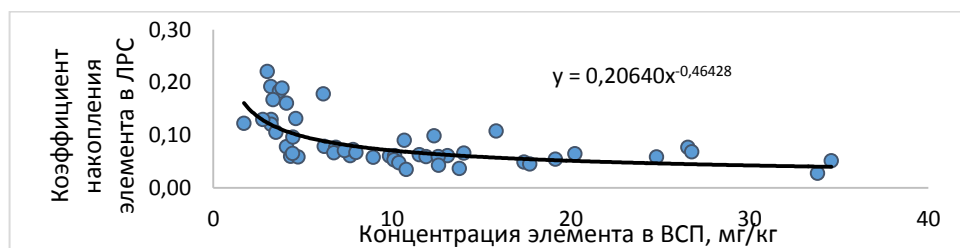


Рисунок 3.34 - Зависимость КН свинца в траве полыни горькой от его содержания в ВСП

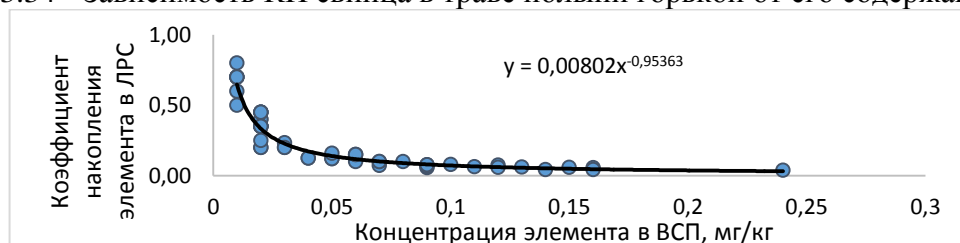


Рисунок 3.35 - Зависимость КН ртути в траве полыни горькой от ее содержания в ВСП

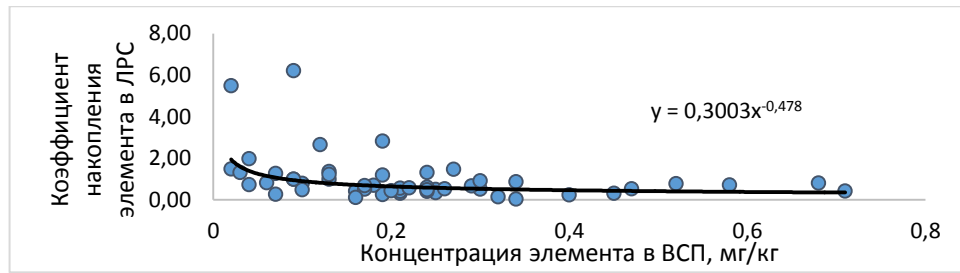


Рисунок 3.36 - Зависимость КН кадмия в траве полыни горькой от его содержания в ВСП

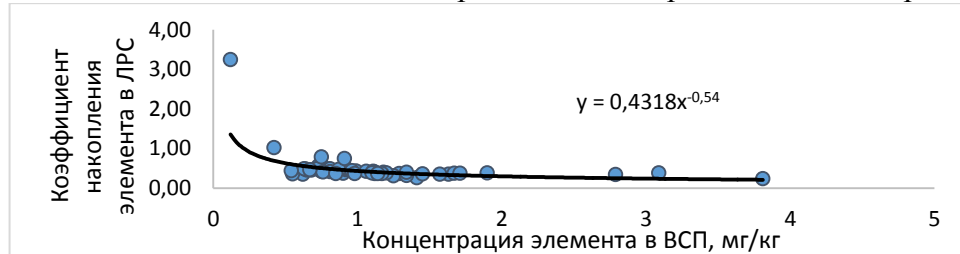


Рисунок 3.37 - Зависимость КН мышьяка в траве полыни горькой от его содержания в ВСП

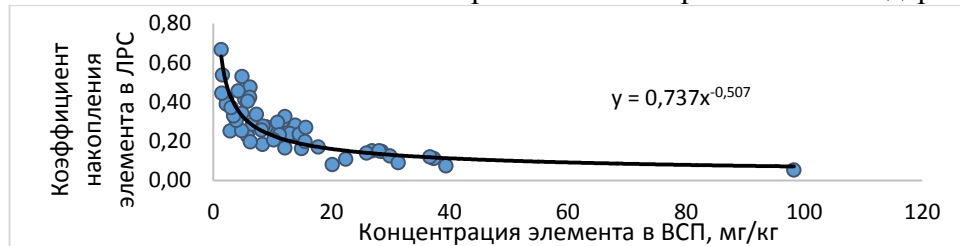


Рисунок 3.38 - Зависимость КН никеля в траве полыни горькой от его содержания в ВСП

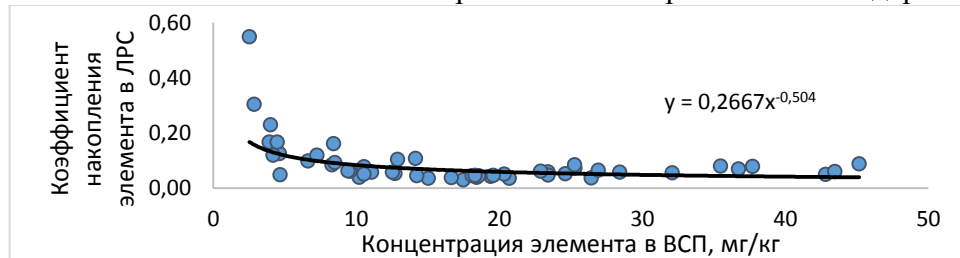


Рисунок 3.39 - Зависимость КН хрома в траве полыни горькой от его содержания в ВСП

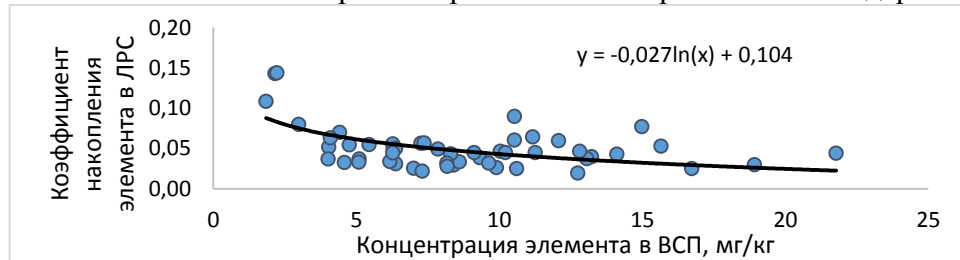


Рисунок 3.40- Зависимость КН кобальта в траве полыни горькой от его содержания в ВСП

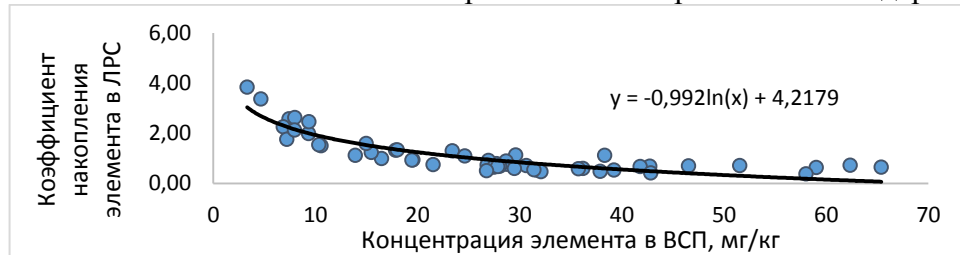


Рисунок 3.41 - Зависимость КН меди в траве полыни горькой от ее содержания в ВСП

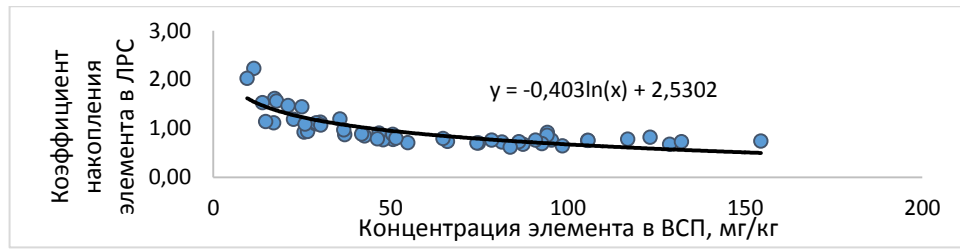


Рисунок 3.42 - Зависимость КН цинка в траве полыни горькой от его содержания в ВСП

Проанализировав средние значения КН изучаемых элементов травой полыни горькой из ВСП, можно выстроить следующий ряд убывания эффективности концентрирования ТМиМ в данном виде ЛРС: цинк = медь > кадмий > мышьяк > никель > ртуть > хром = свинец > кобальт.

3.4.3. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в траве тысячелистника обыкновенного *Achillea millefolium* L.

Результаты исследований травы тысячелистника обыкновенного на содержание ТМиМ приведены в таблице Г.3 Приложения Г.

Содержание свинца во всех отобранных образцах травы тысячелистника обыкновенного соответствовала требованиям ГФ XIV [53]. Концентрация данного элемента в сырье, собранном на контрольных территориях, варьировала от 0,22 мг/кг до 0,32 мг/кг, при этом в сырье из остальных районов, подверженных антропогенному воздействию, содержание металла колебалось от 0,25 мг/кг до 2,37 мг/кг. Наибольшие концентрации металла (более 1,0 мг/кг) отмечены для образцов, собранных вблизи химических предприятий ОАО «Воронежсинтезкаучук», ОАО «Минудобрения», ООО «БорМаш», на улицах г. Калача, Борисоглебска, Воронежа, вблизи аэропорта, на расстоянии 0-200 м от крупных автотрасс, вдоль железной дороги. В связи с этим можно предположить значительное аэрозольное загрязнение данного ЛРС свинцом (от выхлопных газов транспорта, выбросов промышленных предприятий). Содержание ртути варьировало от 0,002 мг/кг до 0,005 мг/кг, что в десятки раз меньше ПДК [94]. Концентрация кадмия колебалась от 0,01 мг/кг до 0,11 мг/кг при среднем содержании 0,04 мг/кг, что в 25 раз меньше его ПДК в ЛРС, а также значительно меньше концентрации элемента в ВСП. При этом более высокие концентрации вновь отмечены в урбоденнозах – вблизи крупных химических предприятий (ОАО «Минудобрения», ООО «БорМаш»), вдоль и вблизи автотрасс (М4, А144), железной дороги. Концентрацию мышьяка в траве тысячелистника обыкновенного можно оценить как высокую. Так, в 6% образцов превышена ПДК элемента (в образцах, собранных вблизи ТЭЦ «ВОГРЭС», ОАО «Минудобрения», ООО «БорМаш»). Средняя же концентрация элемента в траве тысячелистника обыкновенного составляла 0,31 мг/кг и варьировала от 0,17 мг/кг до 0,78 мг/кг.

Средний уровень содержания никеля в ЛРС оценивается в 2,36 мг/кг при колебании его от 0,56 мг/кг до 4,85 мг/кг. Сопоставляя полученные данные с содержанием элемента в ВСП, можно

заметить, что никель незначительно накапливается в надземной части тысячелистника обыкновенного. Для никеля также отмечено более высокое содержание в образцах, собранных в урбоценозах с активной хозяйственной деятельностью человека, - вблизи крупных химических предприятий (ОАО «Минудобрения», ООО «БорМаш»), на улице города Воронежа, вдоль и вблизи автотрасс (М4, А144), вдоль железной дороги [94].

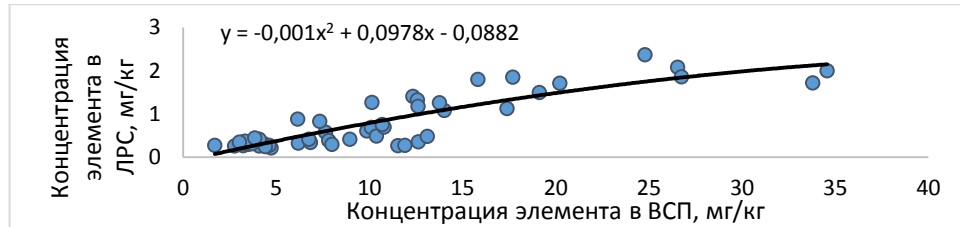
Содержание хрома в изучаемых образцах травы тысячелистника обыкновенного варьировало от 0,16 мг/кг до 2,39 мг/кг при среднем значении 0,80 мг/кг. При анализе полученных результатов также отмечались значительно более низкие концентрации хрома (0,71 мг/кг) в ЛРС, собранном на контрольных территориях и в агроценозах. Средняя концентрация кобальта и его уровень накопления в траве тысячелистника обыкновенного еще более низкие, чем для хрома. Так, содержание кобальта в изучаемых образцах варьировало от 0,16 мг/кг до 1,62 мг/кг при среднем уровне накопления 0,50 мг/кг [94].

Проведенные анализы показали, что трава тысячелистника обыкновенного в значительной степени накапливает медь и цинк. Так, концентрация меди варьировала от 6,69 мг/кг до 34,71 мг/кг при среднем содержании 16,60 мг/кг. Для ряда образцов отмечена более высокая концентрация меди в ЛРС, чем в ВСП, на которой произрастали собранные растения (на всех контрольных территориях, ряде агроценозов). Это указывает на значительную концентрирующую способность надземной части тысячелистника обыкновенного в отношении меди. Однако при высоком содержании меди в почвах некоторых урбанизированных территорий (вблизи химических предприятий, на улице г. Воронежа, вблизи транспортных магистралей) содержание элемента в ЛРС гораздо ниже, что свидетельствует о накоплении данного металла в тысячелистнике обыкновенном до некоего физиологически важного уровня, затем его концентрирование растением блокируется.

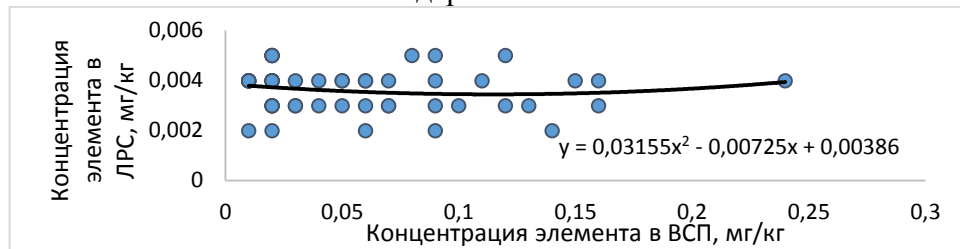
Концентрация цинка в изучаемых образцах травы тысячелистника обыкновенного принимала значения от 18,83 мг/кг до 55,85 мг/кг и в среднем составляла 31,36 мг/кг. Сопоставляя полученные результаты с данными по почвам, также можно отметить высокое накопление элемента в ЛРС (контрольные территории, агроценозы) [94].

Коэффициенты корреляции Пирсона показали наличие сильной положительной взаимосвязи между концентрациями в ВСП и ЛРС свинца, мышьяка, никеля, хрома, кобальта, меди и цинка, а также наличие заметной положительной - для кадмия, что указывает на преимущественное загрязнение ЛРС через грунт и незначительный вклад аэрозольной контаминации данными экотоксикантами. Слабая корреляция между содержаниями ртути в ВСП и ЛРС, вероятно, обусловлена низкими концентрациями элемента в образцах сырья, но косвенно может указывать на загрязнение его через атмосферные выбросы.

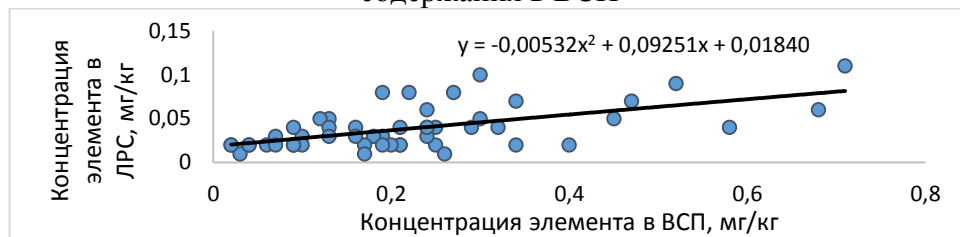
Анализ зависимостей концентраций определяемых ТМиМ в траве тысячелистника обыкновенного от содержания их в ВСП (рисунки 3.43-3.51) показал, что при увеличении концентрации элементов в почве возрастало их содержание в ЛРС. Закономерности перехода описаны математическими зависимостями с максимальным коэффициентом достоверности аппроксимации.



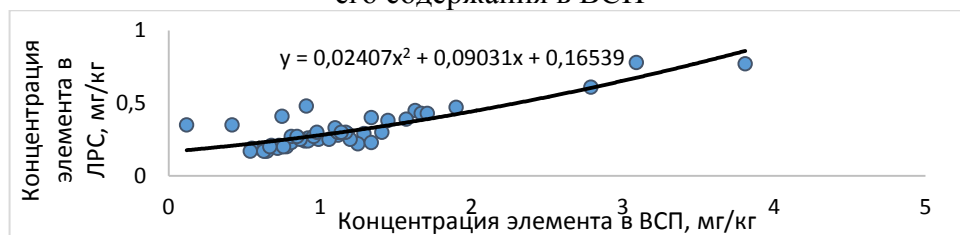
Рисунки 3.43 - Зависимость концентрации свинца в траве тысячелистника обыкновенного от его содержания в ВСП



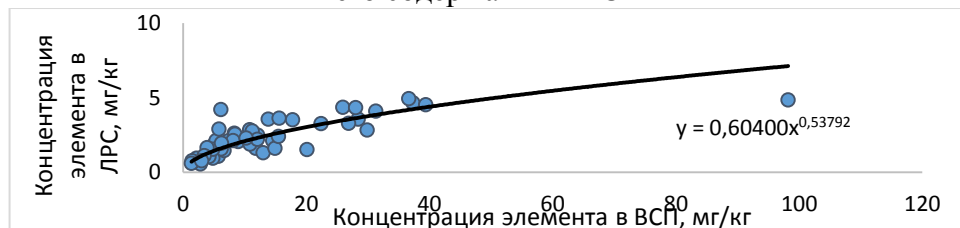
Рисунки 3.44 - Зависимость концентрации ртути в траве тысячелистника обыкновенного от ее содержания в ВСП



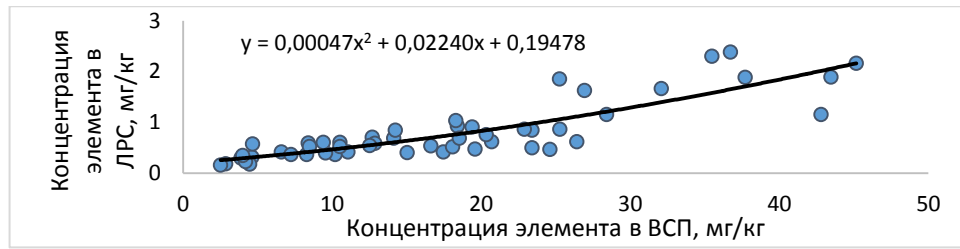
Рисунки 3.45 - Зависимость концентрации кадмия в траве тысячелистника обыкновенного от его содержания в ВСП



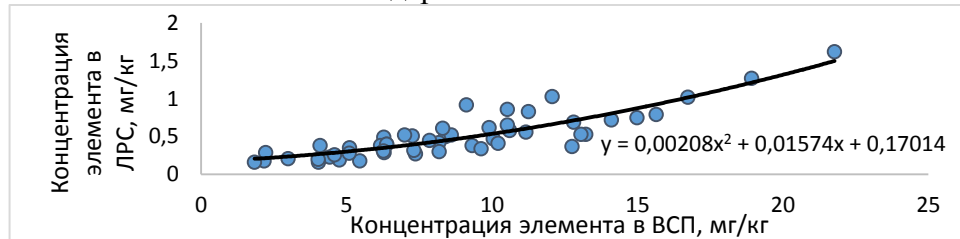
Рисунки 3.46 - Зависимость концентрации мышьяка в траве тысячелистника обыкновенного от его содержания в ВСП



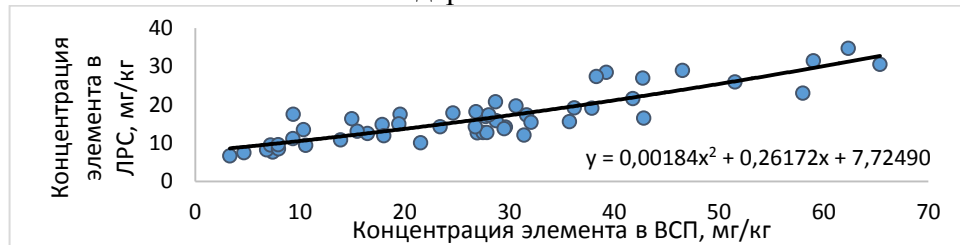
Рисунки 3.47 - Зависимость концентрации никеля в траве тысячелистника обыкновенного от его содержания в ВСП



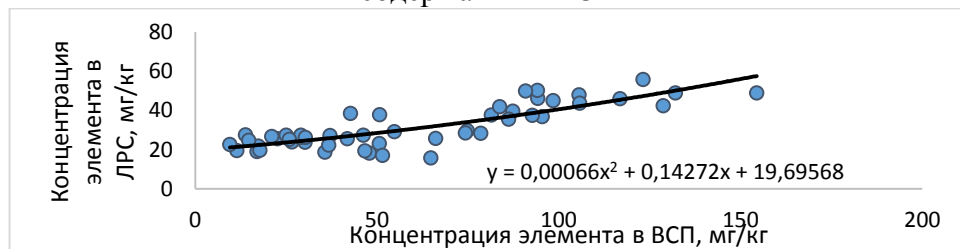
Рисунки 3.48 - Зависимость концентрации хрома в траве тысячелистника обыкновенного от его содержания в ВСП



Рисунки 3.49 - Зависимость концентрации кобальта в траве тысячелистника обыкновенного от его содержания в ВСП



Рисунки 3.50 - Зависимость концентрации меди в траве тысячелистника обыкновенного от ее содержания в ВСП



Рисунки 3.51 - Зависимость концентрации цинка в траве тысячелистника обыкновенного от его содержания в ВСП

Накопление свинца травой тысячелистника обыкновенного (таблица Д.3 Приложения Д) из ВСП оценивается как незначительное и характеризуется рассчитанными КН от 0,02 до 0,16. Для ЛРС, собранного в условиях контрольных территорий, характерны КН от 0,05 до 0,07, для образцов из агроценозов – от 0,02 до 0,16, из урбанизированных районов – от 0,02 до 0,14. Полученные расчетные данные указывают на низкую концентрирующую способность травы тысячелистника обыкновенного в отношении свинца, что можно объяснить низкой биологической потребностью растения в элементе, а также низкой доступностью его в силу образования прочных малорастворимых комплексов с гуминовыми кислотами почвы.

КН ртути травой тысячелистника обыкновенного из ВСП характеризуются числовыми значениями от 0,02 до 0,40. КН металла в ЛРС, заготовленном на контрольных территориях, варьировали от 0,08 до 0,20, в агроценозах области – от 0,02 до 0,40, а на урбанизированных

территориях – от 0,02 до 0,40. Наиболее высокие значения КН отмечены для ЛРС, собранного в агроценозе Новохоперского района, вблизи автомагистрали М4 в Павловском районе (200-300 м от дороги) и дороги обычного типа (100-300 м от дороги), при этом почвы данных территорий отличались низким уровнем содержания элемента, а концентрация ртути в самом сырье близка к средним ее значениям в траве тысячелистника обыкновенного по региону.

КН кадмия в траве тысячелистника обыкновенного из ВСП, варьирующие в регионе от 0,04 до 1,0 (для контрольных территорий - от 0,33 до 1,0, для агроценозов – от 0,04 до 0,29, для урбоценозов – от 0,05 до 1,0), свидетельствуют об эффективной аккумуляции элемента в ЛРС. Наиболее высокие значения рассчитанных показателей (1,0) отмечены для ЛРС, заготовленного на территориях, отличающихся низким уровнем содержания кадмия в почве (Воронежский биосферный заповедник, г. Нововоронеже). В местах сбора сырья, ВСП которых содержали металл в концентрациях, превышающих ПДК (вблизи ОАО «Минудобрения», ООО «Бормаш», на удалении 0-100 м от трассы М4 в Рамонском районе), ЛРС аккумулирует кадмий менее активно – КН составили 0,07-0,17.

Аккумуляция мышьяка травой тысячелистника обыкновенного из почв может быть оценена на основе рассчитанных КН, варьирующих от 0,17 до 2,92. Лишь для образцов, собранных вблизи железной дороги, КН несколько выше остальных расчетных показателей и варьируют от 0,53 до 2,92. Для большинства исследованных образцов данный показатель не превышает 0,33, вне заметной зависимости от места заготовки сырья: от 0,27 до 0,35 для ЛРС контрольных территорий, от 0,17 до 0,31 - агроценозов, от 0,20 до 0,33 - урбоценозов. Особенности накопления мышьяка в траве тысячелистника обыкновенного, заготовленного вблизи железной дороги, при относительно низких его абсолютных концентрациях в образцах ЛРС, по-видимому, можно объяснить особенностью грунта придорожной полосы, характеризующегося высокой уплотненностью, смешанностью с веществами и материалами, перевозимыми по ним, что снижает степень связывания элемента и вымывания его в более глубокие слои почвы, повышая доступность для корневой системы растения.

Аккумуляцию никеля травой тысячелистника обыкновенного из почв также нельзя считать значительной в силу невысоких значений КН, варьирующих от 0,05 до 0,68. Накопление металла в ЛРС, заготовленном на контрольных территориях, характеризуется рассчитанными показателями от 0,19 до 0,35, в агроценозах – от 0,10 до 0,53, в урбоценозах – от 0,05 до 0,68. При этом для изучаемых образцов четко прослеживается тесная обратная корреляция между содержанием никеля в ВСП и КН. При невысокой концентрации металла в грунте элемент аккумулируется в ЛРС с эффективностью, характеризующейся КН не ниже 0,30 (например, в образцах, заготовленных в Воронежском биосферном заповеднике, в агроценозах Новохоперского, Лискинского, Петропавловского районов и др.). При относительно высоком содержании никеля в

почвах региона активность его аккумуляции значительно снижается до КН 0,05 (вблизи ООО «Бормаш»).

Аккумуляцию хрома и кобальта в траве тысячелистника обыкновенного можно охарактеризовать как низкую. Так, КН хрома в данном виде ЛРС варьировали от 0,02 до 0,12, при этом полученные расчетные данные мало отличались для разных мест заготовки сырья: для контрольных территорий их значения составили 0,07-0,08, для агроценозов – 0,04-0,12, для урбоценозов – 0,02-0,07. КН кобальта характеризуются числовыми значениями от 0,03 до 0,13, для контрольных территорий КН варьировали от 0,07 до 0,09, для агроценозов региона – от 0,03 до 0,07, для урбоценозов – от 0,03 до 0,13. Полученные данные свидетельствуют о низкой биологической потребности травы тысячелистника обыкновенного в хrome и кобальте, а также способности растения физиологически блокировать накопление избытка данных микроэлементов.

Аккумуляцию из ВСП травой тысячелистника обыкновенного меди и цинка можно оценить как сравнительно высокую. Так, среднее значение КН меди для всех исследованных образцов сырья составило 0,61 (от 0,38 до 2,03). При этом КН меди в траве тысячелистника обыкновенного, собранного в контрольных местах заготовки, составляли 1,03-2,31, в агроценозах – 0,47-1,87, в урбоценозах – 0,38-1,60. В образцах, собранных на территориях, характеризующихся относительно невысоким содержанием металла в ВСП (заповедные территории, агроценозы), КН превышали 1,0. В районах заготовки ЛРС, характеризующихся загрязнением ВСП соединениями меди (вблизи ООО «Бормаш», вдоль трассы М4 и железной дороги), ЛРС аккумулировало элемент менее эффективно – КН не превышали 0,53. Среднее значение КН цинка для травы тысячелистника обыкновенного составило 0,53, варьируя от 0,24 до 2,36. При этом КН цинка в ЛРС из контрольных мест заготовки составили от 1,02 до 1,71, агроценозов - от 0,42 до 2,36, урбоценозов - от 0,24 до 1,99.

КН изучаемых элементов имеют тенденции к снижению по мере увеличения концентраций их в ВСП, что подтверждает физиологическую возможность регуляции их аккумуляции в ЛРС (рисунки 3.52-3.60).

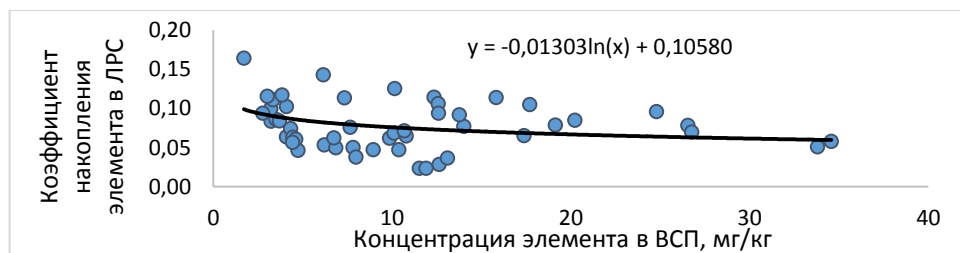


Рисунок 3.52 - Зависимость КН свинца в траве тысячелистника обыкновенного от его содержания в ВСП

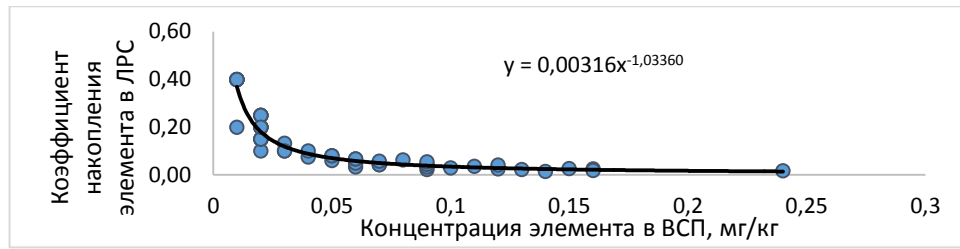


Рисунок 3.53 - Зависимость КН ртути в траве тысячелистника обыкновенного от ее содержания в ВСП

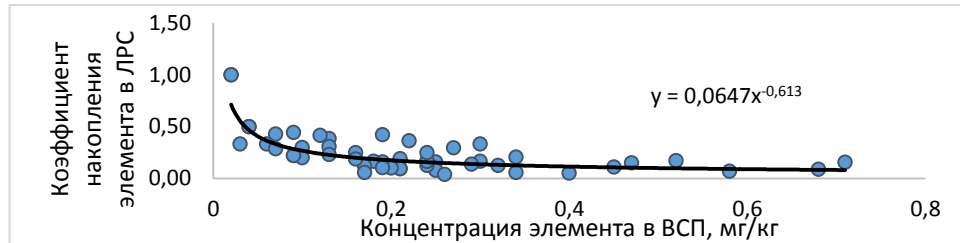


Рисунок 3.54 - Зависимость КН кадмия в траве тысячелистника обыкновенного от его содержания в ВСП

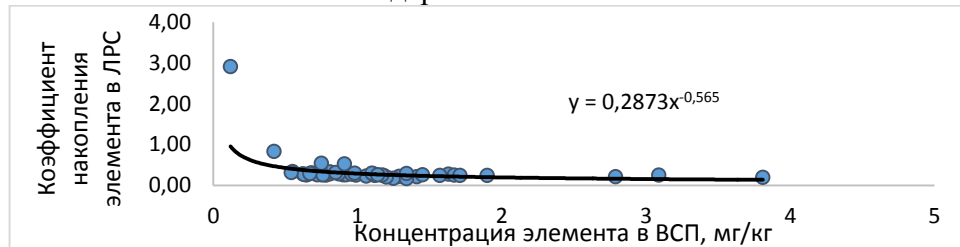


Рисунок 3.55 - Зависимость КН мышьяка в траве тысячелистника обыкновенного от его содержания в ВСП

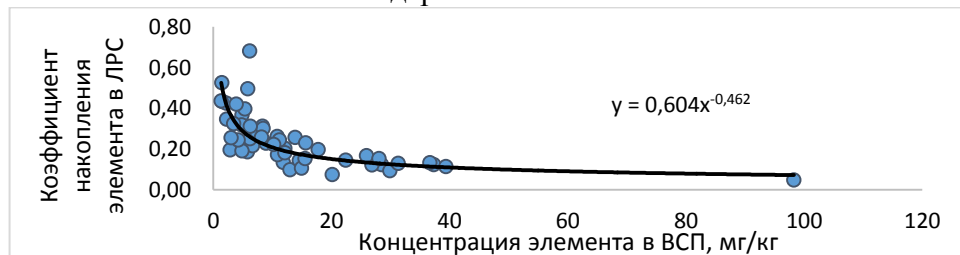


Рисунок 3.56 - Зависимость КН никеля в траве тысячелистника обыкновенного от его содержания в ВСП

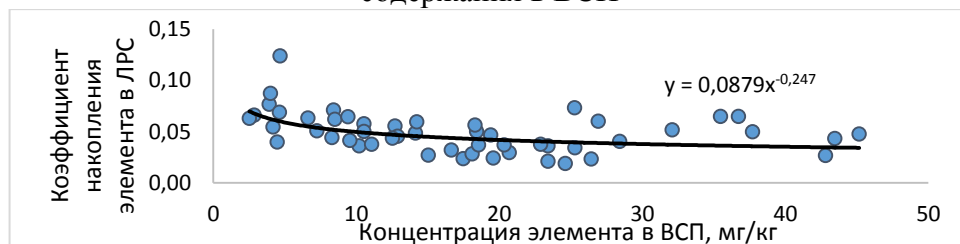


Рисунок 3.57 - Зависимость КН хрома в траве тысячелистника обыкновенного от его содержания в ВСП

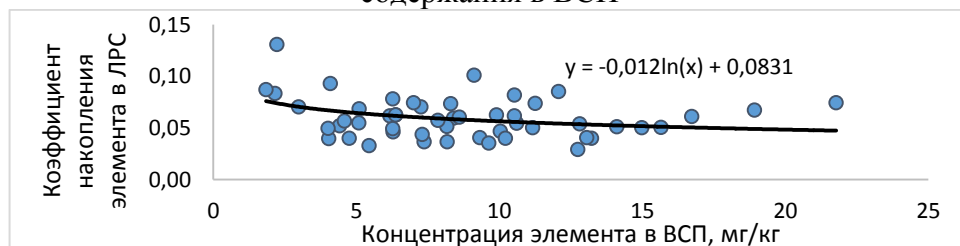


Рисунок 3.58 - Зависимость КН кобальта в траве тысячелистника обыкновенного от его содержания в ВСП

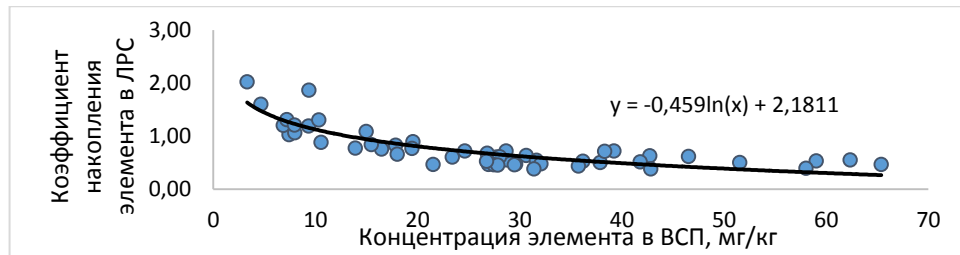


Рисунок 3.59 - Зависимость КН меди в траве тысячелистника обыкновенного от ее содержания в ВСП

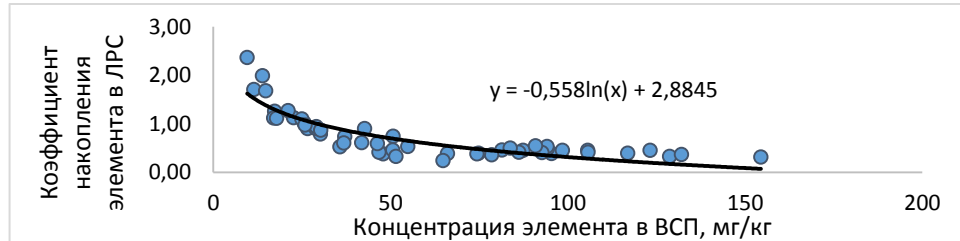


Рисунок 3.60 - Зависимость КН цинка в траве тысячелистника обыкновенного от его содержания в ВСП

Сопоставляя средние значения рассчитанных КН анализируемых элементов в траве тысячелистника обыкновенного, можно выстроить следующий ряд убывания активности аккумуляции ТМиМ ЛРС из ВСП: медь > цинк > мышьяк > кадмий > никель > свинец > кобальт = ртуть > хром.

3.4.4. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в траве пустырника пятилопастного *Leonurus quinquelobatus* Gilib.

Результаты исследований травы пустырника пятилопастного на содержание ТМиМ приведены в таблице Г.4 Приложения Г.

Концентрация свинца во всех образцах травы пустырника пятилопастного не превышала установленный ГФ XIV числовой показатель [53]. Концентрация данного металла в ЛРС, собранном на контрольных территориях, варьировала от 0,17 мг/кг до 0,34 мг/кг, при этом в остальном сырье, произрастававшем в условиях антропогенного воздействия, содержание металла колебалось от 0,17 мг/кг до 2,59 мг/кг. Для агроценозов отмечены менее значительные концентрации свинца в траве пустырника пятилопастного (0,17-0,42 мг/кг). Наибольшие концентрации элемента (более 1,0 мг/кг) отмечены для образцов, собранных вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук», ОАО «Минудобрения», ООО «БорМаш», на улице г. Воронежа и вблизи крупных транспортных магистралей.

Содержание ртути варьировало от 0,002 мг/кг до 0,006 мг/кг. Концентрация металла в образцах, собранных в заповедных зонах, практически не отличалась от его концентрации в образцах растений, произрастававших в агро- и урбоценозах [66].

Концентрация кадмия колебалась от 0,02 мг/кг до 0,48 мг/кг при среднем содержании 0,11 мг/кг, что в 9 раз меньше его ПДК в ЛРС. Концентрация металла в ЛРС из заповедных зон

находилась на уровне 0,02-0,03 мг/кг, в образцах, собранных в агроценозах региона, – 0,02-0,08 мг/кг. Более высокие концентрации вновь отмечены в образцах пустырника пятилопастного, произраставшего в урбоценозах – вблизи крупных химических предприятий (ОАО «Минудобрения», ООО «БорМаш»), в городах (Воронеж, Борисоглебск), вблизи автотрасс (М4, А144) и железной дороги.

Концентрация мышьяка в траве пустырника пятилопастного в 1 образце превышает ПДК (собранном вблизи ТЭЦ «ВОГРЭС»). Средняя же концентрация элемента в траве пустырника пятилопастного составила 0,21 мг/кг и варьировала от 0,11 мг/кг до 0,53 мг/кг [66].

Средний уровень содержания никеля в траве пустырника пятилопастного оценивается в 3,89 мг/кг (при колебании от 1,04 мг/кг до 8,46 мг/кг). Для ЛРС из заповедных зон отмечено накопление металла на уровне 1,31-3,19 мг/кг, агроценозов - 1,04-4,01 мг/кг. Более высокое содержание никеля (более 5 мг/кг) выявлено в образцах, собранных вблизи ОАО «Минудобрения», ООО «БорМаш», ОАО «Воронежсинтезкаучук», на улице городов, вблизи автотрасс (М4, А144) и железной дороги [66].

Содержание хрома в изучаемых образцах травы пустырника пятилопастного варьировало от 0,29 мг/кг до 4,51 мг/кг. Отмечены значительно более низкие концентрации элемента в ЛРС, собранном на контрольных зонах – 0,26-0,44 мг/кг и в агроценозах – 0,31-0,89 мг/кг. В урбоценозах концентрация хрома в надземной части пустырника пятилопастного оказалась значительно выше (0,65-4,51 мг/кг).

Уровень накопления кобальта в траве пустырника пятилопастного ниже, чем для хрома. Его содержание варьировало от 0,52 мг/кг до 2,29 мг/кг. В образцах контрольных территорий и агроценозов также отмечены более низкие уровни концентраций данного металла, что доказывает дополнительное аэрозольное загрязнение ЛРС в урбоценозах [66].

Трава пустырника пятилопастного в значительной степени накапливает медь и цинк. Концентрация меди варьировала от 6,23 мг/кг до 25,86 мг/кг при среднем содержании в регионе 14,69 мг/кг. Концентрация цинка в изучаемых образцах травы пустырника пятилопастного принимала значения от 21,97 мг/кг до 89,42 мг/кг и в среднем составляла 45,31 мг/кг. Для ряда образцов отмечена более высокая концентрация меди и цинка в сырье, чем в ВСП (например, в ЛРС, собранном на всех контрольных территориях и ряде агроценозов). Это указывает на значительную концентрирующую способность надземной части пустырника пятилопастного в отношении данных микроэлементов. Но при высоком содержании металла в ВСП некоторых урбанизированных территорий (вблизи промышленных предприятий, на улице Воронежа, вблизи крупных автомобильных дорог и железной дороги) содержание элементов в растении гораздо ниже, что свидетельствует о накоплении меди и цинка в пустырнике пятилопастном до физиологически необходимого уровня, а далее его концентрирование растением блокируется.

Коэффициенты корреляции Пирсона показали наличие сильной положительной взаимосвязи между концентрациями в почве и ЛРС кадмия, мышьяка, никеля, хрома, кобальта, меди и цинка, а также заметной положительной взаимосвязи для свинца, что указывает на их преимущественное транспочвенное поступление в ЛРС. Слабая корреляция между содержаниями ртути в ВСП и ЛРС, вероятно, обусловлена низкими концентрациями элемента в сырье, но косвенно может указывать на загрязнение его через атмосферные выбросы.

Анализ зависимостей между концентрациями ТМиМ в траве пустырника пятилопастного и в ВСП показал, что при увеличении содержания всех определяемых элементов в почве возрастает их накопление в ЛРС (рисунки 3.61-3.69).

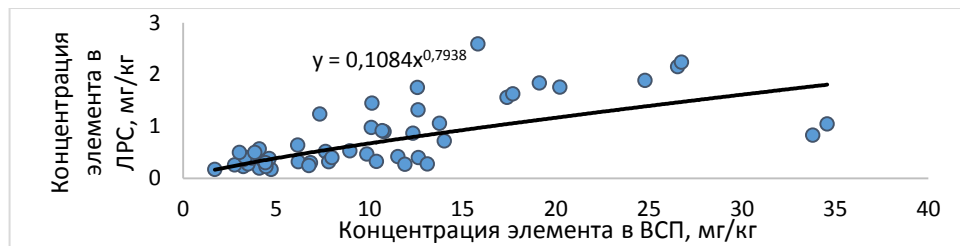


Рисунок 3.61 - Зависимость концентрации свинца в траве пустырника пятилопастного от его содержания в ВСП

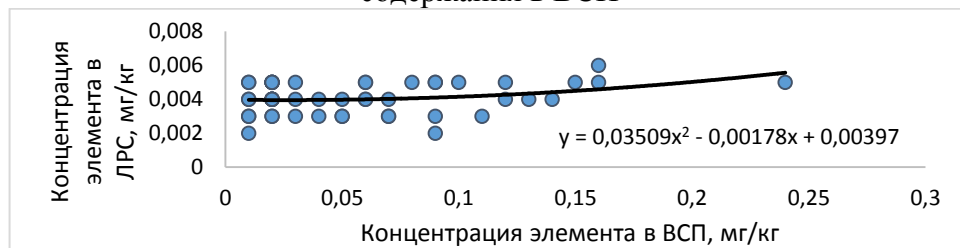


Рисунок 3.62 - Зависимость концентрации ртути в траве пустырника пятилопастного от ее содержания в ВСП

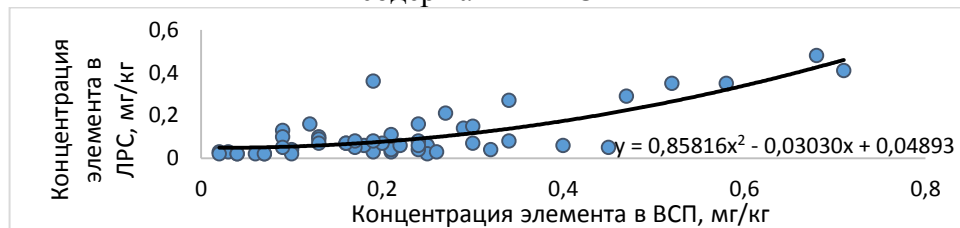


Рисунок 3.63 - Зависимость концентрации кадмия в траве пустырника пятилопастного от его содержания в ВСП

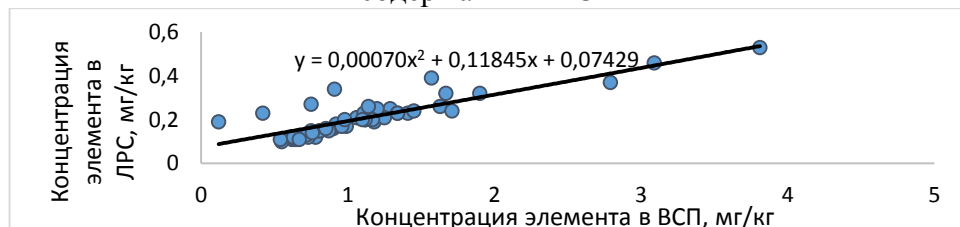


Рисунок 3.64 - Зависимость концентрации мышьяка в траве пустырника пятилопастного от его содержания в ВСП

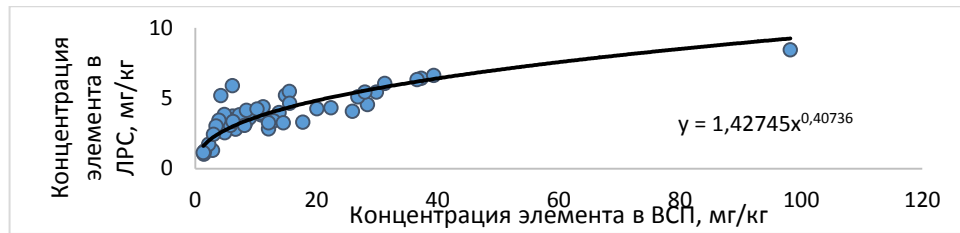


Рисунок 3.65 - Зависимость концентрации никеля в траве пустырника пятилопастного от его содержания в ВСП

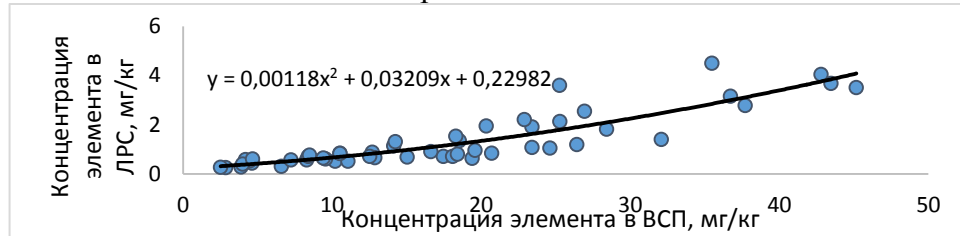


Рисунок 3.66 - Зависимость концентрации хрома в траве пустырника пятилопастного от его содержания в ВСП

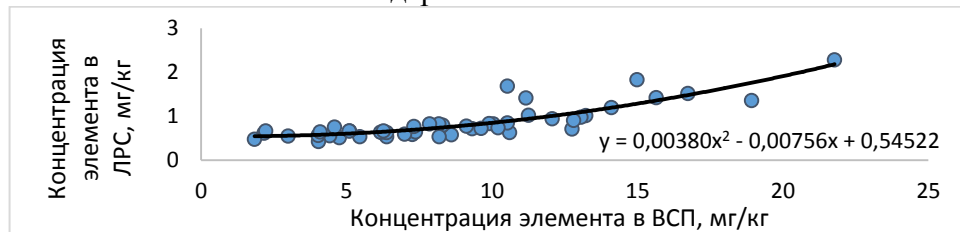


Рисунок 3.67 - Зависимость концентрации кобальта в траве пустырника пятилопастного от его содержания в ВСП

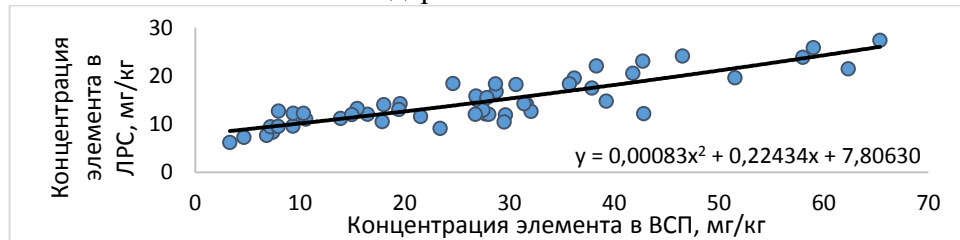


Рисунок 3.68 - Зависимость концентрации меди в траве пустырника пятилопастного от ее содержания в ВСП

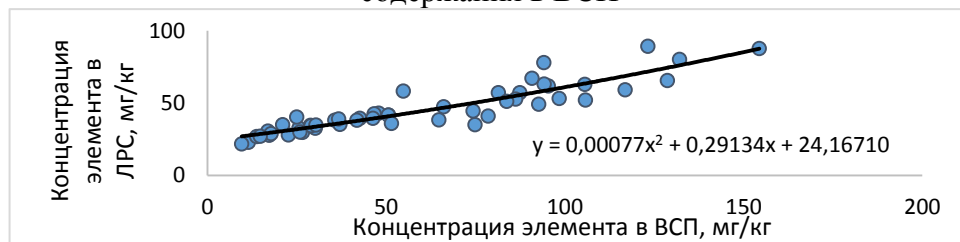


Рисунок 3.69 - Зависимость концентрации цинка в траве пустырника пятилопастного от его содержания в ВСП

Трава пустырника пятилопастного в малой степени накапливает свинец, КН варьируют от 0,03 до 0,17 (таблица Д.4 Приложения Д). Расчет данного показателя показал примерно равную эффективность накопления свинца в ЛРС в условиях контрольных территорий (0,04-0,08), агроценозов (0,02-0,11) и урбоценозов со значительной антропогенной нагрузкой (0,02-0,17).

Аккумуляция ртути описывается КН, варьирующими от 0,03 до 0,50. Диапазон варьирования КН в ЛРС, заготовленном на контрольных территориях, составил 0,10-0,20, в

агроценозах – 0,03-0,30, на урбанизированных территориях – 0,03-0,50. Однако учитывая также низкие абсолютные концентрации ртути в ЛРС, не представляется возможным судить о значительном накоплении растением ртути из почв.

КН кадмия в траве пустырника пятилопастного имеют большой диапазон варьирования - от 0,08 до 1,89 при среднем значении 0,47. Аккумуляция кадмия из ВСП травой пустырника пятилопастного, заготовленной в контрольных зонах, характеризуется КН от 0,29 до 1,50, что можно объяснить низким уровнем содержания данного металла в почвах территорий. Накопление кадмия в ЛРС из агроценозов показывают КН, варьирующие от 0,08 до 0,33. В условиях урбанизированных территорий данный расчетный показатель имеет еще больший разброс – от 0,11 до 1,89. При этом наиболее высокие КН кадмия отмечены для ЛРС, заготовленного вблизи ТЭЦ «ВОГРЭС», ООО «Воронежсинтезкаучук», на улицах городов Воронежа, Нововоронежа, что можно связать с аэрозольным загрязнением сырья.

Накопление мышьяка травой пустырника пятилопастного из ВСП характеризуется КН от 0,13 до 1,58 при среднем по области 0,19. Диапазон варьирования КН мышьяка в ЛРС из агроценозов составил от 0,16 до 0,21, урбанизированных районов – от 0,13 до 0,23 (если не учитывать образцы, заготовленные вдоль железнодорожных путей), а в сырье контрольных территорий данный показатель был одинаков для всех анализируемых образцов и составил 0,18. Наибольшее значение КН мышьяка отмечено для образцов ЛРС, заготовленных вдоль железнодорожных путей (от 0,36 до 1,58), что может быть объяснено низким уровнем содержания элемента в почве, так как содержание его в ЛРС не превышает среднего значения по региону.

Уровень накопления никеля в траве пустырника пятилопастного характеризуется КН, варьирующими от 0,09 до 1,23 при среднем их значении 0,27. При этом более высокий уровень значений КН (от 0,46 до 0,65) отмечен для образцов, заготовленных в условиях контрольных территорий, а также агроценозов (от 0,23 до 0,86), характеризующихся невысоким уровнем содержания никеля в ВСП. Для травы пустырника пятилопастного, собранного в урбанизированных условиях, выявлены КН широкого диапазона – от 0,09 до 1,23, при этом для урбоценозов, отличающихся наибольшим антропогенным воздействием (вблизи ООО «Бормаш», вдоль автотрасс М4 и А144), КН никеля значительно ниже среднего для области значения, что может объясняться высокими его концентрациями в почвах анализируемых территорий, в которых элемент становится уже токсичным для растительного организма и растение на физиологическом уровне блокирует избыточное его накопление.

Аккумуляция из ВСП хрома травой пустырника пятилопастного характеризуется КН, варьирующими от 0,03 до 0,14, что указывает на низкий уровень накопления элемента в ЛРС. КН примерно одинаковы для образцов, заготовленных в условиях контрольных территорий (от 0,07 до

0,10), агроценозов (от 0,05 до 0,14) и урбоценозов (от 0,03 до 0,14), что можно считать проявлением низкой биологической потребности растения в хrome.

КН кобальта травой пустырника пятилопастного из ВСП варьировали от 0,03 до 0,29, что также демонстрирует низкую потребность данного вида ЛРС в элементе. Для ЛРС, заготовленного в контрольных районах, КН варьирует от 0,18 до 0,29, агроценозах - от 0,07 до 0,14, урбоценозах – от 0,06 до 0,30. Более высокие расчетные значения получены лишь для сырья, заготовленного в районах, где ВСП содержали относительно низкие концентрации металла.

Аккумуляцию из ВСП травой пустырника пятилопастного меди и особенно цинка можно охарактеризовать как высокую. Среднее значение КН меди для ЛРС составило 0,54; варьировал данный показатель от 0,29 до 1,89. При этом КН меди в траве пустырника пятилопастного, собранного в контрольных местах заготовки, составляли от 1,12 до 1,89, агроценозах – от 0,39 до 1,31, урбоценозах – от 0,29 до 1,56. Наиболее высокие значения рассчитываемого показателя (более 1,0) отмечены в образцах, собранных на территориях, характеризующихся относительно невысоким содержанием металла в ВСП. В районах заготовки, характеризующихся содержанием меди в ВСП, превышающим ПДК, изучаемое ЛРС аккумулировало элемент наименее эффективно – КН не превышали 0,44.

Диапазон варьирования КН цинка в траве пустырника пятилопастного составил от 0,47 до 2,29. Среднее значение данного расчетного показателя для всех исследованных образцов составило 0,76. При этом КН цинка в ЛРС, собранном в контрольных местах заготовки, характеризовались числовыми значениями от 1,27 до 2,00, агроценозах от 0,90 до 2,29, урбоценозах области от 0,47 до 1,95. Для цинка также ярко прослеживалась закономерность обратно пропорциональной зависимости между концентрацией элемента в ВСП и значениями КН в ЛРС. В районах сбора ЛРС, характеризовавшихся содержанием в ВСП цинка в количествах, превышающих ПДК, изучаемое сырье аккумулировало элемент менее эффективно – КН варьировали от 0,49 до 0,83, свидетельствует о наличии физиологических механизмов регулирования поступления в траву пустырника пятилопастного меди и цинка, способных в высоких концентрациях оказывать токсическое действие. Наличие обратно пропорциональной зависимости между концентрациями определяемых ТМиМ в ВСП и значениями КН в траве пустырника пятилопастного наглядно демонстрируют рисунки 3.70 -3.78.

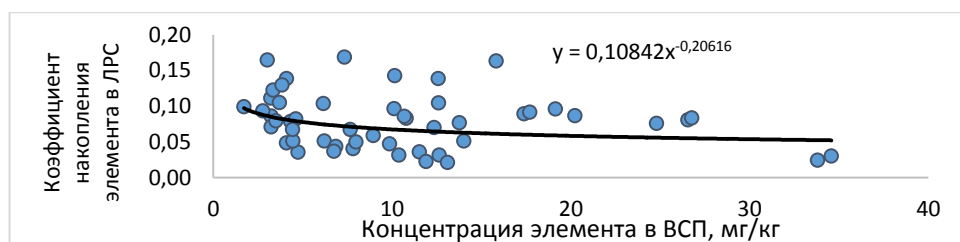


Рисунок 3.70 - Зависимость КН свинца в траве пустырника пятилопастного от его содержания в ВСП

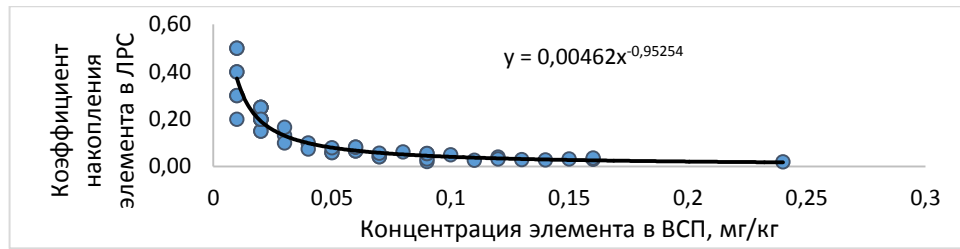


Рисунок 3.71 - Зависимость КН ртути в траве пустырника пятилопастного от ее содержания в ВСП

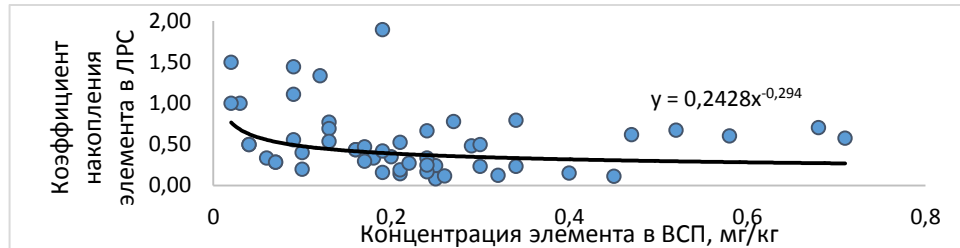


Рисунок 3.72 - Зависимость КН кадмия в траве пустырника пятилопастного от его содержания в ВСП

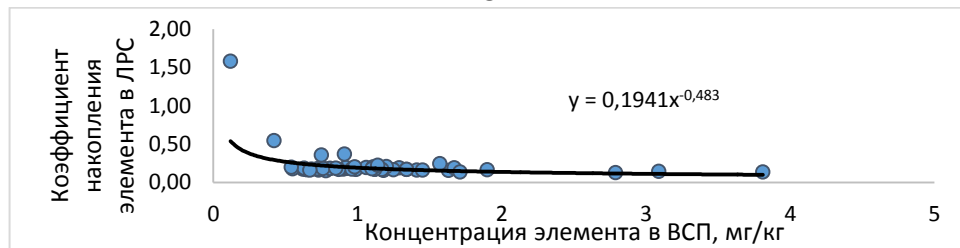


Рисунок 3.73 - Зависимость КН мышьяка в траве пустырника пятилопастного от его содержания в ВСП

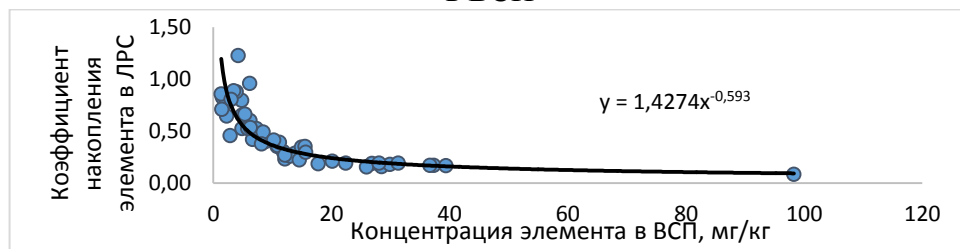


Рисунок 3.74 - Зависимость КН никеля в траве пустырника пятилопастного от его содержания в ВСП

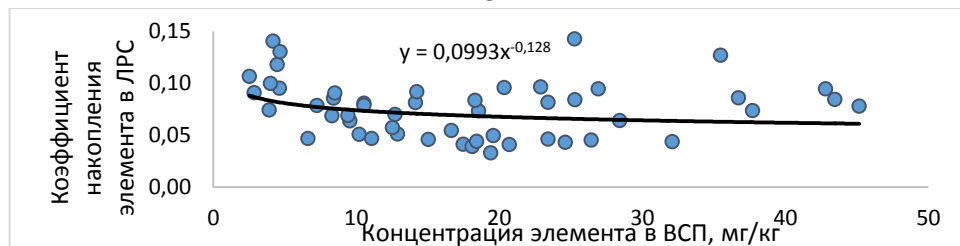


Рисунок 3.75 - Зависимость КН хрома в траве пустырника пятилопастного от его содержания в ВСП

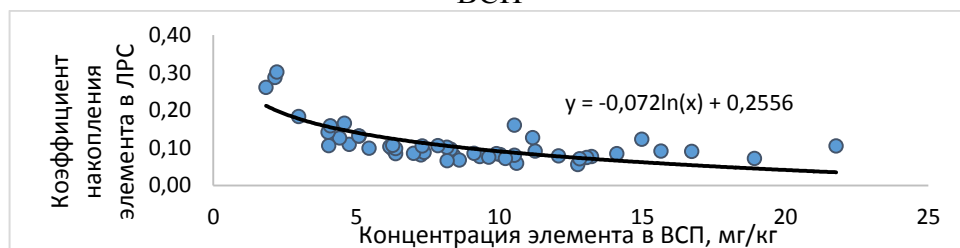


Рисунок 3.76 - Зависимость КН кобальта в траве пустырника пятилопастного от его содержания в ВСП

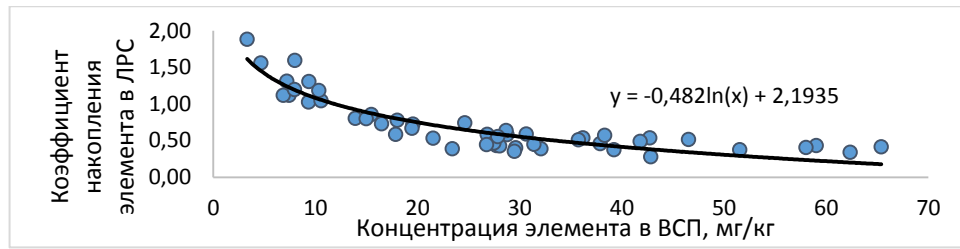


Рисунок 3.77 - Зависимость КН меди в траве пустырника пятилопастного от ее содержания в ВСП

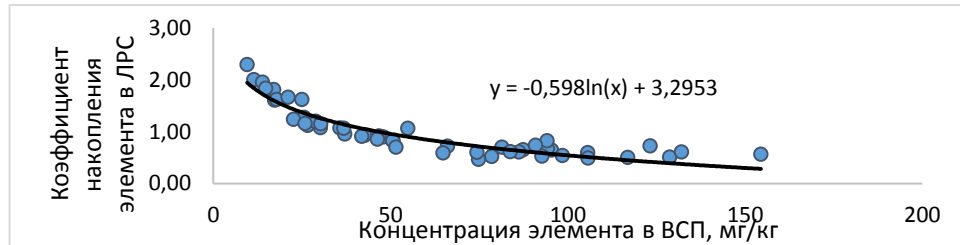


Рисунок 3.78 - Зависимость КН цинка в траве пустырника пятилопастного от его содержания в ВСП

Анализ средних значений КН ТМиМ травой пустырника пятилопастного позволил выстроить следующий ряд убывания эффективности поглощения определяемых элементов данным видом лекарственного ЛРС из ВСП: цинк > медь > кадмий > никель > мышьяк > кобальт > хром = свинец = ртуть.

3.4.5. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в листьях подорожника большого *Plantago major* L.

Результаты исследований листьев подорожника большого на содержание ТМиМ приведены в таблице Г.5 Приложения Г. Содержание всех элементов «страшной троицы» соответствовало требованиям ГФ XIV. Концентрация свинца в листьях подорожника большого в среднем составила 1,12 мг/кг и принимала значения от 0,37 мг/кг до 3,22 мг/кг. Концентрация ртути в ЛРС варьировала от 0,005 мг/кг до 0,009 мг/кг, что 11-20 раз меньше ПДК. Содержание кадмия варьировало от 0,02 мг/кг до 0,27 мг/кг, что также значительно меньше установленных нормативов [53, 232]. Содержание мышьяка в листьях подорожника большого можно оценить как значительное: среднее содержание элемента составляло 0,37 мг/кг, варьируя в диапазоне от 0,21 мг/кг до 0,87 мг/кг. В трех изучаемых образцах, собранных вблизи ОАО «Минудобрения», ООО «Бормаш» и ТЭЦ «ВОГРЭС», отмечено превышение ПДК (более 0,5 мг/кг) [89].

Накопление никеля в изучаемых образцах листьев подорожника большого варьировало от 1,10 мг/кг до 8,90 мг/кг. При сопоставлении концентраций данного элемента в образцах ЛРС и в ВСП было отмечено, что при низком содержании в почве никель активно накапливается растением, а при повышении концентрации элемента в почве снижается эффективность его накопления в ЛРС [74, 89].

Анализ накопления хрома и кобальта в листьях подорожника большого также свидетельствовал о наличии физиологического барьера. Содержание хрома варьировало от 1,20 мг/кг до 11,41 мг/кг, кобальта – от 0,38 мг/кг до 3,05 мг/кг. Наиболее значительными оказались концентрации хрома и кобальта в ЛРС, собранном вдоль дорог и на улице г. Воронежа.

Содержание меди в листьях подорожника большого варьировало от 3,24 мг/кг до 12,67 мг/кг. Концентрация металла в некоторых образцах ЛРС (например, Воронежского заповедника), превышала концентрацию его в ВСП, что позволяет говорить об аккумулялирующей способности подорожника большого в отношении меди. На территориях с повышенным содержанием элемента в окружающей среде (вблизи ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения», вдоль автодорог) отобранное сырье отличалось содержанием меди в 4-5 раз меньшим, чем в почвах, что также указывает на наличие физиологического барьера накопления избытка данного элемента.

Содержание цинка в ЛРС составляло от 11,54 мг/кг до 66,96 мг/кг. При низких значениях содержания цинка в ВСП листья подорожника большого накапливают металл в превосходящих его содержание в почве концентрациях. При загрязнении ВСП цинком срабатывают защитные механизмы, предотвращающие накопление его избытка в растении, что отмечено для ЛРС, отобранного на территории городов, вблизи промышленных предприятий, крупных автомобильных и железной дорог [74].

Корреляционный анализ между концентрациями ТМиМ в ВСП и листьях подорожника большого показал наличие сильной положительной взаимосвязи между содержанием в почве и ЛРС свинца, мышьяка, хрома, кобальта, меди и цинка, заметной положительной взаимосвязи между данными показателями для кадмия и никеля, что указывает на преимущественное транспочвенное загрязнение ЛРС и незначительный вклад аэрозольной контаминации. Умеренная положительная корреляция между содержаниями ртути в ВСП и ЛРС, вероятнее всего, может быть объяснена малыми концентрациями элемента в ЛРС, но косвенно может указывать на преимущественное загрязнение их посредством атмосферных выбросов.

Анализ математических зависимостей (рисунки 3.79 – 3.87) показал, что при увеличении содержания определяемых ТМиМ в ВСП возрастает их концентрация в ЛРС. Закономерности перехода описаны математическими зависимостями с максимальным коэффициентом достоверности аппроксимации.

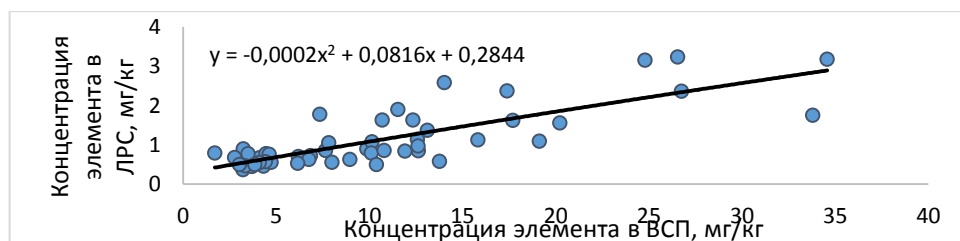


Рисунок 3.79 - Зависимость концентрации свинца в листьях подорожника большого от его содержания в ВСП

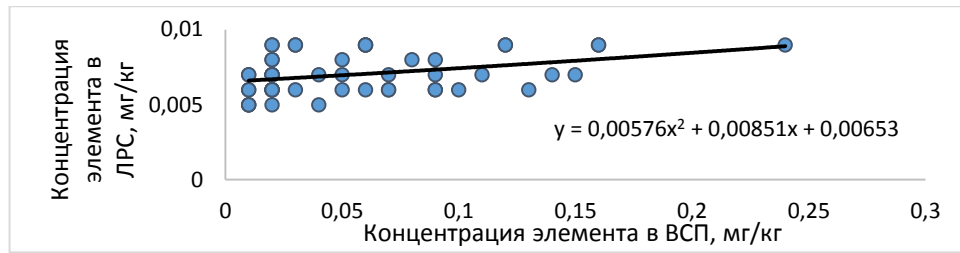


Рисунок 3.80 - Зависимость концентрации ртути в листьях подорожника большого от ее содержания в ВСП

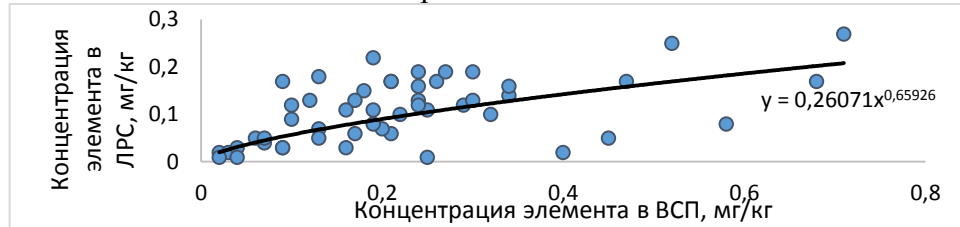


Рисунок 3.81 - Зависимость концентрации кадмия в листьях подорожника большого от его содержания в ВСП

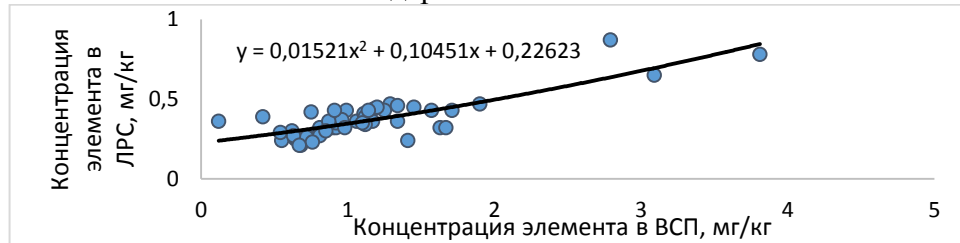


Рисунок 3.82 - Зависимость концентрации мышьяка в листьях подорожника большого от его содержания в ВСП

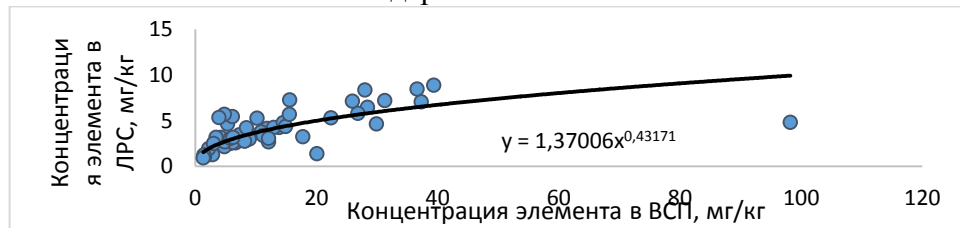


Рисунок 3.83 - Зависимость концентрации никеля в листьях подорожника большого от его содержания в ВСП

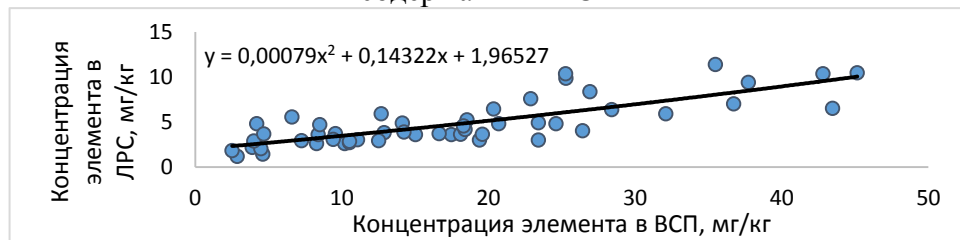


Рисунок 3.84 - Зависимость концентрации хрома в листьях подорожника большого от его содержания в ВСП

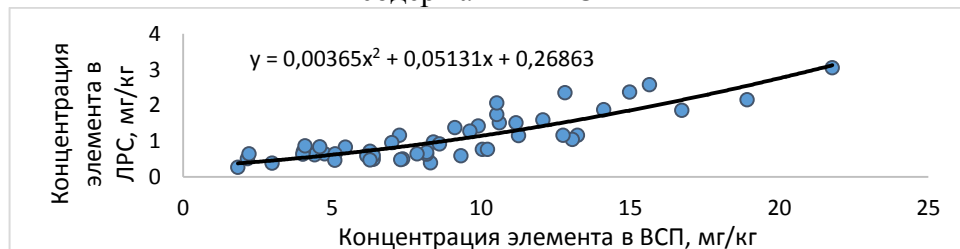


Рисунок 3.85 - Зависимость концентрации кобальта в листьях подорожника большого от его содержания в ВСП

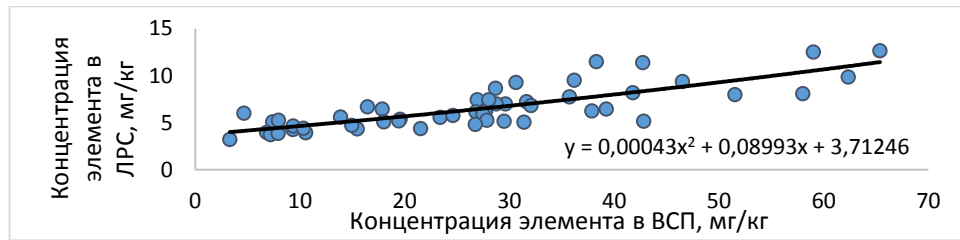


Рисунок 3.86 - Зависимость концентрации меди в листьях подорожника большого от ее содержания в ВСП

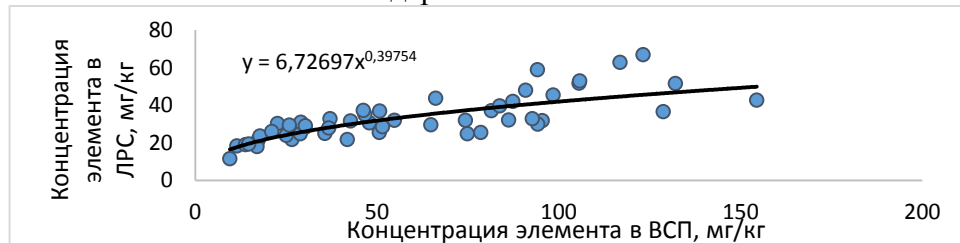


Рисунок 3.87 - Зависимость концентрации цинка в листьях подорожника большого от его содержания в ВСП

Аккумуляция свинца листьями подорожника большого из ВСП описывалась КН от 0,04 до 0,46 (таблица Г.5 Приложения Д.). КН элемента из почв для ЛРС, заготовленного на контрольных территориях, варьировали от 0,11 до 0,16, в агробиоценологических условиях - от 0,09 до 0,46, урбоценозах - от 0,04 до 0,24. Наиболее низкие значения КН (менее 0,10) отмечены для образцов, заготовленных в районах с относительно высоким содержанием элемента в почве (вблизи ООО «Бормаш», аэропорта, трасс М4 и А144, железной дороги, на улице г. Воронежа).

КН ртути варьировал от 0,04 до 0,70 при среднем значении 0,12. Аккумуляцию ртути листьями подорожника большого в заповедных условиях показывали значения КН от 0,18 до 0,60, в условиях агроценозов - от 0,05 до 0,70, урбоценозов - от 0,04 до 0,70. При этом наиболее высокие значения КН выявлены для ЛРС, собранного в местах заготовки, отличающихся низким содержанием ртути в ВСП.

КН кадмия листьями подорожника большого из ВСП имели широкий диапазон варьирования от 0,04 до 1,89. КН металла в ЛРС на контрольных зон составили от 0,57 до 1,00, в сырье, отобранном в условиях агроценозов, – от 0,31 до 0,90, в урбанизированных районах – от 0,04 до 1,89. Наибольшие значения рассчитанных коэффициентов (более 1,0) выявлены для листьев подорожника большого, заготовленных в районах с относительно низким уровнем содержания кадмия в ВСП. КН кадмия в ЛРС, собранном в условиях повышенного содержания его в ВСП (вблизи ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения», трассы М4), не превышали 0,48.

Для большинства образцов ЛРС КН мышьяка варьировали незначительно. Так, для контрольных территорий характерны КН от 0,36 до 0,48, агроценозов – от 0,31 до 0,43, урбоценозов - от 0,17 до 0,54, если не брать в рассмотрение образцы, заготовленные вблизи железной дороги (для них КН мышьяка варьировали от 0,47 до 3,0). При этом листья подорожника большого данных территорий не выделялись высокой концентрацией элемента.

Накопление никеля в листьях подорожника большого характеризовались КН от 0,07 до 1,37. Для образцов с контрольных территорий получены КН от 0,44 до 0,68, из агроценозов – от 0,22 до 0,88, а из урбанизированных территорий заготовки ЛРС – от 0,05 до 1,37. Наиболее высокие значения рассчитанных коэффициентов (более 1,0) выявлены для ЛРС из районов с относительно низким содержанием металла в ВСП, а наиболее низкий КН (0,05) выявлен для образца, заготовленного в районе ООО «Бормаш», где в ВСП превышена ПДК никеля.

Накопление хрома в листьях подорожника большого характеризовалось коэффициентами от 0,15 до 1,16 при среднем значении 0,27. Для образцов, заготовленных на контрольных территориях, отмечены КН элемента от 0,32 до 0,57, в агроценозах - от 0,26 до 1,16, в урбоценозах, характеризующихся более высоким уровнем содержания хрома в почве, КН варьировали от 0,15 до 0,41.

Листья подорожника большого в малой степени аккумулируют кобальт, что свидетельствует об их низкой биологической потребности в элементе. КН варьируют от 0,05 до 0,29, мало завися от условий заготовки. Для ЛРС из контрольных зон уровень аккумуляции элемента характеризуется КН от 0,13 до 0,24, из агроценозов - от 0,05 до 0,18, урбоценозов - от 0,07 до 0,29.

Коэффициенты накопления меди в листьях подорожника большого при среднем значении для всех образцов 0,24 варьировали от 0,12 до 1,29, что позволяет судить об относительно невысокой аккумуляции микроэлемента в ЛРС. При этом для большинства образцов рассчитанный коэффициент не превышал 1,0 (кроме образца, заготовленного на улице г. Нововоронежа, почвы которого отличались низким содержанием меди). В целом для контрольных территорий КН варьировал от 0,59 до 0,98, агроценозов – от 0,23 до 0,50, урбанизированных территорий – от 0,12 до 1,29.

Листья подорожника большого активно аккумулируют из почв цинк (КН варьируют от 0,28 до 1,61). Для контрольных территорий диапазон варьирования КН составил от 1,02 до 1,61, агроценозов – от 0,52 до 1,33, урбоценозов - от 0,28 до 1,37. Для образцов, заготовленных на территориях с превышением ПДК элемента в ВСП (вблизи ОАО «Минудобрения», ООО «Бормаш», ООО «Воронежсинтезкаучук», вблизи ТЭЦ «ВОГРЭС», на улицах г. Воронежа, Калача, Борисоглебска, вблизи автотрасс М4 и А144, железной дороги), КН цинка не превышал 0,63.

Анализ КН определяемых ТМиМ в листьях подорожника большого показывает, что элементы накапливаются до некоторого физиологически необходимого уровня. После достижения его растение блокирует процесс дальнейшей аккумуляции. Это подтверждается выведенными математическими зависимостями перехода (рисунки 3.88-3.96), согласно которым степень перехода имеет тенденцию к снижению по мере увеличения концентрации элемента в почве.

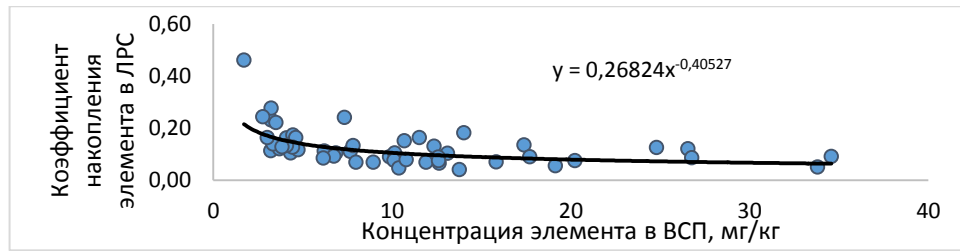


Рисунок 3.88 - Зависимость КН свинца в листьях подорожника большого от его содержания в ВСП

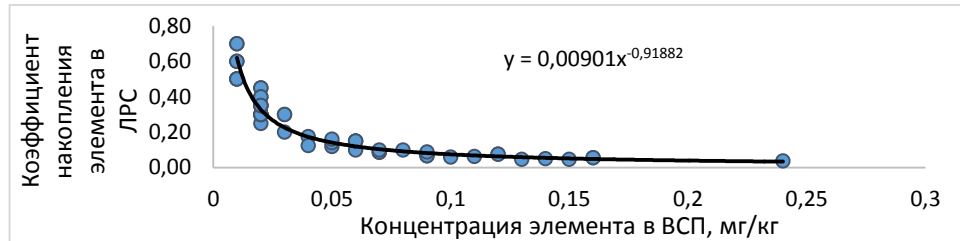


Рисунок 3.89 - Зависимость КН ртути в листьях подорожника большого от ее содержания в ВСП

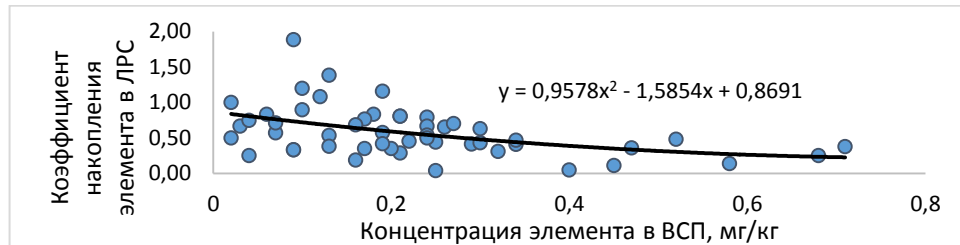


Рисунок 3.90 - Зависимость КН кадмия в листьях подорожника большого от его содержания в ВСП

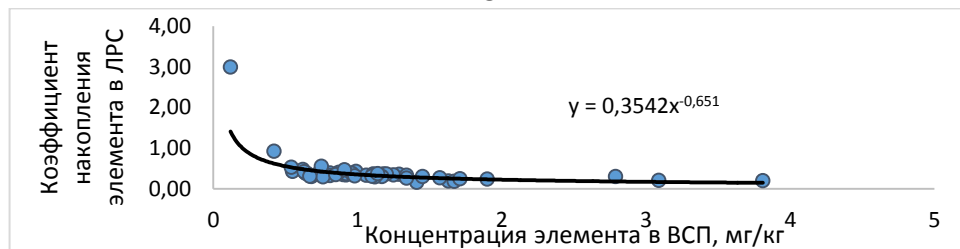


Рисунок 3.91 - Зависимость КН мышьяка в листьях подорожника большого от его содержания в ВСП

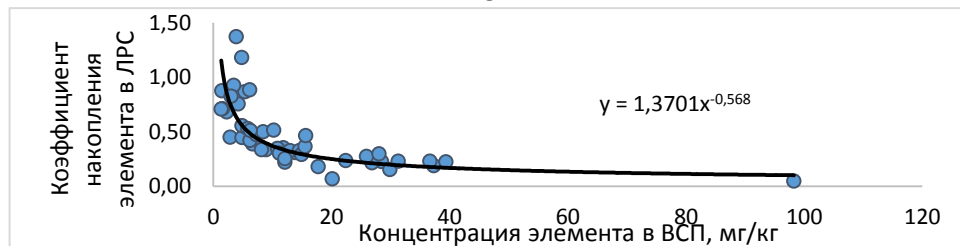


Рисунок 3.92 - Зависимость КН никеля в листьях подорожника большого от его содержания в ВСП

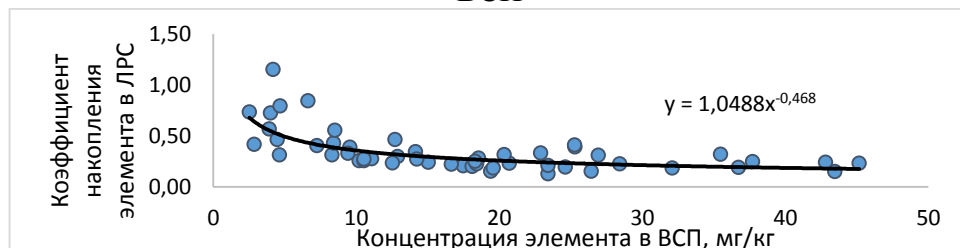


Рисунок 3.93 - Зависимость КН хрома в листьях подорожника большого от его содержания в ВСП

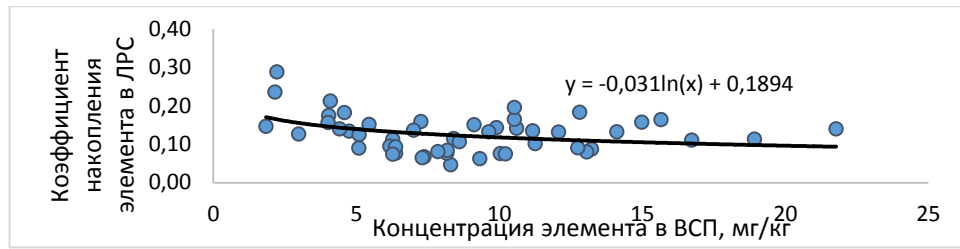


Рисунок 3.94 - Зависимость КН кобальта в листьях подорожника большого от его содержания в ВСП

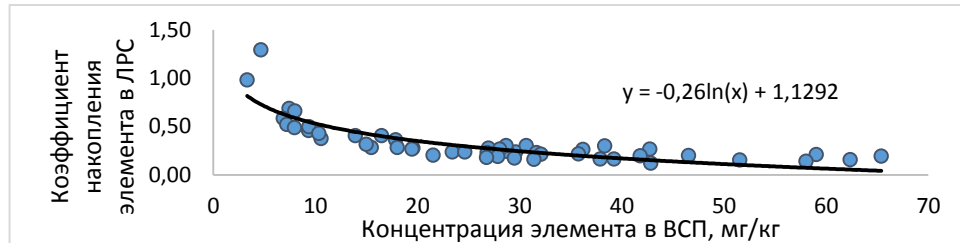


Рисунок 3.95 - Зависимость КН меди в листьях подорожника большого от ее содержания в ВСП

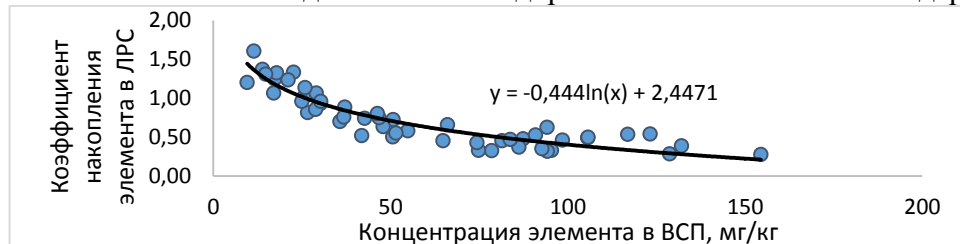


Рисунок 3.96 - Зависимость КН цинка в листьях подорожника большого от его содержания в ВСП

На основе анализа рассчитанных средних значений КН определяемых элементов в листьях подорожника большого можно выстроить следующий ряд убывания активности аккумуляции ТМиМ изучаемым видом ЛРС: цинк > кадмий > мышьяк > никель > хром > медь > кобальт = ртуть > мышьяк.

3.4.6. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в листьях крапивы двудомной *Urtica dioica* L.

Результаты исследований листьев крапивы двудомной на содержание ТМиМ приведены в таблице Г.6 Приложения Г. Содержание нормируемых ТМ (свинца, ртути, кадмия) и мышьяка во всех образцах ЛРС соответствовало требованиям. Однако определяемые концентрации элементов достаточно сильно варьировали в зависимости от места заготовки сырья. Содержание свинца в листьях крапивы двудомной в среднем составляло 0,70 мг/кг, принимая значения от 0,29 мг/кг до 2,76 мг/кг. Концентрация ртути варьировала от 0,005 мг/кг до 0,009 мг/кг, что 11-20 раз меньше ПДК. Содержание кадмия варьировало от значений ниже пределов обнаружения до 0,03 мг/кг, что в 30 раз меньше установленных ГФ XIV нормативов. Концентрацию мышьяка в листьях крапивы двудомной также можно оценить как низкую - от 0,05 мг/кг до 0,36 мг/кг [232].

Накопление никеля в изучаемых образцах листьев крапивы двудомной варьировало в диапазоне от 1,12 мг/кг до 13,80 мг/кг. При сопоставлении концентраций данного элемента в

образцах ЛРС и в ВСП было заметно, что при низком содержании в почве никель достаточно эффективно накапливался растением, что указывает на некоторую физиологическую потребность в нем для крапивы двудомной. При повышенном содержании элемента в ВСП резко снижалась эффективность его накопления в ЛРС.

Анализ накопления хрома и кобальта в ЛРС также свидетельствует о наличии физиологического барьера. Содержание хрома варьирует от 1,03 мг/кг до 13,80 мг/кг, кобальта - от 0,07 мг/кг до 3,51 мг/кг [73].

Содержание меди в листьях крапивы двудомной можно оценить как высокое (5,13 мг/кг - 14,20 мг/кг). Концентрация металла в контрольных образцах ЛРС превышала концентрацию его в ВСП территорий. В районах с повышенным содержанием элемента в ВСП (вблизи ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения», вдоль автомобильных дорог), отобранное сырье отличалось содержанием меди в 4-5 раз меньшим, чем в почвах, что также указывает о наличии физиологического барьера накопления избытка данного элемента.

Отмечена концентрирующая активность листьев крапивы двудомной в отношении цинка, содержание которого варьировало от 17,83 мг/кг до 57,98 мг/кг. При низких значениях содержания цинка в ВСП листья крапивы двудомной накапливали данный металл в превосходящих его содержание в почве концентрациях (что отмечено для контрольных образцов). При загрязнении почвы цинком активность накопления его в ЛРС снижалась [73].

Анализ зависимостей между концентрациями ТМиМ в листьях крапивы двудомной и в ВСП показал, что при увеличении содержания всех определяемых элементов в почве возрастало их накопление в ЛРС (рисунки 3.97-3.105).

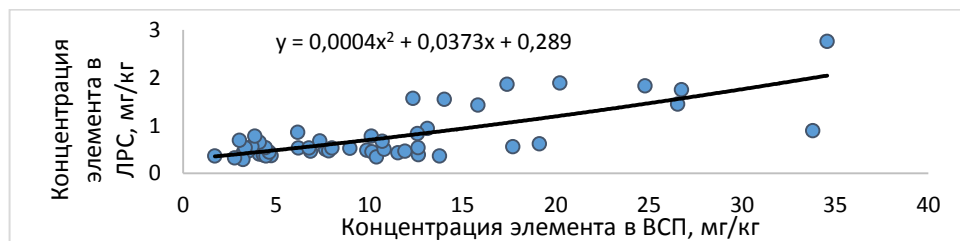


Рисунок 3.97 - Зависимость концентрации свинца в листьях крапивы двудомной от его содержания в ВСП

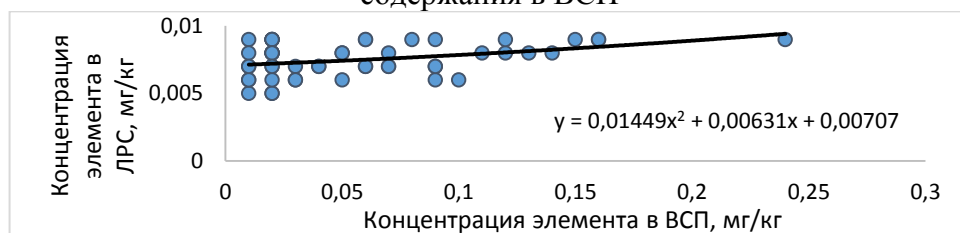


Рисунок 3.98 - Зависимость концентрации ртути в листьях крапивы двудомной от ее содержания в ВСП

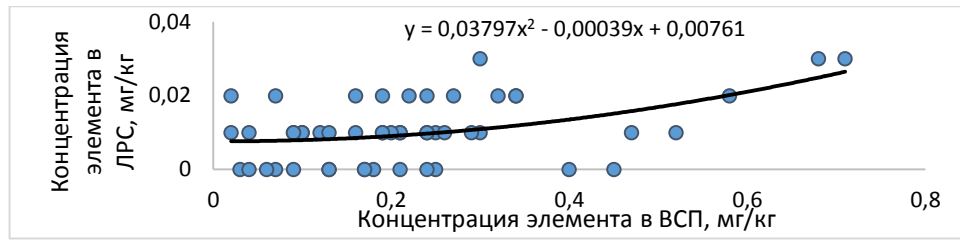


Рисунок 3.99 - Зависимость концентрации кадмия в листьях крапивы двудомной от его содержания в ВСП

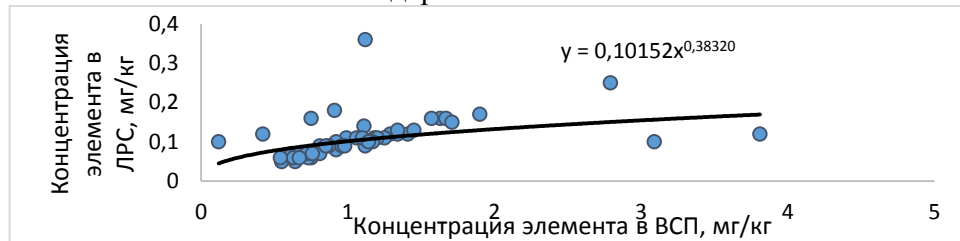


Рисунок 3.100 - Зависимость концентрации мышьяка в листьях крапивы двудомной от его содержания в ВСП

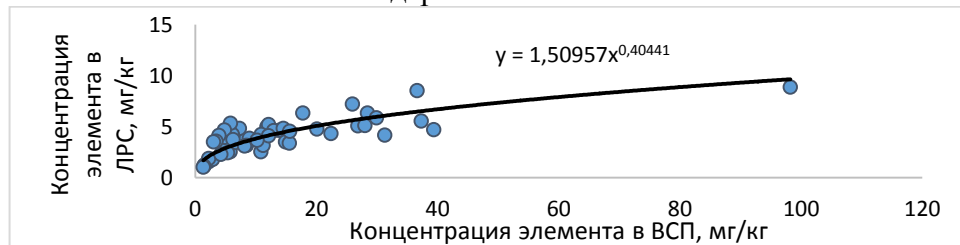


Рисунок 3.101 - Зависимость концентрации никеля в листьях крапивы двудомной от его содержания в ВСП

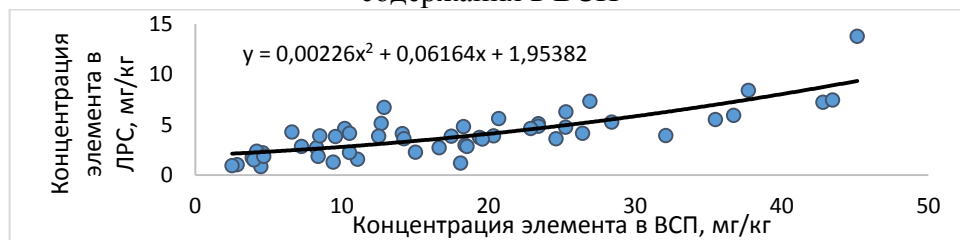


Рисунок 3.102 - Зависимость концентрации хрома в листьях крапивы двудомной от его содержания в ВСП

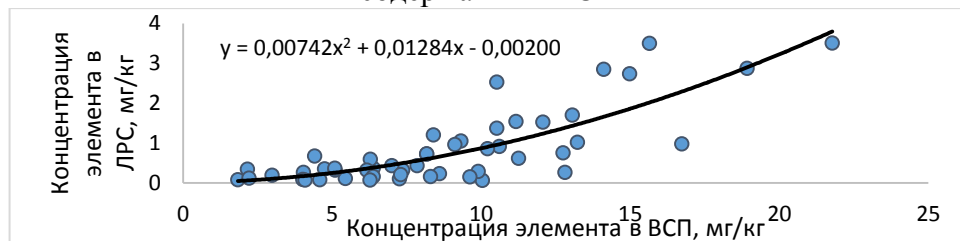


Рисунок 3.103 - Зависимость концентрации кобальта в листьях крапивы двудомной от его содержания в ВСП

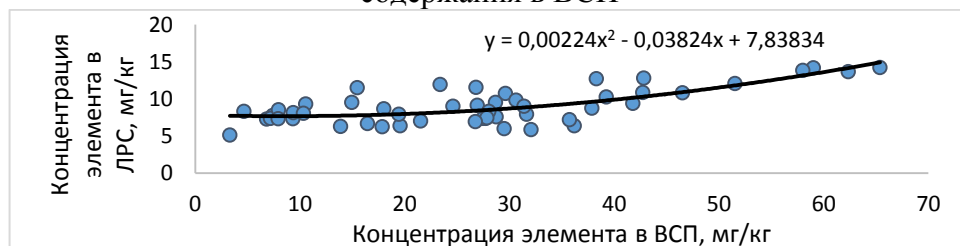


Рисунок 3.104 - Зависимость концентрации меди в листьях крапивы двудомной от ее содержания в ВСП

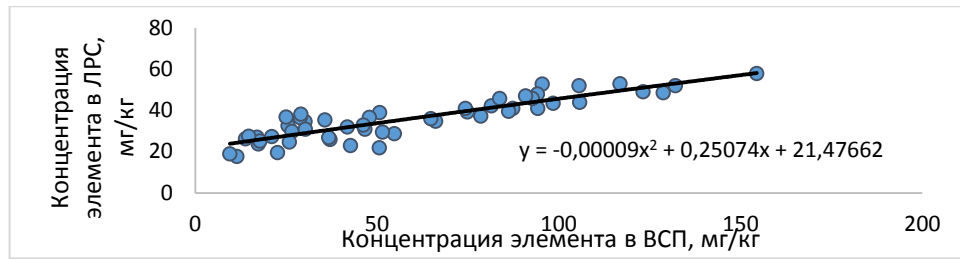


Рисунок 3.105 - Зависимость концентрации цинка в листьях крапивы двудомной от его содержания в ВСП

Корреляционный анализ между концентрациями ТМиМ в ВСП и листьях крапивы двудомной показал наличие сильной положительной взаимосвязи между содержанием в почве и ЛРС свинца, никеля, хрома, кобальта, цинка, заметную положительную взаимосвязь между данными показателями для меди, что указывает на преимущественное транспочвенное загрязнение ЛРС. Умеренная положительная корреляция между содержаниями ртути, кадмия и мышьяка в ВСП и ЛРС косвенно может указывать на загрязнение ЛРС аэрозольным путем.

КН свинца из ВСП листьями крапивы двудомной варьировали от 0,03 до 0,23 (таблица Д.6 Приложения Д). КН элемента в образцах, заготовленных на контрольных территориях, были в диапазоне от 0,08 до 0,10, урбанизированных территориях – от 0,03 до 0,23, а в агроценозах варьировали в более широких пределах – от 0,04 до 0,21. Наиболее высокие значения КН (более 0,20) выявлены для образцов, произраставших в районах с относительно низким содержанием свинца в ВСП. Минимальные значения КН (менее 0,03) отмечены, наоборот, в местах сбора сырья, отличавшихся высокими концентрациями свинца в почвах (вблизи автотрасс М4 и А144, вблизи аэропорта, ВЛЭ).

КН ртути листьями крапивы двудомной из ВСП характеризовались числовыми значениями от 0,04 до 0,90. При этом КН элемента в образцах, заготовленных на контрольных территориях, варьировали от 0,18 до 0,50, в агроценозах – от 0,06 до 0,70, а в урбоценозах диапазон варьирования был наиболее широк – от 0,04 до 0,90. Наиболее высокие расчетные значения КН элемента (более 0,40) получены для образцов, заготовленных в районах, отличающихся относительно низким уровнем содержания ртути в почвах (контрольные территории и агроценозы).

КН кадмия в листьях крапивы двудомной варьировали от 0,0 до 1,0 при среднем расчетном значении 0,05. Нулевые значения КН кадмия объясняются содержанием элемента в ЛРС в концентрациях ниже предела обнаружения. Для большинства изученных образцов КН кадмия не превышали 0,13. Наиболее высокие КН (от 0,25 до 1,00) отмечены для ЛРС, заготовленного на территориях, почвы которых отличались низким содержанием металла (в Воронежском заповеднике, г. Нововоронеже, в агроценозе Грибановского района, на удалении 200 от дороги обычного типа), при этом концентрации элемента в ЛРС не превышали среднерегиональных значений.

Накопление мышьяка листьями крапивы двудомной из ВСП характеризовались КН, варьирующими от 0,03 до 0,83. Аккумуляция мышьяка изучаемым ЛРС, заготовленным на контрольных территориях и в агроценозах характеризовалась КН, варьирующими в диапазоне близком к среднерегionalным значениям данного показателя для листьев крапивы двудомной (от 0,09 до 0,11 и от 0,08 до 0,11 соответственно), а на урбанизированных территориях они имели более широкий диапазон – от 0,03 до 0,83; для большинства образцов не превышали 0,20. Исключение составляют КН мышьяка в образцах, заготовленных на удалении 100-300 м от железной дороги, что можно объяснить относительно низким содержанием неметалла в ВСП данных территорий при близкой к среднерегionalной концентрации элемента в листьях крапивы двудомной.

Накопление никеля листьями крапивы двудомной характеризовались коэффициентами от 0,09 до 1,16. Аккумуляция металла в образцах, заготовленных на контрольных территориях, описывались расчетными показателями от 0,44 до 0,71, в агроценозах области – от 0,33 до 0,76, на урбанизированных территориях – от 0,09 до 1,16. Для никеля также прослеживалась тенденция ограничительного концентрирования элемента: при высоком содержании металла в ВСП его аккумуляция листьями крапивы двудомной незначительна (например, для образца, заготовленного вблизи ООО «Бормаш» КН составил 0,09), а при низкой концентрации элемента в почве – степень его накопления значительно увеличивалась - КН выше 0,70 (например, для образцов, заготовленных агроценозах и заповедниках).

КН хрома в листьях крапивы двудомной из ВСП варьировали от 0,07 до 0,57. Аккумуляция элемента в образцах ЛРС, заготовленного на контрольных территориях, характеризовалась расчетными показателями от 0,36 до 0,48, в условиях агроценозов – от 0,19 до 0,57, урбанизированных районах – от 0,07 до 0,45. Полученные расчетные данные показали более высокий уровень аккумуляции элемента ЛРС при низких концентрациях его в почвах районов произрастания, однако, при значительном содержании хрома в ВСП относительное накопление металла значительно снижалось. Сходные хрому особенности накопления в листьях крапивы двудомной выявлены для кобальта. КН варьировали от 0,01 до 0,24. Значения КН для образцов сырья, заготовленного на контрольных территориях, составили от 0,04 до 0,10, для агроценозов - от 0,01 до 0,11, урбоценозов - от 0,01 до 0,24.

Среднее значение КН меди в листьях крапивы двудомной из ВСП составило 0,33, варьирував от 0,18 до 1,78. В образцах сырья контрольных территорий, отличавшихся относительно невысоким содержанием меди в почве, накопление металла характеризовалось расчетными показателями от 1,05 до 1,55, что указывало на биологическую потребность растения в определенном уровне содержания данного микроэлемента. Для листьев крапивы двудомной, произраставшей в условиях агроценозов, КН варьировали от 0,26 до 0,88, урбоценозов 0,18 до 1,78, но преимущественно менее 1,0.

Цинк является элементом, наиболее активно накапливающимся листьями крапивы двудомной из почв. КН элемента составили от 0,38 до 1,99. Наиболее высокий уровень данного показателя (от 1,28 до 1,55) характерен для ЛРС, заготовленного на контрольных территориях с относительно низким уровнем содержания металла в ВСП. В образцах, собранных в условиях агроценозов, накопление металла характеризовалось значениями КН от 0,66 до 1,99. Наиболее низкие показатели КН данного металла (от 0,38 до 1,90, преимущественно менее 1,0) выявлены для ЛРС, заготовленного на урбанизированных территориях. Особенно низкие значения КН (не превышающие 0,55) обнаружены для листьев крапивы двудомной, отличавшихся значительным загрязнением ВСП цинком (вблизи дорог и промышленных предприятий, на улицах городов).

Анализ рассчитанных средних КН ТМиМ листьями крапивы двудомной из ВСП позволяет выстроить следующий ряд убывания эффективности аккумуляции определяемых элементов в данном виде ЛРС: цинк > медь > никель > хром > ртуть > мышьяк > кобальт > свинец > кадмий. Анализ КН позволяет предположить наличие физиологического барьера, препятствующего накоплению избытка определяемых микроэлементов в листьях крапивы двудомной, что подтверждается математическими зависимостями (рисунки 3.106-3.114). Степень перехода элементов имеет тенденцию к снижению по мере увеличения концентрации элемента в почве.

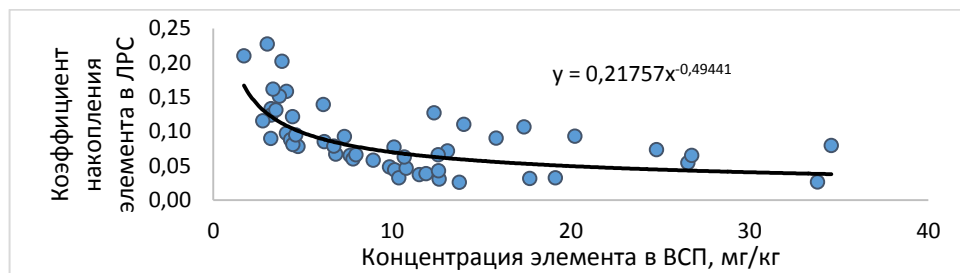


Рисунок 3.106 - Зависимость КН свинца в листьях крапивы двудомной от его содержания в ВСП

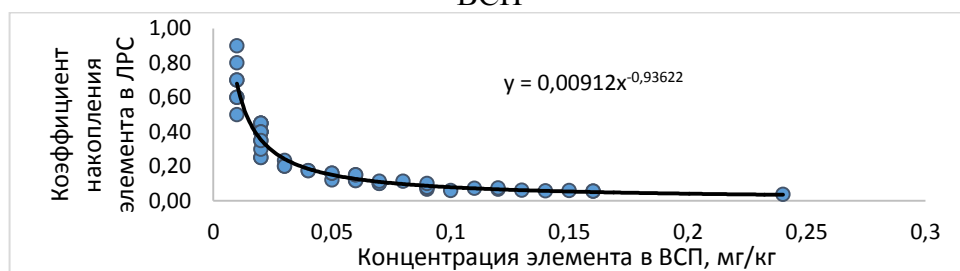


Рисунок 3.107 - Зависимость КН ртути в листьях крапивы двудомной от ее содержания в ВСП

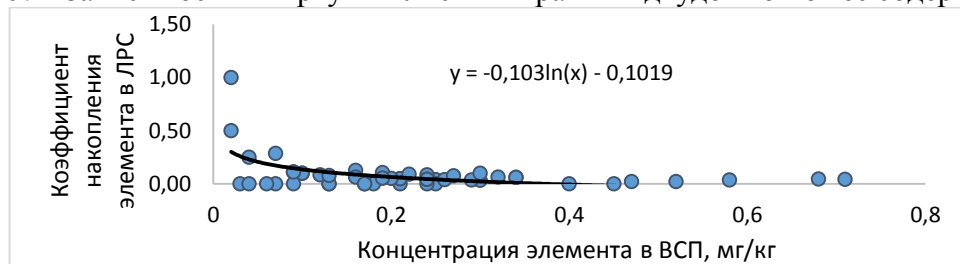


Рисунок 3.108 - Зависимость КН кадмия в листьях крапивы двудомной от его содержания в ВСП

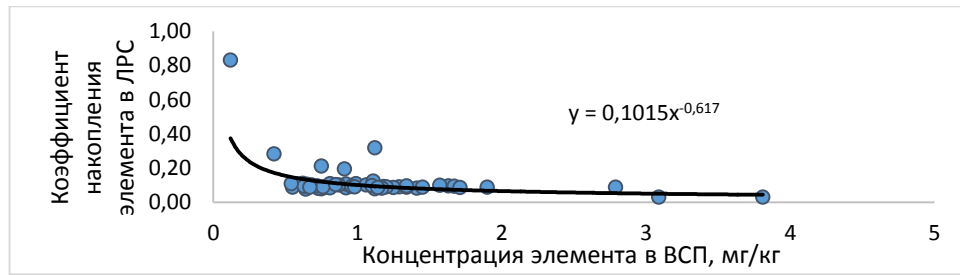


Рисунок 3.109 - Зависимость КН мышьяка в листьях крапивы двудомной от его содержания в ВСП

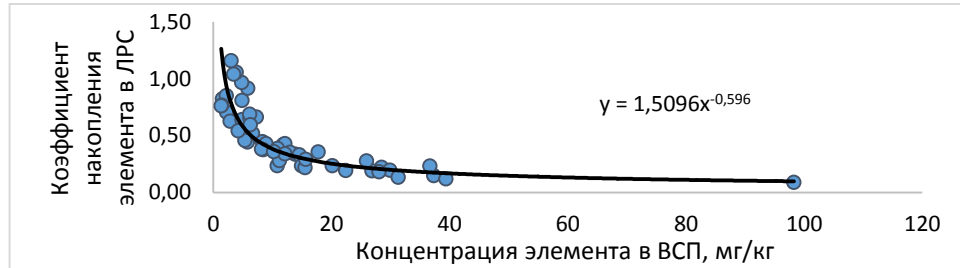


Рисунок 3.110 - Зависимость КН никеля в листьях крапивы двудомной от его содержания в ВСП

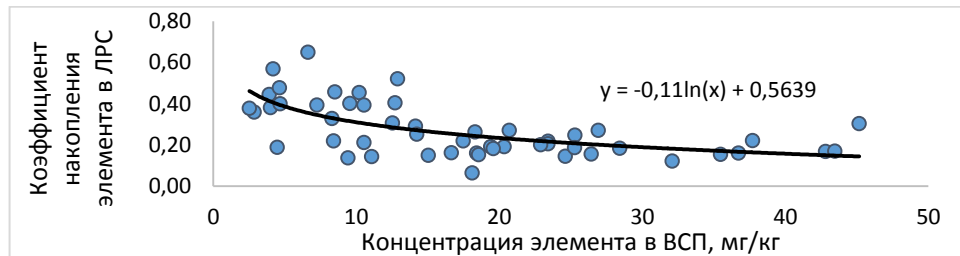


Рисунок 3.111 - Зависимость КН хрома в листьях крапивы двудомной от его содержания в ВСП

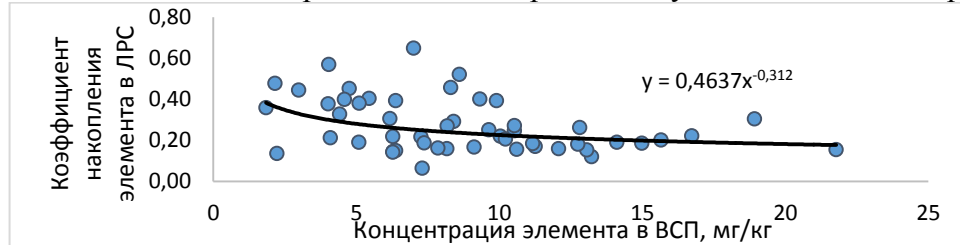


Рисунок 3.112 - Зависимость КН кобальта в листьях крапивы двудомной от его содержания в ВСП

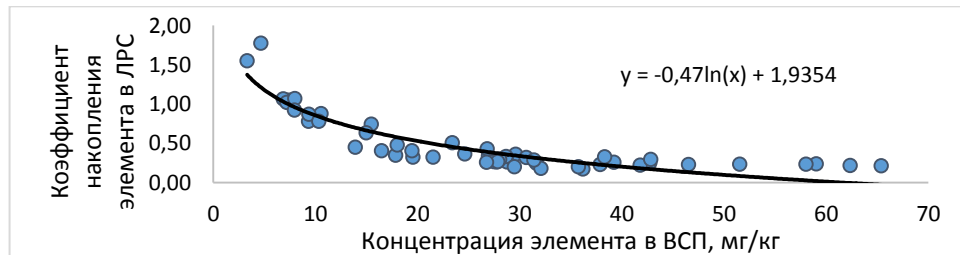


Рисунок 3.113 - Зависимость КН меди в листьях крапивы двудомной от ее содержания в ВСП

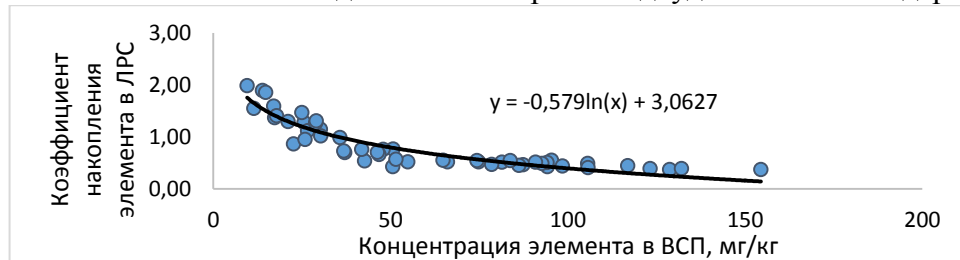


Рисунок 3.114 - Зависимость КН цинка в листьях крапивы двудомной от его содержания в ВСП

3.4.7. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в цветках липы сердцевидной *Tilia cordata* Mill.

Результаты исследований цветков липы сердцевидной на содержание ТМиМ приведены в таблице Г.7 Приложения Г. Содержание нормируемых элементов в цветках липы сердцевидной – ртути, кадмия, свинца и мышьяка – варьировали в диапазонах, значительно ниже ПДК. Уровень содержания свинца в данном виде ЛРС был минимален и составлял 0,07-0,24 мг/кг. Накопление ртути не превышало 0,003 мг/кг. Концентрация кадмия варьировала от значений ниже пределов обнаружения до 0,05 мг/кг, мышьяка - не превышала 0,03 мг/кг, что оказалось наименьшим уровнем содержания среди изучаемых ЛРС [76, 91]. Концентрация никеля в цветках липы сердцевидной варьировала в минимальном для изучаемых ЛРС диапазоне - от 0,54 мг/кг до 1,56 мг/кг. Концентрация хрома и кобальта в изучаемых образцах оказалась также невысока и составляла от 0,04 мг/кг до 1,18 мг/кг и от 0,05 мг/кг до 1,32 мг/кг соответственно. Концентрация меди в цветках липы сердцевидной варьировала в диапазоне от 0,69 мг/кг до 9,89 мг/кг и накапливалась на минимальном уровне. Концентрация цинка составляла от 12,18 до 81,36 мг/кг, что было относительно высоким показателем [76].

Корреляционный анализ показал наличие сильной положительной взаимосвязи между концентрациями в почве и ЛРС цинка, а также заметной положительной взаимосвязи между данными показателями для свинца, кадмия, мышьяка, хрома, кобальта, меди, никеля, что указывает на преимущественное транспочвенное поступление элементов в ЛРС. Слабая корреляция между содержаниями ртути в ВСП и ЛРС, вероятно, обусловлена низкими концентрациями металла в сырье, но также косвенно может указывать на загрязнение сырья через атмосферные выбросы.

Анализ зависимостей концентраций определяемых элементов в цветках липы сердцевидной от их содержания в ВСП показал наличие прямо пропорциональных зависимостей (рисунки 3.115-3.123).

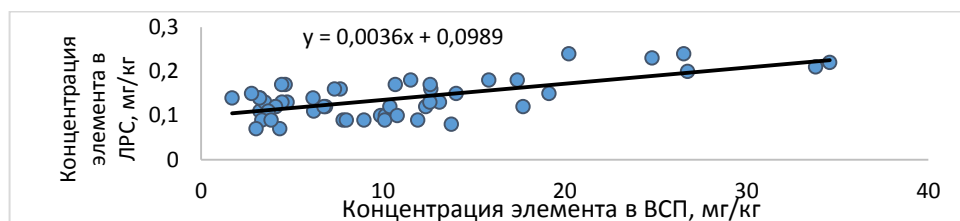


Рисунок 3.115 - Зависимость концентрации свинца в цветках липы сердцевидной от его содержания в ВСП

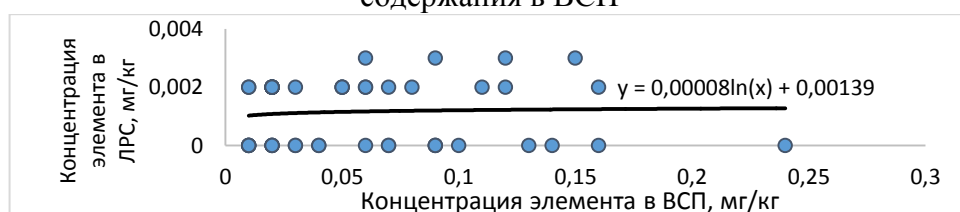


Рисунок 3.116 - Зависимость концентрации ртути в цветках липы сердцевидной от ее содержания в ВСП

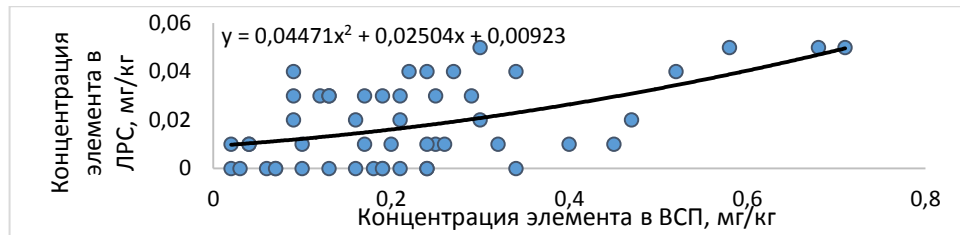


Рисунок 3.117 - Зависимость концентрации кадмия в цветках липы сердцевидной от его содержания в ВСП

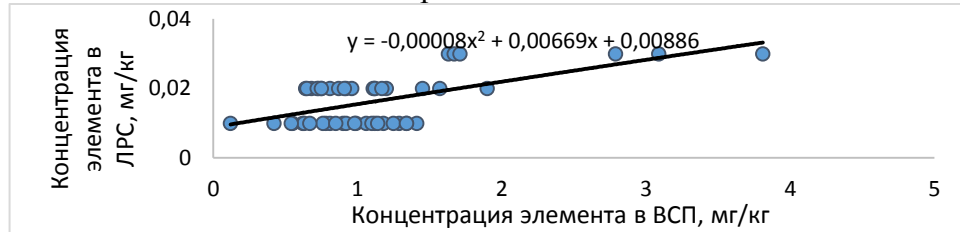


Рисунок 3.118 - Зависимость концентрации мышьяка в цветках липы сердцевидной от его содержания в ВСП

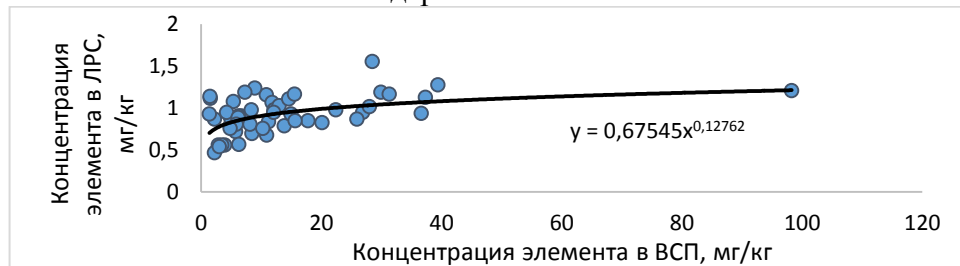


Рисунок 3.119 - Зависимость концентрации никеля в цветках липы сердцевидной от его содержания в ВСП

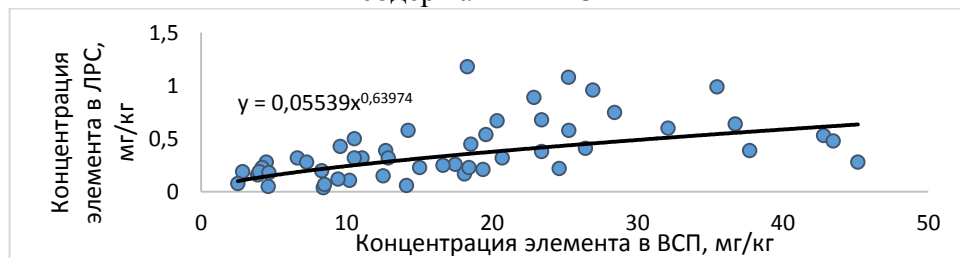


Рисунок 3.120 - Зависимость концентрации хрома в цветках липы сердцевидной от его содержания в ВСП

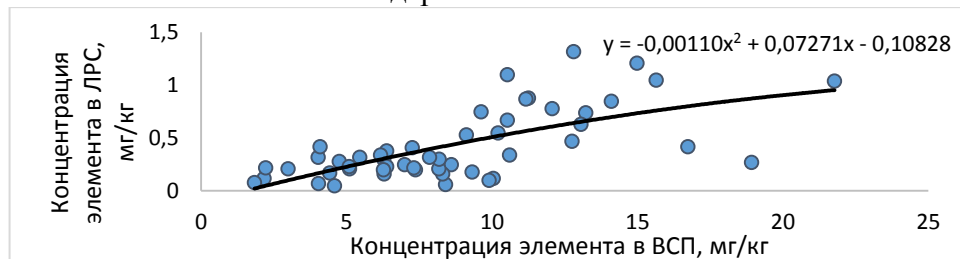


Рисунок 3.121 - Зависимость концентрации кобальта в цветках липы сердцевидной от его содержания в ВСП

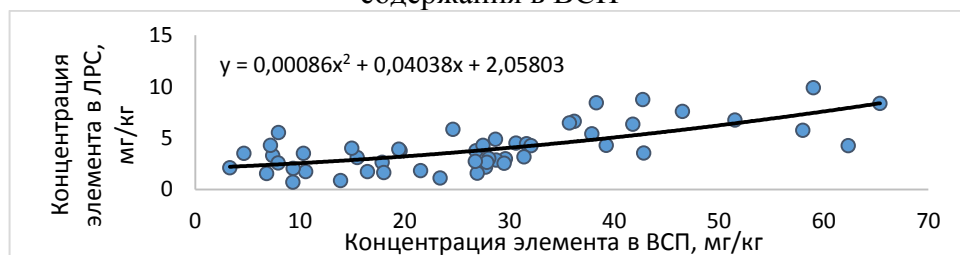


Рисунок 3.122 - Зависимость концентрации меди в цветках липы сердцевидной от ее содержания в ВСП

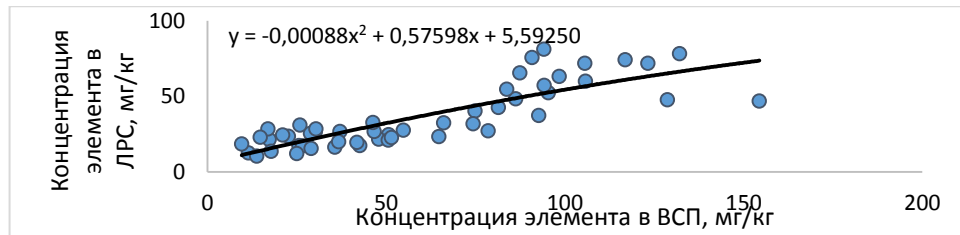


Рисунок 3.123 - Зависимость концентрации цинка в цветках липы сердцевидной от его содержания в ВСП

Цветки липы сердцевидной отличались минимальными КН ТМиМ (таблица Д.7 Приложения Д). Так, КН свинца они варьировали – от 0,01 до 0,08 при среднем значении 0,01. При этом значения КН для ЛРС, заготовленного на контрольных территориях, мало отличались от КН свинца в сырье, произраставшем в условиях агро- и урбоценозов. Наиболее высокий КН отмечен для образца из Ольховатского района (0,08), что можно связать с невысоким содержанием элемента в ВСП. Объяснить низкое накопление свинца в ЛРС можно, во-первых, тем, что элемент малодоступен для растения в силу образования прочных комплексов с почвенными коллоидами, во-вторых, растение, вероятно, имеет механизмы блокирования проведения токсиканта в генеративные органы.

Уровень накопления из почв соединений ртути в цветках липы сердцевидной характеризовался коэффициентами от 0 до 0,20 при среднем значении рассчитанного показателя для всех анализируемых образцов 0,02. Данные результаты также указывали на низкий уровень концентрирования в генеративных органах растения токсичного вещества, который тоже способен к активному комплексообразованию с гумусовыми кислотами в почвенном растворе, что снижало его доступность для растения. Наиболее высокие значения КН ртути получены для образцов, заготовленных вблизи крупных автомагистралей, что свидетельствовало о преимущественно аэрозольном загрязнении данного вида ЛРС.

КН кадмия были несколько выше, чем для свинца и ртути, и варьировали от 0 до 0,50 при среднем значении для всех анализируемых образцов 0,08. Нулевые значения КН кадмия, также объясняющиеся содержанием элемента в сырье в концентрациях ниже предела обнаружения, отмечены для образцов, заготовленных на контрольных территориях и в ряде агробиоценозов, что говорит об отсутствии биологической потребности растения в данном элементе. Наиболее высокие КН кадмия отмечены для образцов, заготовленных вблизи автомобильных и железной дорог, промышленных предприятий, ТЭЦ «ВОГРЭС», что связано с аэрозольным загрязнением ЛРС.

КН мышьяка варьировали от 0,01 до 0,08 и составляли примерно одинаковые диапазоны для образцов, заготовленных в условиях контрольных территорий, агроценозов и урбанизированных районов, что демонстрировало низкую биологическую потребность цветков липы сердцевидной в мышьяке.

КН никеля в цветках липы сердцевидной варьировали от 0,03 до 0,78 при среднем значении для всех анализируемых образцов 0,06. Для образцов, заготовленных на контрольных территориях, аккумуляция никеля характеризовались КН в диапазоне 0,13-0,39, в условиях агроценозов - 0,06-0,78, урбанизированных территорий - 0,03-0,73. Наиболее низкие значения КН элемента отмечены для образцов, заготовленных в условиях значительной антропогенной нагрузки и высокого содержания никеля в ВСП (вблизи транспортных магистралей, промышленных предприятий, на улицах городов области), что свидетельствовало о том, что цветки липы сердцевидной способны аккумулировать никель в некоторой необходимой концентрации, после достижения которой растение блокирует накопление токсиканта в генеративных органах.

Уровень аккумуляции хрома цветками липы сердцевидной из почв характеризовался КН, варьирующими от 0 до 0,07, а кобальта - от 0,01 до 0,10, что указывало на низкий уровень накопления элементов в данном виде ЛРС. При этом рассчитанные КН примерно одинаковы для образцов, заготовленных в условиях контрольных территорий, агроценозов и урбоценозов, что, очевидно, демонстрирует низкую биологическую потребность цветков липы сердцевидной в данных микроэлементах.

КН меди варьировали от 0,05 до 0,75 при среднем значении для всех анализируемых образцов 0,15. При этом для образцов, заготовленных на контрольных территориях, КН составили от 0,22 до 0,64, в условиях агроценозов - от 0,05 до 0,34, урбоценозов – от 0,08 до 0,75.

Наиболее высокие значения КН в цветках липы сердцевидной отмечены для цинка - от 0,30 до 1,95 при среднем значении 0,60, что свидетельствовало о высокой биохимической потребности данного вида ЛРС в определяемом элементе. Для образцов, заготовленных на контрольных территориях, КН варьировали от 0,68 до 1,25, в условиях агроценозов - 0,45-1,95, на урбанизированных территориях – 0,30-1,68. При сопоставлении КН меди и цинка цветками липы сердцевидной с концентрацией элементов в ВСП заметно, что при высоком содержании их в почве уровень аккумуляции снижается (отмечено для ЛРС, заготовленного вблизи ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения», ООО «Воронежсинтезкаучук», ТЭЦ «ВОГРЭС», вдоль крупных автомагистралей и железной дороги, на улицах городов). Полученные результаты свидетельствуют о том, что медь и цинк в цветках липы сердцевидной накапливаются до физиологически необходимого уровня, при достижении которого растение блокирует поступление избытка ТМ, способных оказать токсическое действие на генеративные органы и ткани.

На основе анализа средних значений КН определяемых ТМиМ в цветках липы сердцевидной построен ряд убывания эффективности аккумуляции элементов: цинк > медь > кадмий > никель > кобальт > хром = ртуть > мышьяк = свинец. При увеличении концентраций ТМиМ в почве, эффективность в цветках липы сердцевидной их аккумуляции падает (рисунки 3.124-3.132).

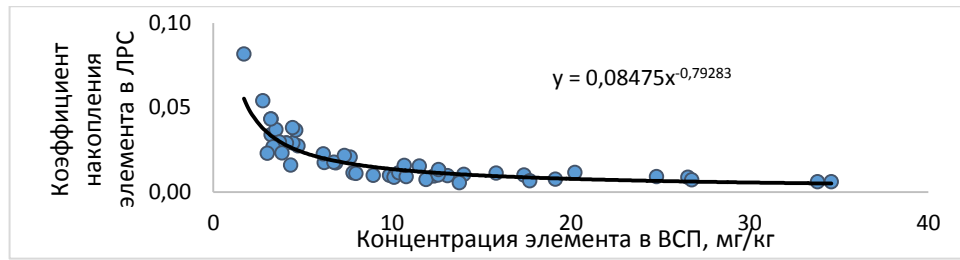


Рисунок 3.124 - Зависимость КН свинца в цветках липы сердцевидной от его содержания в ВСП

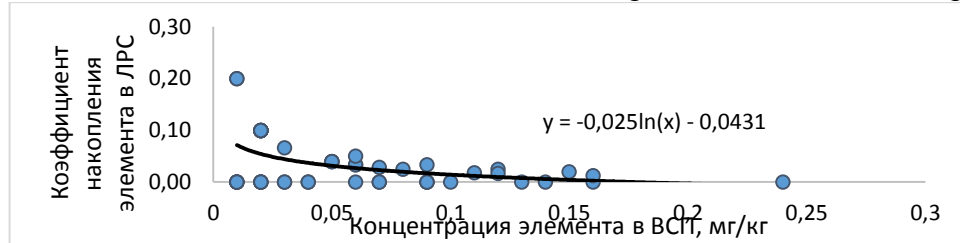


Рисунок 3.125 - Зависимость КН ртути в цветках липы сердцевидной от ее содержания в ВСП

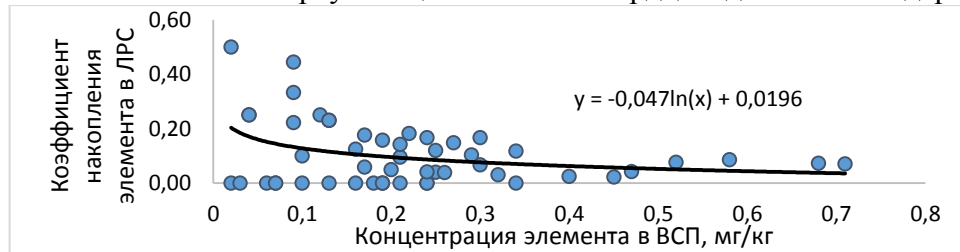


Рисунок 3.126 - Зависимость КН кадмия в цветках липы сердцевидной от его содержания в ВСП

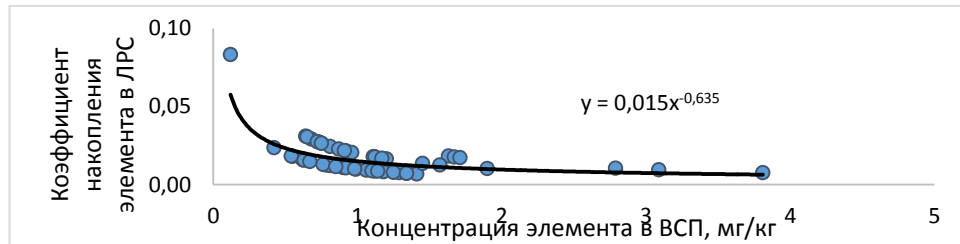


Рисунок 3.127 - Зависимость КН мышьяка в цветках липы сердцевидной от его содержания в ВСП

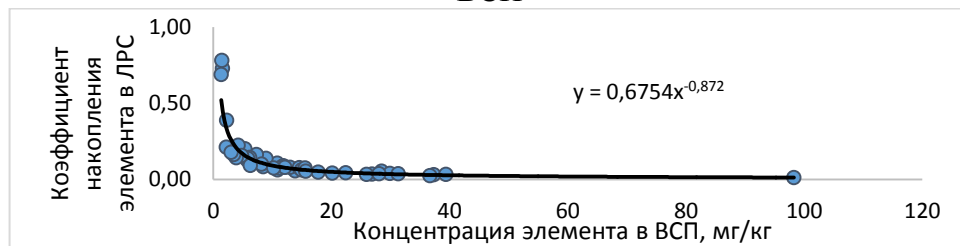


Рисунок 3.128 - Зависимость КН никеля в цветках липы сердцевидной от его содержания в ВСП

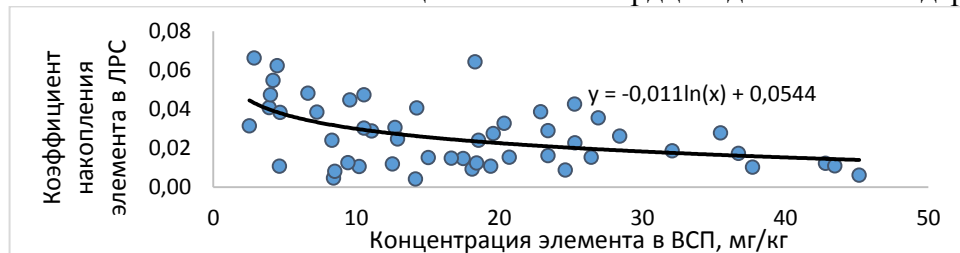


Рисунок 3.129 - Зависимость КН хрома в цветках липы сердцевидной от его содержания в ВСП

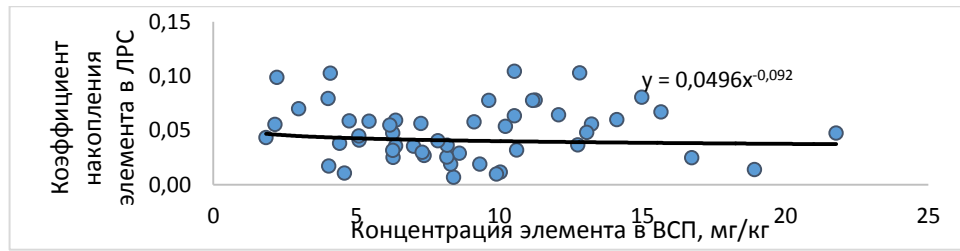


Рисунок 3.130 - Зависимость КН кобальта в цветках липы сердцевидной от его содержания в ВСП

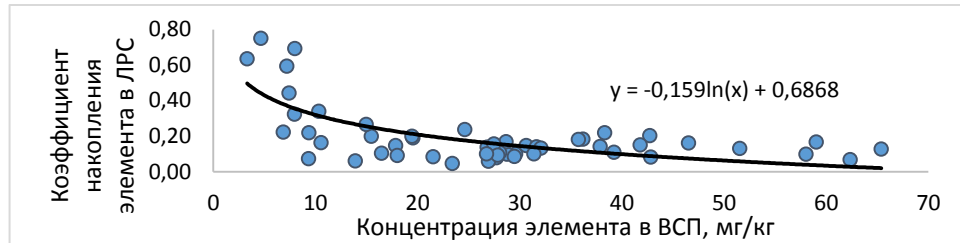


Рисунок 3.131 - Зависимость КН меди в цветках липы сердцевидной от ее содержания в ВСП

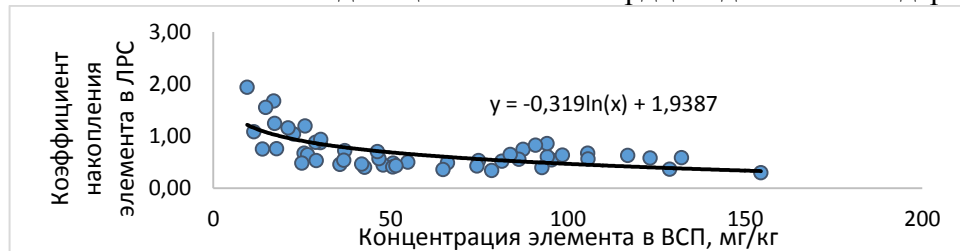


Рисунок 3.132 - Зависимость КН цинка в цветках липы сердцевидной от его содержания в ВСП

3.4.8. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в цветках пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.*

Результаты исследований цветков пижмы обыкновенной на содержание ТМиМ приведены в таблице Г.8 Приложения Г. Концентрации свинца, кадмия, ртути и мышьяка не превышали ПДК и оценивались как сравнительно невысокие. Концентрация свинца составила от 0,10 до 0,30 мг/кг. Содержание мышьяка в ЛРС варьировало от 0,02 до 0,12 мг/кг. Концентрация ртути в цветках пижмы обыкновенной находилась в диапазоне от 0 (ниже предела определения) до 0,003 мг/кг. Кадмий содержался в ЛРС в концентрации от 0,01 до 0,07 мг/кг [91, 93].

Уровень содержания хрома и кобальта в цветках пижмы обыкновенной оценен как минимальный для изучаемых видов ЛРС. Концентрация хрома варьировала от 0,06 до 0,94 мг/кг, а кобальта – от 0,11 до 0,58 мг/кг, при этом отличия в концентрации данных элементов в образцах из урбоценозов и в контрольных (заповедных) образцах были незначительны. Концентрация никеля варьировала от 1,69 до 4,07 мг/кг, что было сравнительно высоким показателем относительно других видов ЛРС и, вероятно, связано с неспецифическим действием данного микроэлемента на ряд ферментов, в том числе стимулирующих синтез флавоноидов, источником которых являются цветки пижмы обыкновенной [91, 93]. Содержание меди варьировало в диапазоне от 3,40 до 12,84 мг. Сравнение эти данных с содержанием меди в ВСП соответствующих территорий показало, что при низком содержании элемента в почве, медь накапливалась в ЛРС в более высоких

концентрациях. При значительном содержании меди в ВСП и даже превышающем ПДК ЛРС накапливало данный металл на постоянном уровне 8-12 мг/кг, что, по-видимому, отражал физиологическую норму для цветков пижмы обыкновенной. Цинк содержался в цветках пижмы обыкновенной в концентрациях от 18,50 до 49,04 мг/кг, что являлось минимальными значениями для исследуемых видов ЛРС. При низких концентрациях в ВСП отмечено активное накопление элемента. ЛРС, собранное на почвах, загрязненных данным металлом, накапливало цинк в значительно меньшей степени (в 2-3 раза меньше, чем его содержание в ВСП), что также указывало на наличие физиологического барьера [291].

При возрастании концентраций всех определяемых элементов в ВСП их содержание в цветках пижмы обыкновенной возрастало (рисунки 3.133-3.141). Корреляционный анализ позволил выявить наличие сильной положительной взаимосвязи между концентрациями в почве и ЛРС свинца, мышьяка, никеля, хрома, кобальта, меди и цинка, а также наличие заметной положительной взаимосвязи между данными показателями для кадмия, что указывало на преимущественное транспочвенное поступление элементов в ЛРС и незначительный вклад аэрозольного загрязнения. Слабая корреляция между содержаниями ртути и кадмия в ВСП и ЛРС, вероятно, обусловлена низкими концентрациями металлов в растительных образцах.

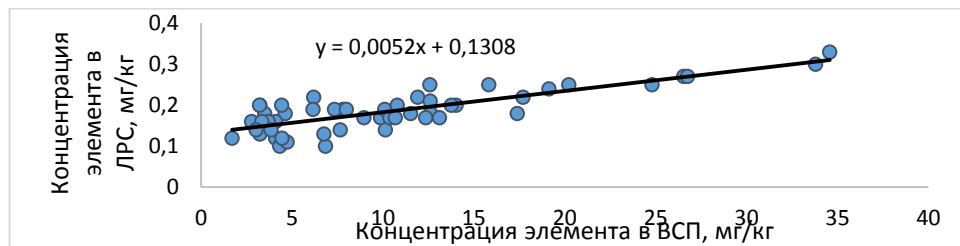


Рисунок 3.133 - Зависимость концентрации свинца в цветках пижмы обыкновенной от его содержания в ВСП

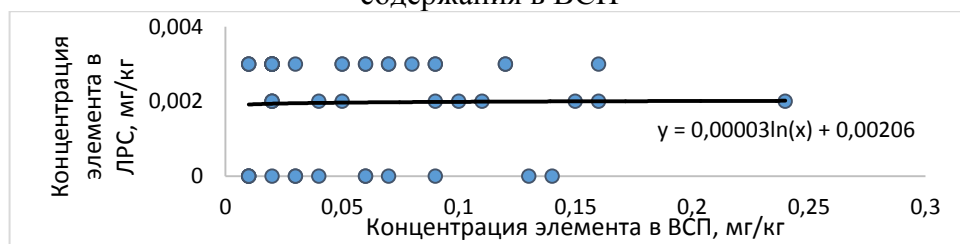


Рисунок 3.134 - Зависимость концентрации ртути в цветках пижмы обыкновенной от ее содержания в ВСП

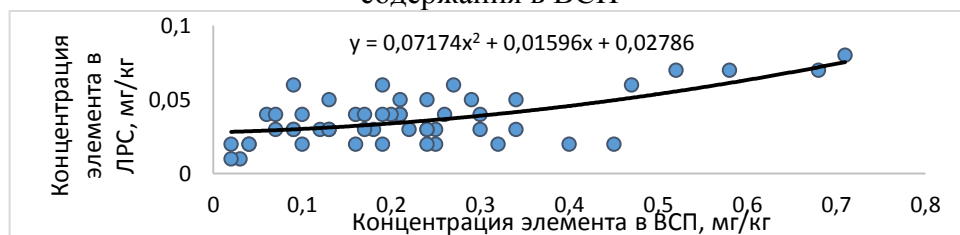


Рисунок 3.135 - Зависимость концентрации кадмия в цветках пижмы обыкновенной от его содержания в ВСП

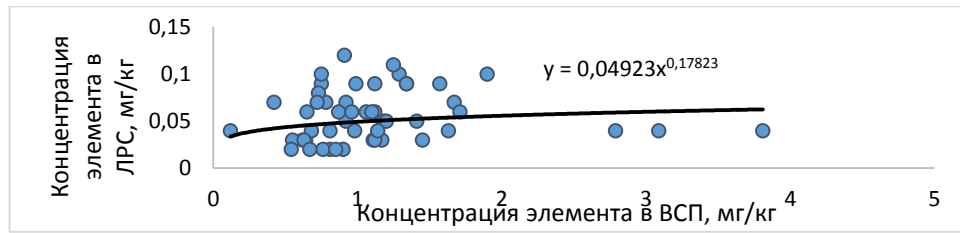


Рисунок 3.136 - Зависимость концентрации мышьяка в цветках пижмы обыкновенной от его содержания в ВСП

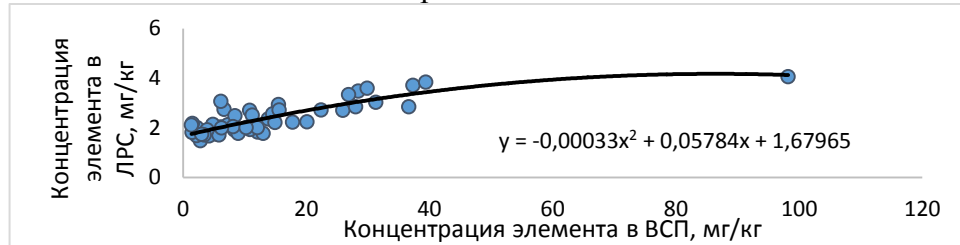


Рисунок 3.137 - Зависимость концентрации никеля в цветках пижмы обыкновенной от его содержания в ВСП

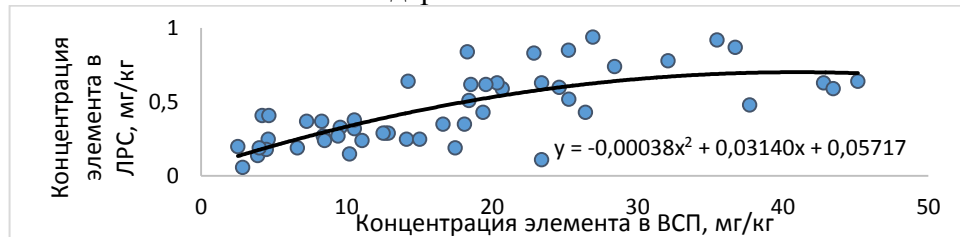


Рисунок 3.138 - Зависимость концентрации хрома в цветках пижмы обыкновенной от его содержания в ВСП

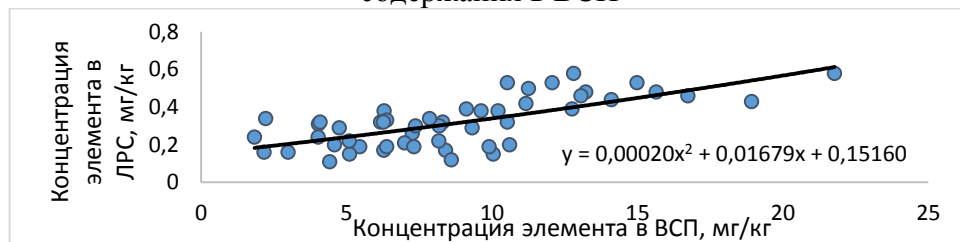


Рисунок 3.139 - Зависимость концентрации кобальта в цветках пижмы обыкновенной от его содержания в ВСП

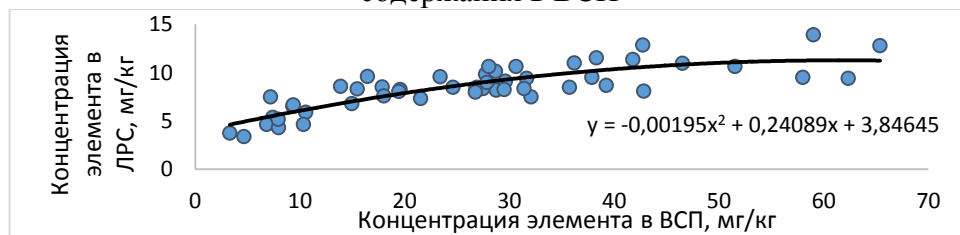


Рисунок 3.140 - Зависимость концентрации меди в цветках пижмы обыкновенной от ее содержания в ВСП

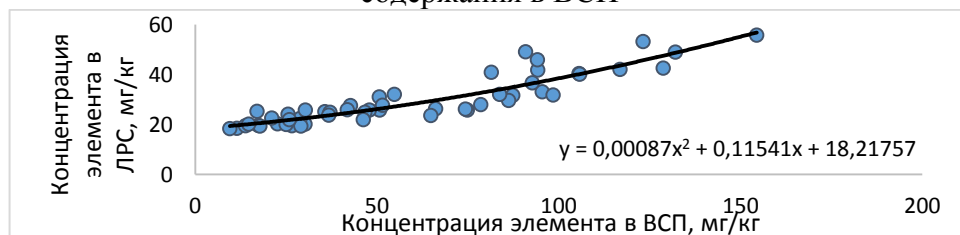


Рисунок 3.141 - Зависимость концентрации цинка в цветках пижмы обыкновенной от его содержания в ВСП

Для цветков пижмы обыкновенной были характерны невысокие значения КН ТМиМ (таблица Д.8 Приложения Д), что, вероятно, объясняется наличием механизмов блокирования проведения экотоксикантов в генеративные органы.

Среднее значение КН свинца составило 0,02, диапазон варьирования данного расчетного показателя – от 0,01 до 0,07. КН металла принимали близкие значения для образцов, заготовленных на контрольных территориях (0,02-0,03), в условиях агроценозов (0,01-0,07) и урбоценозов (0,01-0,05).

Накопление ртути в цветках пижмы обыкновенной характеризовалось коэффициентами от 0 до 0,30 при среднем значении 0,03. Наиболее высокие значения выявлены для образцов, заготовленных вблизи крупных автомагистралей, на улице города Калача, что могло являться последствием аэрозольного загрязнения ЛРС.

КН кадмия имели большой диапазон варьирования, составлявший от 0,04 до 1,00. Аккумуляция кадмия в ЛРС, заготовленным в контрольных зонах, характеризовалась КН от 0,33 до 1,00, что можно объяснить низким содержанием металла в почвах территорий. Накопление кадмия ЛРС в агроценозических условиях соответствовало КН, варьировавшимися от 0,06 до 0,57, но преимущественно не превышавшими 0,20 (КН 0,57 отмечен для образца, заготовленного в Грибановском районе с относительно низким содержанием элемента в ВСП). В условиях урбоценозов КН имели еще больший числовой разброс – от 0,04 до 0,67, при этом наиболее высокие КН кадмия отмечены для ЛРС, заготовленного вблизи ТЭЦ «ВОГРЭС», на улицах городов области, что могло быть связано с аэрозольным загрязнением кадмием анализируемого ЛРС. Несмотря на высокие значения КН, в ЛРС содержание кадмия было в несколько раз ниже ПДК, в связи с чем нельзя судить об избыточном накоплении элемента.

Накопления мышьяка характеризовались КН от 0,01 до 0,33 при среднем значении по всем образцам 0,05, что свидетельствовало о незначительной аккумуляции элемента в ЛРС из ВСП. КН имели примерно одинаковые числовые значения для образцов с контрольных территорий, агроценозов и урбанизированных районов заготовки ЛРС, что, вероятно, указывало на малую доступность для растения элемента, образующего прочные органические и минеральные комплексы в почвенном растворе, а также низкую биологическую потребность в нем.

КН никеля в цветках пижмы обыкновенной имели широкий диапазон варьирования - от 0,04 до 1,57 при среднем значении 0,16. Для образцов из контрольных территорий аккумуляция никеля характеризовалась КН от 0,31 до 0,90, агроценозов - от 0,14 до 1,57, урбоценозов - от 0,04 до 1,42. Наиболее низкие значения КН никеля отмечены для образцов, заготовленных в условиях высокого уровня содержания элемента в ВСП (вблизи ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения», вблизи автотрасс, железной дороги, на улицах городов).

Уровень накопления из ВСП хрома цветками пижмы обыкновенной характеризовались КН, варьирующими от 0 до 0,10 при среднем значении для всех анализируемых образцов в 0,03, а кобальта - от 0,01 до 0,15 при среднем значении 0,04, что демонстрировало низкую потребность ЛРС в элементах. При этом КН металлов были примерно одинаковыми для образцов, заготовленных на контрольных территориях, в агроценозах и урбоценозах, что можно считать проявлением низкой биологической потребности ЛРС в хrome и кобальте.

Для меди и цинка отмечены наиболее высокие значения КН в цветках пижмы обыкновенной. КН меди варьировали от 0,15 до 1,13 при среднем значении для всех анализируемых образцов 0,31. КН цинка составили от 0,32 до 1,92 при среднем значении 0,49. При этом для образцов, заготовленных на контрольных территориях, КН меди и цинка варьировали от 0,68 до 1,13 и от 0,94 до 1,61 соответственно, что указывало на биологическую потребность растения в данных микроэлементах. Для ЛРС, собранного в условиях агроценозов, аккумуляция меди характеризовалась КН от 0,29 до 0,71, цинка - от 0,53 до 1,92. Для ЛРС, произрастающего в условиях урбоценозов, КН меди составили – от 0,15 до 1,04, цинка - от 0,32 до 1,49.

При сопоставлении КН меди, цинка, а также других определяемых ТМиМ с их концентрациями в ВСП становится очевидным, что данные микроэлементы в цветках пижмы обыкновенной эффективно накапливаются до некоторого физиологически необходимого уровня. При высоком содержании в почве уровень аккумуляции элементов в ЛРС снижается. Это подтверждается графиками зависимостей на рисунках 3.142-3.150, выведенными с максимальными коэффициентами достоверности аппроксимации.

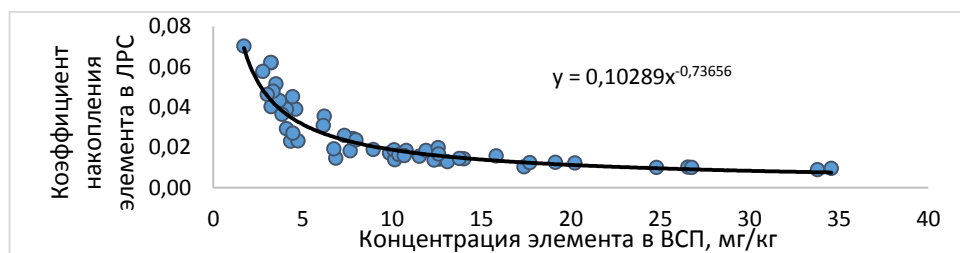


Рисунок 3.142 - Зависимость КН свинца в цветках пижмы обыкновенной от его содержания в ВСП

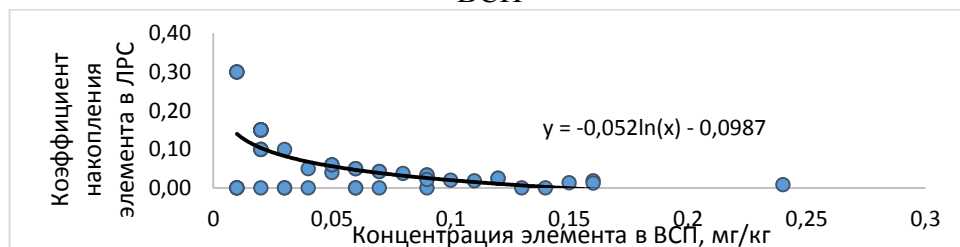


Рисунок 3.143 - Зависимость КН ртути в цветках пижмы обыкновенной от ее содержания в ВСП

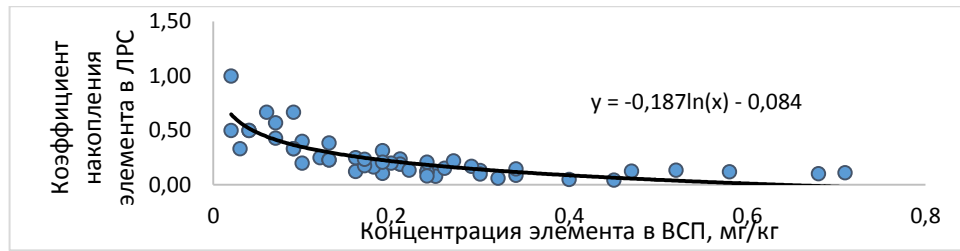


Рисунок 3.144 - Зависимость КН кадмия в цветках пижмы обыкновенной от его содержания в ВСП

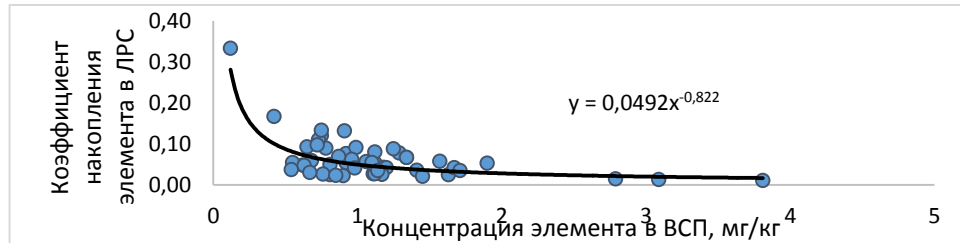


Рисунок 3.145 - Зависимость КН мышьяка в цветках пижмы обыкновенной от его содержания в ВСП

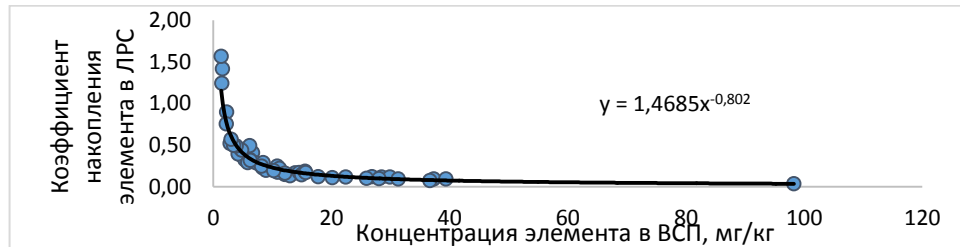


Рисунок 3.146 - Зависимость КН никеля в цветках пижмы обыкновенной от его содержания в ВСП

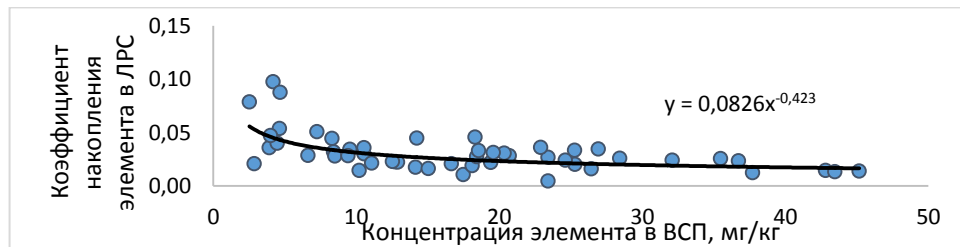


Рисунок 3.147 - Зависимость КН хрома в цветках пижмы обыкновенной от его содержания в ВСП

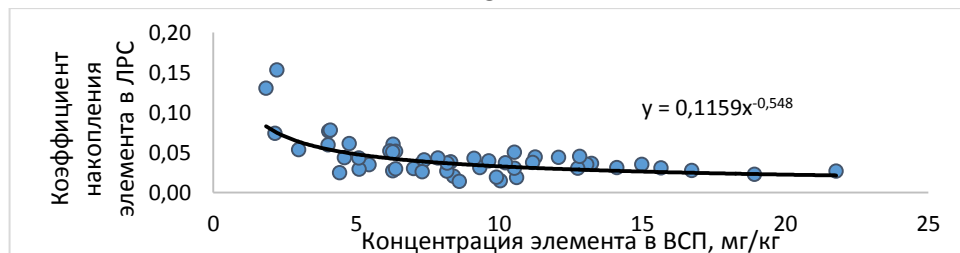


Рисунок 3.148 - Зависимость КН кобальта в цветках пижмы обыкновенной от его содержания в ВСП

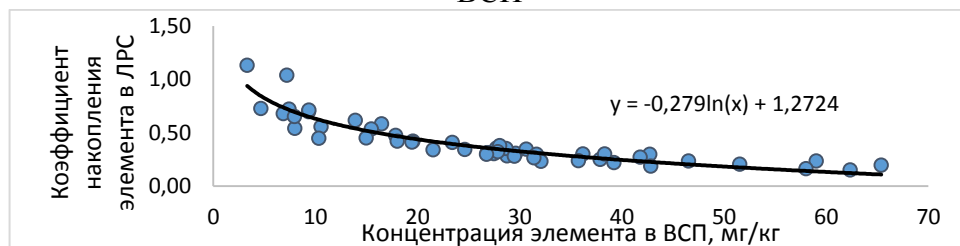


Рисунок 3.149 - Зависимость КН меди в цветках пижмы обыкновенной от ее содержания в ВСП

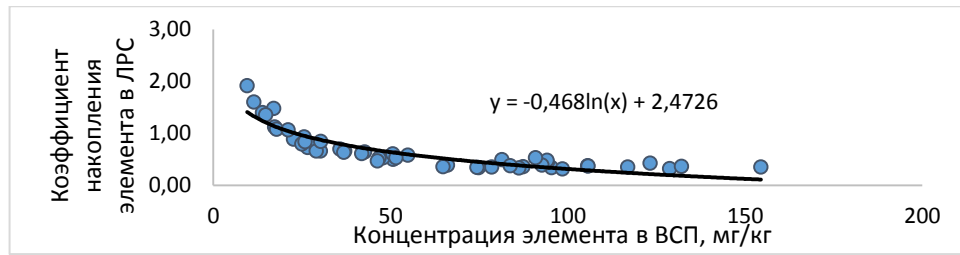


Рисунок 3.150 - Зависимость КН цинка в цветках пижмы обыкновенной от его содержания в ВСП

Сопоставляя средние значения КН анализируемых элементов в цветках пижмы обыкновенной, можно выстроить следующий ряд убывания эффективности аккумуляции тяжёлых металлов и мышьяка из ВСП: цинк > медь > никель = кадмий > мышьяк > кобальт > хром > ртуть > свинец.

3.4.9. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в корнях одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* F.H.Wigg

Результаты исследований корней одуванчика лекарственного на содержание ТМиМ приведены в таблице Г.9 Приложения Г. Содержание свинца в изучаемых образцах корней одуванчика лекарственного варьировало от 0,95 мг/кг до 4,83 мг/кг, что соответствовало требованиям ГФ XIV. Для образцов контрольных территорий характерна концентрация свинца в корнях одуванчика лекарственного от 1,49 мг/кг до 1,87 мг/кг, агроценозов – от 0,95 мг/кг до 3,02 мг/кг, урбоценозов – от 1,04 мг/кг до 4,83 мг/кг. Наиболее значительные уровни накопления свинца отмечены для ЛРС, произраставшего вблизи предприятий ОАО «Минудобрения», ООО «Бормаш», аэропорта, ОАО «Воронежсинтезкаучук», в г. Воронеже, Калаче, вдоль автотрасс и железной дороги.

Содержание ртути в изучаемых образцах корней одуванчика лекарственного варьировало от 0,003 мг/кг до 0,006 мг/кг, что значительно меньше ПДК. Это, по-видимому, связано с тем, что в почвах ртуть может связывается в прочные комплексы с гуминовыми кислотами, снижающие доступность элемента для растений [80, 233].

Уровень накопления кадмия в ЛРС невысокий – от 0,03 мг/кг до 0,18 мг/кг. Однако при низкой концентрации элемента в ВСП уровень его накопления в корнях растения был весьма высок и достигал в некоторых образцах 150% (например, в ЛРС, заготовленном в Воронежском заповеднике). При увеличении содержания кадмия в почве уровень его накопления в ЛРС снижался. Известно, что клетки ризодермы и чехлика корней способны выделять слизь, содержащую уроновые кислоты, за счет которых происходит защелачивание окружающей ризодерму среды, что снижает растворимость кадмия и других токсичных металлов.

Мышьяк относится к элементам слабого накопления, преимущественно поступающий через корневую систему. Концентрация мышьяка в анализируемых корнях одуванчика варьировала от 0,09 мг/кг до 0,68 мг/кг. Для образцов, заготовленных в условиях контрольных территорий, отмечено наименьшее содержание мышьяка – от 0,09 мг/кг до 0,12 мг/кг. В образцах из агроценозов концентрация его варьировала от 0,11 мг/кг до 0,25 мг/кг. Наибольший уровень содержания мышьяка отмечен в ЛРС, собранном в условиях урбоценозов. В двух образцах – заготовленных вблизи ТЭЦ «ВОГРЭС» и ООО «Бормаш», – была превышена ПДК данного токсиканта. Также высокие концентрации мышьяка выявлены для ЛРС, собранного вблизи ОАО «Минудобрения», на удалении 100 м от железной дороги, вблизи трасс М4 и А144, на улице г. Воронежа [80, 233].

Концентрация никеля отмечена на уровне 0,67 – 4,14 мг/кг. Наименьший уровень концентрации никеля выявлен для образцов заповедных территорий (от 0,67 мг/кг до 0,93 мг/кг). В ЛРС, собранном в сельскохозяйственных угодьях, содержание металла варьировало от 1,03 мг/кг до 2,03 мг/кг. Для образцов из урбоценозов отмечено более высокое накопление никеля - от 1,28 мг/кг до 4,14 мг/кг. Наиболее значительные концентрации элемента выявлены в ЛРС, заготовленном вблизи ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения», ТЭЦ «ВОГРЭС», ОАО «Воронежсинтезкаучук», в г. Калаче, Борисоглебске, Воронеже, вблизи автотрасс М4 и А 144, железной дороги, для которых характерно более высокое загрязнение ВСП солями никеля.

Уровень накопления солей хрома и кобальта в ЛРС можно оценить как высокий. Концентрация хрома в ЛРС варьирует от 3,13 мг/кг до 14,04 мг/кг, кобальта - 4,28 мг/кг до 14,81 мг/кг. При невысокой концентрации металлов в почвах накопление их в ЛРС приближалось к 100% (для образцов заповедных территорий и большинства агроценозов). При более высоком содержании хрома и кобальта в почвах, что характерно для ряда урбанизированных территорий (например, вблизи промышленных предприятий, на улицах городов, вблизи автотрасс), темп накопления элементов снижался.

Изучаемое ЛРС показало себя аккумулятором меди и цинка. Концентрация меди варьировала от 4,17 мг/кг до 14,63 мг/кг. Уровень содержания цинка составлял от 20,17 мг/кг до 97,45 мг/кг. В ряде образцов ЛРС, заготовленных в условиях заповедных территорий и агроценозов, содержание данных элементов отмечалось в количествах близких или даже превышающих концентрацию их в ВСП. В образцах корней одуванчика лекарственного, произраставших на почвах, содержащих высокое количество меди и цинка, выявлена их меньшая степень накопления, что указывало на наличие физиологического барьера всасывания их избытка [80].

Коэффициенты корреляции Пирсона показали наличие сильной положительной взаимосвязи между концентрациями в почве и ЛРС свинца, мышьяка, никеля, хрома, кобальта, меди и цинка, а также заметной положительной взаимосвязи между данными показателями для

кадмия, что подтверждает загрязнение ЛРС через грунт. Слабая корреляционная связь между концентрациями ртути в ВСП и ЛРС в данном случае, может быть объяснена низкими содержаниями элемента в сырье.

Анализ зависимостей между концентрациями ТМиМ в корнях одуванчика лекарственного и в ВСП показал, что при увеличении содержания всех определяемых элементов в почве возрастает их накопление в ЛРС (рисунки 3.151-3.159).

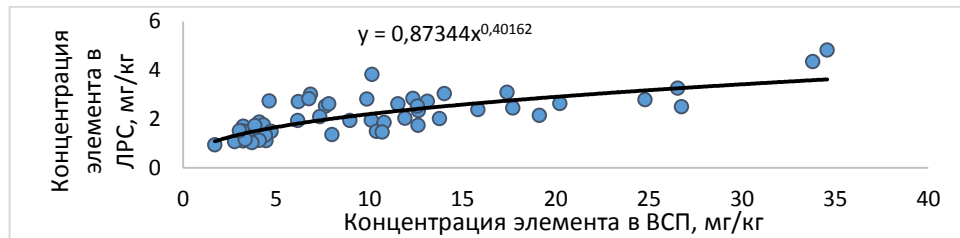


Рисунок 3.151 - Зависимость концентрации свинца в корнях одуванчика лекарственного от его содержания в ВСП

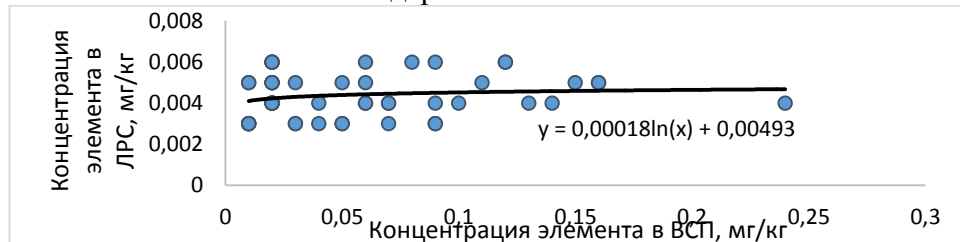


Рисунок 3.152 - Зависимость концентрации ртути в корнях одуванчика лекарственного от ее содержания в ВСП

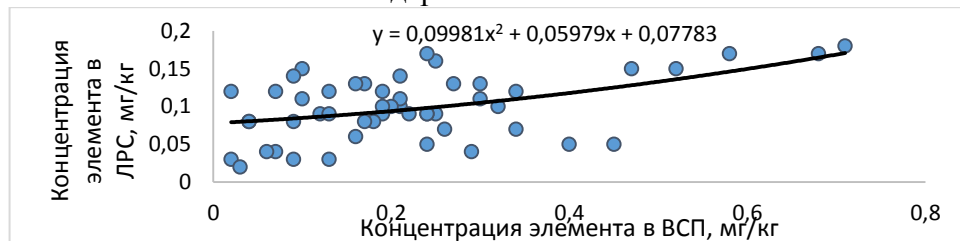


Рисунок 3.153 - Зависимость концентрации кадмия в корнях одуванчика лекарственного от его содержания в ВСП

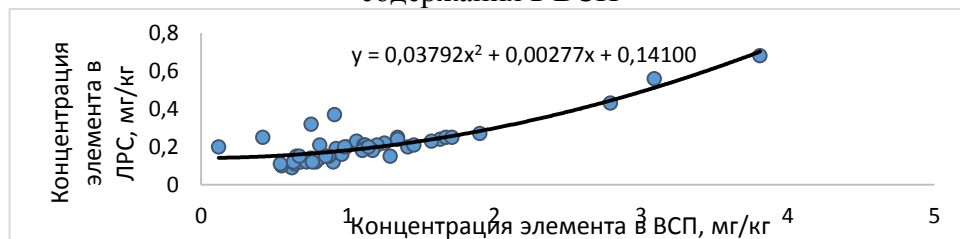


Рисунок 3.154 - Зависимость концентрации мышьяка в корнях одуванчика лекарственного от его содержания в ВСП

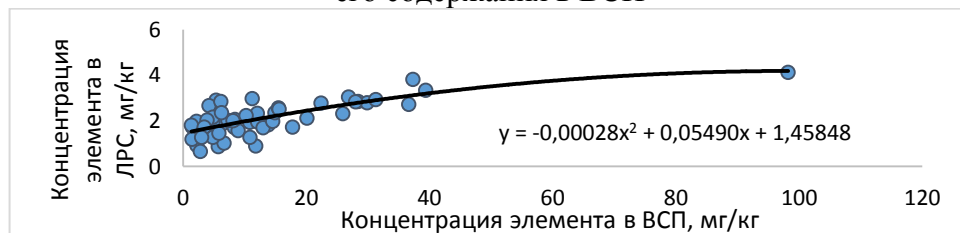


Рисунок 3.155 - Зависимость концентрации никеля в корнях одуванчика лекарственного от его содержания в ВСП

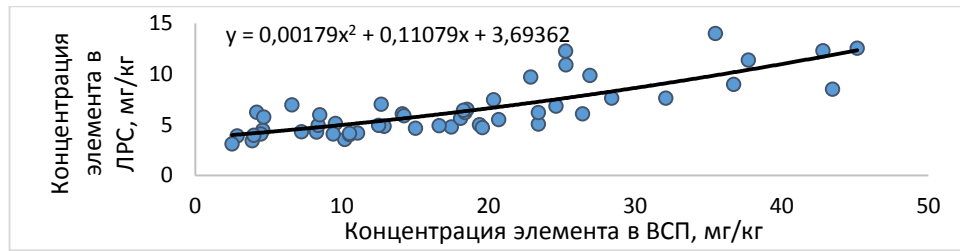


Рисунок 3.156 - Зависимость концентрации хрома в корнях одуванчика лекарственного от его содержания в ВСП

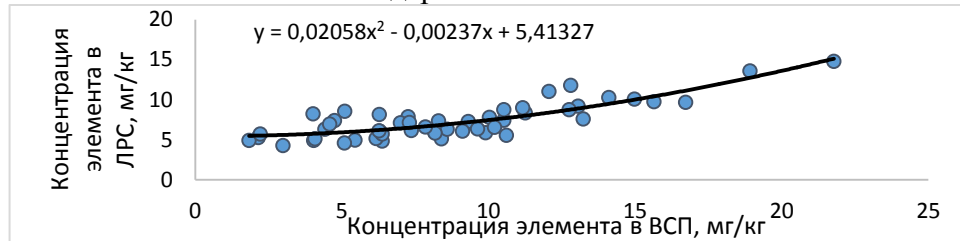


Рисунок 3.157 - Зависимость концентрации кобальта в корнях одуванчика лекарственного от его содержания в ВСП

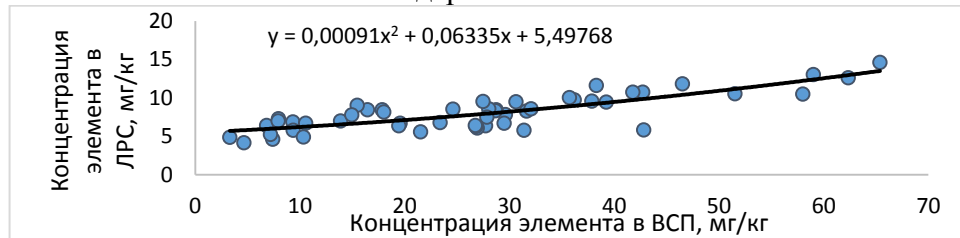


Рисунок 3.158 - Зависимость концентрации меди в корнях одуванчика лекарственного от ее содержания в ВСП

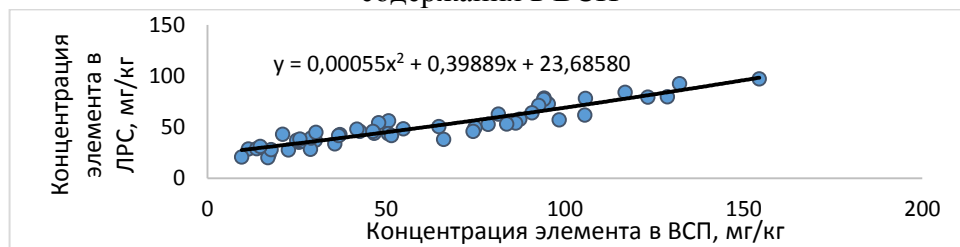


Рисунок 3.159 - Зависимость концентрации цинка в корнях одуванчика лекарственного от его содержания в ВСП

КН свинца варьировали от 0,11 до 0,59 (таблица Д.9 Приложения Д). Аккумуляция элемента из почв в ЛРС, заготовленном на контрольных территориях, характеризовалась КН от 0,31 до 0,46, в агроценозах - от 0,21 до 0,59, урбоценозах - от 0,11 до 0,50. Наиболее низкие значения КН (менее 0,20) отмечены для образцов, заготовленных в районах, почвы которых отличались относительно высоким уровнем содержания элемента (вблизи промышленных предприятий, дорог, Воронежского аэропорта, в г. Воронеже).

КН ртути варьировали от 0,03 до 0,50. Аккумуляция элемента корнями одуванчика лекарственного, произраставшего на контрольных территориях, характеризовалась значениями КН от 0,08 до 0,30, в условиях агроценозов - от 0,03 до 0,30, на урбанизированных территориях - от 0,03 до 0,50.

Степень аккумуляции кадмия корнями одуванчика лекарственного была оценена как высокая на основе КН, варьировавших от 0,11 до 6,00 при среднем для всех образцов сырья

значении 0,44. Диапазон варьирования КН металла в образцах, заготовленных на контрольных территориях, составил от 0,57 до 1,50, в условиях агроценозов – от 0,21 до 1,71, урбанизированных районах – от 0,14 до 6,00. При этом все анализируемые образцы ЛРС соответствовали требованиям ГФ XIV по содержанию кадмия, поэтому нельзя судить об избыточной аккумуляции элемента растением. Наибольшие значения КН (более 1,0) выявлены для ЛРС, заготовленного в районах с относительно низким содержанием кадмия в ВСП (Воронежский заповедник, г. Нововоронеж, г. Семилуки, агроценозы Грибановского и Воробьевского районов, ТЭЦ «ВОГРЭС», вблизи нескоростной автодороги). КН кадмия в ЛРС, собранном в условиях повышенного содержания его в ВСП (вблизи ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения», вдоль трассы М4), не превышали 0,3.

Аккумуляция мышьяка корнями одуванчика лекарственного характеризовалась КН от 0,11 до 1,67. Для контрольных территорий выявлены КН элемента, варьировавшие от 0,13 до 0,18, агроценозов – от 0,12 до 0,26, урбоценозов - от 0,14 до 1,67, преимущественно не превышавшие 0,20, кроме образцов, заготовленных вблизи железной дороги, где ВСП отличались низким содержанием элемента; при этом заготовленное здесь ЛРС не выделялось высокими концентрациями мышьяка.

КН никеля в корнях одуванчика лекарственного составили от 0,04 до 1,35. Для образцов с контрольных территорий получены КН от 0,15 до 0,42, из агроценозов – от 0,12 до 1,35, урбоценозов – от 0,04 до 1,13. Наиболее высокие значения КН (более 1,0) выявлены для ЛРС, заготовленного в районах, отличавшихся низким содержанием никеля в ВСП (с. Нижнедевицк, агроценоз Петропавловского района), а наиболее низкий КН металла выявлен для образца, заготовленного вблизи ООО «Бормаш», где была превышена ПДК никеля в почве.

Накопление хрома характеризовались КН от 0,20 до 1,49 при среднем значении 0,36. Наиболее высокий уровень аккумуляции хрома (0,88-1,37) отмечен для образцов, заготовленных на контрольных территориях с наиболее низким содержанием хрома в ВСП. Для ЛРС, собранного в агроценозах, КН металла составили от 0,38 до 1,49, а в урбоценозах – от 0,20 до 0,52.

Корни одуванчика лекарственного эффективно аккумулялировали кобальт из почв; КН варьировали от 0,58 до 2,66 при среднем значении 0,84. Для образцов, заготовленных на контрольных территориях, уровень аккумуляции элемента был наиболее высоким и характеризовался КН от 1,43 до 2,66. В агроценозах корни одуванчика лекарственного также активно накапливали металл из почв с коэффициентами от 0,59 до 2,05. В урбанизированных районах сбора ЛРС, для которых характерны более высокие концентрации кобальта в ВСП, КН были несколько ниже содержания элемента в сырье и варьировали от 0,58 до 1,55.

КН меди в корнях одуванчика лекарственного при среднем значении для всех образцов 0,30 варьировали от 0,14 до 1,48, что позволяет судить об относительно невысокой аккумуляции элемента в данном виде ЛРС. Для большинства образцов КН не превышал 1,0 (кроме образца,

заготовленного на территории Воронежского заповедника, почвы которого отличались очень низким содержанием меди). В целом для контрольных территорий КН варьировал от 0,62 до 1,48, агроценозов – от 0,23 до 0,74, урбоценозов – 0,14 до 0,89.

Корни одуванчика лекарственного активно аккумулировали цинк из почв. КН элемента варьировали от 0,58 до 2,29. Для контрольных территорий диапазон варьирования КН составил от 1,36 до 2,49, агроценозов – от 0,95 до 2,17, урбоценозов – от 0,58 до 1,48. Наиболее низкие значения КН отмечены для образцов, заготовленных на территориях с превышением ПДК элемента в ВСП. Прослеживаемая для других элементов закономерность обратной пропорциональной зависимости между их концентрацией в ВСП и значениями КН справедлива и для цинка, что объясняется ее возможным токсическим действием на растительный организм в больших концентрациях.

Таким образом, полученные результаты подтверждают накопление определяемых элементов корнями одуванчика лекарственного в физиологически необходимых концентрациях, выше которых активизируются механизмы ограничения аккумуляции избытка экотоксикантов, способных в высоких концентрациях вызывать биохимические нарушения. КН определяемых ТМиМ из ВСП в корнях одуванчика лекарственного (рисунки 3.160-3.168) имеют тенденцию к снижению по мере увеличения их концентрации в почве, что свидетельствует о физиологической возможности регуляции их аккумуляции в растении.

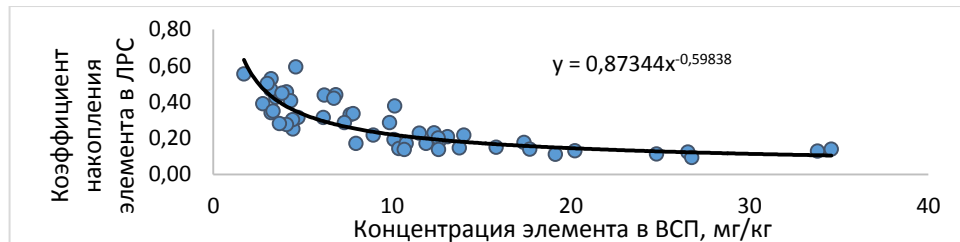


Рисунок 3.160 - Зависимость КН свинца в корнях одуванчика лекарственного от его содержания в ВСП

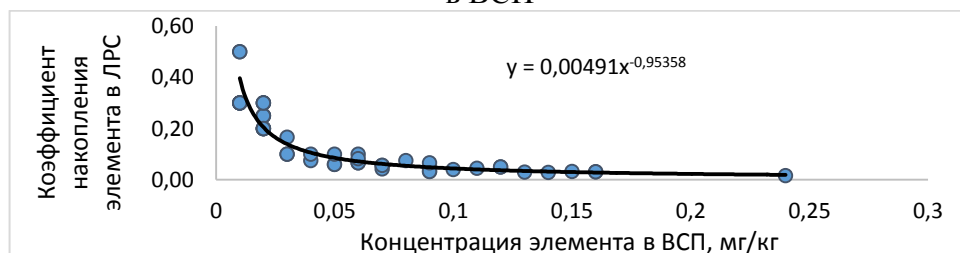


Рисунок 3.161 - Зависимость КН ртути в корнях одуванчика лекарственного от ее содержания в ВСП

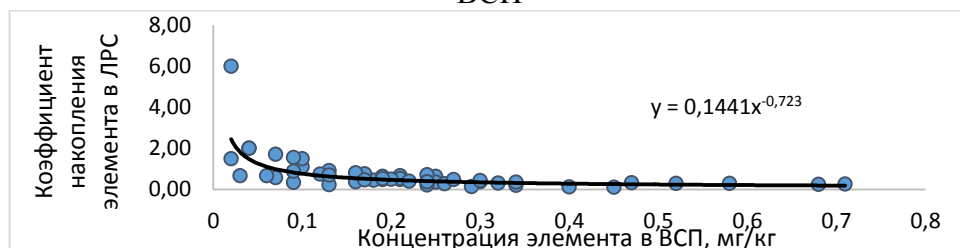


Рисунок 3.162 - Зависимость КН кадмия в корнях одуванчика лекарственного от его содержания в ВСП

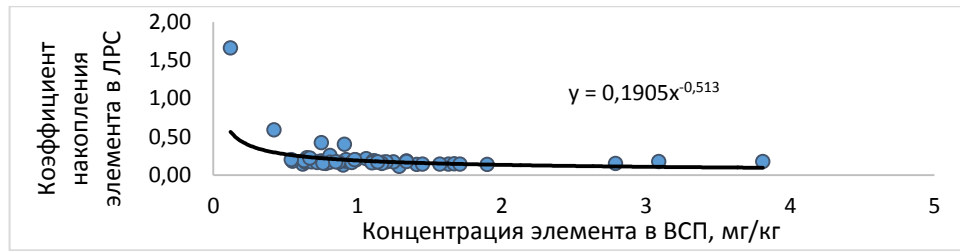


Рисунок 3.163 - Зависимость КН мышьяка в корнях одуванчика лекарственного от его содержания в ВСП

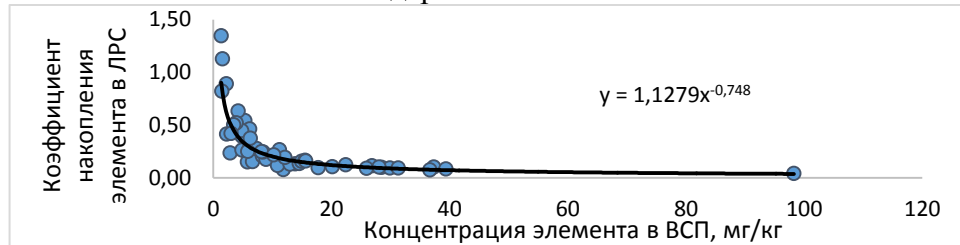


Рисунок 3.164 - Зависимость КН никеля в корнях одуванчика лекарственного от его содержания в ВСП

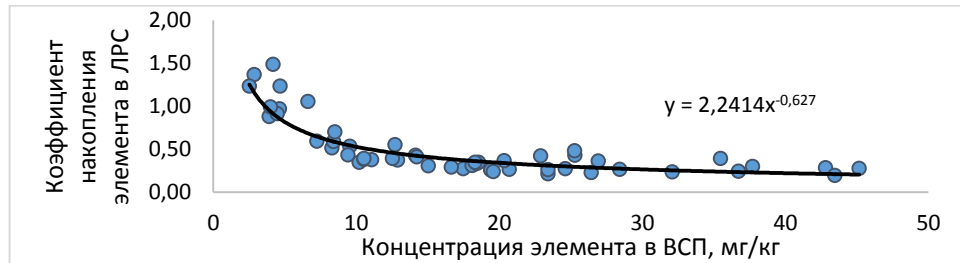


Рисунок 3.165 - Зависимость КН хрома в корнях одуванчика лекарственного от его содержания в ВСП

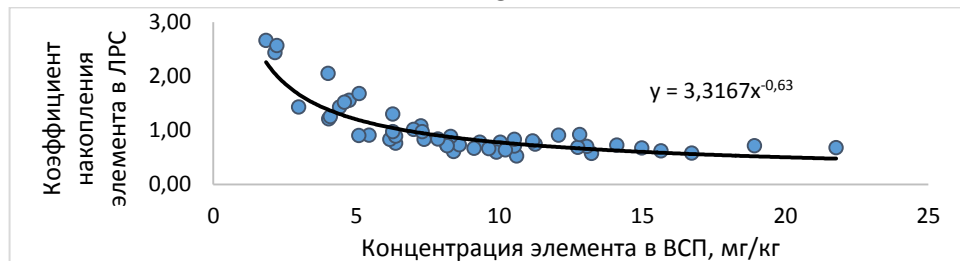


Рисунок 3.166 - Зависимость КН кобальта в корнях одуванчика лекарственного от его содержания в ВСП

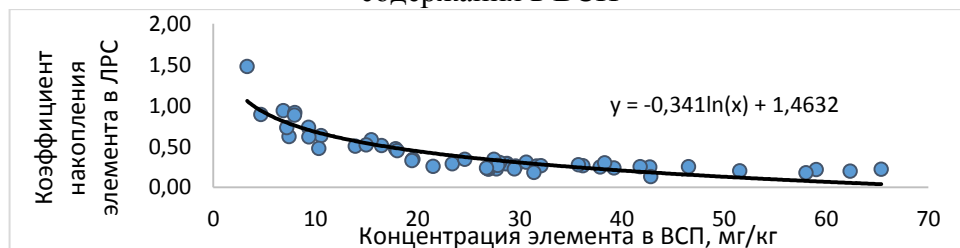


Рисунок 3.167 - Зависимость КН меди в корнях одуванчика лекарственного от ее содержания в ВСП

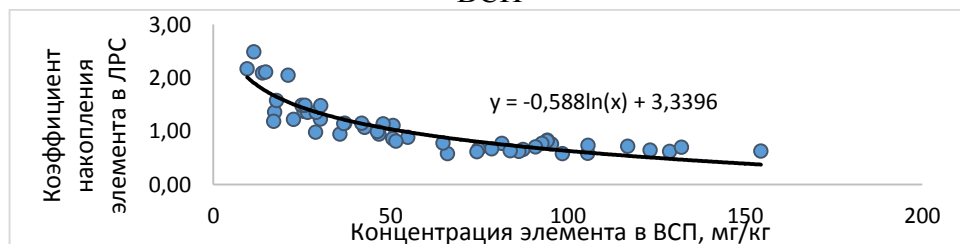


Рисунок 3.168 - Зависимость КН цинка в корнях одуванчика лекарственного от его содержания в ВСП

На основе средних значений КН ТМиМ корнями одуванчика лекарственного из ВСП можно выстроить следующий ряд убывания эффективности концентрирования элементов в данном виде ЛРС: цинк = кобальт > кадмий > хром > медь > свинец > мышьяк > никель > ртуть.

3.4.10. Накопление тяжелых металлов и мышьяка в корнях лопуха большого *Arctium lappa* L.

Результаты исследований корней лопуха большого на содержание ТМиМ приведены в таблице Г.10 Приложения Г. Концентрация свинца варьировала от 0,59 мг/кг до 4,88 мг/кг, что соответствовало требованиям ГФ XIV. Для ЛРС заповедных зон отмечено содержание свинца на уровне 0,59-0,88 мг/кг, вдоль сельскохозяйственных полей – 1,12-2,59 мг/кг, в условиях урбанизации – 1,15-4,88 мг/кг. Наиболее высокие концентрации свинца отмечены в образцах, заготовленных вблизи ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения», ОАО «Воронежсинтезкаучук» в г. Воронеже, вблизи аэропорта, на улице г. Воронежа, вдоль трассы М4 и железной дороги. Однако в сравнении с содержанием свинца в почвах данных районов можно сделать вывод о малом накоплении металла ЛРС [72, 291].

Содержание ртути мало варьировало в зависимости от места заготовки ЛРС и составляло 0,003-0,006 мг/кг, что более, чем в 10 раз меньше ПДК.

Концентрация кадмия варьировала от 0,02 мг/кг до 0,28 мг/кг и также не превышала ПДК. Так, в образцах из контрольных территорий содержание элемента составило 0,02-0,04 мг/кг, агроценозов региона – от 0,07 мг/кг до 0,17 мг/кг, урбанизированных территорий – от 0,02 мг/кг до 0,28 мг/кг. При низкой концентрации кадмия в ВСП элемент накапливался примерно в такой же концентрации и в ЛРС (в образцах контрольных зон, некоторых агроценозов), а при повышении содержания металла в почве степень его накопления в сырье снижалась (например, в ЛРС, заготовленном вблизи трасс М4 и А144 и предприятий ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения»).

Концентрация мышьяка варьировала в корнях лопуха большого от 0,14 мг/кг до 0,81 мг/кг. Для корней лопуха большого, произрастающего на контрольных территориях, характерно его содержание 0,14-0,26 мг/кг. Сырье, заготовленное в агроценозах области, содержало 0,16-0,31 мг/кг, а в урбоценозах – 0,15-0,81 мг/кг мышьяка. В трех анализируемых образцах сырья (заготовленных вблизи ОАО «Минудобрения, ООО «Бормаш» и ТЭЦ «ВОГРЭС») содержание мышьяка превысило ПДК.

Концентрация никеля в корнях лопуха большого отмечена на уровне 1,37 мг/кг – 5,94 мг/кг и варьировала в зависимости от места заготовки сырья. Содержание элемента в ЛРС контрольных территорий составило 2,08-2,76 мг/кг, в агроценозах – 1,37-4,15 мг/кг, урбоценозах – 2,14-5,94 мг/кг. Наибольшие концентрации металла отмечены в ЛРС, заготовленном вблизи ОАО «Минудобрения» и ООО «Бормаш», где его содержание в ВСП было также максимальным [72].

Накопление хрома и кобальта в корнях лопуха большого носит сходный характер. При низком содержании хрома в почве заповедных территорий (2,86 мг/кг – 3,90 мг/кг), элемент накапливался в ЛРС в концентрациях 2,32 мг/кг – 3,09 мг/кг. В условиях агроценозов содержание хрома в сырье составило 2,88 мг/кг – 7,13 мг/кг при концентрации его в ВСП на уровне 2,53-12,88 мг/кг, что также указывало на значительный уровень накопления элемента. Однако корни лопуха большого, заготовленные вблизи промышленных предприятий, на улицах городов, вблизи транспортных магистралей, содержали хром в концентрациях, значительно более низких (не более 13,36 мг/кг), чем содержание элемента в почве.

В образцах корней лопуха большого контрольных зон кобальт определялся в концентрациях 2,17 мг/кг - 3,53 мг/кг при его содержании в ВСП 1,84 мг/кг - 2,99 мг/кг, что указывало на эффективное накопление металла в ЛРС. В образцах агроценозов содержание элемента составило 2,48 мг/кг - 7,40 мг/кг, что несколько ниже его концентраций в ВСП данных экосистем. В сырье урбанизированных территорий темпы накопления кобальта из ВСП снижались: при концентрации металла в ВСП 4,42 мг/кг – 21,78 мг/кг, его содержание в ЛРС составило 3,12 мг/кг – 13,85 мг/кг.

Для корней лопуха большого отмечена способность к накоплению меди; ее концентрация в ЛРС составила 5,31 мг/кг – 16,62 мг/кг. Для образцов с контрольных территорий отмечено концентрирование меди в количествах (7,84 мг/кг – 9,52 мг/кг), превышающих ее содержание в ВСП. Для ЛРС агроценозов отмечено некоторое снижение темпов накопления меди (7,58 мг/кг – 10,64 мг/кг). На урбанизированных территориях при еще более высоких концентрациях элемента в ВСП, содержание его в ЛРС увеличивалось мало (от 5,31 мг/кг до 16,62 мг/кг). Наибольшее количество меди выявлено в ЛРС, заготовленных в районах загрязнения ВСП медью, - вблизи ООО «Бормаш», ОАО «Минудобрения», вдоль трасс М4 и А144 и железной дороги [72, 291].

Корни лопуха большого проявили себя наиболее активными концентраторами цинка, содержание которого в образцах варьировало от 21,04 мг/кг до 76,37 мг/кг. Во всех образцах сырья, заготовленного на контрольных территориях, концентрация цинка составила 29,08 мг/кг – 35,74 мг/кг, что значительно (в 1,4-2,5 раз) превышало его содержание в почве. Также высокий (более 100%) уровень накопления цинка из ВСП отмечен для образцов, собранных в условиях агроценозов (21,04 мг/кг – 48,17 мг/кг). Наибольшие концентрации цинка выявлены в образцах из урбанизированных территорий (от 26,83 мг/кг до 76,37 мг/кг). Наибольшее количество металла накопило ЛРС, собранное вблизи предприятий, ТЭЦ, вдоль автотрасс и железной дороги, где отмечено очень высокое загрязнение почв этим металлом. Однако для данных образцов эффективность накопления цинка в корнях лопуха большого значительно снижается (до 50% от содержания в ВСП) [72].

Корреляционный анализ между концентрациями ТМиМ в ВСП и корнях лопуха большого показал наличие сильной положительной взаимосвязи между содержанием в почве и ЛРС свинца, кадмия, мышьяка, хрома, кобальта, меди и цинка, заметную положительную взаимосвязь между данными показателями для никеля, что указывает на транспочвенное загрязнение ЛРС. Умеренная положительная корреляция между содержаниями ртути в ВСП и ЛРС может быть объяснена малыми концентрациями элемента в растительных образцах.

Анализ математических зависимостей (рисунки 3.169 – 3.177) показал, что при увеличении содержания определяемых ТМиМ в ВСП возрастает их концентрация в корнях лопуха большого. Закономерности перехода описаны математическими зависимостями с максимальным коэффициентом достоверности аппроксимации.

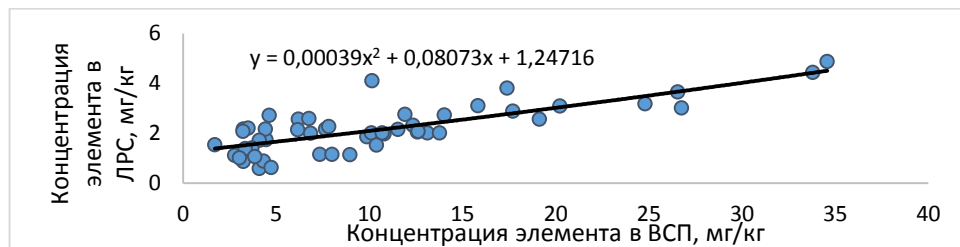


Рисунок 3.169 - Зависимость концентрации свинца в корнях лопуха большого от его содержания в ВСП

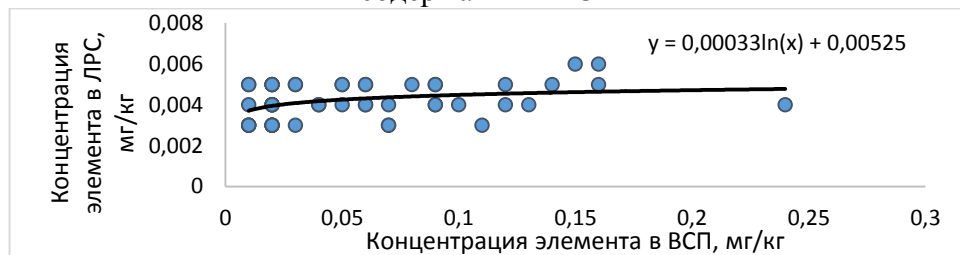


Рисунок 3.170 - Зависимость концентрации ртути в корнях лопуха большого от ее содержания в ВСП

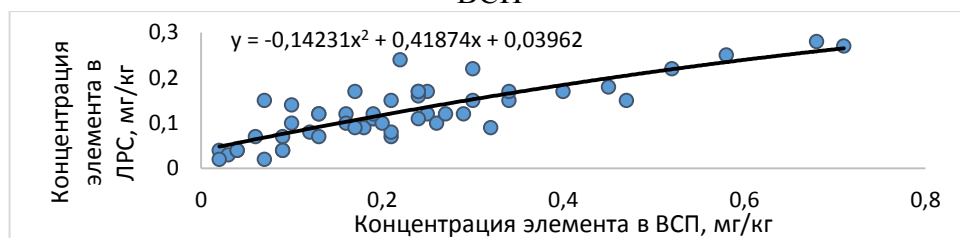


Рисунок 3.171 - Зависимость концентрации кадмия в корнях лопуха большого от его содержания в ВСП

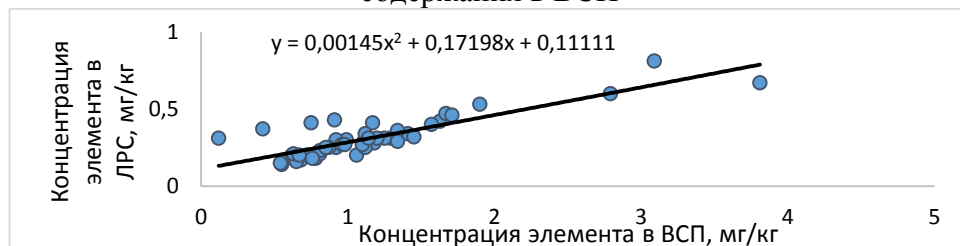


Рисунок 3.172 - Зависимость концентрации мышьяка в корнях лопуха большого от его содержания в ВСП

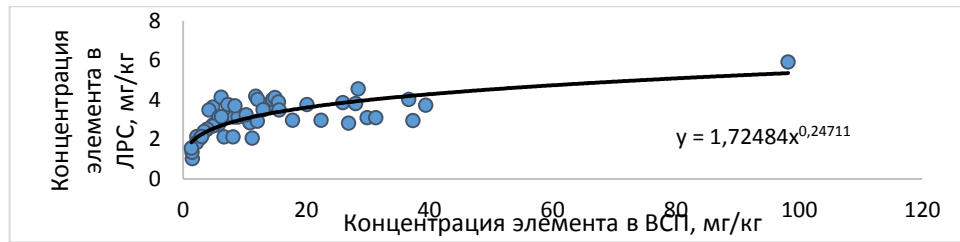


Рисунок 3.173 - Зависимость концентрации никеля в корнях лопуха большого от его содержания в ВСП

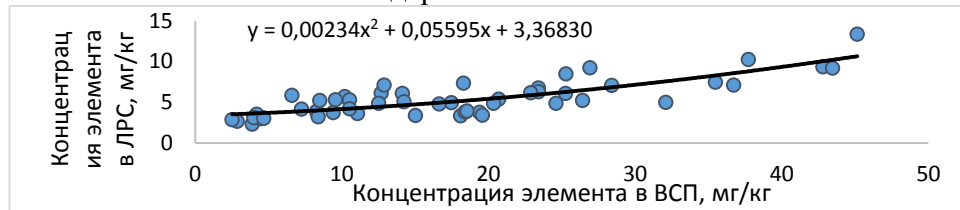


Рисунок 3.174 - Зависимость концентрации хрома в корнях лопуха большого от его содержания в ВСП

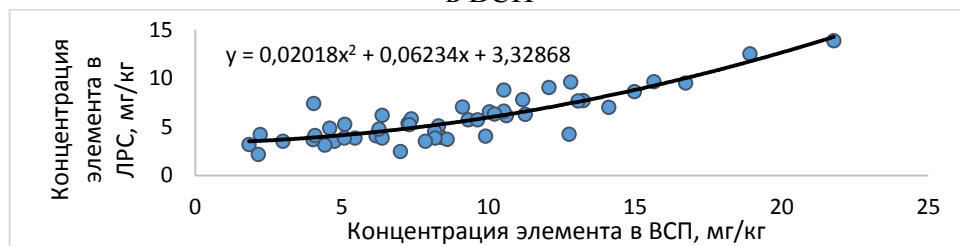


Рисунок 3.175 - Зависимость концентрации кобальта в корнях лопуха большого от его содержания в ВСП

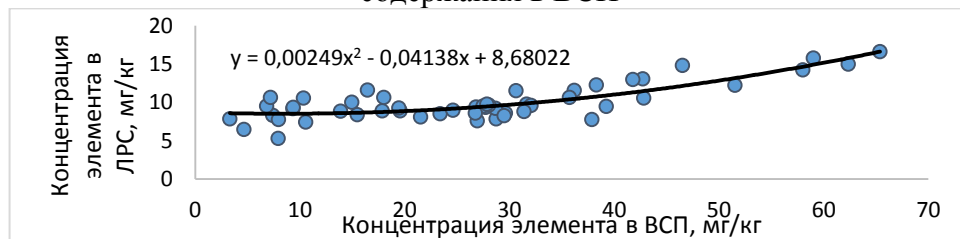


Рисунок 3.176 - Зависимость концентрации меди в корнях лопуха большого от ее содержания в ВСП

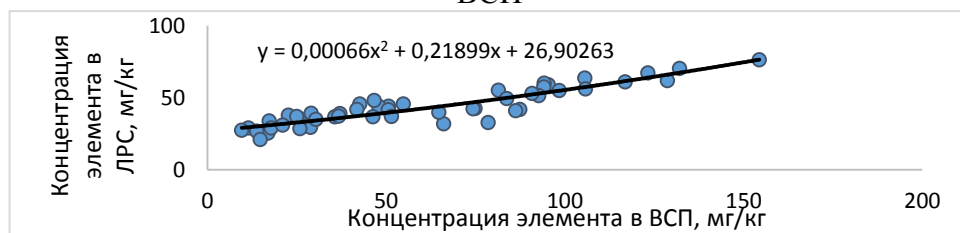


Рисунок 3.177 - Зависимость концентрации цинка в корнях лопуха большого от его содержания в ВСП

КН свинца из ВСП корнями лопуха большого варьировали от 0,11 до 0,90 (таблица Д.10 Приложения Д). КН элемента в образцах, заготовленных на контрольных территориях, варьировали от 0,13 до 0,20, урбанизированных территориях – от 0,11 до 0,42, а в агроценозах диапазон варьирования шире – от 0,15 до 0,90. Наиболее высокие значения рассчитываемого показателя (более 0,60) вывлнены в образах, заготовленных в районах с относительно низким содержанием свинца в ВСП. Наиболее низкие значения КН (менее 0,20) отмечены, наоборот, в

местах сбора сырья, отличавшихся высокими концентрациями свинца в почвах (вблизи автомобильных и железных дорог, ТЭЦ, аэропорта, ООО «Бормаш», на улицах городов).

КН ртути корнями лопуха большого, характеризовавшимися числовыми значениями от 0,03 до 0,50, свидетельствовали о низкой степени аккумуляции металла в ЛРС. Наиболее высокие значения КН получены для образцов, заготовленных в районах, отличавшихся относительно низким уровнем содержания ртути в почвах.

КН кадмия в корнях лопуха большого варьировали от 0,28 до 2,14 при среднем расчетном значении 0,55, поэтому данный вид ЛРС можно считать концентратором элемента. КН имеют широкий диапазон варьирования: для контрольных территорий – от 0,29 до 2,00, агроценозов – от 0,28 до 2,14, урбанизированных районов заготовки – от 0,32 до 1,40. Значения КН более 1,0 отмечены для образцов сырья, заготовленных в районах, отличавшихся низким уровнем содержания кадмия в ВСП (контрольные территории, агроценозы). В ЛРС, собранного на территориях, почвы которых характеризовались высоким содержанием кадмия, КН не превышали 0,42.

Накопление мышьяка корнями лопуха большого характеризовались КН преимущественно от 0,18 до 0,33 при среднем значении для всех анализируемых образцов 0,27, что свидетельствовало о невысоком уровне накопления элемента в ЛРС. Исключением можно назвать КН мышьяка в образцах, заготовленных на удалении 200-300 м от железной дороги, которые достигали 2,58, что можно объяснить относительно очень низким содержанием неметалла в ВСП при близкой к среднерегionalной концентрации элемента в ЛРС.

Накопление никеля корнями лопуха большого характеризовалось КН от 0,06 до 1,16. Аккумуляция металла в образцах, заготовленных на контрольных территориях, описывалась расчетными показателями от 0,48 до 0,92, в агроценозах – от 0,26 до 1,16, на урбанизированных территориях – от 0,06 до 0,83. Для никеля также прослеживалась тенденция ограничительного концентрирования элемента: при высоком содержании металла в ВСП его аккумуляция в ЛРС была незначительна (например, для образца, заготовленного вблизи ООО «Бормаш»), а при низкой концентрации элемента в почве степень накопления значительно увеличивалась (например, для образцов, заготовленных в агроценозах и контрольных зонах).

Хром и кобальт эффективно накапливались в корнях лопуха большого при низких концентрациях их в ВСП; при значительном содержании элементов в почвах территорий темпы аккумуляции металла значительно снижаются. КН хрома варьировали от 0,17 до 1,14. Аккумуляция элемента в ЛРС, заготовленном на контрольных территориях, характеризовалась КН от 0,59 до 0,93, в условиях агроценозов – от 0,39 до 1,14, в урбанизированных районах – от 0,17 до 0,56. КН кобальта составляли от 0,33 до 1,90. Высокие значения КН выявлены для образцов сырья, заготовленного на контрольных территориях, - от 1,00 до 1,74. Аккумуляция элемента в ЛРС агроценозов характеризовалась КН от 0,35 до 1,83, а урбоценозов - от 0,33 до 1,90. Наиболее низкие

значения КН выявлены для ЛРС, заготовленного вблизи автотрасс М4 и А144 и крупных промышленных предприятий.

Среднее значение КН меди в корнях лопуха большого из ВСП составило 0,37, варьируя от 0,20 до 2,38, что свидетельствовало о невысоком уровне аккумуляции элемента в данном виде ЛРС. При этом в образцах сырья, заготовленного на контрольных территориях, отличавшихся относительно невысоким содержанием меди в почве, накопление металла характеризовалось расчетными показателями от 1,12 до 2,38. В ЛРС из агроценозов, в почвах большинства которых концентрация металла более высокая, чем в почвах контрольных зон, аккумуляция меди характеризовалась КН, варьирующими от 0,27 до 1,02. Для ЛРС из урбоценозов, для которых отмечалось относительно высокое содержание меди в ВСП, накопление элемента описывалось значениями от 0,20 до 1,48, но преимущественно менее 1,0.

Цинк является элементом, наиболее активно накапливающимся корнями лопуха большого из почв. Об этом свидетельствуют КН элемента, варьировавшие от 0,42 до 2,87 при среднем значении 0,72. Наиболее высокие значения данного расчетного показателя (от 1,40 до 2,53) были характерны для ЛРС, заготовленного на контрольных территориях, характеризовавшихся относительно низким уровнем содержания металла в ВСП. В образцах, собранных в условиях агроценозов, накопление металла описывалось значениями коэффициентов от 0,92 до 2,87. Наиболее низкие значения КН цинка (от 0,42 до 1,93, чаще менее 1,0) выявлены для корней лопуха большого, собранного на урбанизированных территориях.

Рассчитанные КН ТМиМ позволяют предположить наличие физиологического барьера, препятствующего накоплению избытка микроэлементов в корнях лопуха большого при высоком содержании их в почве. Наличие обратно пропорциональной зависимости между концентрациями определяемых ТМиМ в ВСП и значениями КН в корнях лопуха большого наглядно демонстрируют рисунки 3.178-3.186.

На основе средних значений КН ТМиМ корнями лопуха большого из почв постояен ряд убывания эффективности аккумуляции элементов ЛРС: цинк > кобальт > кадмий > медь > хром > мышьяк > никель > свинец > ртуть.

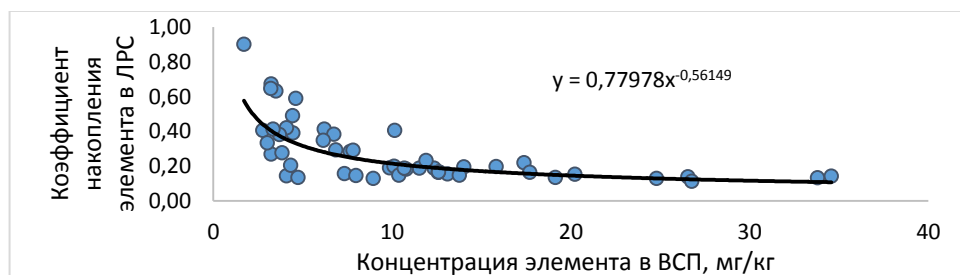


Рисунок 3.178 - Зависимость КН свинца в корнях лопуха большого от его содержания в ВСП

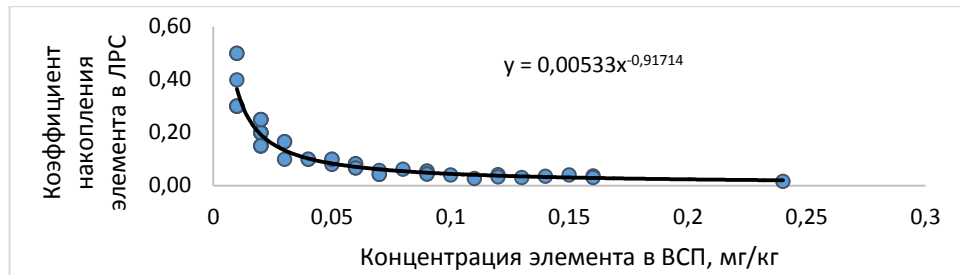


Рисунок 3.179 - Зависимость КН ртути в корнях лопуха большого от ее содержания в ВСП

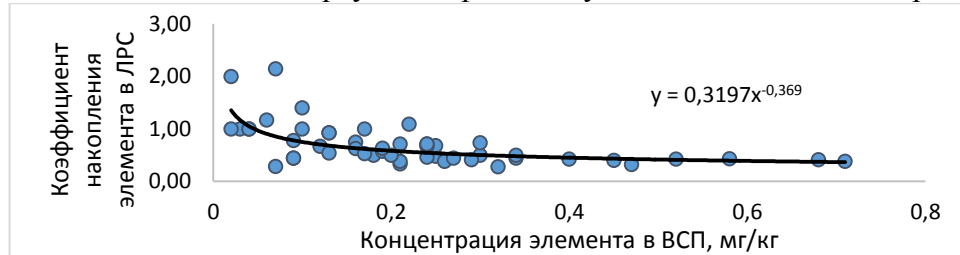


Рисунок 3.180 - Зависимость КН кадмия в корнях лопуха большого от его содержания в ВСП

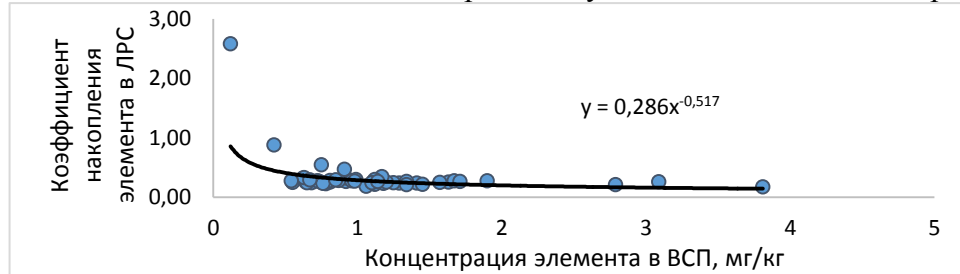


Рисунок 3.181 - Зависимость КН мышьяка в корнях лопуха большого от его содержания в ВСП

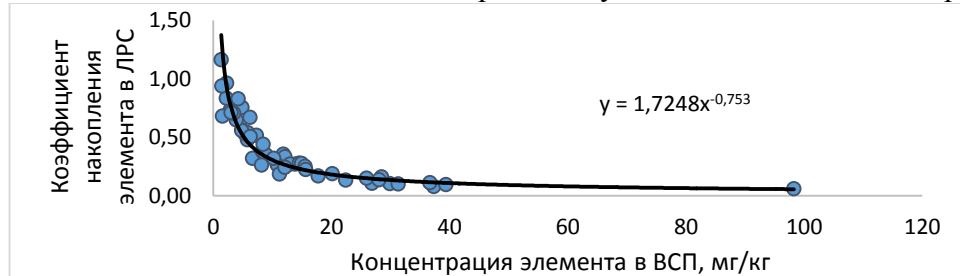


Рисунок 3.182 - Зависимость КН никеля в корнях лопуха большого от его содержания в ВСП

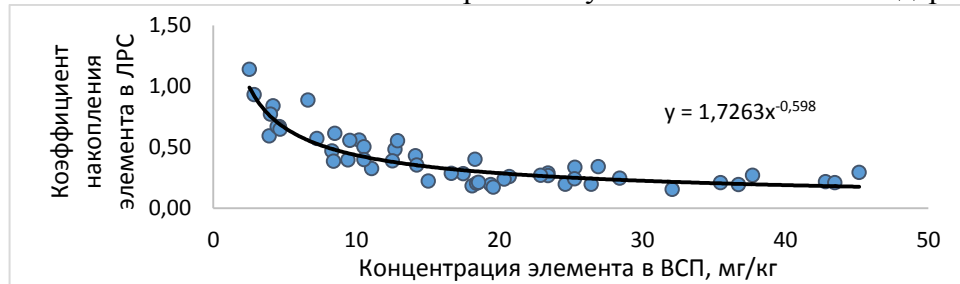


Рисунок 3.183 - Зависимость КН хрома в корнях лопуха большого от его содержания в ВСП

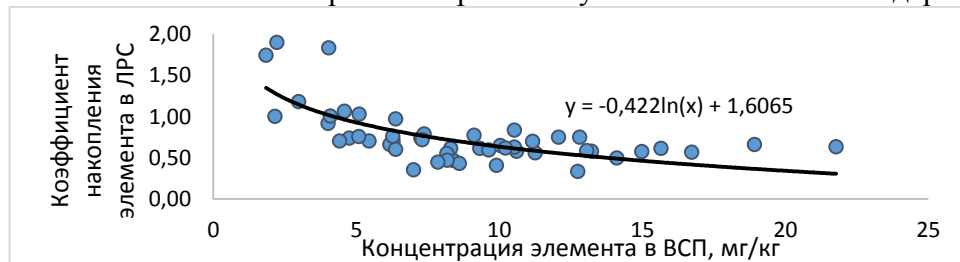


Рисунок 3.184 - Зависимость КН кобальта в корнях лопуха большого от его содержания в ВСП

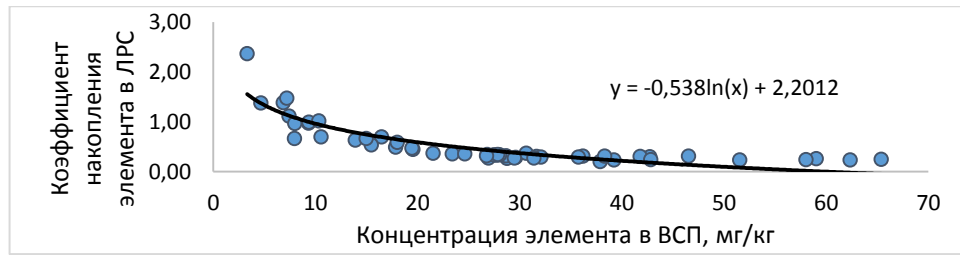


Рисунок 3.185 - Зависимость КН меди в корнях лопуха большого от ее содержания в ВСП

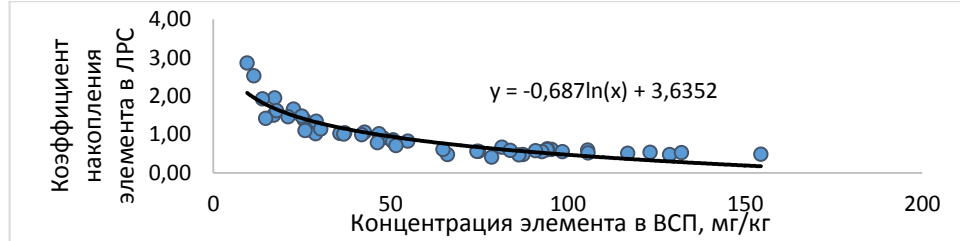


Рисунок 3.186 - Зависимость КН цинка в корнях лопуха большого от его содержания в ВСП

3.5. Проверка согласованности и достоверности результатов определения тяжелых металлов и мышьяка в почве и ЛРС

Проверка согласованности и достоверности результатов выполненного эксперимента осуществлена методами математико-статистической обработки распределения данных на однородность измерений. Проводилась проверка однородности дисперсий содержания ТМиМ в ЛРС от концентраций их в ВСП по критерию Кохрена (рисунок 3.187) [1,44,201,295].

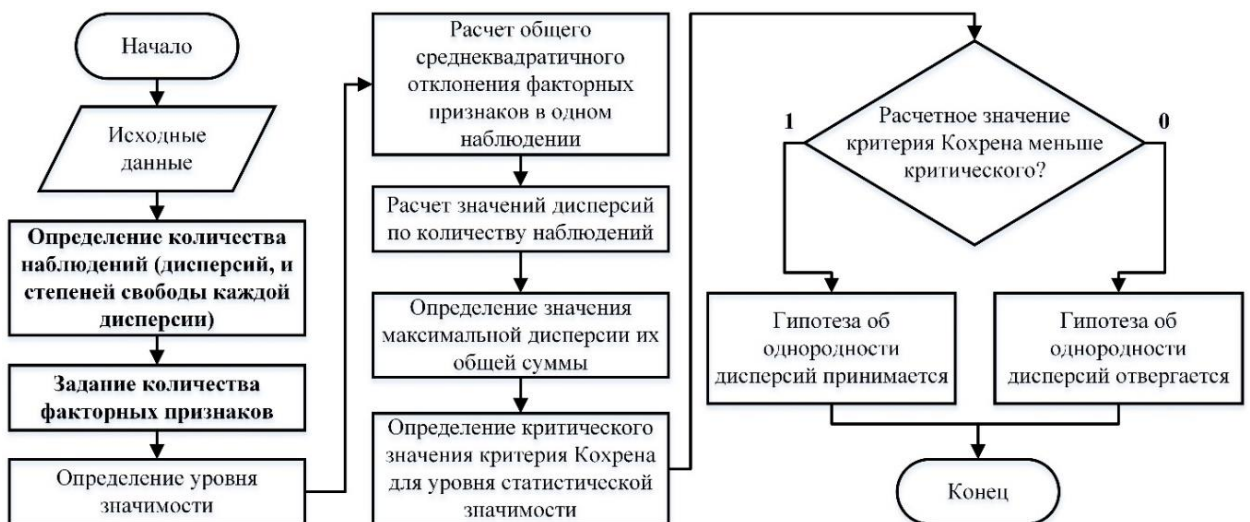


Рисунок 3.187 – Алгоритм проверки данных по критерию Кохрена

Для сравнения нескольких дисперсий наиболее распространенным и применимым является критерий Кохрена, предполагающий независимость распределенных по нормальному закону данных (таблица 3.4). Производился расчет арифметического среднего – $\bar{X}_{ср}$; стандартного отклонения – S ; дисперсии – S^2 ; расчетного и критического значений критерия Кохрена

соответственно – G и $G_{\text{крит}}$, при уровне значимости $\alpha=0,05$ [1,44,193]. Исследование параметров концентрации ТМиМ среди районов сбора сырья позволили получить значения критерия Кохрена. В целом полученные значения критерия Кохрена при $G < G_{\text{крит}}$ обосновывают гипотезу о согласованности и однородности результатов эксперимента.

Таблица 3.4 - Статистическая обработка результатов определения ТМиМ в ЛРС

№ п/п	ЛРС	S^2_{max}	ΣS^2	Критерий согласия	
				G	$G_{\text{крит}}$
1	Трава горца птичьего	621,8	13697	0,045	0,063
2	Трава полыни горькой	1067	17383	0,061	
3	Трава тысячелистника обыкновенного	365,3	6888	0,053	
4	Трава пустырника пятилопастного	773	12700	0,06	
5	Листья подорожника большого	459,3	7725	0,059	
6	Листья крапивы двудомной	346,1	7417	0,047	
7	Цветки липы сердцевидной	714,8	13205	0,054	
8	Цветки пижмы обыкновенной	333,4	5323	0,062	
9	Корни одуванчика лекарственного	908,8	14796	0,061	
10	Корни лопуха большого	580,9	10427	0,056	

В таблице 3.5 представлены результаты статистической обработки средних значений концентрации ТМиМ в ЛРС по выбранным критериям с количеством степеней свободы $df=8$ и количеством дисперсий в выборках по сырью $k=10$.

Таблица 3.5 - Межгрупповая статистическая обработка средних значений концентраций ТМиМ

№ п/п	ЛРС	$X_{\text{ср}}$	S	S^2	Критерий согласия	
					G	$G_{\text{крит}}$
1	Трава горца птичьего	5,28	15,84	250,83	0,148	0,25
2	Трава полыни горькой	5,64	16,91	286,05		
3	Трава тысячелистника обыкновенного	3,66	10,97	120,25		
4	Трава пустырника пятилопастного	4,98	14,94	223,31		
5	Листья подорожника большого	5,28	15,84	250,83		
6	Листья крапивы двудомной	3,87	11,60	134,50		
7	Цветки липы сердцевидной	3,90	11,70	136,82		
8	Цветки пижмы обыкновенной	3,23	9,69	93,97		
9	Корни одуванчика лекарственного	5,32	15,95	254,40		
10	Корни лопуха большого	4,56	13,68	187,21		

Исследование параметров средних значений концентрации ТМиМ позволили получить $G=0,148 < G_{\text{крит}}=0,25$ при максимальной дисперсии $S^2_{\text{max}}=286$ и сумме дисперсий $\Sigma S^2=1983$, что обуславливает согласованность и однородность данных. Отсюда следует, что исследование параметров данных содержания ТМиМ для ЛРС в Воронежской области позволили получить значения критерия Кохрена, где $G < G_{\text{крит}}$, что обуславливает согласованность и достоверность данных, а также подтверждает их однородность [1, 44, 201].

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3

1. 33% изученных образцов ВСП не соответствуют требованиям нормативной документации по содержанию ТМиМ. При этом наибольшее негативное влияние на состояние почв региона оказывают такие предприятия, как ООО «Бормаш» и ОАО «Минудобрения», ТЭЦ «ВОГРЭС», а также автомобильная трасса М4 и железная дорога. При общем благополучии большего числа почв региона по содержанию отдельных элементов расчет суммарного показателя загрязнения позволяет сделать вывод, что допустимую степень загрязнения имеют лишь 20% образцов ВСП, отобранные в Елань-Колено, Нижнедневицке, Нововоронеже, в Ольховатском, Грибановском, Хохольском, Новохоперском, Репьевском, Воробьевском районах и на удалении более 100 м от нескоростной автомобильной дороги в Богучарском районе.

2. Изучение элементного профиля ЛРС показало, что к сильно накапливаемым макроэлементам следует отнести калий и фосфор. Наиболее высокие аккумулярующие способности в отношении калия выявлены для корней лопуха большого, травы пустырника пятилопастного, цветков пижмы обыкновенной, листьев подорожника большого и крапивы двудомной, фосфора - у листьев крапивы двудомной, трав пустырника пятилопастного и полыни горькой, цветков пижмы обыкновенной. Высокий уровень накопления кальция отмечен для листьев подорожника большого и крапивы двудомной, магния – для листьев крапивы двудомной. К сильно накапливаемым из почв эссенциальным элементам относится цинк; наиболее высокие темпы его накопления отмечены в корнях и травах. Для всех видов ЛРС, кроме цветков (липы сердцевидной и пижмы обыкновенной), к сильно накапливаемым элементам относится также медь. Молибден значительно накапливают листья крапивы двудомной и подорожника большого, цветки липы сердцевидной, травы тысячелистника обыкновенного, полыни горькой; кобальт - корни одуванчика лекарственного и лопуха большого; олово - листья крапивы двудомной, трава горца птичьего, корни лопуха большого и одуванчика лекарственного; стронций - корни лопуха большого, листья крапивы двудомной и подорожника большого, трава тысячелистника обыкновенного; теллур - трава горца птичьего.

3. Анализ полученных данных по содержанию ТМиМ всех отобранных образцов травы горца птичьего, листьев крапивы двудомной, цветков липы сердцевидной и пижмы обыкновенной показал полное соответствие требованиям ГФ XIV. Данные виды ЛРС оказались наименее подвержены антропогенному загрязнению токсичными элементами. Для остальных видов сырья отмечено превышение ПДК для некоторых образцов, что свидетельствует об их большей концентрирующей способности в отношении рассматриваемых экотоксикантов.

- Несмотря на превышение ПДК свинца в ВСП некоторых территорий (вблизи предприятия ООО «Бормаш», вблизи аэропорта) ни в одном из образцов ЛРС превышение ПДК не

выявлено. Более высокие концентрации металла отмечаются в корнях одуванчика лекарственного (0,95-4,83 мг/кг), корнях лопуха большого (0,59-4,88 мг/кг), траве горца птичьего (0,24-4,95 мг/кг), листьях подорожника большого (0,37-3,22 мг/кг). Общий ряд убывания концентрирующей способности свинца: корни одуванчика лекарственного → корни лопуха большого → трава горца птичьего → листья подорожника большого → трава полыни горькой, трава тысячелистника обыкновенного, трава пустырника пятилопастного, листья крапивы двудомной → цветки пижмы обыкновенной → цветки липы сердцевидной.

- Содержание ртути во всех изучаемых образцах не превышает и 10% от ПДК (не более 0,01 мг/кг), при этом наиболее низкие концентрации элемента выявлены в цветках липы сердцевидной и цветках пижмы обыкновенной, для большинства образцов которых характерно содержание ртути ниже предела обнаружения. Относительно более высокий уровень накопления ртути выявлен в листьях крапивы двудомной, листьях подорожника большого и травы полыни горькой. Ряд убывания аккумулирующей способности из почв анализируемых видов ЛРС в отношении ртути: листья крапивы двудомной → трава полыни горькой → листья подорожника большого → трава пустырника пятилопастного, корни одуванчика лекарственного, корни лопуха большого → трава тысячелистника обыкновенного → трава горца птичьего → цветки пижмы обыкновенной → цветки липы сердцевидной.

- Превышения содержания кадмия в изучаемых образцах ЛРС также не отмечено, несмотря на превышение ПДК элемента в некоторых образцах ВСП. Более высокие концентрации кадмия выявлены в траве полыни горькой (0,02-0,56 мг/кг), корнях лопуха большого (0,02-0,28 мг/кг), траве пустырника пятилопастного (0,02-0,48 мг/кг), листьях подорожника большого (0,02-0,27 мг/кг), корнях одуванчика (0,03-0,18 мг/кг). Общий ряд убывания концентрирующей способности ЛРС в отношении кадмия: трава полыни горькой → корни лопуха большого → листья подорожника большого → трава пустырника пятилопастного → корни одуванчика лекарственного → трава тысячелистника обыкновенного → цветки пижмы обыкновенной → трава горца птичьего → цветки липы сердцевидной → листья крапивы двудомной.

- По содержанию мышьяка не соответствуют требованиям ГФ XIV 24% образцов травы полыни горькой, по 6% образцов травы тысячелистника обыкновенного и листьев подорожника большого, 8% образцов корней лопуха большого, 2% образцов травы пустырника пятилопастного. Можно выявить следующие виды ЛРС, отличающегося высокой способностью к накоплению мышьяка: трава полыни горькой (0,20-1,20 мг/кг), листья подорожника большого (0,21-0,87 мг/кг), трава тысячелистника обыкновенного (0,17-0,78 мг/кг), а также корни лопуха большого (0,14-0,81 мг/кг). Минимальная концентрирующая способность в отношении мышьяка, как и для остальных нормируемых элементов, выявлена для цветков липы сердцевидной и пижмы обыкновенной, в которых максимальные концентрации неметалла не превышает 20% от ПДК. Ряд

убывания аккумулярующей способности мышьяка анализируемыми видами ЛРС: трава полыни горькой → листья подорожника большого → трава тысячелистника обыкновенного → корни лопуха большого → трава пустырника пятилопастного → корни одуванчика лекарственного → листья крапивы двудомной → трава горца птичьего → цветки пижмы обыкновенной → цветки липы сердцевидной.

- Наиболее активно накапливают никель листья подорожника большого (1,10-8,90 мг/кг) и крапивы двудомной (1,12-13,80 мг/кг), травы пустырника пятилопастного (1,04-8,46 мг/кг) и горца птичьего (1,23-7,47 мг/кг). Общий ряд убывания концентрирующей способности никеля: листья подорожника большого → листья крапивы двудомной → трава полыни горькой → трава горца птичьего, трава пустырника пятилопастного → корни лопуха большого → трава полыни горькой → трава тысячелистника обыкновенного, цветки пижмы обыкновенной → корни одуванчика лекарственного → цветки липы сердцевидной.

- Наиболее активными концентраторами хрома являются корни одуванчика лекарственного (3,13-14,04 мг/кг) и лопуха большого (2,32-13,36 мг/кг), листья подорожника большого (1,20-11,41 мг/кг) и крапивы двудомной (1,03-13,80 мг/кг). В наименьшей степени хром аккумуляруется в цветках липы сердцевидной (0,04-1,18 мг/кг) и пижмы обыкновенной (0,06-0,94 мг/кг). Ряд убывания аккумулярующей способности ЛРС в отношении хрома: корни одуванчика лекарственного → корни лопуха большого → листья подорожника большого → листья крапивы двудомной → трава горца птичьего → трава полыни горькой, трава пустырника пятилопастного → трава тысячелистника обыкновенного → цветки пижмы обыкновенной → цветки липы сердцевидной.

- Кобальт наиболее активно накапливается в подземных органах растений – корнях одуванчика лекарственного (4,28-14,81 мг/кг) и лопуха большого (2,17-13,85 мг/кг), в 8-10 раз эффективнее, чем других анализируемых видах ЛРС. Общий ряд убывания концентрирующей способности из почв анализируемых видов ЛРС в отношении кобальта: корни одуванчика лекарственного → корни лопуха большого → листья подорожника большого, трава горца птичьего → трава пустырника пятилопастного → листья крапивы двудомной → трава тысячелистника обыкновенного → трава полыни горькой, цветки липы сердцевидной → цветки пижмы обыкновенной.

- Наибольшим накоплением меди среди анализируемых образцов ЛРС отличились надземные части производящих растений – травы полыни горькой (12,69-45,37 мг/кг), тысячелистника обыкновенного (6,69-34,71 мг/кг), пустырника пятилопастного (6,23-25,86 мг/кг), горца птичьего (4,37-32,64 мг/кг). Ряд убывания аккумулярующей способности ЛРС в отношении меди: трава полыни горькой → трава тысячелистника обыкновенного → трава пустырника пятилопастного → трава горца птичьего → корни лопуха большого → листья крапивы двудомной

→ цветки пижмы обыкновенной → корни одуванчика лекарственного → листья подорожника большого → цветки липы сердцевидной.

- Цинк в силу высокой биологической потребности в нем растений активно аккумулируется во всех видах изучаемого ЛРС, но в наибольшей степени – в подземных органах (корнях одуванчика лекарственного (20,17-97,45 мг/кг) и лопуха большого (21,04-76,37 мг/кг)) и травах (полыни горькой (19,00-115,36 мг/кг), горца птичьего (19,37-70,03 мг/кг), пустырника пятилопастного (21,97-89,42 мг/кг)). Общий ряд убывания концентрирующей способности из почв анализируемых видов ЛРС в отношении цинка: корни одуванчика лекарственного → трава полыни горькой → трава горца птичьего → трава пустырника пятилопастного → корни лопуха большого → листья крапивы двудомной, цветки липы сердцевидной → листья подорожника большого → трава тысячелистника обыкновенного → цветки пижмы обыкновенной.

4. Методами математико-статистической обработки с использованием критерия Кохрена подтверждена однородность, согласованность и достоверность полученных экспериментальных данных, а также прямая зависимость накопления ТМиМ в изученных образцах ЛРС от содержания элементов в ВСП территорий их произрастания.

5. Показано, что при увеличении концентрации всех определяемых ТМиМ в ВСП возрастало их содержание в ЛРС, при этом степень перехода имеет тенденцию к снижению по мере увеличения концентрации элемента в почве. Полученные для Воронежской области закономерности аккумуляции ТМиМ в ЛРС описаны математическими зависимостями с максимальными коэффициентами достоверности аппроксимации и согласуются с результатами ранее проведенных комплексных исследований по Алтайскому краю [57]. При анализе средних значений КН ТМиМ всеми изучаемыми видами ЛРС построен ряд убывания общей средней эффективности аккумуляции элементов растениями: цинк > медь > кадмий > кобальт > никель > мышьяк > хром > свинец > ртуть. Определены кларки ТМиМ в растениях синантропной флоры Воронежской области: для свинца – 1,04 мг/кг, ртути – 0,004 мг/кг, кадмия - 0,08 мг/кг, мышьяка – 0,22 мг/кг, никеля – 2,94 мг/кг, хрома - 2,77 мг/кг, кобальта – 1,85 мг/кг, меди – 11,37 мг/кг, цинка – 40,23 мг/кг.

6. При анализе элементного комплекса ЛРС региона лимитирующим показателем явилось содержание золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, на основании которого можно считать допустимым для сбора ЛРС в регионе расстояние от автомагистралей IА категории в условиях лесной природной зоны – не менее 230 м, в условиях лесостепной зоны – не менее 300 м, в условиях степной зоны, лишенной древесной и кустарниковой растительности, - не менее 660 м, вблизи нескоростных автомобильных дорог (IV категории) – не менее 160 м, вблизи железнодорожных магистралей – не менее 130 м.

ГЛАВА 4. СОДЕРЖАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ВЕРХНИХ СЛОЯХ ПОЧВ И ЛРС

4.1. Содержание радионуклидов в верхних слоях почв

Результаты измерений УА РН в изучаемых образцах ВСП приведены в таблице Е.1 Приложения Е. Анализ существующей нормативной документации показал, что на настоящее время предельно допустимая УА как искусственных, так и естественных РН в почве не регламентирована.

Значения УА РН в ВСП в целом относительно невелики и, согласно данным литературы, их можно считать среднестатистическими для регионов средней полосы РФ. УА стронция-90 в ВСП варьировала от 4,2 Бк/кг до 9,1 Бк/кг при среднем значении для всех анализируемых образцов 6,4 Бк/кг. УА цезия-137 в изучаемых образцах ВСП принимала числовые значения от 20,7 Бк/кг до 74,7 Бк/кг, среднее значение составило 42,9 Бк/кг. Относительно более высокой УА цезия-137 (более 50 Бк/кг) и стронция-90 (более 7 Бк/кг) в ВСП выделялись районы северо-западной части Воронежской области: Рамонский, Каширский, Верхнехавский, Нижнедевицкий, Семилукский, Репьевский, Хохольский районы, г. Острогожск, г. Нововоронеж, г. Семилуки и г. Воронеж. Связать полученные данные можно с фактом попадания вышеперечисленных территорий в зону фоновых районов Чернобыльских радиоактивных выпадений [107, 231].

УА тория-232 варьировала от 28,9 Бк/кг до 63,8 Бк/кг при среднем значении для ВСП региона 38,5 Бк/кг. Диапазон УА калия-40 в ВСП изучаемых территорий составил от 312 Бк/кг до 895 Бк/кг, средняя УА РН составила 509 Бк/кг. Определяемая УА радия-226 принимала значения от 5,2 Бк/кг до 13,6 Бк/кг и в среднем составила 8,9 Бк/кг. Несколько более высокими числовыми показателями УА относительно среднемировых значений (по Ф.А. Тихомирову, 1988 г. и по М.И. Луневу, П.М. Орлову, 2009 г.) и средних значений по России (по М.И. Луневу, П.М. Орлову, 2009 г.) отличались калий-40 и торий-232. Это объясняется особенностью почв Воронежской области, в большинстве своем представленных черноземами, для которых характерны более высокие средние значения активности природных РН. При этом содержание радия-226 в ВСП региона заметно ниже среднемировых значений, что, вероятно, можно объяснить тем, что данный РН в преобладающих в регионе черноземных почвах накапливается преимущественно на карбонатных и сульфатных испарительных барьерах, располагающихся значительно глубже исследуемых ВСП. Таким образом, почвы области можно признать в целом радиологически благополучными [107].

Относительно более высокими значениями УА (по сравнению со средними по области) калия-40, тория-232, радия-226 характеризовались образцы ВСП, отобранные вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» и прилегающих районах (вблизи химического предприятия ООО «Воронежсинтезкаучук», вдоль низовья Воронежского водохранилища, на улице города

Воронежа). Полученные результаты объясняются тем, что более семи десятилетий ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» функционировала на каменном угле, сжигание которого является источником выбросов в окружающую среду ряда естественных РН, таких как калий-40, полоний-210, свинец-210, радий-226, радий-228, торий-232. Отечественные электростанции, работающие на угле с высокой зольностью, даже при степени очистки выбросов 90-99 %, поставляют в атмосферу эти РН в количествах, формирующих порой значительно большую эффективную эквивалентную дозу, чем атомные станции аналогичной мощности [349].

ЭУА радиоактивных изотопов тория, калия, радия нормируется СанПин 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности», однако, исключительно для строительных материалов. Данный показатель не должен превышать для жилых и общественных зданий 370 Бк/кг (I класс), для дорог населённых пунктов и перспективной застройки - 740 Бк/кг (II класс), а для дорог вне населённых пунктов – 1500 Бк/кг (III класс) [273]. Если воспользоваться данной шкалой, то условно требованиям I класса радиационной безопасности соответствуют все исследуемые почвы. Наибольшие значения ЭУА природных радиоактивных изотопов (более 150 Бк/кг) отмечены для почв, изъятых вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС», ОАО «Воронежсинтезкаучук», аэропорта и в г. Калаче. Однако нормируемая ЭУА природных радиоактивных изотопов к почве не относится, и приведенное сравнение носит исключительно аналитический характер.

4.2. Накопление радионуклидов в траве горца птичьего *Polygonum aviculare* L.

УА стронция-90 в отобранных образцах травы горца птичьего варьировала от 2,0 Бк/кг до 5,0 Бк/кг (таблица Е.2 Приложения Е). Среднее значение УА данного РН для все анализируемых образцов составило 3,5 Бк/кг, что более, чем в 50 раз меньше предельно допустимой УА (200 Бк/кг).

УА цезия-137 в образцах изучаемого ЛРС принимала числовые значения от 20,6 Бк/кг до 83,2 Бк/кг при среднем значении для травы горца птичьего, заготовленной на территории Воронежской области, 47,0 Бк/кг, что более, чем в 8 раз меньше предельно допустимой УА (400 Бк/кг).

Числовые значения сумм показателей соответствия и погрешностей их определения, рассчитанных на основе результатов определения УА цезия-137 и стронция-90, для проанализированной травы горца птичьего не превышали 1,0, варьировав от 0,07 до 0,23, что позволяет признать все изученные образцы соответствующими критерию радиационной безопасности (первая группа). Таким образом, все заготовленные образцы травы горца птичьего соответствуют требованиям ГФ XIV по радиационной безопасности [53, 82].

Значения предельно допустимой УА тория-232, а также, калия-40 и радия-226 для ЛРС в настоящее время не нормируются. Содержание тория-232 в траве горца птичьего характеризуется значениями УА от 1,3 Бк/кг до 14,0 Бк/кг. Среднее значение УА данного РН для всех

анализируемых образцов составило 6,6 Бк/кг. УА калия-40 в траве горца птичьего варьировала от 423 Бк/кг до 1197 Бк/кг при среднем значении для всех анализируемых образцов 690 Бк/кг. Среднее значение УА радия-226 составило 4,5 Бк/кг, а данный показатель принимал числовые значения от 2,0 Бк/кг до 7,2 Бк/кг. ЭУА природных РН варьировала от 48,27 Бк/кг до 127,57 Бк/кг [82].

УА РН определяемых в траве горца птичьего можно считать невысокими. Для каждого анализируемого РН распределение числовых значений УА по местам заготовки ЛРС относительно равномерное. Несколько более высокими показателями УА цезия-137, тория-232, калия-40, радия-226, а также суммы показателя соответствия и погрешности ее определения и ЭУА природных РН, выделялись образцы, заготовленные вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС», химического предприятия ОАО «Воронежсинтезкаучук», вдоль низовья Воронежского водохранилища, а также на улице Димитрова, относящейся к Левобережному району города Воронежа. Полученные результаты объясняются тем, что все перечисленные территории заготовки сырья располагались в зоне выпадения осадков от выбросов ТЭЦ, которая более семи десятилетий функционировала на каменном угле. На примере травы горца птичьего, заготовленной на указанных территориях, попадающих в зону влияния ТЭЦ-1 «ВОГРЭС», было заметно увеличение УА тория-232, калия-40, цезия-137, радия-226 относительно среднерегionalных значений в 1,5-2 раза.

Корреляционный анализ УА искусственных и естественных РН в ВСП и траве горца птичьего (таблица Е.12 Приложения Е) показал наличие сильной взаимосвязи между данными числовыми показателями, что подтверждает преимущественное транспочвенное радионуклидное загрязнение ЛРС.

Данные, представленные на рисунках 4.1-4.5, показывают, что при увеличении УА стронция-90, цезия-137, тория-232, калия-40, радия-226 в ВСП возрастала их УА в траве горца птичьего. Закономерности перехода описаны математическими зависимостями с максимальным коэффициентом достоверности аппроксимации.

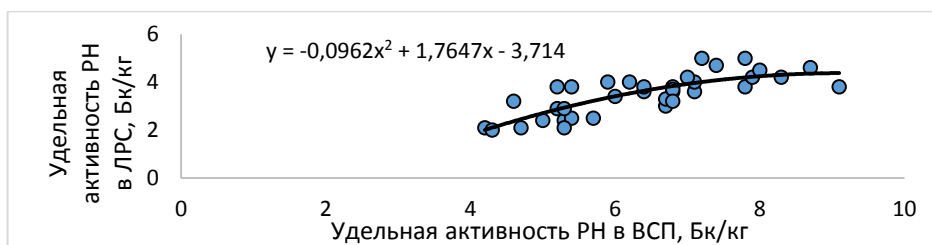


Рисунок 4.1 - Зависимость УА стронция-90 в траве горца птичьего от его УА в ВСП

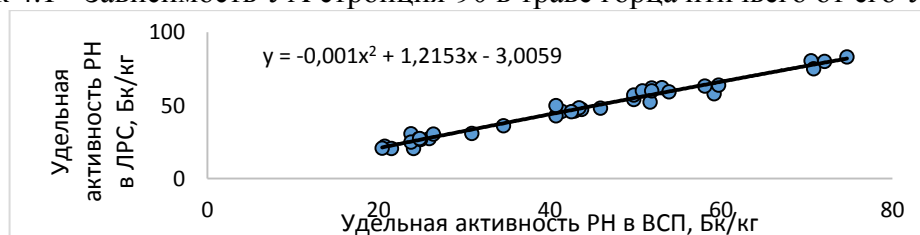


Рисунок 4.2 - Зависимость УА цезия-137 в траве горца птичьего от его УА в ВСП

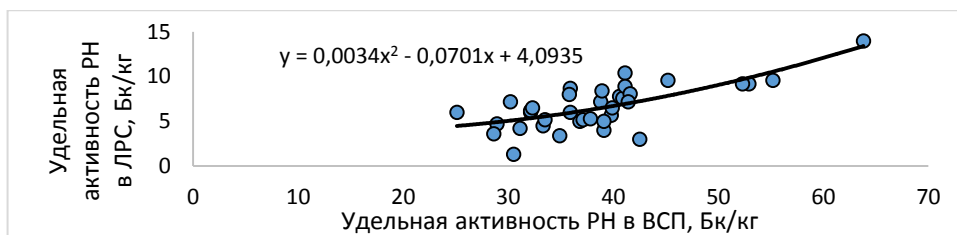


Рисунок 4.3 - Зависимость УА тория-232 в траве горца птичьего от его УА в ВСП

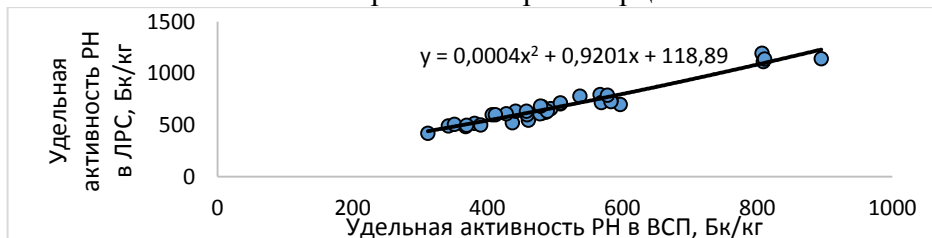


Рисунок 4.4 - Зависимость УА калия-40 в траве горца птичьего от его УА в ВСП

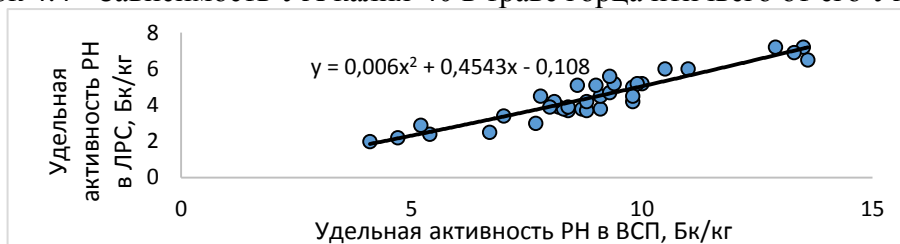


Рисунок 4.5 - Зависимость УА радия-226 в траве горца птичьего от его УА в ВСП

Анализ КН РН (таблица Ж.1 Приложения Ж) показал, что трава горца птичьего наиболее активно аккумулировала из ВСП калий-40 (КН варьируют от 1,19 до 1,48 при среднем значении 1,36) и цезий-137 (КН варьируют от 0,85 до 1,29 при среднем значении 1,09), то есть УА этих РН в данном виде ЛРС в целом, выше, чем в почве, на которой оно заготовлено. С относительно невысокой активностью накапливался в траве горца птичьего стронций-90 - средний КН изотопа составил 0,55 и варьировал в образцах региона от 0,40 до 0,73, и радия-226 – средний КН составил 0,50, варьировал от 0,37 до 0,60. В наименьшей степени в траве горца птичьего накапливался торий-232: среднее значение КН составило 0,17 (варьировало от 0,10 до 0,26).

Степень перехода стронция-90, цезия-137 из ВСП в траву горца птичьего (рисунки 4.6-4.10) имела тенденцию к снижению по мере увеличения УА РН в почве, что свидетельствовало о физиологической возможности регуляции их аккумуляции в растении. КН тория-232, калия-40, радия-226, напротив, возрастали при увеличении содержания РН в ВСП.

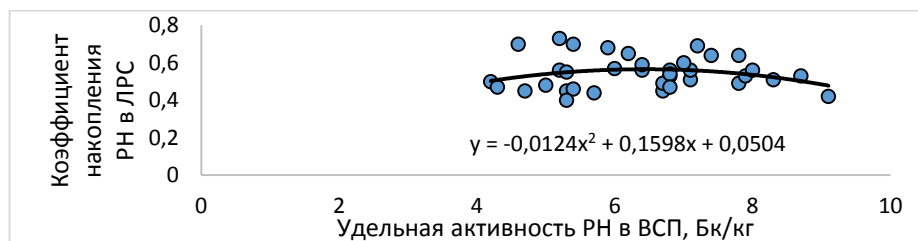


Рисунок 4.6 - Зависимость КН стронция-90 в траве горца птичьего от его УА в ВСП

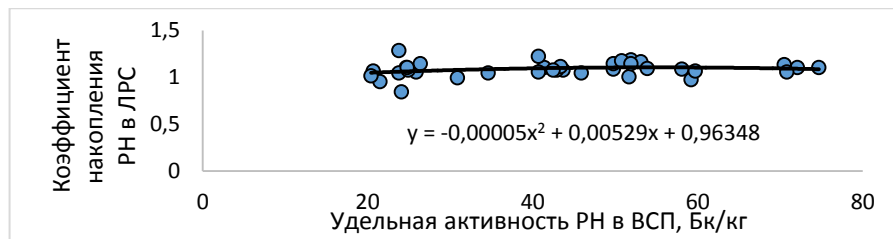


Рисунок 4.7 - Зависимость КН цезия-137 в траве горца птичьего от его УА в ВСП

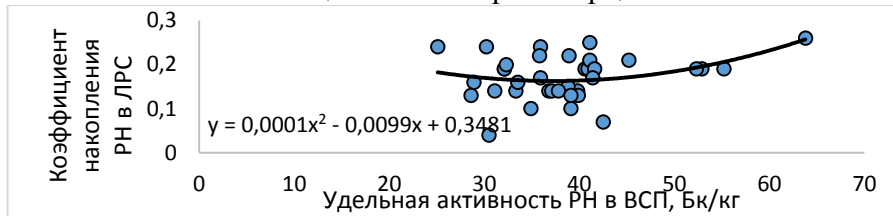


Рисунок 4.8 - Зависимость КН тория-232 в траве горца птичьего от его УА в ВСП

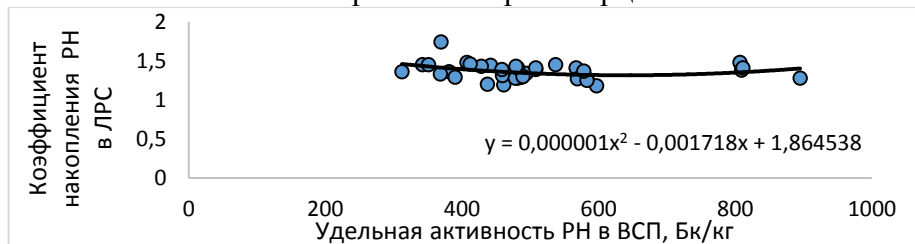


Рисунок 4.9 - Зависимость КН калия-40 в траве горца птичьего от его УА в ВСП

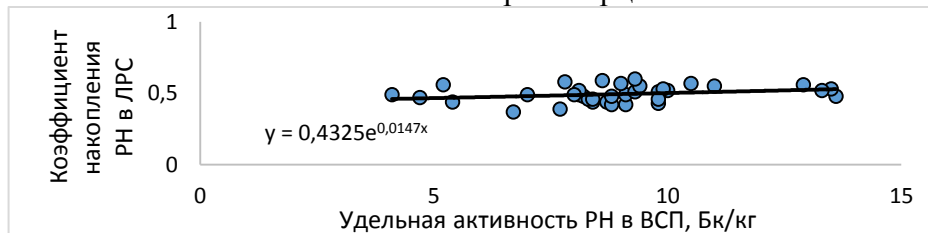


Рисунок 4.10 - Зависимость КН радия-226 в траве горца птичьего от его УА в ВСП

4.3. Накопление радионуклидов в траве полыни горькой *Artemisia absinthium* L.

УА стронция-90 в траве полыни горькой (таблица Е.3 Приложения Е) характеризовался средними значениями 4,8 Бк/кг, при этом диапазон варьирования данного показателя составил от 3,7 Бк/кг до 7,2 Бк/кг, что в десятки раз меньше предела допустимого содержания РН в ЛРС, установленном ФС в 200 Бк/кг. УА цезия-137 в траве полыни горькой, варьируя от 27,6 Бк/кг до 120,4 Бк/кг (среднее по региону значение 72,4 Бк/кг) также не превышал пределов допустимого содержания РН в ЛРС, установленных ГФ XIV в 400 Бк/кг [53,83].

Значения суммы показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения для всех изученных образцов, рассчитанные по основе значений УА искусственных РН, позволили считать заготовленную на территории Воронежской области траву полыни горькой соответствующей критерию радиационной безопасности (первая группа): данный показатель принимал числовые значения от 0,09 до 0,33, что не превышало установленной ГФ XIV нормы (1,0) [53].

Содержание тория-232 характеризовалась значениями УА от 4,5 Бк/кг до 16,1 Бк/кг (в среднем для всех изученных образцов 8,8 Бк/кг). Аккумуляция в траве полыни горькой калия-40 отмечена на уровне 514 Бк/кг – 1488 Бк/кг при среднем значении 844 Бк/кг. УА радия-226 варьировала от 3,1 Бк/кг до 10,5 Бк/кг (среднее значение – 6,6 Бк/кг). ЭУА природных РН варьировала от 56,02 Бк/кг до 165,05 Бк/кг [83, 322].

Полученные результаты определения УА природных и искусственных РН в данном ЛРС отличает равномерный характер распределения по изучаемым районам сбора. Несколько более высокими значениями УА и ЭУА природных РН, а также суммы показателя соответствия и погрешности его определения выделялись образцы, заготовленные вблизи ТЭЦ «ВОГРЭС», а также на побережье Воронежского водохранилища, на улице города Воронежа, относящейся к Левобережному району, вблизи химического предприятия ОАО «Воронежсинтезкаучук», расположенных в зоне попадания выбросов ТЭЦ.

Детальный анализ корреляционной зависимости УА искусственных и естественных РН в ВСП и траве полыни горькой (таблица Е.12 Приложения Е) показал наличие весьма заметной взаимосвязи для стронция-90, цезия-137, калия-40, радия-226, и заметной – для тория-232, что подтверждает преимущественное загрязнение ЛРС РН через почву.

Данные, представленные на рисунках 4.11-4.15, показывают, что при увеличении УА стронция-90, цезия-137, тория-232, калия-40, радия-226 в ВСП возрастала их УА в траве полыни горькой. Закономерности перехода описаны математическими зависимостями.

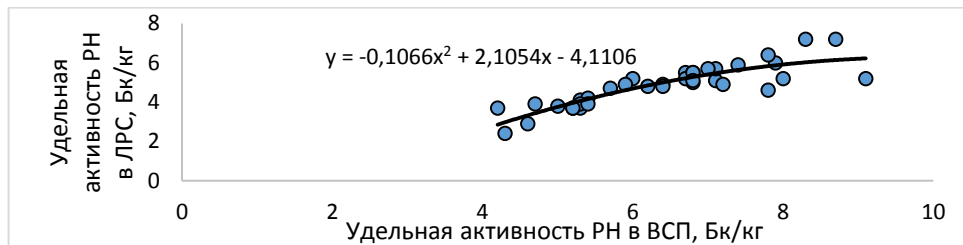


Рисунок 4.11 - Зависимость УА стронция-90 в траве полыни горькой от его УА в ВСП

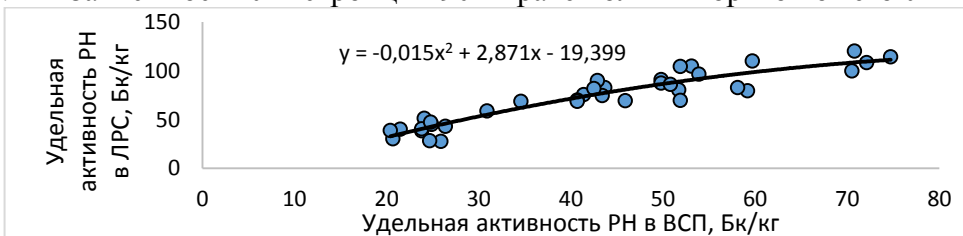


Рисунок 4.12 - Зависимость УА цезия-137 в траве полыни горькой от его УА в ВСП

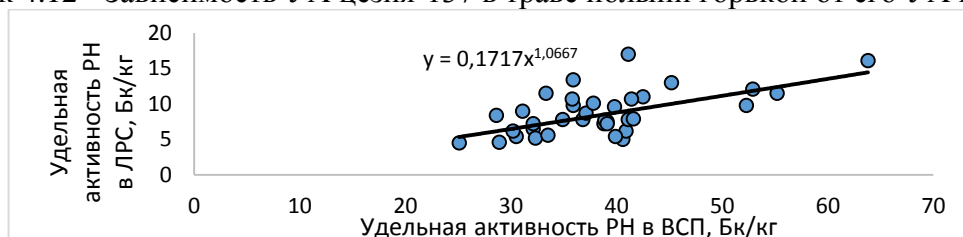


Рисунок 4.13 - Зависимость УА тория-232 в траве полыни горькой от его УА в ВСП

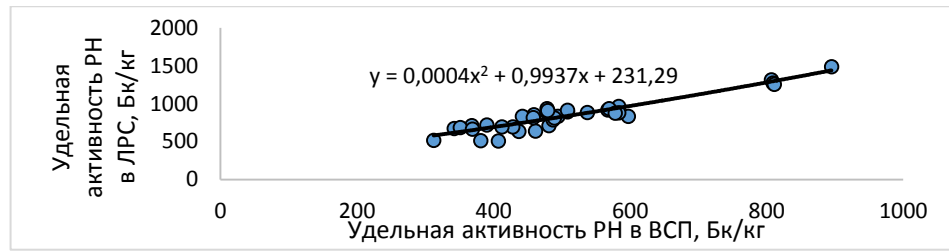


Рисунок 4.14 - Зависимость УА калия-40 в траве полыни горькой от его УА в ВСП

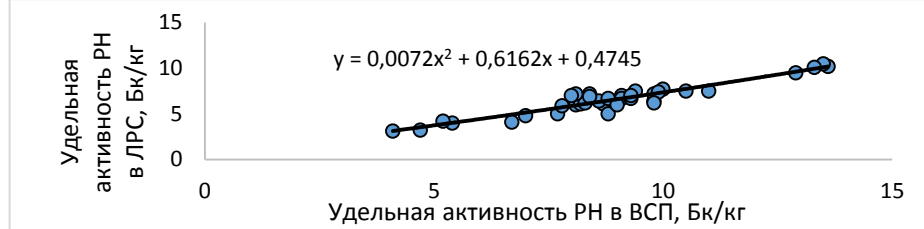


Рисунок 4.15 - Зависимость УА радия-226 в траве полыни горькой от его УА в ВСП

Анализ КН искусственных и естественных РН в траве полыни горькой (таблица Ж2 Приложения Ж) показал способность данного вида ЛРС к аккумуляции цезия-137 и калия-40 из ВСП. КН для цезия-137 варьировали от 1,07 до 2,12 (в среднем 1,70). Для калия-40 данные показатели были очень близки в числовом выражении к данным по радиоактивному цезию – варьировали от 1,35 до 1,98 при среднем значении 1,68, что также подтвердило одинаковый механизм аккумуляции данных изотопов из почвы – по калиевым каналам. Сходный характер накопления также имеют двухвалентные радиоизотопы стронция и радия. КН стронция-90 варьировали от 0,56 до 0,87 и в среднем составляют 0,76. Для радия-226 данный показатель в среднем для всех проанализированных образцов составил 0,74, варьировав от 0,61 до 0,89, что свидетельствовало об относительно высоком уровне аккумуляции в траве полыни горькой данных РН. Наиболее низкие КН отмечены для тория-232: в среднем они составили 0,23, варьируя от 0,11 до 0,30 [367].

КН стронция-90, цезия-137, калия-40 из ВСП в траве полыни горькой (рисунки 4.16-4.20) имели тенденцию к снижению по мере увеличения УА РН в почве, что указывало на наличие физиологических механизмов регуляции их поступления в растение, а тория-232, радия-226 – напротив, возрастали.

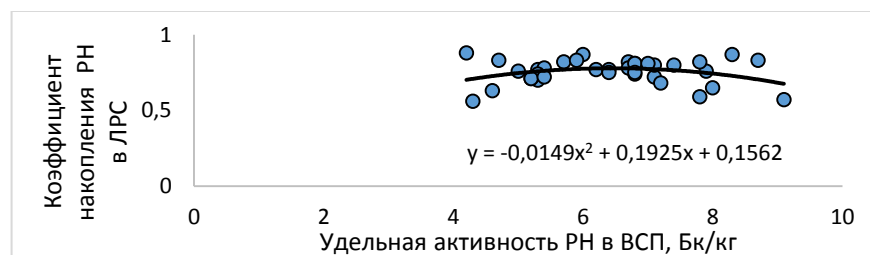


Рисунок 4.16 - Зависимость КН стронция-90 в траве полыни горькой от его УА в ВСП

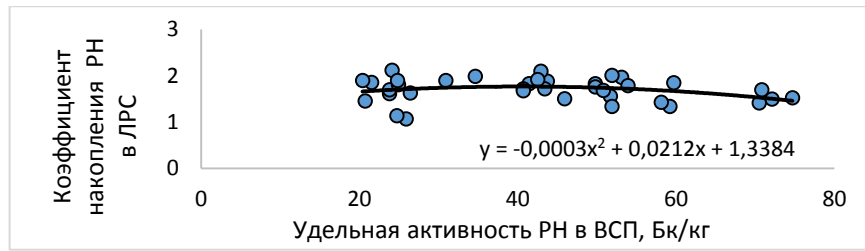


Рисунок 4.17 - Зависимость КН цезия-137 в траве полыни горькой от его УА в ВСП

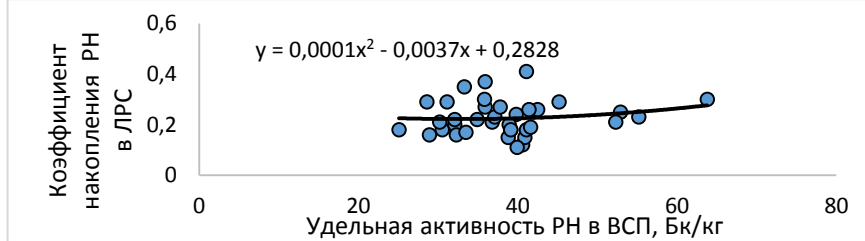


Рисунок 4.18 - Зависимость КН тория-232 в траве полыни горькой от его УА в ВСП

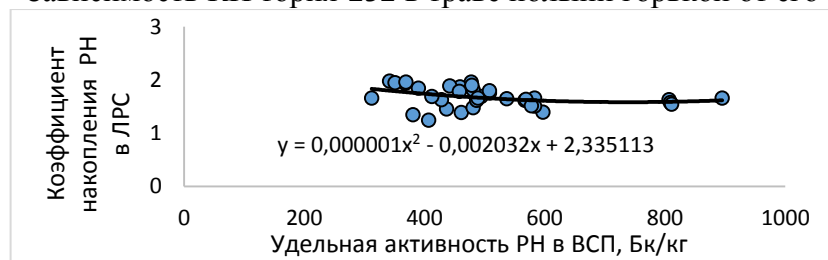


Рисунок 4.19 - Зависимость КН калия-40 в траве полыни горькой от его УА в ВСП

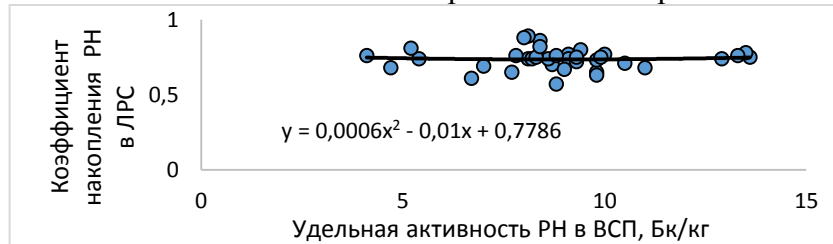


Рисунок 4.20 - Зависимость КН радия-226 в траве полыни горькой от его УА в ВСП

4.4. Накопление радионуклидов в траве тысячелистника обыкновенного *Achillea millefolium* L.

Накопление стронция-90 в траве тысячелистника обыкновенного (таблица Е.4 Приложения Е) характеризуется значениями УА от 2,8 Бк/кг до 5,3 Бк/кг при среднем значении для всех анализируемых образцов данного ЛРС 3,7 Бк/кг, что более чем в 50 раз меньше предельно допустимых требований ГФ XIV.

Аккумуляция цезия-137 в траве тысячелистника обыкновенного характеризовалась более высокими абсолютными значениями, варьировавшими от 18,4 Бк/кг до 78,6 Бк/кг, а среднее значение УА составило 44,1 Бк/кг, что значительно меньше предельно допустимого значения 400 Бк/кг.

Для всех изученных образцов травы тысячелистника обыкновенного числовые значения сумм показателей соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности их

определения не превышали 1,0, варьирував от 0,07 до 0,21, что дает основание признать все данное ЛРС соответствующим критерию радиационной безопасности (первая группа) [53, 322].

Накопление в траве тысячелистника обыкновенного природных РН характеризовалось невысокими числовыми значениями. УА тория-232 варьировала от 2,6 Бк/кг до 8,2 Бк/кг, а в среднем составила 4,9 Бк/кг. УА калия-40 варьировала от 316 Бк/кг до 948 Бк/кг при среднем значении данного показателя для изученных образцов 525 Бк/кг. Аккумуляцию радия-226 травой тысячелистника обыкновенного характеризовали значения его УА от 2,7 Бк/кг до 7,7 Бк/кг, средняя УА составила 5,2 Бк/кг. ЭУА природных РН варьировала от 36,30 Бк/кг до 103,18 Бк/кг [322].

Полученные результаты определения УА природных и искусственных РН в траве тысячелистника обыкновенного, заготовленной на территории Воронежской области, отличали невысокие числовые значения и равномерность распределения по изучаемым районам заготовки сырья. Несколько более высокими значениями УА и ЭУА природных РН, цезия-137, а также сумм показателей соответствия и погрешностей их определения, как и траве горца птичьего отмечены в образцах, заготовленных вблизи ТЭЦ «ВОГРЭС», а также вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук», водохранилища, на улице Димитрова города Воронежа. Объяснить полученные результаты можно тем, что последние три района отбора образцов расположены на примерно равном и относительно небольшом расстоянии от ТЭЦ «ВОГРЭС».

Корреляционный анализ УА искусственных и естественных РН в ВСП и траве тысячелистника обыкновенного (таблица Е.12 Приложения Е) показал наличие сильной взаимосвязи между данными числовыми показателями для стронция-90, цезия-137, калия-40, радия-226, что подтверждает преимущественное транспочвенное загрязнение ими ЛРС. Слабая корреляционная связь, установленная по УА тория-232 в почве и ЛРС, вероятно, связана с низкими и мало варьирующими числовыми значениями показателя в сырье.

Данные, представленные на рисунках 4.21-4.25 показывают, что при увеличении УА всех определяемых РН в ВСП возрастала их УА в траве тысячелистника обыкновенного. Закономерности перехода описаны математическими зависимостями.

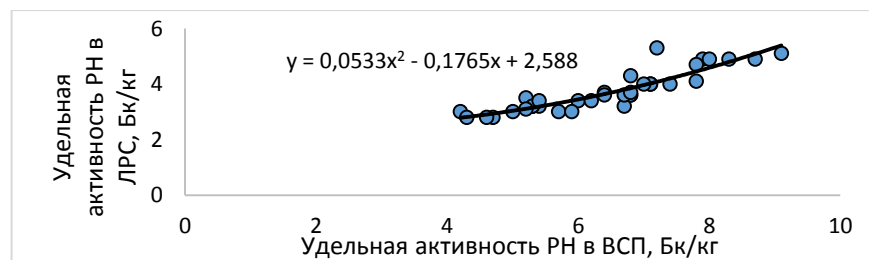


Рисунок 4.21 - Зависимость УА стронция-90 в траве тысячелистника обыкновенного от его УА в ВСП

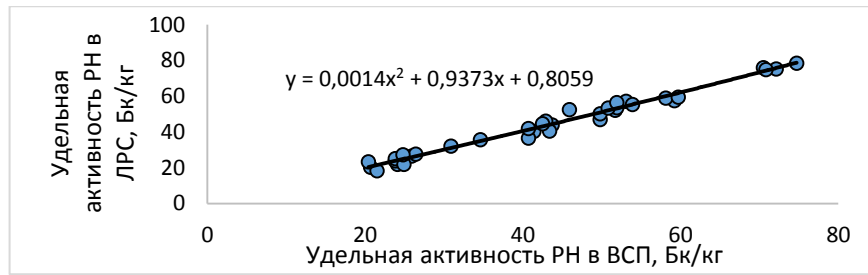


Рисунок 4.22 - Зависимость УА цезия-137 в траве тысячелистника обыкновенного от его УА в ВСП

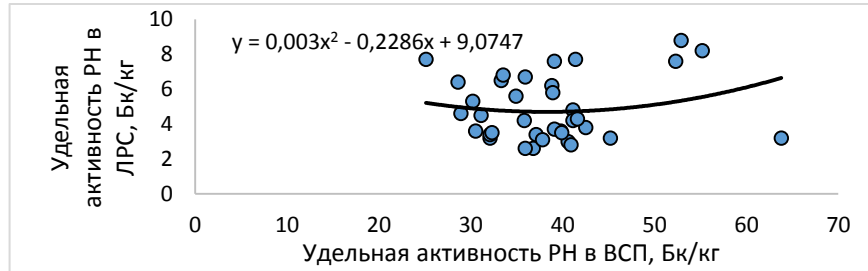


Рисунок 4.23 - Зависимость УА тория-232 в траве тысячелистника обыкновенного от его УА в ВСП

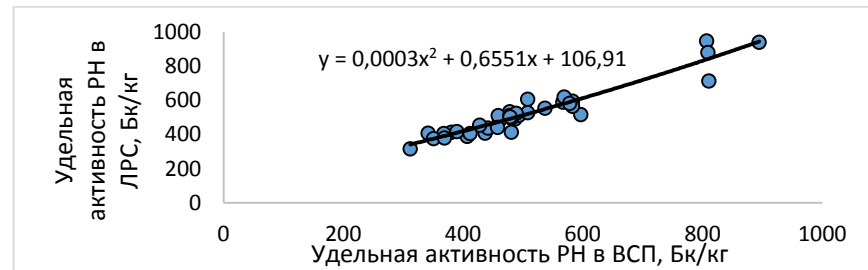


Рисунок 4.24 - Зависимость УА калия-40 в траве тысячелистника обыкновенного от его УА в ВСП

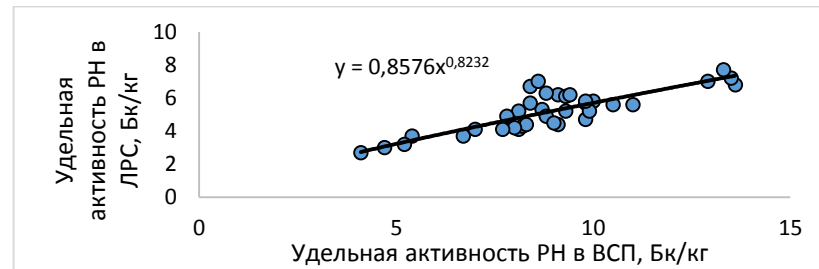


Рисунок 4.25 - Зависимость УА радия-226 в траве тысячелистника обыкновенного от его УА в ВСП

Анализ полученных расчетных КН РН (таблица Ж.3 Приложения Ж) показал, что трава тысячелистника обыкновенного наиболее активно аккумулирует из ВСП калий-40 (КН варьируют от 0,86 до 1,12 при среднем значении 1,04) и цезий-137 (КН варьируют от 0,86 до 1,15 при среднем значении 1,02). Умеренно накапливается в траве тысячелистника обыкновенного стронций-90 - средний КН изотопа составил 0,59 и варьирует в образцах региона от 0,48 до 0,74, и радия-226 - средний КН составил 0,59, варьируя от 0,51 до 0,81. В наименьшей степени в траве тысячелистника обыкновенного аккумулируется торий-232: КН колебались от 0,07 до 0,31, среднее значение КН составило 0,13, что являлось наименьшим показателем для ЛРС Воронежской области [367].

Для КН стронция-90, тория-232, калия-40, радия-226 в траве тысячелистника обыкновенного (рисунки 4.26-4.30) отмечены тенденции к снижению при увеличении их УА в почве, что свидетельствовало о наличии физиологических механизмов регуляции их поступления в растение. КН цезия-137, наоборот, несколько возрастали, что указывало на высокую способность к накоплению данного РН у растения.

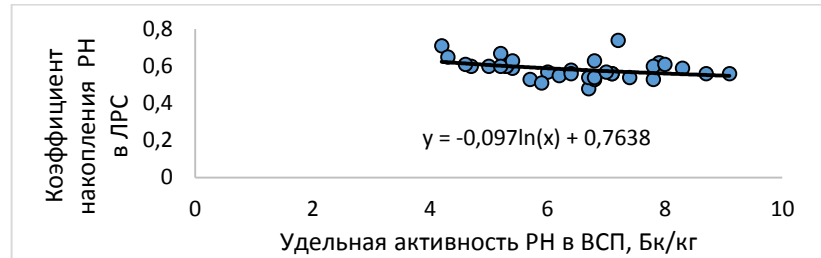


Рисунок 4.26 - Зависимость КН стронция-90 в траве тысячелистника обыкновенного от его УА в ВСП

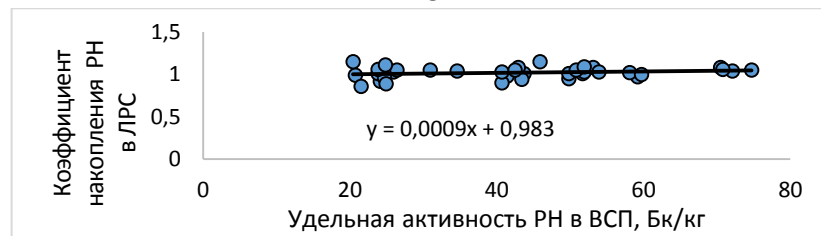


Рисунок 4.27 - Зависимость КН цезия-137 в траве тысячелистника обыкновенного от его УА в ВСП

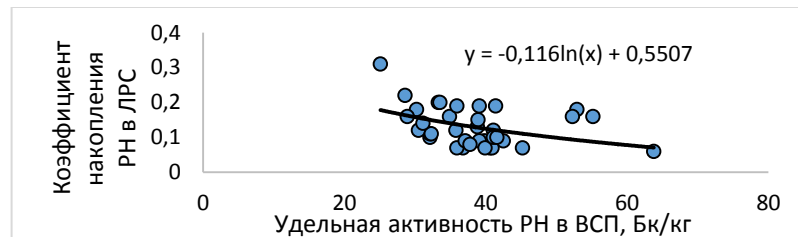


Рисунок 4.28 - Зависимость КН тория-232 в траве тысячелистника обыкновенного от его УА в ВСП

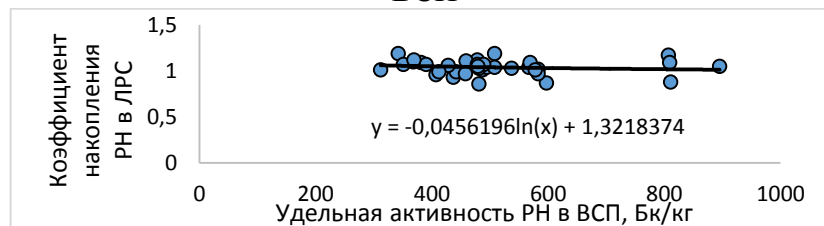


Рисунок 4.29 - Зависимость КН калия-40 в траве тысячелистника обыкновенного от его УА в ВСП

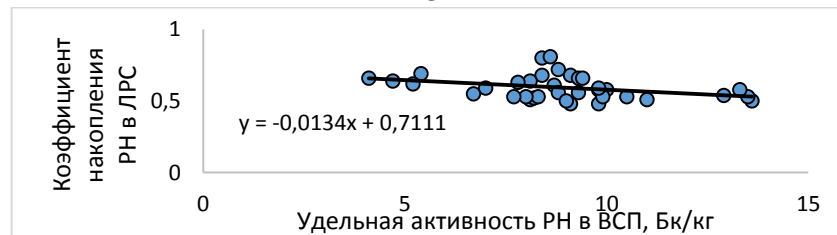


Рисунок 4.30 - Зависимость КН радия-226 в траве тысячелистника обыкновенного от его УА в ВСП

4.5. Накопление радионуклидов в траве пустырника пятилопастного *Leonurus quinquelobatus* Gilib.

УА стронция-90 в траве пустырника пятилопастного (таблица Е.5 Приложения Е) характеризовалась значениями от 2,9 Бк/кг до 7,6 Бк/кг (при среднем значении 3,9 Бк/кг), что в десятки раз меньше предела допустимого содержания РН в ЛРС. УА цезия-137, варьируя от 37,8 Бк/кг до 134,1 Бк/кг (в среднем - 78,8 Бк/кг), также не превышала пределов допустимого содержания данного РН в ЛРС.

Значения суммы показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения позволили считать заготовленную на территории Воронежской области траву пустырника пятилопастного соответствующей критерию радиационной безопасности (первая группа): данный показатель варьировал от 0,11 до 0,37 [53,322].

УА РН калия-40 в траве пустырника пятилопастного отличался более высокими значениями, чем для других видов изучаемого ЛРС, варьировал от 614 Бк/кг до 1341 Бк/кг при среднем значении 919 Бк/кг. Содержание тория-232 не выделялось высокими показателями и характеризовалось значениями УА от 5,5 Бк/кг до 12,9 Бк/кг (в среднем для всех изученных образцов 7,7 Бк/кг). УА радия-226 варьировала от 2,8 Бк/кг до 7,6 Бк/кг (среднее для всех изученных образцов – 5,0 Бк/кг), что также являлось относительно невысоким уровнем накопления радиоизотопа. ЭУА природных РН варьировала от 69,21 Бк/кг до 141,61 Бк/кг [322].

Полученные результаты определения УА природных и искусственных РН в данном ЛРС, заготовленном на территории Воронежской области, отвечают закону непрерывного равномерного распределения. Несколько более высокими значениями УА и ЭУА природных РН, а также суммы показателя соответствия и погрешности его определения, отмечены в образцах, заготовленных вблизи ТЭЦ «ВОГРЭС», а также на улице Левобережного района, вдоль водохранилища, вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук», которые расположены в ближайшей окружности от ТЭЦ.

Детальный анализ корреляционной зависимости УА искусственных и естественных РН в ВСП и траве пустырника пятилопастного (таблица Е.12 Приложения Е) показал наличие тесной взаимосвязи между данными числовыми показателями, что подтверждает преимущественное радионуклидное загрязнение ЛРС через почву. Данные, представленные на рисунках 4.31-4.35, показывают, что при увеличении УА стронция-90, цезия-137, тория-232, калия-40, радия-226 в ВСП возрастала их УА в ЛРС. Закономерности перехода описаны математическими зависимостями с максимальным коэффициентом достоверности аппроксимации.

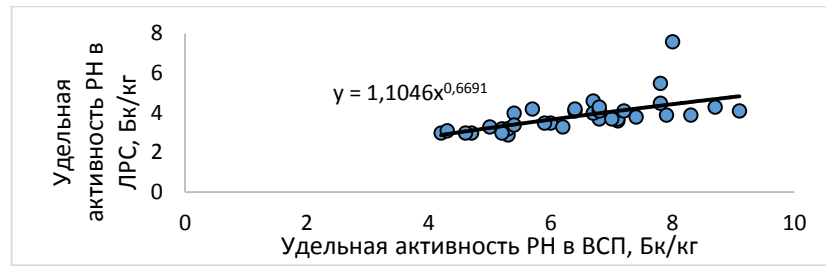


Рисунок 4.31 - Зависимость УА стронция-90 в траве пустырника пятилопастного от его УА в ВСП

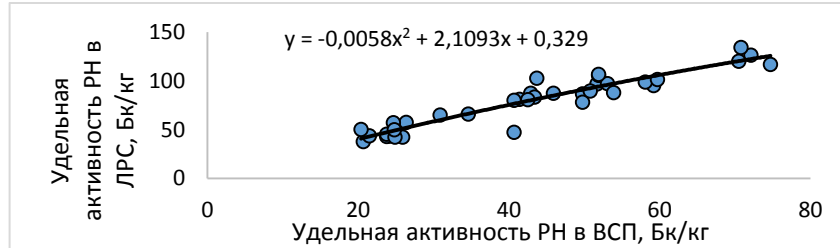


Рисунок 4.32 - Зависимость УА цезия-137 в траве пустырника пятилопастного от его УА в ВСП

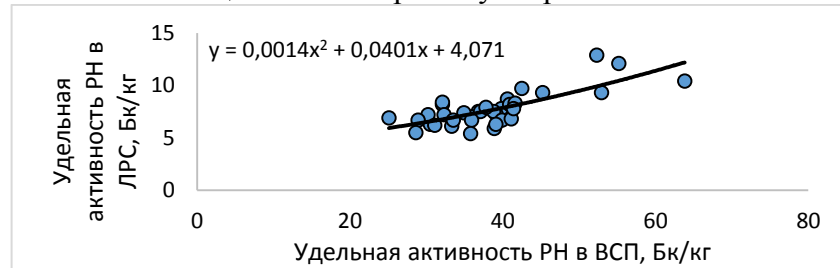


Рисунок 4.33 - Зависимость УА тория-232 в траве пустырника пятилопастного от его УА в ВСП

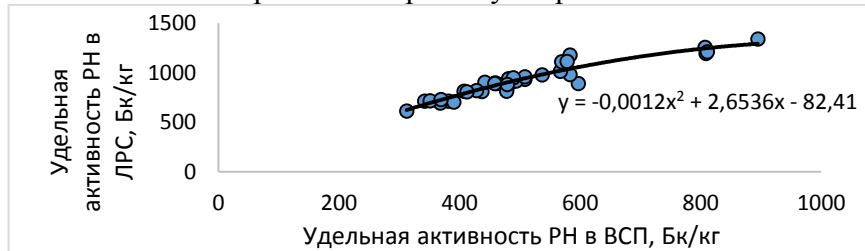


Рисунок 4.34 - Зависимость УА калия-40 в траве пустырника пятилопастного от его УА в ВСП

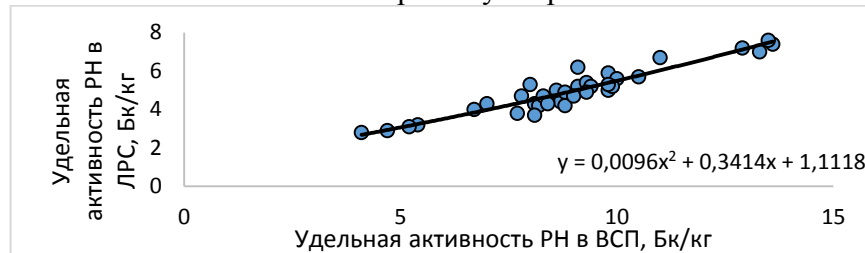


Рисунок 4.35 - Зависимость УА радия-226 в траве пустырника пятилопастного от его УА в ВСП

КН РН в траве пустырника пятилопастного (таблица Ж.4 Приложения Ж) показали активную аккумуляцию ЛРС из ВСП калия-40 (КН варьировали от 1,50 до 2,16 при среднем значении 1,85) и цезия-137 (КН варьировали от 1,16 до 2,47 при среднем значении 1,87). С относительно невысокой активностью накапливался в траве пустырника пятилопастного стронций-90 - средний КН изотопа составил 0,61 и варьировал от 0,47 до 0,95, и радий-226 - средний КН составил 0,56, варьировав от 0,48 до 0,68. В наименьшей степени в траве пустырника

пятилопастного накапливался торий-232: среднее значение КН составило 0,20 (варьировало от 0,13 до 0,27).

Для КН определяемых РН в траве пустырника пятилопастного отмечены тенденции к снижению при увеличении их УА в ВСП, что говорит о наличии физиологических механизмов регуляции поступления их в ЛРС. Закономерности перехода описаны математическими зависимостями (рисунки 4.36-4.40).

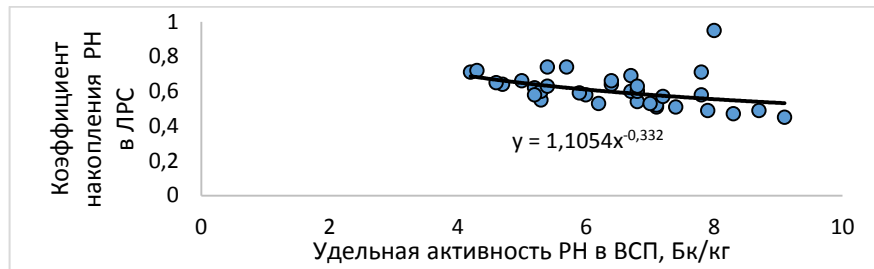


Рисунок 4.36 - Зависимость КН стронция-90 в траве пустырника пятилопастного от его УА в ВСП

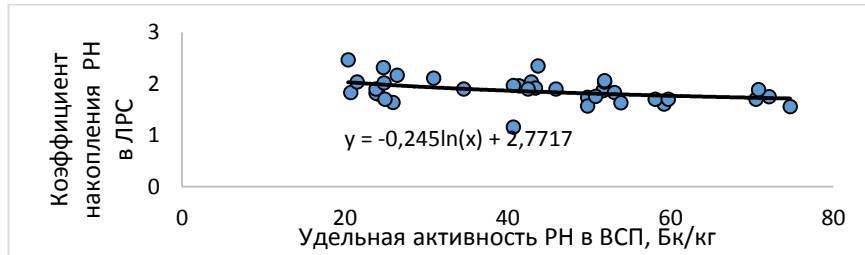


Рисунок 4.37 - Зависимость КН цезия-137 в траве пустырника пятилопастного от его УА в ВСП

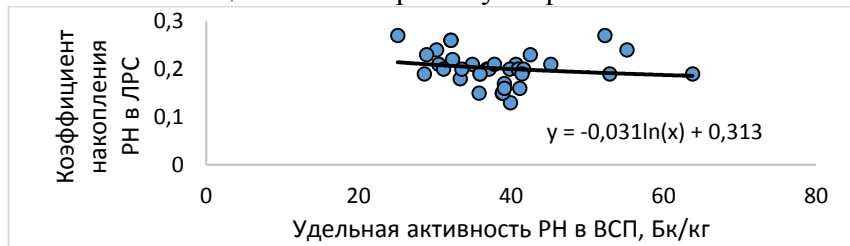


Рисунок 4.38 - Зависимость КН тория-232 в траве пустырника пятилопастного от его УА в ВСП

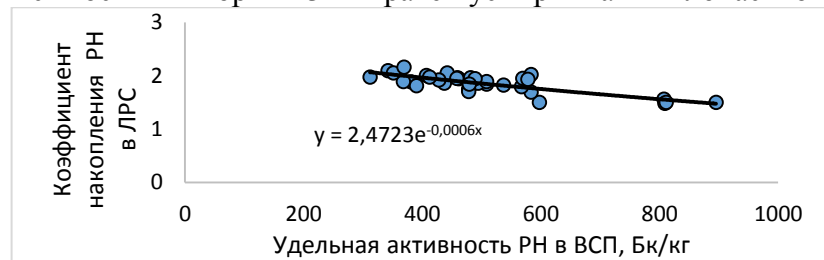


Рисунок 4.39 - Зависимость КН калия-40 в траве пустырника пятилопастного от его УА в ВСП

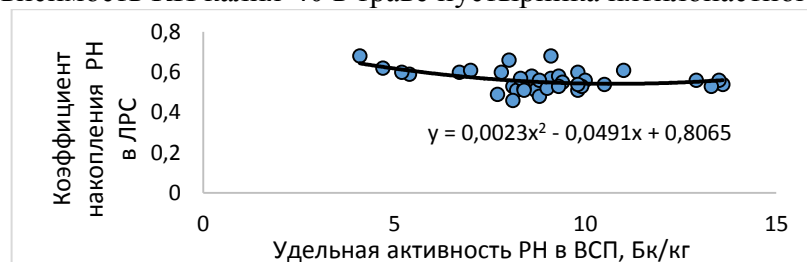


Рисунок 4.40 - Зависимость КН радия-226 в траве пустырника пятилопастного от его УА в ВСП

4.6. Накопление радионуклидов в листьях подорожника большого *Plantago major* L.

УА в листьях подорожника большого стронция-90 в среднем составила 7,1 Бк/кг и варьировала от 5,3 Бк/кг до 10,4 Бк/кг, что в десятки раз меньше предельно допустимых норм (таблица Е.6 Приложения Е). Аккумуляция цезия-137 отмечена на более высоком уровне и составила от 54,1 Бк/кг до 167,3 Бк/кг (среднее значение составило 106,6 Бк/кг), что не превышало установленного ГФ XIV норматива [53,70]. Рассчитанные значения суммы показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения для листьев подорожника большого позволили признать данное ЛРС, заготовленное в Воронежской области, соответствующим критерию радиационной безопасности (первая группа): их числовые значения составили от 0,17 до 0,45.

УА природных РН в листьях подорожника большого нельзя считать высокими в сравнении с ранее проведенными исследованиями и результатами определения природных РН в других видах изучаемого сырья. Так, УА тория-232 варьировала от 9,3 Бк/кг до 20,6 Бк/кг. Содержание калия-40 лежало в диапазоне от 416 Бк/кг до 1197 Бк/кг. УА радия-226 характеризовалось числовыми значениями от 3,9 Бк/кг до 10,6 Бк/кг. ЭУА природных РН варьировала от 58,36 Бк/кг до 138,28 Бк/кг [86, 97]. Полученные результаты определения УА природных и искусственных РН в данном ЛРС, заготовленном на территории Воронежской области, соответствуют непрерывному равномерному распределению. Несколько более высокие значения УА природных РН, а также суммы показателя соответствия и погрешности его определения отмечены в образцах, заготовленных вблизи ТЭЦ «ВОГРЭС», а также на улице Воронежа, вдоль водохранилища, вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук», которые расположены в ближайшем соседстве с ТЭЦ.

Корреляционный анализ УА искусственных и естественных РН в ВСП и листьях подорожника большого (таблица Е.12 Приложения Е) показал наличие весьма заметной взаимосвязи для стронция-90, цезия-137, калия-40, радия-226, и заметной – для тория-232, что подтверждает преимущественное загрязнение ЛРС РН через почву.

Изучение УА искусственных и природных РН в ВСП и листьях подорожника большого (рисунки 4.41-4.45) показало наличие прямой зависимости между этими показателями. Закономерности перехода РН из ВРС в ЛРС описаны математическими зависимостями.

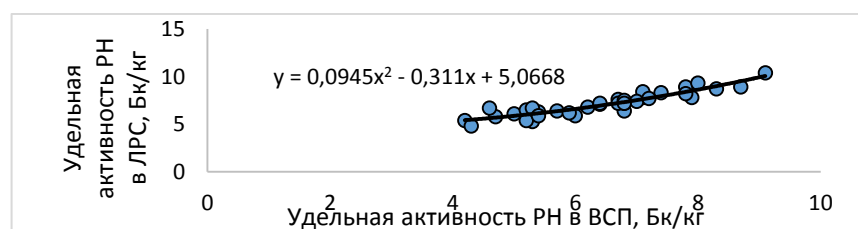


Рисунок 4.41 - Зависимость УА стронция-90 в листьях подорожника большого от его УА в ВСП

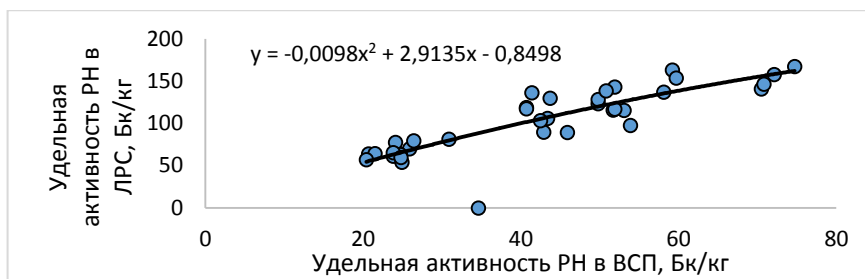


Рисунок 4.42 - Зависимость УА цезия-137 в листьях подорожника большого от его УА в ВСП

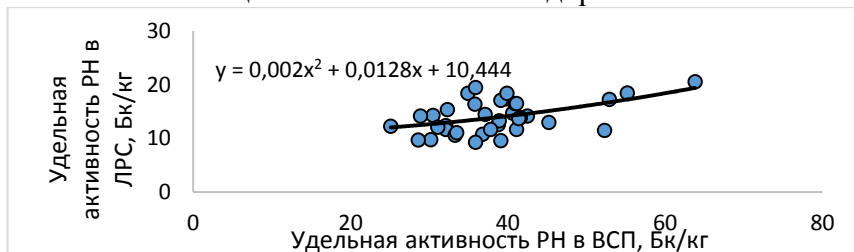


Рисунок 4.43 - Зависимость УА тория-232 в листьях подорожника большого от его УА в ВСП

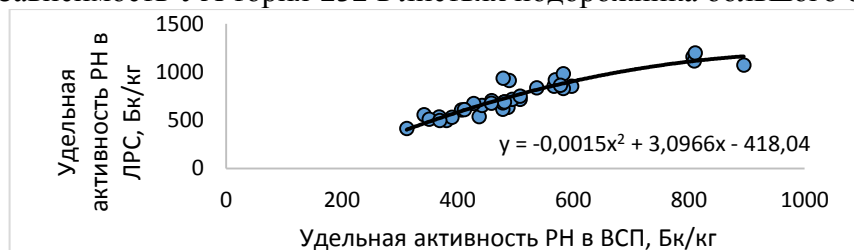


Рисунок 4.44 - Зависимость УА калия-40 в листьях подорожника большого от его УА в ВСП

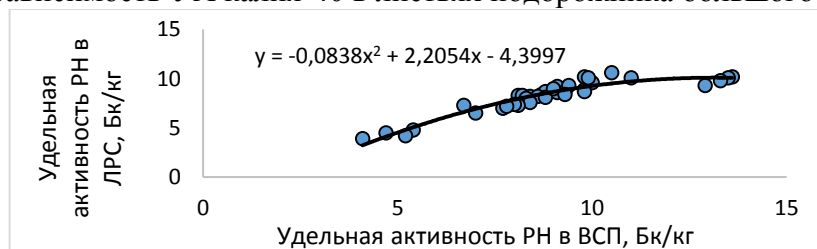


Рисунок 4.45 - Зависимость УА радия-226 в листьях подорожника большого от его УА в ВСП

Для листьев подорожника большого отмечено интенсивное аккумулярование из ВСП цезия-137, КН которого варьировали от 1,81 до 3,29 и в среднем составили 2,55 (таблица Ж.5 Приложения Ж). Относительно высокий уровень концентрирования в листьях подорожника большого также отмечен для близкого по строению изотопа – калия-40, средний КН которого составил 1,47 при диапазоне его численных колебаний от 1,23 до 1,96. Активно накапливались в листьях подорожника большого двухвалентные радиоизотопы: для стронция-90 средний КН составил 1,12 (показатель в изученных образцах варьирует от 0,94 до 1,29), для радия-226 – 0,93 (расчетный показатель колебался в данном виде ЛРС от 0,72 до 1,02). Невысокие КН отмечены для тория-232: в среднем они составили 0,37, варьируя от 0,24 до 0,49.

Для КН определяемых РН в листьях подорожника большого отмечены тенденции к снижению при увеличении их УА в ВСП, что говорит о наличии физиологических механизмов регуляции их поступления в растение. Закономерности перехода описаны на рисунках 4.46-4.50.

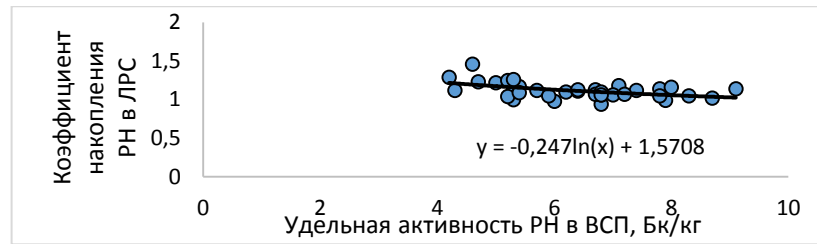


Рисунок 4.46 - Зависимость КН стронция-90 в листьях подорожника большого от его УА в ВСП

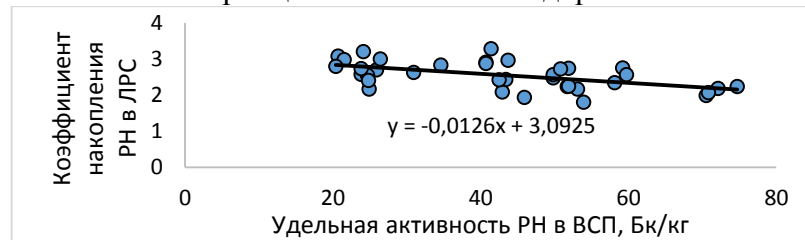


Рисунок 4.47 - Зависимость КН цезия-137 в листьях подорожника большого от его УА в ВСП

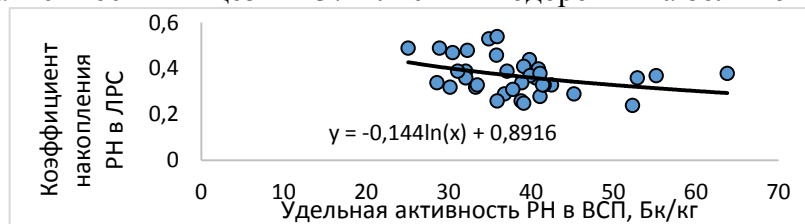


Рисунок 4.48 - Зависимость КН тория-232 в листьях подорожника большого от его УА в ВСП

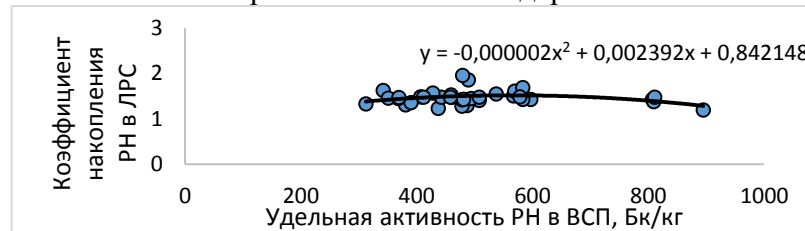


Рисунок 4.49 - Зависимость КН калия-40 в листьях подорожника большого от его УА в ВСП

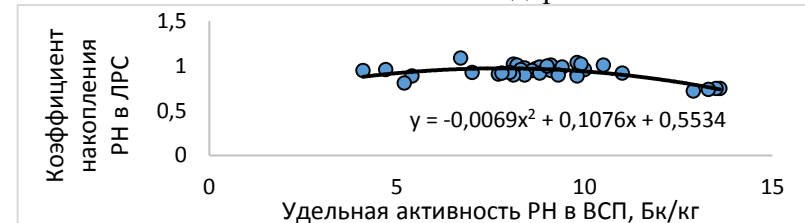


Рисунок 4.50 - Зависимость КН радия-226 в листьях подорожника большого от его УА в ВСП

4.7. Накопление радионуклидов в листьях крапивы двудомной *Urtica dioica* L.

УА стронция-90 в листьях крапивы двудомной (таблица Е.7 Приложения Е) характеризовался средними значениями для всех проанализированных образцов региона 6,8 Бк/кг, при этом диапазон варьирования данного показателя составил от 4,0 Бк/кг до 10,2 Бк/кг, что в десятки раз меньше предела допустимого содержания РН в ЛРС. УА цезия-137 в листьях крапивы двудомной, варьировал от 29,7 Бк/кг до 99,5 Бк/кг (среднее по региону значение 59,6 Бк/кг), также не превышал допустимого содержания данного РН в ЛРС [53, 86]. Значения суммы показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения для всех изученных образцов, рассчитанные по основе значений УА искусственных РН, позволили считать

заготовленные на территории Воронежской области листья крапивы двудомной соответствующими критерию радиационной безопасности (первая группа): данный показатель принимал числовые значения от 0,10 до 0,29 [53].

УА тория-232, определенная в листьях крапивы двудомной, отличалась чуть более высокими значениями, чем для других видов изучаемого ЛРС - от 10,8 Бк/кг до 19,9 Бк/кг (в среднем для всех изученных образцов 15,9 Бк/кг). Аккумуляция калия-40 находилась на уровне 514 Бк/кг – 1211 Бк/кг при среднем значении 791 Бк/кг. УА радия-226 варьировала от 4,8 Бк/кг до 11,9 Бк/кг (среднее для всех изученных образцов – 9,3 Бк/кг). ЭУА природных РН в целом варьировала от 66,78 Бк/кг до 146,76 Бк/кг [86]. Результаты определения УА природных и искусственных РН в данном ЛРС, заготовленном на территории Воронежской области, отличает равномерный характер распределения по региону. Несколько более высокие значения УА и ЭУА природных РН, отмечены в ЛРС, заготовленном вблизи ТЭЦ, ОАО «Воронежсинтезкаучук», на берегу водохранилища, на улице г. Воронежа.

Анализ корреляционной зависимости УА РН в ВСП и листьях крапивы двудомной (таблица Е.12 Приложения Е) показал наличие весьма заметной взаимосвязи между данными числовыми показателями для стронция-90, цезия-137, калия-40, радия-226, и заметной – для тория-232, что подтвердило преимущественное радионуклидное загрязнение ЛРС через почву. Данные, представленные на рисунках 4.51-4.55, показывают, что при увеличении УА стронция-90, цезия-137, тория-232, калия-40, радия-226 в ВСП возрастала их УА в листьях крапивы двудомной.

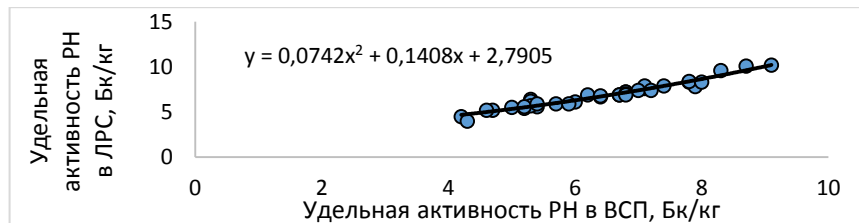


Рисунок 4.51 - Зависимость УА стронция-90 в листьях крапивы двудомной от его УА в ВСП

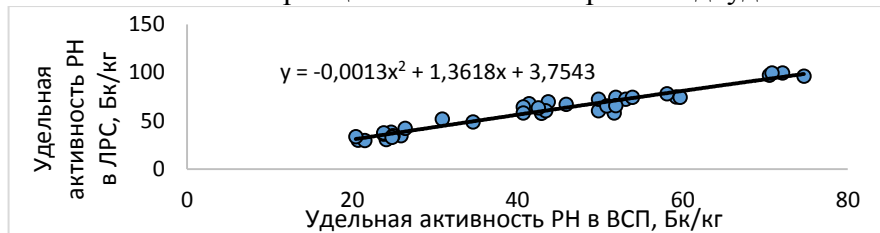


Рисунок 4.52 - Зависимость УА цезия-137 в листьях крапивы двудомной от его УА в ВСП

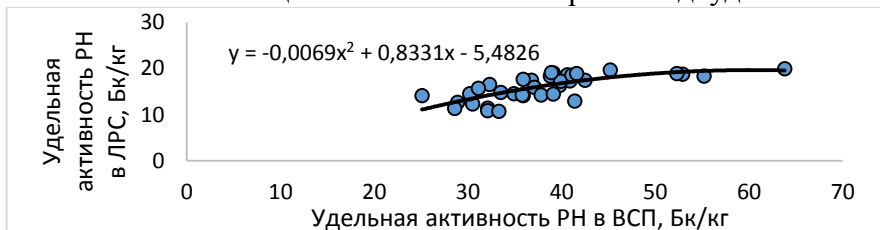


Рисунок 4.53 - Зависимость УА тория-232 в листьях крапивы двудомной от его УА в ВСП

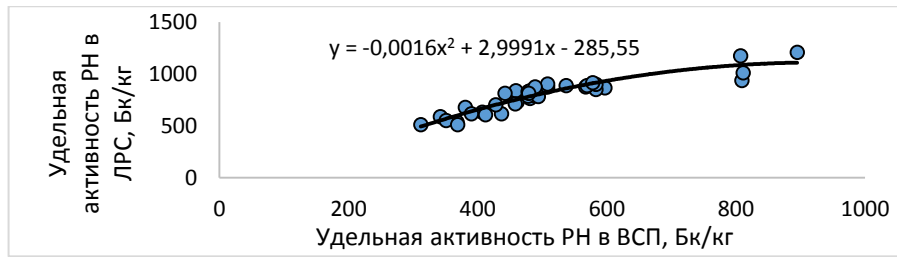


Рисунок 4.54 - Зависимость УА калия-40 в листьях крапивы двудомной от его УА в ВСП

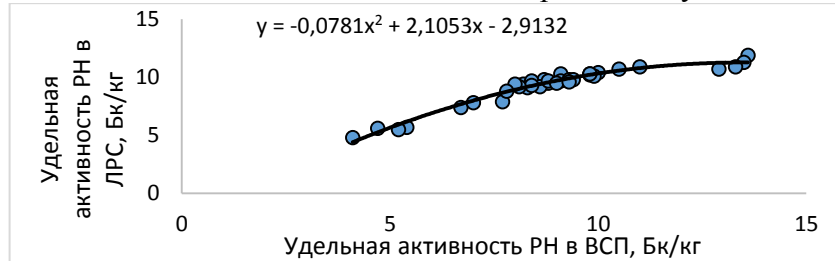


Рисунок 4.55 - Зависимость УА радия-226 в листьях крапивы двудомной от его УА в ВСП

Анализ КН искусственных и естественных РН в листьях крапивы двудомной (таблица Ж.6 Приложения Ж) показал способность данного вида ЛРС к аккумуляции цезия-137 и калия-40 из ВСП. КН цезия-137 варьировали от 1,12 до 1,64 (в среднем 1,41). Для калия-40 КН были близки к данным по радиоактивному цезию – варьировали от 1,16 до 1,84 при среднем значении 1,59, что также подтверждает одинаковый механизм аккумуляции данных изотопов из почвы. Сходный характер накопления также имеют двухвалентные радиоизотопы стронция и радия. КН стронция-90 варьируют от 0,93 до 1,21 и в среднем составляли 1,07. Для радия-226 данный показатель в среднем составил 1,06, варьируя от 0,83 до 1,19, что свидетельствуют об относительно высоком уровне аккумуляции в ЛРС. Невысокие КН отмечены для тория-232: в среднем они составили 0,42, варьируя от 0,31 до 0,56 [367].

Степень перехода цезия-137, калия-40, тория-232, радия-226 из ВСП в листья крапивы двудомной (рисунки 4.56-4.60) имели тенденцию к снижению по мере увеличения УА РН в почве, что свидетельствовало о физиологической возможности регуляции их аккумуляции в растении. КН стронция-90, напротив, возрастали при увеличении содержания РН в ВСП, что указывало на высокие способности ЛРС к аккумуляции изотопов стронция.



Рисунок 4.56 - Зависимость КН стронция-90 в листьях крапивы двудомной от его УА в ВСП

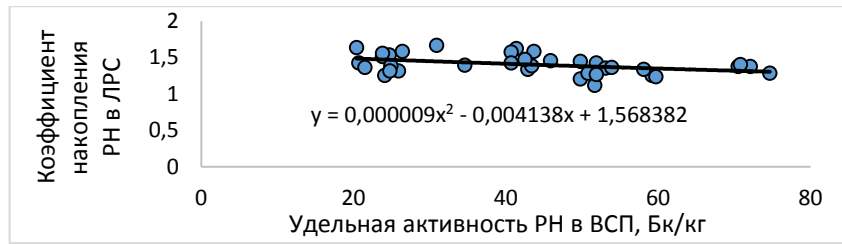


Рисунок 4.57 - Зависимость КН цезия-137 в листьях крапивы двудомной от его УА в ВСП

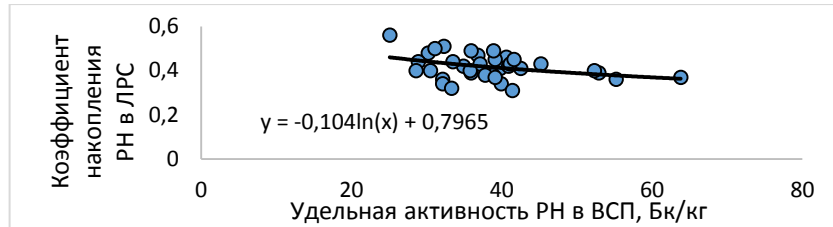


Рисунок 4.58 - Зависимость КН тория-232 в листьях крапивы двудомной от его УА в ВСП

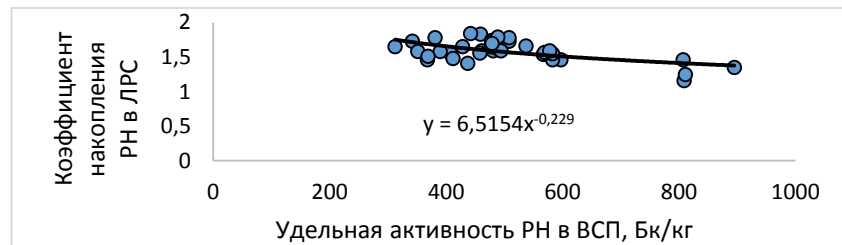


Рисунок 4.59 - Зависимость КН калия-40 в листьях крапивы двудомной от его УА в ВСП

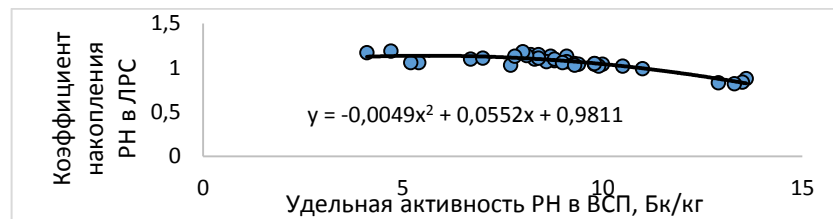


Рисунок 4.60 - Зависимость КН радия-226 в листьях крапивы двудомной от его УА в ВСП

5.8. Накопление радионуклидов в цветках липы сердцевидной *Tilia cordata* Mill.

Накопление стронция-90 в цветках липы сердцевидной (таблица Е.8 Приложения Е) характеризовались значениями УА от 2,0 Бк/кг до 3,1 Бк/кг при среднем показателе 2,4 Бк/кг для всех анализируемых образцов данного ЛРС, что на два порядка меньше предельно допустимых УА. Аккумуляция цезия-137 в цветках липы сердцевидной характеризовалась более высокими абсолютными значениями, варьировавшими от 8,3 Бк/кг до 22,1 Бк/кг, а среднее значение УА для всех проанализированных образцов составило 15,9 Бк/кг, что в 25 раз меньше предельно допустимых значений. Числовые значения сумм показателей соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешностей их определения, рассчитанных на основе результатов определения УА цезия-137 и стронция-90, для всех проанализированных цветков липы

сердцевидной не превышали 1,0, варьируя от 0,03 до 0,08, что позволило признать ЛРС соответствующими критерию радиационной безопасности (первая группа) [53].

Накопление в цветках липы сердцевидной природных РН также отличалось невысокими числовыми значениями. Так, УА тория-232 варьировала от 3,8 Бк/кг до 7,6 Бк/кг, а в среднем составила 5,6 Бк/кг. УА радиоактивного изотопа калия варьировала от 325 Бк/кг до 610 Бк/кг при среднем значении данного показателя для изученных образцов 478 Бк/кг. Аккумуляцию радия-226 цветками липы сердцевидной характеризовали значения его УА от 2,3 Бк/кг до 6,6 Бк/кг, средняя УА составила 4,1 Бк/кг. ЭУА природных РН в целом варьировала от 37,27 Бк/кг до 71,62 Бк/кг [85].

Результаты определения УА природных и искусственных РН в цветках липы сердцевидной отличали невысокие числовые значения и равномерность распределения. Корреляционный анализ УА искусственных и естественных РН в ВСП и цветках липы сердцевидной (таблица Е.12 Приложения Е) показал наличие сильной взаимосвязи между данными числовыми показателями для цезия-137, калия-40, радия-226, и заметной – для тория-232, стронция-90, что преимущественное радионуклидное загрязнение ЛРС через почву.

Данные, представленные на рисунках 4.61-4.65, показывают, что при увеличении УА стронция-90, цезия-137, тория-232, калия-40, радия-226 в ВСП возрастала их УА в цветках липы сердцевидной.

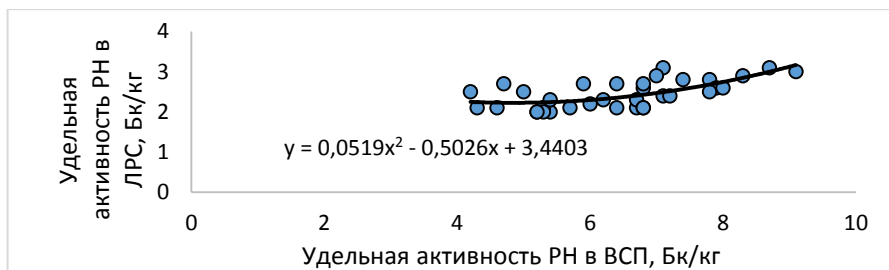


Рисунок 4.61 - Зависимость УА стронция-90 в цветках липы сердцевидной от его УА в ВСП

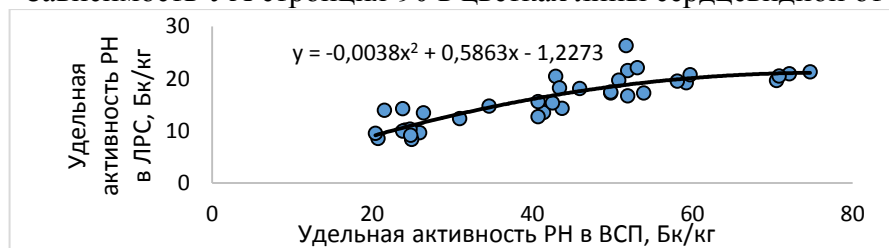


Рисунок 4.62 - Зависимость УА цезия-137 в цветках липы сердцевидной от его УА в ВСП

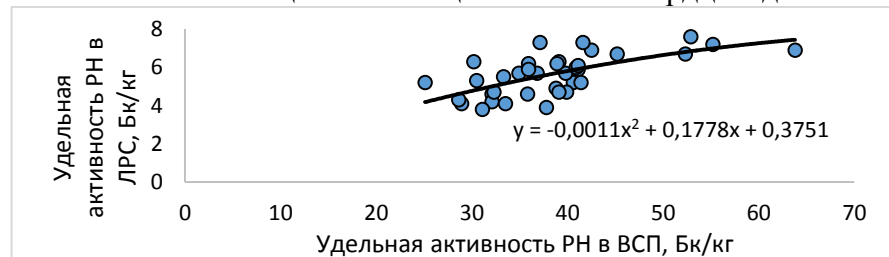


Рисунок 4.63 - Зависимость УА тория-232 в цветках липы сердцевидной от его УА в ВСП

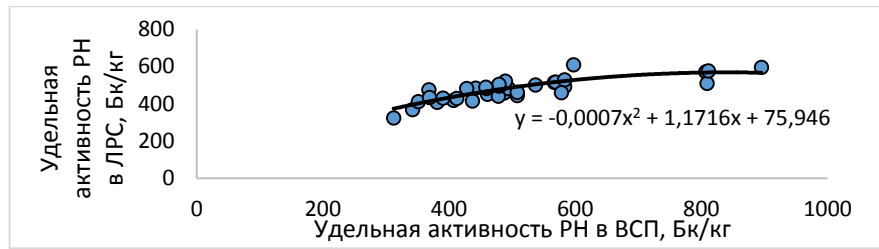


Рисунок 4.64 - Зависимость УА калия-40 в цветках липы сердцевидной от его УА в ВСП

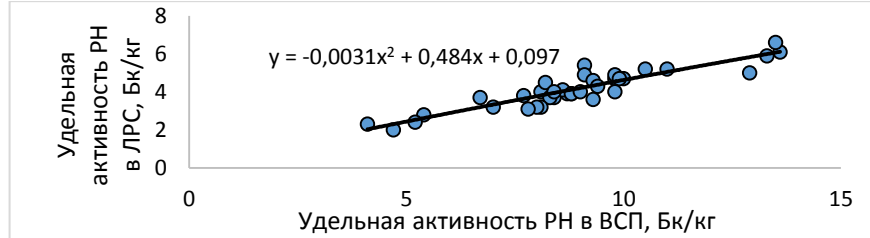


Рисунок 4.65 - Зависимость УА радия-226 в цветках липы сердцевидной от его УА в ВСП

Цветки липы сердцевидной показали себя наиболее инертным видом ЛРС из изучаемых, аккумулирующим естественные и искусственные РН с наименьшей интенсивностью (таблица Ж.7 Приложения Ж). Так, стронций-90 и цезий-137 содержались в образцах ЛРС примерно в одинаковом эквивалентном количестве, о чем свидетельствуют КН РН, которые составили 0,39, при этом диапазон варьирования расчетного показателя аккумуляции варьировал для стронция-90 от 0,31 до 0,60, а для цезия-137 - от 0,29 до 0,65. Наиболее высокие КН в цветках липы сердцевидной отмечены для калия-40: они колебались от 0,71 до 1,29 и в среднем составляли 0,98. Средние значения КН радия-226 составили 0,47 и варьировали от 0,39 до 0,59. РН, аккумулирующимся в цветках липы сердцевидной в наименьшей степени, оказался торий-232: КН колебались от 0,09 до 0,21 (в среднем - 0,15) [367].

КН всех определяемых РН в цветках липы сердцевидной (рисунки 4.66-4.70) имели тенденцию к снижению по мере увеличения УА РН в ВСП, что указывало на наличие физиологических механизмов регуляции их поступления в ЛРС.

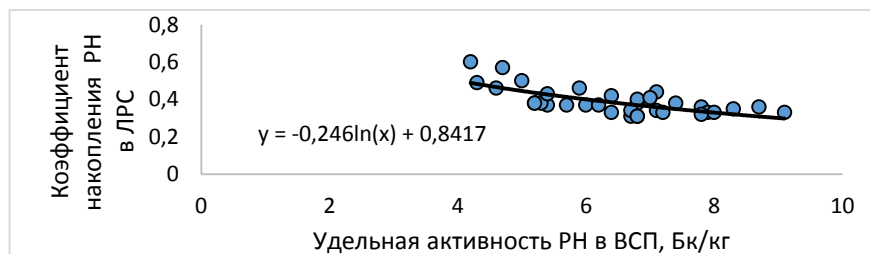


Рисунок 4.66 - Зависимость КН стронция-90 в цветках липы сердцевидной от его УА в ВСП

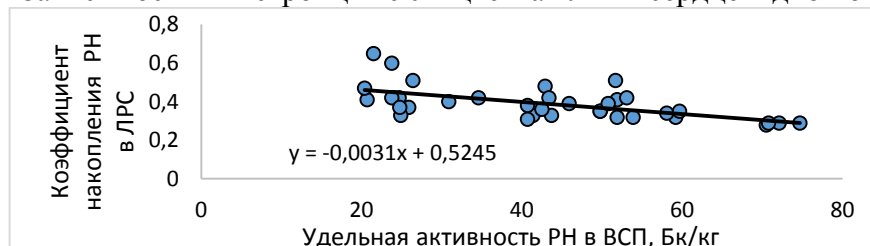


Рисунок 4.67 - Зависимость КН цезия-137 в цветках липы сердцевидной от его УА в ВСП

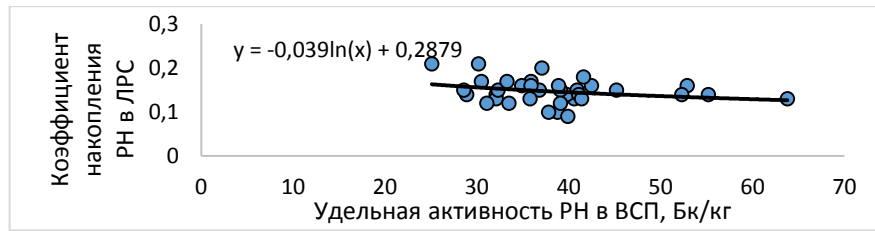


Рисунок 4.68 - Зависимость КН тория-232 в цветках липы сердцевидной от его УА в ВСП

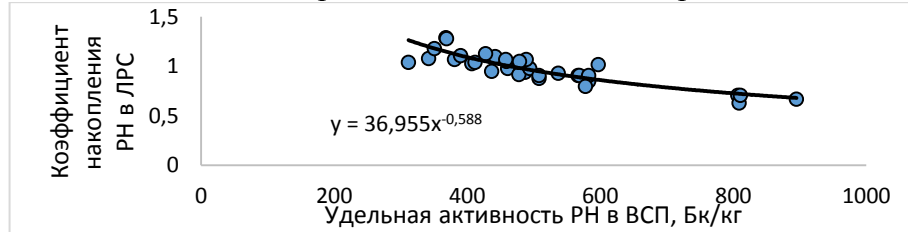


Рисунок 4.69 - Зависимость КН калия-40 в цветках липы сердцевидной от его УА в ВСП

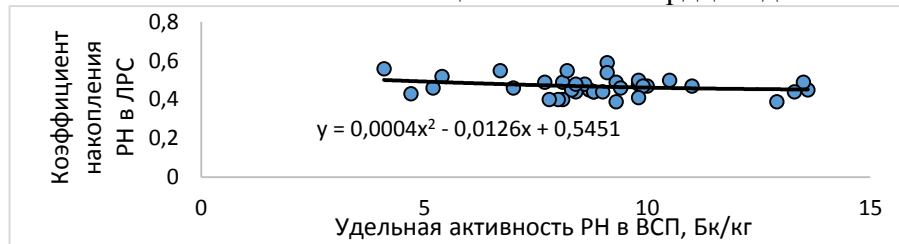


Рисунок 4.70 - Зависимость КН радия-226 в цветках липы сердцевидной от его УА в ВСП

5.9. Накопление радионуклидов в цветках пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare* L.

Накопление стронция-90 в цветках пижмы обыкновенной (таблица Е.9 Приложения Е) характеризовалось средним значением УА РН 13,8 Бк/кг при его варьировании от 2,8 Бк/кг до 5,6 Бк/кг. Данные значения примерно в 50 раз меньше предельно допустимой УА стронция-90, установленного ГФ XIV. УА цезия-137 в изучаемых образцах цветков пижмы обыкновенной варьировала от 15,4 Бк/кг до 52,1 Бк/кг при среднем значении 29,2 Бк/кг, что также значительно меньше предельно допустимых УА. Для всех проанализированных цветков пижмы обыкновенной числовые значения сумм показателей соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешностей их определения не превышали 1,0 (от 0,06 до 0,15 при среднем 0,09), что позволило признать ЛРС соответствующим критерию радиационной безопасности (первая группа) [53].

УА тория-232 в цветках пижмы обыкновенной принимала числовые значения от 3,8 Бк/кг до 8,1 Бк/кг при среднем для образцов данного ЛРС 6,3 Бк/кг. Значения УА калия-40 варьировали от 284 Бк/кг до 627 Бк/кг (в среднем 447 Бк/кг). Для радия-232 УА составила от 2,8 Бк/кг до 5,7 Бк/кг (в среднем 3,9 Бк/кг). ЭУА природных РН в целом варьировала от 38,03 Бк/кг до 68,71 Бк/кг. Полученные данные можно считать невысокими относительно других ЛРС [84].

Значения УА определяемых РН в цветках пижмы обыкновенной отличались небольшим диапазоном варьирования и относительной равномерностью распределения. Несколько более высокими значениями УА цезия-137, тория-232, калия-40, радия-226, сумм показателей

соответствия и погрешностей их определения, ЭУА природных РН выделялись образцы, собранные вблизи ТЭЦ, а также вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук», водохранилища, на улице г. Воронежа [322].

Анализ корреляционной зависимости УА искусственных и естественных РН в ВСП и цветках пижмы обыкновенной (таблица Е.12 Приложения Е) показал наличие весьма заметной взаимосвязи между данными числовыми показателями для стронция-90, цезия-137, калия-40, радия-226, что подтвердило преимущественное транспочвенное загрязнение ими ЛРС. Умеренная корреляционная связь, установленная по УА тория-232 в почве и ЛРС, вероятно, связана с низкими числовыми значениями показателя в ЛРС. При увеличении УА всех определяемых РН в ВСП возрастала их УА в цветках пижмы обыкновенной (рисунки 4.71-4.75).

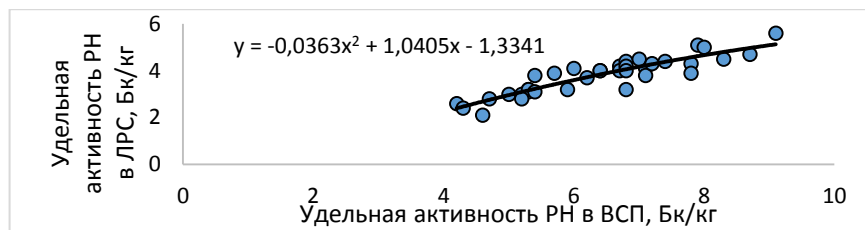


Рисунок 4.71 - Зависимость УА стронция-90 в цветках пижмы обыкновенной от его УА в ВСП

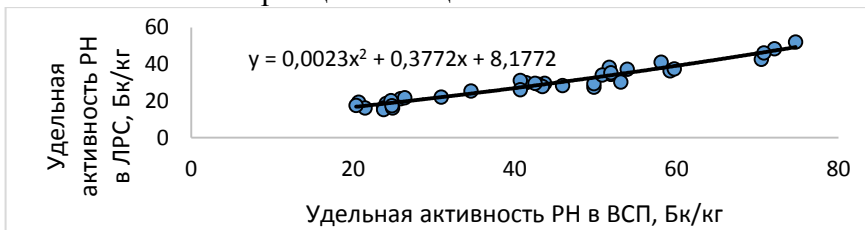


Рисунок 4.72 - Зависимость УА цезия-137 в цветках пижмы обыкновенной от его УА в ВСП

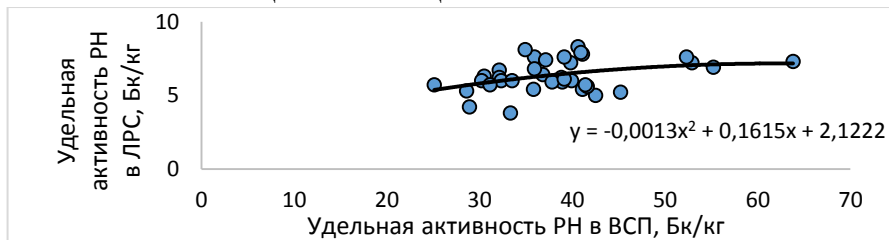


Рисунок 4.73 - Зависимость УА тория-232 в цветках пижмы обыкновенной от его УА в ВСП

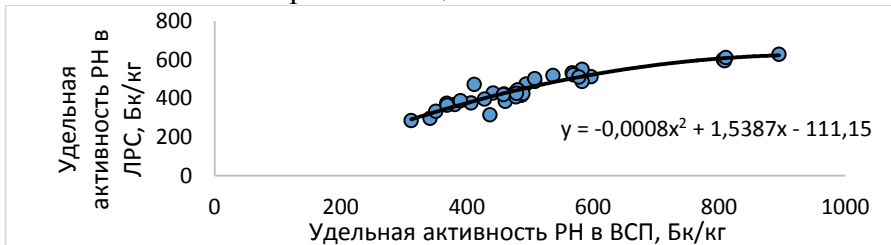


Рисунок 4.74 - Зависимость УА калия-40 в цветках пижмы обыкновенной от его УА в ВСП

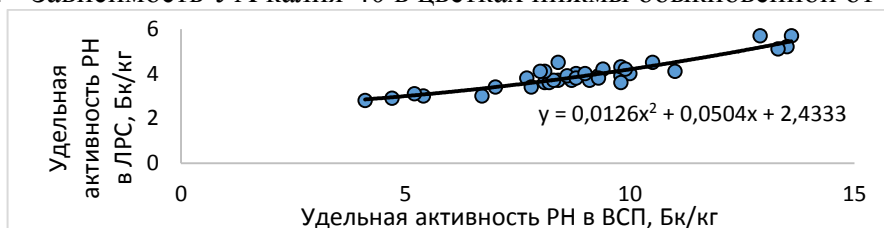


Рисунок 4.75 - Зависимость УА радия-226 в цветках пижмы обыкновенной от его УА в ВСП

Для цветков пижмы обыкновенной характерны невысокие значения КН РН из ВСП (таблица Ж.8 Приложения Ж). В наибольшей степени в данном ЛРС аккумулировался природный калия-40: КН варьировали от 0,72 до 1,15 и в среднем составляли 0,90. КН цезия-137 составляли от 0,55 до до 0,94 при среднем значении 0,70. Аккумуляция стронция-90 и радия-226 цветками пижмы обыкновенной из ВСП была оценена как умеренная. КН стронция-90 принимали числовые значения от 0,47 до 0,70, в среднем составляли 0,59. КН радия-226 варьировали от 0,38 до 0,68 при среднем значении 0,46. РН, аккумулирующимся в данном виде ЛРС в наименьшей степени, являлся торий-232: КН колебались от 0,11 до 0,23 и в среднем составили 0,17 [367].

Для КН как естественных, так и искусственных РН из ВСП в цветках пижмы обыкновенной (рисунки 4.76-4.80) отмечены тенденции к снижению при увеличении их УА в почве, что говорит о наличии физиологических механизмов регуляции их поступления в генеративные органы растения.

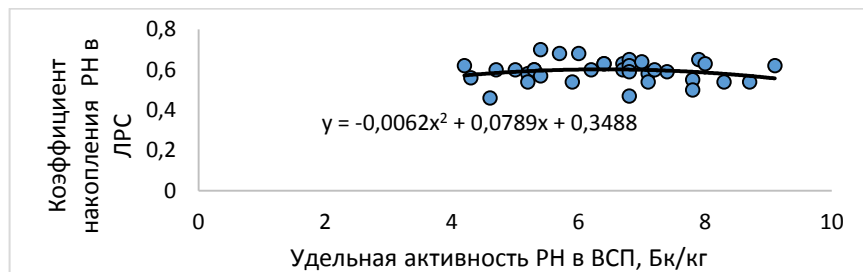


Рисунок 4.76 - Зависимость КН стронция-90 в цветках пижмы обыкновенной от его УА в ВСП

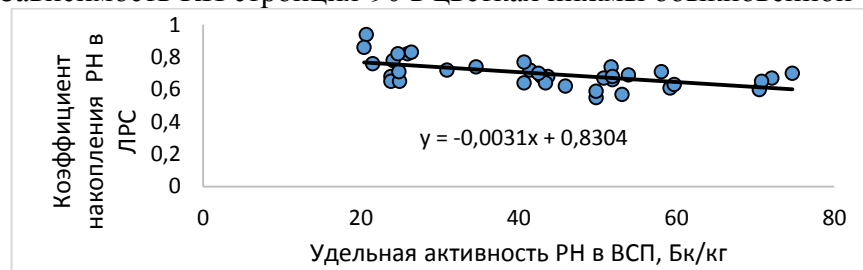


Рисунок 4.77 - Зависимость КН цезия-137 в цветках пижмы обыкновенной от его УА в ВСП

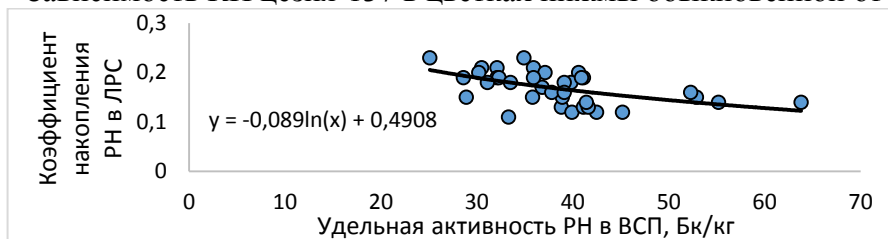


Рисунок 4.78 - Зависимость КН тория-232 в цветках пижмы обыкновенной от его УА в ВСП

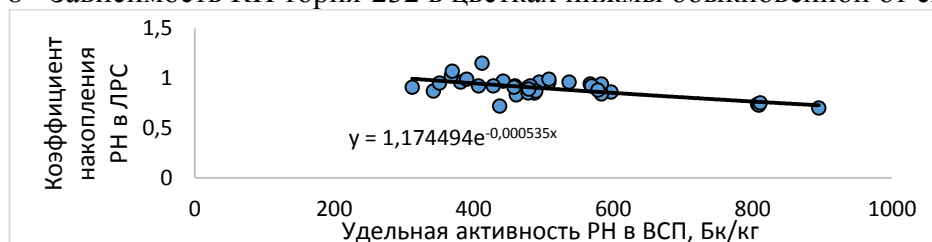


Рисунок 4.79 - Зависимость КН калия-40 в цветках пижмы обыкновенной от его УА в ВСП

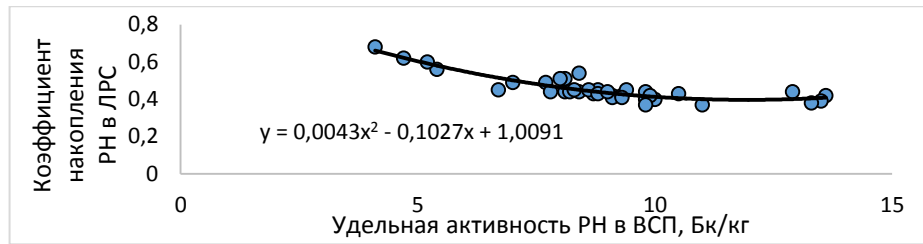


Рисунок 4.80 - Зависимость КН радия-226 в цветках пижмы обыкновенной от его УА в ВСП

4.10. Накопление радионуклидов в корнях одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* Ф.Н.Вигг

УА стронция-90 в отобранных образцах корней одуванчика лекарственного (таблица Е.10 Приложения Е) варьировала от 8,0 Бк/кг до 16,8 Бк/кг. Среднее значение УА данного РН для все анализируемых образцов 12,0 Бк/кг, что в 16 раз меньше предельно допустимой УА (200 Бк/кг). УА цезия-137 в образцах изучаемого ЛРС принимала числовые значения от 20,1 Бк/кг до 78,1 Бк/кг при среднем значении 43,6 Бк/кг, что почти в 10 раз меньше предельно допустимой УА (400 Бк/кг). Числовые значения сумм показателей соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешностей их определения, не превышали 1,0 (от 0,10 до 0,26 при среднем 0,17), что позволило признать все изученные образцы данного ЛРС соответствующими критерию радиационной безопасности (первая группа) [53, 322].

Содержание тория-232 в ЛРС характеризовалось значениями УА от 9,8 Бк/кг до 26,4 Бк/кг. Среднее значение УА данного РН для всех анализируемых образцов составило 14,1 Бк/кг. УА калия-40 в изучаемых корнях одуванчика лекарственного варьировала от 329 Бк/кг до 876 Бк/кг при среднем значении для всех анализируемых образцов 528 Бк/кг. Среднее значение УА радия-226 составило 10,9 Бк/кг, а данный показатель принимал числовые значения от 5,3 Бк/кг до 14,9 Бк/кг. Значения предельно допустимой УА естественных РН (тория-232, калия-40 и радия-226) для ЛРС в настоящее время не нормируются. ЭУА природных РН в целом варьировала от 48,77 Бк/кг до 128,06 Бк/кг [21].

Для каждого анализируемого РН распределение числовых значений УА по местам заготовки ЛРС относительно равномерное. Для образцов корней одуванчика лекарственного, заготовленных на территориях, попадающих в зону влияния ТЭЦ-1 «ВОГРЭС», заметно увеличение УА тория-232, калия-40, цезия-137, радия-226 относительно среднерегionalных значений в 1,5-2 раза.

Корреляционный анализ УА искусственных и естественных РН в ВСП и корнях одуванчика лекарственного (таблица Е.12 Приложения Е) показал наличие весьма заметной взаимосвязи между данными числовыми показателями, что подтвердило преимущественное транспочвенное их загрязнение.

Данные, представленные на рисунках 4.81-4.85, показывают, что при увеличении УА стронция-90, цезия-137, тория-232, калия-40, радия-226 в ВСП возрастала их УА в корнях одуванчика лекарственного. Закономерности перехода описаны математическими зависимостями.

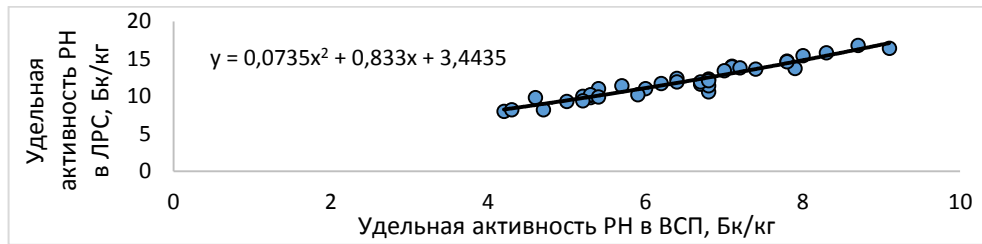


Рисунок 4.81 - Зависимость УА стронция-90 в корнях одуванчика лекарственного от его УА в ВСП

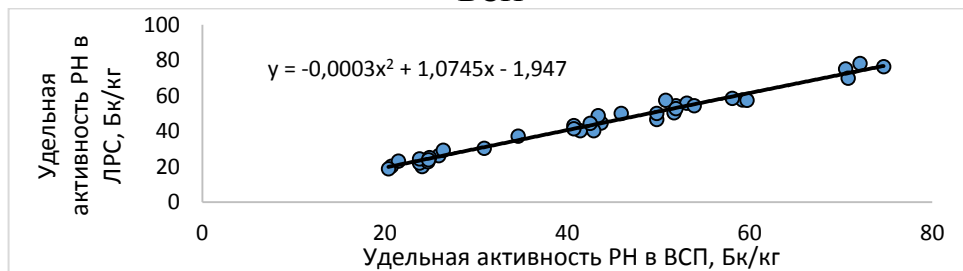


Рисунок 4.82 - Зависимость УА цезия-137 в корнях одуванчика лекарственного от его УА в ВСП

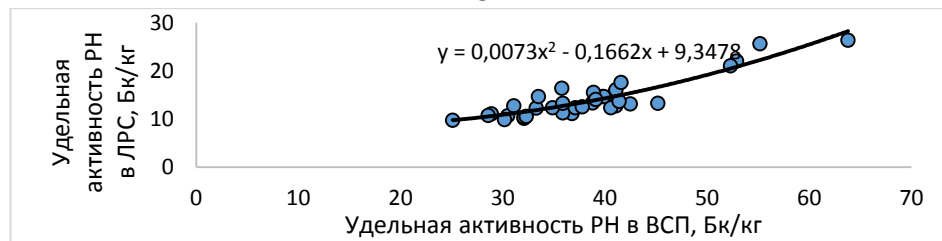


Рисунок 4.83 - Зависимость УА тория-232 в корнях одуванчика лекарственного от его УА в ВСП

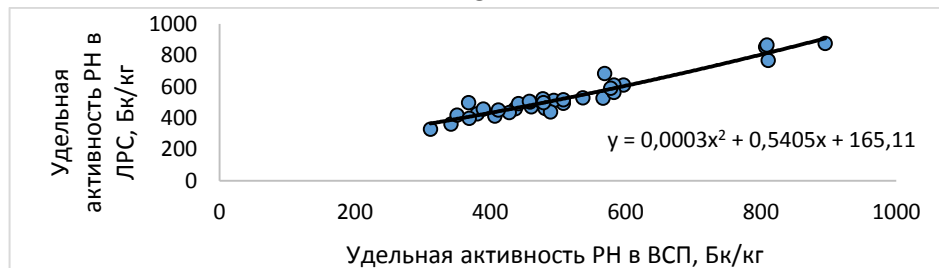


Рисунок 4.84 - Зависимость УА калия-40 в корнях одуванчика лекарственного от его УА в ВСП

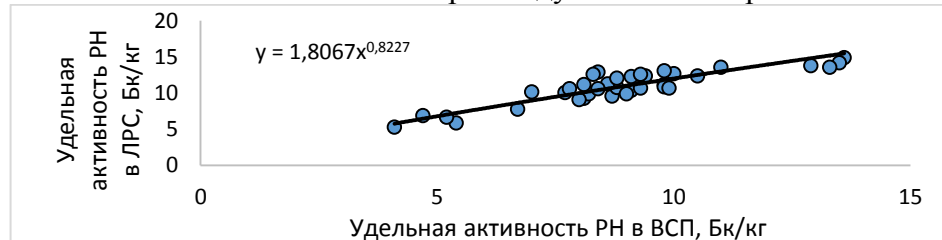


Рисунок 4.85 - Зависимость УА радия-226 в корнях одуванчика лекарственного от его УА в ВСП

Корни одуванчика лекарственного более склонны к аккумуляции из ВСП стронция-90 и радия-226 (таблица Ж.9 Приложения Ж). Так, КН стронция-90 варьировала от 1,56 до 2,13, а радия-

226 – от 1,02 до 1,47. На близком к 1,0 уровне аккумулировались РН калия и цезия. КН цезия-137 варьировали от 0,83 до 1,12, калия-40 – от 0,90 до 1,35. КН тория-232 в корнях одуванчика лекарственного колебались на относительно высоком уровне – от 0,29 до 0,51 – по сравнению с другими анализируемыми видами ЛРС [367]. Для КН цезия-137, стронция-90, калия-40, радия-226 в корнях одуванчика лекарственного отмечены тенденции к снижению при увеличении их УА в ВСП, что позволило сделать вывод о наличии физиологических механизмов регуляции их поступления в растение. При этом КН тория-232, наоборот, возрастали, что свидетельствовало о возможности их высокого накопления в ЛРС (рисунки 4.86-4.90).

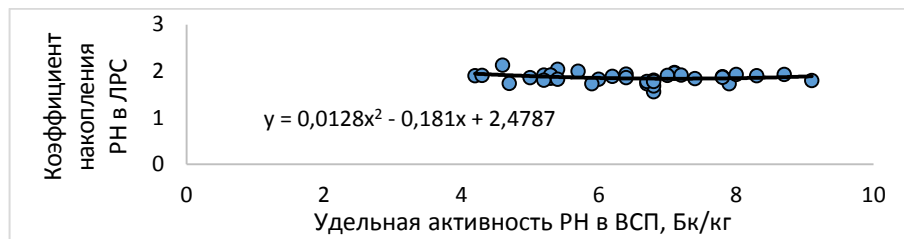


Рисунок 4.86 - Зависимость КН стронция-90 в корнях одуванчика лекарственного от его УА в ВСП

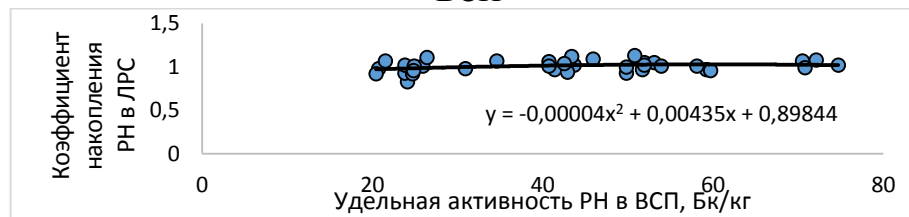


Рисунок 4.87 - Зависимость КН цезия-137 в корнях одуванчика лекарственного от его УА в ВСП

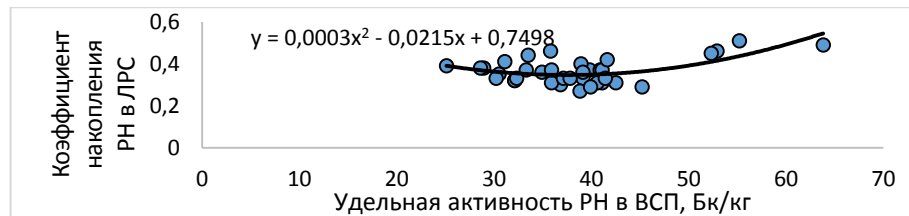


Рисунок 4.88 - Зависимость КН тория-232 в корнях одуванчика лекарственного от его УА в ВСП

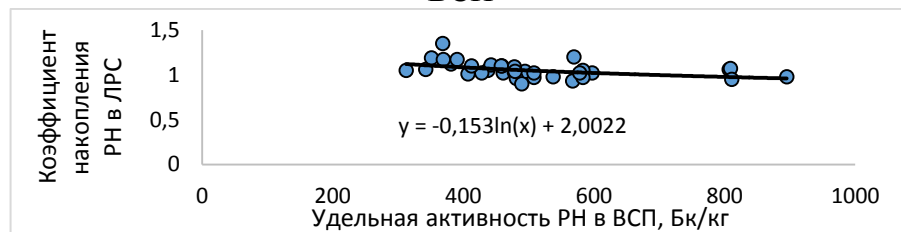


Рисунок 4.89 - Зависимость КН калия-40 в корнях одуванчика лекарственного от его УА в ВСП

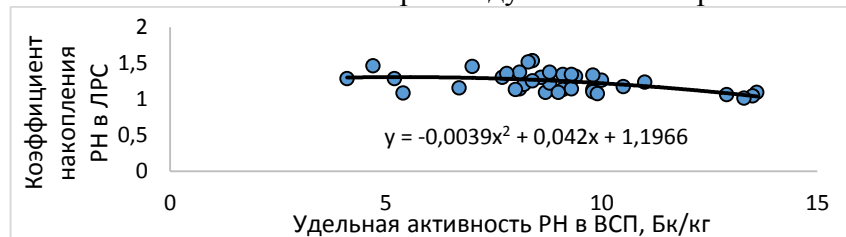


Рисунок 4.90 - Зависимость КН радия-226 в корнях одуванчика лекарственного от его УА в ВСП

4.11. Накопление радионуклидов в корнях лопуха большого *Arctium lappa* L.

Накопление стронция-90 в корнях лопуха большого (таблица Е.11 Приложения Е) характеризовалось средним значением УА РН 12,6 Бк/кг при варьировании его от 8,2 Бк/кг до 16,3 Бк/кг, что на порядок меньше предельно допустимой УА стронция-90. УА цезия-137 в изучаемых образцах варьировала от 26,1 Бк/кг до 75,8 Бк/кг при среднем значении 46,4 Бк/кг, что также значительно меньше ПДК. Значения сумм показателей соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешностей их определения (составили от 0,12 до 0,25), что позволило признать изученные образцы ЛРС соответствующими критерию радиационной безопасности (первая группа) [71].

УА природных РН в корнях лопуха большого принимала числовые значения от 11,3 Бк/кг до 32,3 Бк/кг при среднем для всех изученных образцов данного ЛРС 19,0 Бк/кг для тория-232; от 308 Бк/кг до 943 Бк/кг при среднем 526 Бк/кг для калия-40; от 7,2 Бк/кг до 21,8 Бк/кг со средним значением 17,0 Бк/кг для радия-232. ЭУА природных РН в целом варьировала от 52,85 Бк/кг до 146,41 Бк/кг [231, 322].

Значения УА определяемых РН в ЛРС отличались небольшим диапазоном варьирования и относительной равномерностью распределения для изучаемых территорий заготовки сырья. Наибольшие значения сумм показателей соответствия и погрешностей их определения ЭУА природных РН, а также УА цезия-137, тория-232, калия-40, радия-226 отмечены в ЛРС, заготовленном вблизи ТЭЦ и на территориях, попадающих в зону ее влияния.

Детальный анализ корреляционной зависимости активностей искусственных и естественных РН в ВСП и корнях лопуха большого (таблица Е.12 Приложения Е) показал наличие весьма заметной взаимосвязи между данными числовыми показателями, что подтверждало преимущественное радионуклидное загрязнение ЛРС через почву. Изучение УА искусственных и природных РН в ВСП и корнях лопуха большого (рисунки 4.91.1-4.95) показало наличие прямой зависимости между этими показателями. Закономерности перехода РН из ВРС в ЛРС описаны математическими зависимостями.

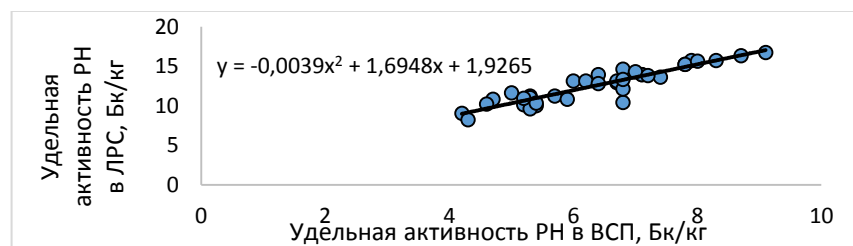


Рисунок 4.91 - Зависимость УА стронция-90 в корнях лопуха большого от его УА в ВСП

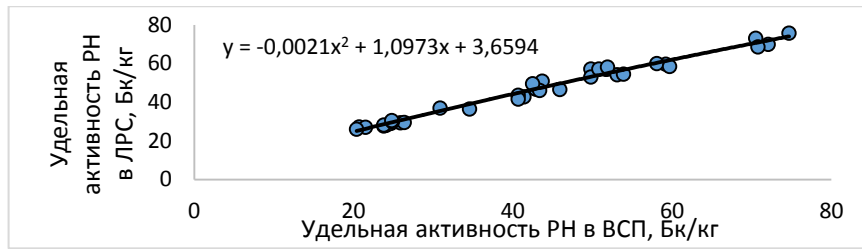


Рисунок 4.92 - Зависимость УА цезия-137 в корнях лопуха большого от его УА в ВСП

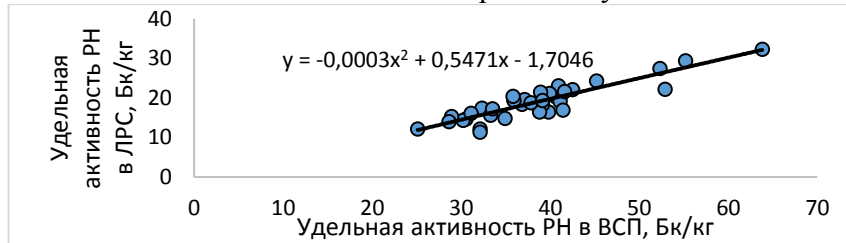


Рисунок 4.93 - Зависимость УА тория-232 в корнях лопуха большого от его УА в ВСП

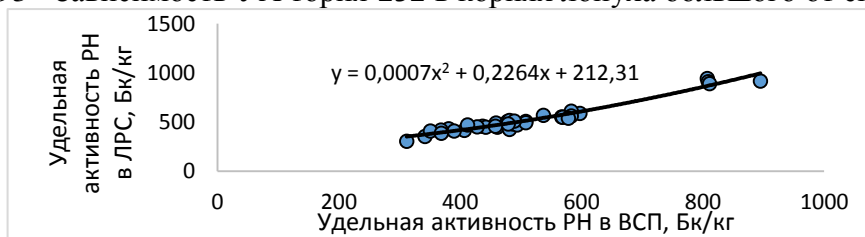


Рисунок 4.94 - Зависимость УА калия-40 в корнях лопуха большого от его УА в ВСП

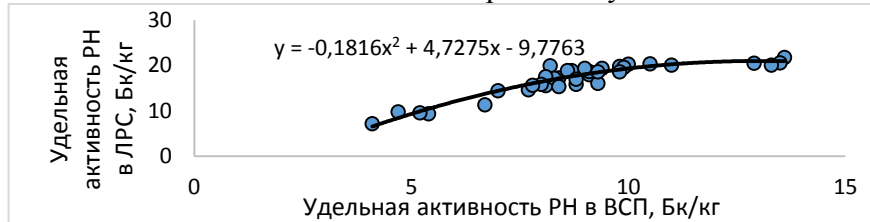


Рисунок 4.95 - Зависимость УА радия-226 в корнях лопуха большого от его УА в ВСП

Корни лопуха большого проявляли высокую концентрирующую способность в отношении стронция-90 и радия-226 (таблица Ж.10 Приложения Ж). Так, среднее значение КН стронция составило 1,98, а диапазон варьирования – от 1,78 до 2,32. Диапазон числовых значений КН радия-226 – от 1,51 до 2,44 (в среднем 1,93). Относительно высокий уровень накопления отмечен для цезия-137 и калия-40: КН цезия-137 варьировали от 0,97 до 1,32 (среднее - 1,11), для калия-40 – от 0,94 до 1,17 (среднее - 1,04). Аккумуляция тория-232 относительно других определяемых РН значительно ниже, КН составили от 0,34 до 0,58, а в среднем по региону - 0,49, однако, относительно анализируемых видов ЛРС данный показатель наиболее высок, что позволило назвать корни лопуха большого наиболее активными накопителями радиоактивного тория [367].

КН цезия-137, стронция-90 и радия-226 в корнях лопуха большого снижались при увеличении их УА в ВСП, что указывало на наличие физиологических механизмов регуляции их поступления в растение. При этом КН тория-232, калия-40, наоборот, возрастали, что свидетельствовало о возможности их высокого накопления в ЛРС (рисунки 4.96-4.100).

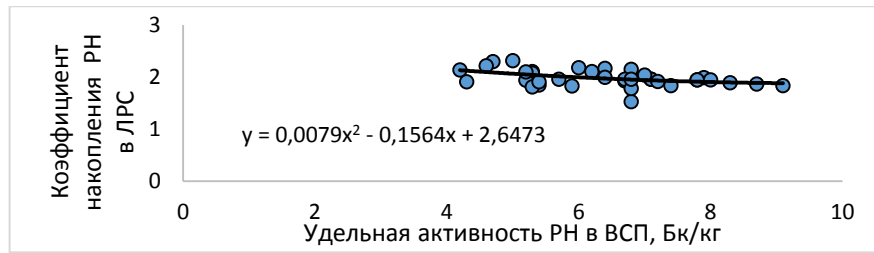


Рисунок 4.96 - Зависимость КН стронция-90 в корнях лопуха большого от его УА в ВСП

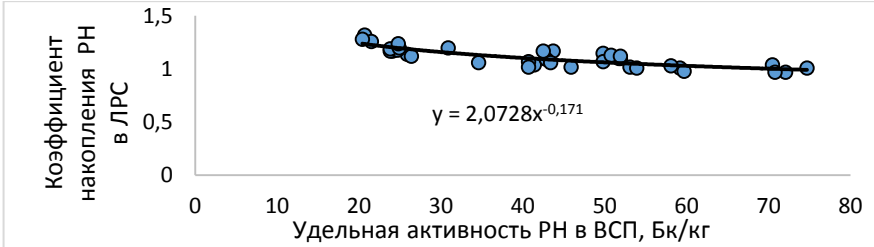


Рисунок 4.97 - Зависимость КН цезия-137 в корнях лопуха большого от его УА в ВСП

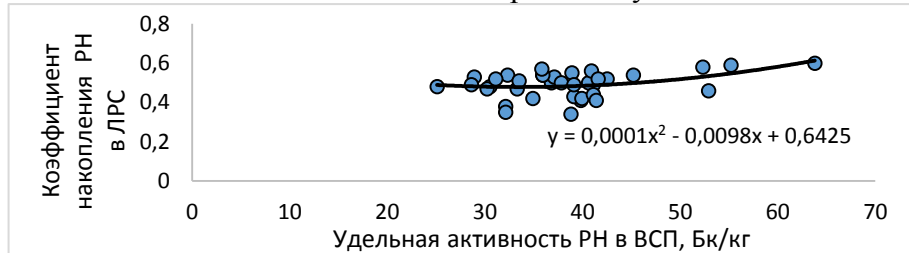


Рисунок 4.98 - Зависимость КН тория-232 в корнях лопуха большого от его УА в ВСП

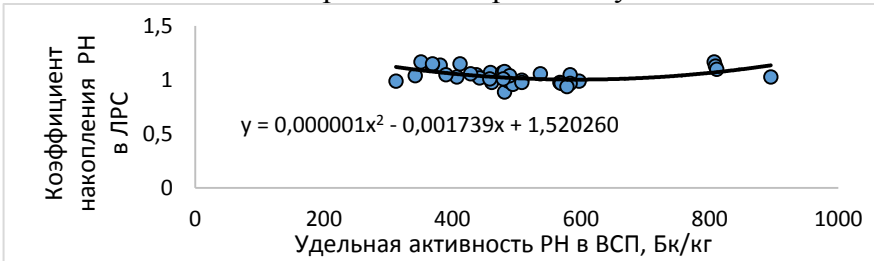


Рисунок 4.99 - Зависимость КН калия-40 в корнях лопуха большого от его УА в ВСП

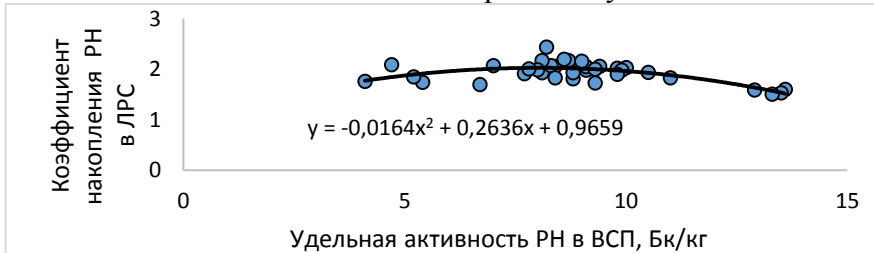


Рисунок 4.100 - Зависимость КН радия-226 в корнях лопуха большого от его УА в ВСП

4.12. Проверка согласованности и достоверности результатов определения радионуклидов в ВСП и ЛРС

Проводили оценку однородности дисперсий содержания УА РН в образцах ЛРС по критерию Кохрена, как представлено в разделе 3.3.12 [1, 44, 193, 295]. Обобщенные итоговые данные расчетов всех исследуемых образцов представлены в таблице 4.1. Межгрупповая статистическая обработка средних значений УА РН в разных видах ЛРС приведена в таблице 4.2.

Исследование параметров УА РН для ЛРС позволили получить значения критерия Кохрена ($G < G_{\text{крит}}$), которые обуславливают гипотезу о согласованности и однородности результатов эксперимента [1, 44, 263].

Таблица 4.1 - Статистическая обработка результатов определения УА РН в ЛРС

№ п/п	ЛРС	S^2_{max} , тыс	ΣS^2 , тыс	Критерий согласия	
				G	$G_{\text{крит}}$
1	Трава горца птичьего	275,5	3480	0,079	0,12
2	Трава полыни горькой	423,5	5203,1	0,081	
3	Трава тысячелистника обыкновенного	171,7	2035,9	0,084	
4	Трава пустырника пятилопастного	343,5	6007,2	0,057	
5	Листья подорожника большого	269,3	3557,1	0,068	
6	Листья крапивы двудомной	278,5	4454,7	0,063	
7	Цветки липы сердцевидной	72,5	1622	0,045	
8	Цветки пижмы обыкновенной	74,7	1427,8	0,052	
9	Корни одуванчика лекарственного	143	1977,5	0,072	
10	Корни лопуха большого	165,8	1984,2	0,084	

Таблица 4.2 – Межгрупповая статистическая обработка средних значений УА РН в ЛРС

№ п/п	ЛРС	Хср	S	S^2	Критерия согласия	
					G	$G_{\text{крит}}$
1	Трава горца птичьего	150,32	129,36	16736,38	0,19	0,33
2	Трава полыни горькой	187,32	199,57	39831,50		
3	Трава тысячелистника обыкновенного	116,58	180,3	32509,52		
4	Трава пустырника пятилопастного	202,88	194,01	37640,58		
5	Листья подорожника большого	175,58	180,4	32544,84		
6	Листья крапивы двудомной	176,52	252,41	63713,37		
7	Цветки липы сердцевидной	101,2	216,03	235,75		
8	Цветки пижмы обыкновенной	98,04	204,85	122,58		
9	Корни одуванчика лекарственного	121,72	211,29	347,87		
10	Корни лопуха большого	11,768	17,50	306,46		

Исследование средних значений УА РН среди районов заготовки образцов позволили получить $G=0,19 < G_{\text{крит}}=0,33$ и при максимальной дисперсии $S^2_{\text{max}}=161267,1$ и сумме дисперсий $\Sigma S^2=846046$, что обуславливает согласованность и однородность данных и подтверждает, что доверительный интервал вероятности принимаемой гипотезы позволяет обосновать совместимость полученных результатов и при уровне значимости $\alpha=0,05$ и подтвердить влияние УА РН в ВСП на их накопление в ЛРС в Воронежской области.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4

1. Все изученные образцы ЛРС удовлетворяли требованиям ОФС.1.5.3.0001.15 по УА цезия-137 и стронция-90, а также по сумме показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения. УА цезия-137 не превышал 167,3 Бк/кг (в листьях подорожника большого), стронция-90 – 16,8 Бк/кг (в корнях одуванчика лекарственного), сумма показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения не превышала 0,45 (в листьях подорожника большого).

2. УА природных РН для большинства образцов ЛРС превышала УА РН техногенного происхождения. Ряд убывания средних значений УА определяемых РН: калий-40 → цезий-137 → торий-232 → радий-226 → стронций-90. УА калия-40 достигала 1488 Бк/кг (в траве полыни горькой), тория-226 - 32,3 Бк/кг (в корнях лопуха большого), радия-226 – 21,8 Бк/кг (в корнях лопуха большого), ЭУА природных РН при этом не превышала 165,05 Бк/кг (в траве полыни горькой). На основе проведенных исследований предложено внести дополнительный числовой показатель в ОФС.1.5.3.0001.15: ЭУА природных РН – не более 165 Бк/кг.

3. Полученные результаты определения УА природных и искусственных РН в образцах ЛРС и ВСП Воронежской области отличаются относительной равномерностью распределения по изучаемым районам заготовки. Несколько более высокими показателями УА цезия-137, тория-232, калия-40, радия-226, а также суммы показателя соответствия и погрешности ее определения и ЭУА природных РН, выделяются образцы, заготовленные вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС», ОАО «Воронежсинтезкаучук», вдоль низовья Воронежского водохранилища, а также на улице Левобережного района Воронежа. Полученные результаты объясняются тем, что все перечисленные территории заготовки сырья располагаются в зоне выпадения осадков от выбросов ТЭЦ, которая до начала 2000-х годов функционировала на каменном угле, содержащем в качестве естественной примеси различные изотопы, поступающие вместе с золой и недожогом через выбросы в окружающую среду.

4. Анализ корреляционной зависимости УА искусственных и естественных РН в ВСП и ЛРС показал наличие сильной и весьма заметной взаимосвязи между данными числовыми показателями, что подтверждает преимущественное загрязнение ЛРС радионуклидами через почву. При увеличении УА всех определяемых РН в ВСП возрастала их УА в ЛРС.

5. Выявлена неравномерность распределения радиоизотопов в различных органах растений:

- Стронций-90 в наибольшей степени накапливался в корнях (КН стремятся к 2,0), также относительно высок его уровень аккумуляции был в изучаемых листьях растений (КН более 1,0). Составлен ряд убывания средних значений УА стронция-90 в изучаемых видах ЛРС: корни

лопуха большого → корни одуванчика лекарственного → листья подорожника большого → листья крапивы двудомной → трава полыни горькой → трава пустырника пятилопастного → цветки пижмы обыкновенной → трава тысячелистника обыкновенного → трава горца птичьего → цветки липы сердцевидной.

- Наибольшая УА цезия-137 отмечена в листьях подорожника большого, крапивы двудомной и травах полыни горькой и пустырника пятилопастного (КН более 1,5). Общий вид ряда убывания средних значений УА цезия-137 в изучаемых видах ЛРС: листья подорожника большого → трава пустырника пятилопастного → трава полыни горькой → листья крапивы двудомной → трава горца птичьего → корни лопуха большого → трава тысячелистника обыкновенного → корни одуванчика лекарственного → цветки пижмы обыкновенной → цветки липы сердцевидной.

- Аккумуляция тория-232 всеми изученными видами ЛРС оценивается как невысокая. При этом в корнях и листьях РН аккумулировался с большей эффективностью (КН от 0,37 до 0,49). Составлен ряд убывания средних значений УА тория-232: корни лопуха большого → листья крапивы двудомной → корни одуванчика лекарственного → листья подорожника большого → трава полыни горькой → трава пустырника пятилопастного → трава горца птичьего → цветки пижмы обыкновенной → цветки липы сердцевидной → трава тысячелистника обыкновенного.

- Калий-40 в наибольшей концентрации аккумулировался в листьях (средние КН от 1,47 до 1,59) и травах (средние КН от 1,06 до 1,85) анализируемых видов. Общий вид ряда убывания средних значений УА калия-40: трава пустырника пятилопастного → трава полыни горькой → листья крапивы двудомной → листья подорожника большого → трава горца птичьего → корни одуванчика лекарственного → корни лопуха большого → трава тысячелистника обыкновенного → цветки липы сердцевидной → цветки пижмы обыкновенной.

- Наибольшая УА радия-226 отмечена в корнях (средние КН варьируют от 1,24 до 1,93) и листьях (КН от 0,93 до 1,06) изучаемых видов растений. Ряд убывания средних значений УА радия-226: корни лопуха большого → корни одуванчика лекарственного → листья крапивы двудомной → листья подорожника большого → трава полыни горькой → трава тысячелистника обыкновенного → трава пустырника пятилопастного → трава горца птичьего → цветки липы сердцевидной → цветки пижмы обыкновенной.

- Средние числовые значения сумм показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения для изученных видов ЛРС позволили построить следующий ряд убывания: листья подорожника большого → трава пустырника пятилопастного → трава полыни горькой → листья крапивы двудомной = корни лопуха большого → корни одуванчика лекарственного → трава горца птичьего → трава тысячелистника обыкновенного → цветки пижмы обыкновенной → цветки липы сердцевидной. На основе проведенных исследований и полученных расчетных данных можно предположить, что

наибольшей радиационной опасностью обладают растения с крупными листовыми пластинками и с опушенной надземной частью, а также корни растений; наибольшей радиационной безопасностью обладают генеративные органы растений – цветки, а также надземные части растений с мелкими и гладкими листьями.

6. Анализ зависимостей КН техногенных РН в ЛРС от их УА в ВСП показал преимущественное снижение темпов аккумуляции радиоизотопов в сырье при увеличении их содержания в почве, что свидетельствовало о возможности физиологической регуляции поступления их в растения. Сохранение прямой зависимости между данными показателями стронция-90 отмечено лишь для листьев крапивы двудомной, цезия-137 – для травы тысячелистника обыкновенного, что указывало на высокие фиторемедиационные способности этих видов в отношении данных РН. Большинство выведенных зависимостей КН природных РН от УА их в ВСП показало снижение темпов аккумуляции в ЛРС определяемых изотопов при увеличении их концентраций в почвах. Прямая зависимость КН тория-232 от УА его в ВСП выявлена в корнях лопуха большого и одуванчика лекарственного, травах полыни горькой и горца птичьего; калия-40 – в траве горца птичьего и корнях лопуха большого; радия-226 – в травах полыни горькой и горца птичьего, что необходимо учитывать при формировании подходов к нормированию природных РН в ЛРС.

7. В большей степени изучаемыми видами ЛРС накапливался цезий-137 и калий-40 (средние КН составили 1,36 и 1,34 соответственно). Аккумуляция цезия-137 и калия-40 из почв и распределение их по частям растения сходно друг с другом и со стабильным калием-39. Накопление стронция-90 и радия-226 для изучаемых видов ЛРС носило сходный характер (средние КН 0,99 и 0,85 соответственно), что также объясняется их близостью их атомного строения между собой и со стабильным кальцием.

8. В условиях радиоактивного заражения к группе высокого риска загрязнения из изученных видов ЛРС относятся листья подорожника большого, листья крапивы двудомной, корни одуванчика лекарственного, корни лопуха большого. В цветках РН накапливаются в наименьшей степени (КН техногенных РН составляют от 0,39 до 0,70). При этом КН природных РН, в частности, калия-40 близки к 1,0. Это говорит о вероятном наличии биологического механизма защиты генеративных органов растительных организмов от облучения, что представляет интерес для дальнейших исследований.

ГЛАВА 5. СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРООРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ В ВЕРХНИХ СЛОЯХ ПОЧВ И ЛРС

Эколого-гигиенический контроль содержания остаточных пестицидов в ЛРС чрезвычайно важен с точки зрения безопасности пациентов. Наличие остаточных пестицидов может быть причиной развития побочных эффектов в результате приема препаратов их содержащих. Содержание остаточных пестицидов, как правило, определяют в культивируемом ЛРС и получаемых из него лекарственным растительным препаратам [53, 54]. Поэтому для оценки экологического состояния ВСП и ЛРС в Воронежской области в отношении загрязнения пестицидами были выбраны основные точки отбора образцов, лежащие в 13 изучаемых агроценозах региона (рисунок 2.1).

ОФС.1.5.3.0011.15 «Определение содержания остаточных пестицидов в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах» регламентирует ПДК ГХЦГ и его изомеров (в сумме) и ДДТ и его метаболитов (в сумме) не более 0,1 мг/кг для обоих экотоксикантов, при отсутствии алдрина и гептахлора. ПДК ГХЦГ и ДДТ в почве также составляют 0,1 мг/кг, гептахлора – 0,05 мг/кг, содержание в почве алдрина в настоящее время не нормируется [53, 54, 250].

Результаты исследований образцов ВСП, отобранных в агроценозах Воронежской области (таблица 5.1), показали практическое отсутствие ХОП в анализируемом материале: содержание ГХЦГ и его изомеров (в сумме) составляло для всех образцов менее 0,001 мг/кг, а для ДДТ и его метаболитов (в сумме) – менее 0,007 мг/кг, что соответствовало порогу чувствительности газового хроматографа «Цвет 500М». Также исследования позволили выявить отсутствие в изучаемых образцах ВСП алдрина и гептахлора [7, 107, 250].

Анализ всех видов ЛРС, заготовленных в агроценозах региона (таблица 5.1), позволил признать исследуемые образцы экологически чистыми в отношении загрязнения ХОП, которые фактически не были обнаружены в растениях: концентрации ГХЦГ и его изомеров (в сумме) и ДДТ и его метаболитов (в сумме) лежали ниже предела обнаружения и составляли менее 0,001 мг/кг и 0,007 мг/кг соответственно. Подтверждено отсутствие в алдрина и гептахлора [7, 53].

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Агробιοοοοоз Панинского района	ГХЦГ и его изомеры (в сумме)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	ДДТ и его метаболиты (в сумме)	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
	Алдрин	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.
	Гептахлор	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.
Агробιοοοοоз Верхнехавского района	ГХЦГ и его изомеры (в сумме)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	ДДТ и его метаболиты (в сумме)	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
	Алдрин	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.
	Гептахлор	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.
Агробιοοοοоз Эртильского района	ГХЦГ и его изомеры (в сумме)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	ДДТ и его метаболиты (в сумме)	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
	Алдрин	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.
	Гептахлор	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.
Агробιοοοοоз Россошанского района	ГХЦГ и его изомеры (в сумме)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	ДДТ и его метаболиты (в сумме)	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
	Алдрин	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.
	Гептахлор	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.
ПДК	ГХЦГ и его изомеры (в сумме)	0,1										0,1
	ДДТ и его метаболиты (в сумме)	0,1										0,1
	Алдрин	Не допускается										-
	Гептахлор	Не допускается										0,05

Полученные результаты коррелируют с ежегодными отчетами Государственного Центра агрохимической службы "Воронежский", проводящего эколого-токсикологический мониторинг земель сельскохозяйственного назначения и производимой растениеводческой продукции на территории области на регулярной основе [328]. Наряду с этим, проведенные исследования выгодно отличают анализируемый регион от других субъектов РФ, где периодически выявляются высокие концентрации наиболее токсичных пестицидов (ХОП), как в почве, так и в растительных объектах, что открывает значительные перспективы для культивирования и заготовки дикорастущего ЛРС в Воронежской области [57, 58, 315, 444].

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о полном экологическом благополучии ВСП агроценозов в Воронежской области, а также ЛРС из растений, на них произрастающих, в отношении загрязнения ХОП.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 5

Во всех изучаемых образцах ВСП и ЛРС агроценозов Воронежской области наличие ГХЦГ и его изомеров, ДДТ и его метаболитов, алдрин и гептахлора не выявлено. На основании проведенных исследований можно сделать вывод о полном экологическом благополучии почв агроценозов региона, а также ЛРС из растений, на них произрастающих, в отношении загрязнения ХОП.

ГЛАВА 6. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СОДЕРЖАНИЯ БАВ В ЛРС

6.1. Разработка и валидация методики ультразвуковой экстракции и количественного определения ВРПС

6.1.1. Подбор оптимальных параметров ультразвуковой экстракции ВРПС

Существующая методика количественного определения ВРПС в листьях подорожника большого, представленная в ГФ XIV, требует выполнения большого числа технологических операций. Опытным путем доказано, что одно количественное определение занимает более 5 часов [261]. Попытки доработки методики были предприняты Сосниной С.А. [152], которая предложила исключить стадии центрифугирования после настаивания, центрифугирование перед вакуум-фильтрацией, вакуум-фильтрацию, а также увеличить время подогревания на водяной бане при осаждении ВРПС спиртом с 5 до 30 минут. Однако используемый ГФ XIV режим осаждения полисахаридов дает бóльший выход реакции, чем это было предложено авторами. Отказ от вакуум-фильтрации затрудняет процесс фильтрования вязкого раствора, общее время количественного определения ВРПС по данной методике составляет более 4 часов [32, 152, 306].

Контроль содержания БАВ в корнях одуванчика лекарственного осуществляется по содержанию экстрактивных веществ (ЭВ), извлекаемых водой. Последний показатель в условиях современного развития фитохимии не является специфичным для данного вида ЛРС, а потому требует доработок. В медицинской и фармацевтической практике используются преимущественно водные извлечения из корней одуванчика лекарственного, а фармакологический эффект обусловлен водорастворимыми соединениями, основу которых составляют ВРПС (более 35% инулина) [92]. Корни лопуха также используются преимущественно в виде отвара, в который активно экстрагируются ВРПС, представленные инулином (до 45%) [166, 259].

При разработке экспрессных методик выделения и количественного определения ВРПС из ЛРС использовали ультразвуковую экстракцию, позволяющую не только значительно повысить выход БАВ из сырья, но и снизить время извлечения на 1-2 порядка. Подбор оптимальных параметров ультразвуковой экстракции ВРПС из листьев подорожника большого, корней одуванчика лекарственного и лопуха большого осуществляли методом математического моделирования на основе регрессионного, дисперсионного и корреляционного анализов экспериментальных данных (рисунок 6.1) [240, 314].

Процесс ультразвуковой экстракции ВРПС из ЛРС обыкновенного детерминируется несколькими одновременно и совокупно действующими заданными значениями параметров. Задачей оптимизации являлось нахождение комбинации факторов, обеспечивающих требуемый экстремум выхода ВРПС. В качестве экстрагента использовали воду очищенную. Варьировали

измельченностью ЛРС (x_1 , мм), температурой (x_2 , °С), кратностью (x_3), длительностью экстракции (x_4 , мин), частотой ультразвука (x_5 , кГц) и соотношением ЛРС и экстрагента (x_6 , г:мл). Определяли содержание гравиметрически осаждаемых ВРПС (y , %) (таблицы И.1-И.3 Приложения И). Осаждение ВРПС проводили 95% этанолом, который брали в трехкратном объеме по отношению к водному извлечению. Осадок отфильтровывали под вакуумом при остаточном давлении 0,04-0,08 МПа, высушивали до постоянной массы в воздушном стерилизаторе. Параметры округлены до значений погрешности приборов измерений в соответствии с их паспортными данными [89, 90].

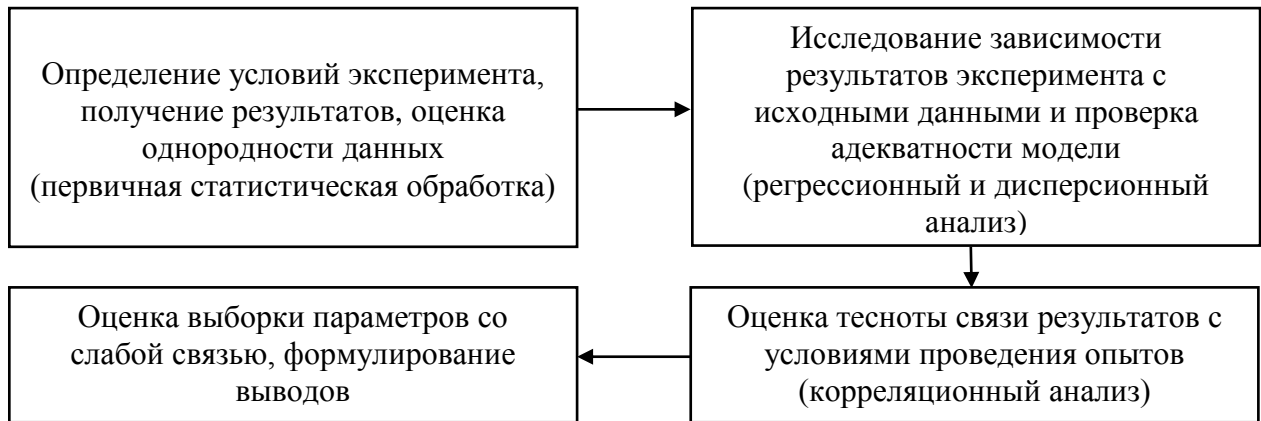


Рисунок 6.1 - Схема математико-статистической обработки результатов эксперимента

Учитывали число уровней варьирования факторов в области эксперимента на протяжении проведения необходимого количества опытов. Зависимость числа опытов от числа уровней факторов имеет вид: $N = g^k$, (6.1)

где N – число опытов, g – число состояния уровней факторов, k – число факторов.

В нашем случае система имела два состояния уровней факторов (исходное состояние смеси и готовый экстракт), при меняющихся 6 факторах минимально необходимое число опытов составит 64 (таблицы И.1-И.3 Приложения И) [239, 240]. При выполнении исследований полного цикла выделения ВРПС результаты фиксировались до 3 раз. Проверку гипотезы о согласованности условий эксперимента и степени их однородности выполняли путем оценки дисперсий их распределения с применением G-критерия Кохрена и расчетом дисперсий – S^2 серий исследований с выборкой максимальных дисперсий и их суммы (таблица 6.1) [314].

Таблица 6.1 - Результаты обработки значений результатов эксперимента

ЛРС	S^2_{\max}	ΣS^2	Значения критериев согласия	
			G	$G_{\text{крит}}$
Листья подорожника большого	922	50844	0,0181	0,064
Корни одуванчика лекарственного	1006	55051	0,0183	
Корни лопуха большого	884	48939	0,0181	

Данные таблицы 6.1 при уровне значимости $\alpha=0,05$, числе степеней свободы 5 и количестве дисперсий 64, позволили получить значения $G=0,018$ и $G_{\text{крит}}=0,064$, что обусловило гипотезу об

однородности данных ($G < G_{\text{крит}}$), и подтвердило статистическую надёжность условий проведения эксперимента, а также отсутствие случайных событий [240].

Полученные результаты позволили судить об их линейной зависимости, в связи с чем, следовало рассмотреть линейную функцию множественной регрессии [193,240]. Для проведения оценки регрессии вводили ограничения рассмотрения линейного соотношения между зависимой переменной y и объясняющими переменными x_1-x_6 . Общее уравнение имело вид:

$$y_{\text{расчетн}} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6; \quad (6.2)$$

Математическая модель множественной регрессии метода наименьших квадратов требовало использования матричных обозначений и использования техники матричной алгебры:

$$b = [[x^T][x]]^{-1}[x^T]y_{\text{расчетн}}. \quad (6.3)$$

Вводили вектор $y_{\text{расчетн}}$ и значения наблюдений объясняющих значений функции из таблиц И.1-И.3 Приложения И транспонировали в матрицу $[x]$ размерности количества строк по количеству переменных и количеству столбцов равному числу опытов (64). Вычисляли матричное произведение двух массивов транспонированной матрицы и исходной, $[x^T][x]$, затем находили обратную матрицу $[[x^T][x]]^{-1}$ и вектор $[x^T]y_{\text{расчетн}}$ с размерностями 7×7 . Из выражения 5 произведение обратной матрицы и вектора получили результирующие матрицы в виде вектор столбцов значений b (таблица 6.2) [193,240].

Таблица 6.2 - Значения коэффициентов регрессии

Параметр	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Листья подорожника большого	-4,163	-2,413	0,095	5,429	-0,030	0,185	-0,072
Корни одуванчика лекарственного	-46,019	-4,508	0,387	5,900	0,279	0,44	-0,016
Корней лопуха большого	-36,667	-10,703	0,490	8,126	0,411	0,307	-0,306

Таким образом, уравнения регрессии для проведенного эксперимента по получению ВРПС способом ультразвукового экстрагирования имели вид:

для листьев подорожника большого

$$y_{\text{расчетн}} = -4,163 - 2,413 x_1 + 0,095 x_2 + 5,429 x_3 - 0,03 x_4 + 0,185 x_5 - 0,072 x_6; \quad (6.4)$$

для корней одуванчика лекарственного

$$y_{\text{расчетн}} = -46,019 - 4,508 x_1 + 0,387 x_2 + 5,9 x_3 + 0,279 x_4 + 0,44 x_5 - 0,072 x_6; \quad (6.5)$$

для корней лопуха большого

$$y_{\text{расчетн}} = -36,667 - 10,703 x_1 + 0,49 x_2 + 8,126 x_3 + 0,411 x_4 + 0,307 x_5 + -0,306 x_6; \quad (6.6)$$

В соответствии с формулами 6.1.4-6.1.6 получили расчетные значения y (таблицы И.4-И.6 Приложения И). По полученным данным строили зависимости экспериментальных и расчетных значений y путем градации экспериментально полученных результатов при взаимосвязи с расчетными от меньшего к большему (рисунки И.1-И.3 Приложения И). Визуально расчетная

ломаная кривая описывает результаты значений, полученных экспериментально, из чего предварительно можно судить о положительно проведенном регрессионном анализе [239, 240].

Гипотезу о согласованности значений эксперимента и полученных теоретически проверяли путем анализа распределения этой статистики. Для оценки различий рассеяния результатов использовали F-критерий Фишера и χ^2 -критерий Пирсона [193].

Оценку значимости уравнения регрессии осуществляли при помощи параметрического F-критерия Фишера (F-распределения), который служит для определения достоверности различий между дисперсиями полученных результатов и показывает уровень однородности данных в выборках (рисунок 6.2).

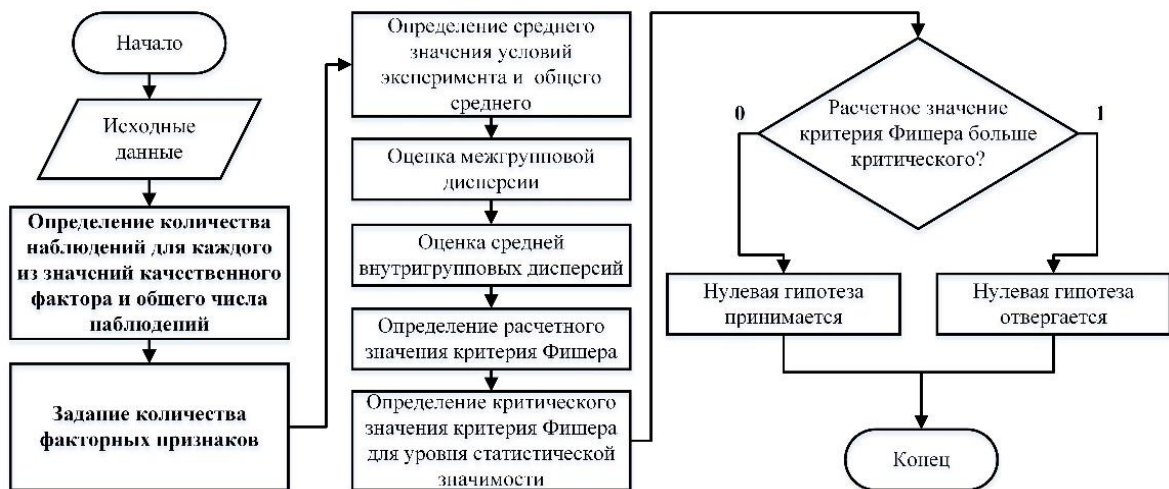


Рисунок 6.2. - Алгоритм проверки данных по критерию Фишера

Коэффициент детерминации и коэффициент множественной корреляции являются показателями, отражающими тесноту связи и точность регрессии, чем ближе они к единице, тем лучше регрессия аппроксимирует эмпирические данные, тем теснее наблюдения примыкают к линии регрессии и тем больше он отражает тесноту связи построенной модели под воздействием изучаемых объясняющих факторов. На основании того, что $(R)R^2 > 0,7$, следует, что связь полученных результатов с выбранными параметрами вариации тесная, функциональная форма выбрана верно. Фактическое значение $F > F_{\text{крит}}$, значит коэффициент детерминации статистически значим, следовательно, найденная оценка уравнения регрессии адекватна при заданном уровне $\alpha = 0,05$ (таблица 6.3) [1, 193, 240].

Для нахождения общей степени согласия расхождении при оценке экспериментальных и теоретических результатов применен χ^2 -критерий согласия Пирсона (хи-квадрат), позволяющий установить, с одинаковой ли частотой встречаются разные значения признака в $U_{\text{эмпирич}}$ и $U_{\text{расчетн}}$ распределениях, и определяется по формуле [193]:

$$\chi_{\text{эмпирич}}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i^{\text{эксперим}} - y_i^{\text{расчетн}})^2}{y_i^{\text{расчетн}}} \quad (6.7)$$

Таблица 6.3 - Параметры оценки качества регрессии F-распределения

Расшифровка расчетных показателей	Формула	Полученное значение		
		листья подорожника большого	корни одуванчика лекарственного	корни лопуха большого
Коэффициент детерминации	$R^2 = \frac{\sum(y_{\text{расч}} - \bar{y})^2}{\sum(y_{\text{эксп}} - \bar{y})^2}$	0,91	0,80	0,87
Коэффициент множественной корреляции	$R = \sqrt{\frac{\sum(y_{\text{расч}} - \bar{y})}{\sum(y_{\text{эксп}} - \bar{y})}}$	0,95	0,89	0,93
F-критерий Фишера	$F = \frac{R^2/k}{(1 - R^2)/(n - m - 1)}$	107,48	39,94	69,26
Критическое значение F-критерия Фишера	табличное значение	2,62		

Из данных таблиц И.1-И.3 и таблиц И.4-И.6 Приложения И вычисляли $\chi^2_{\text{эмпирич}}$, которое составило для листьев подорожника большого 13,54, для корней одуванчика лекарственного 71,05 и для корней лопуха большого 36,16. Критическое значение хи-квадрат являлось табличным значением и составило $\chi^2_{\text{таблич}} = 82,5$ при количестве степеней свободы $n-1=63$.

Поскольку $\chi^2_{\text{эмпирич}} < \chi^2_{\text{таблич}}$ то выдвинутая гипотеза соответствия регрессии опытным данным подтверждается, следовательно, степень расхождения между эмпирическими и теоретическими частотами минимальная.

С целью оценки качества регрессионной модели использовали среднюю ошибку выполненной аппроксимации [193, 240]:

$$e_{\text{отн}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_{\text{расч}} - y_{\text{эксп}}|}{y_{\text{эксп}}} 100, \quad (6.8)$$

которая позволяет сделать вывод о рассеянии экспериментальных точек относительно линии регрессии (для листьев подорожника большого 7,31 %, для корней одуванчика лекарственного 16,13 % и для корней лопуха большого 15,87 %), что характеризует высокую точность уравнения регрессии.

Для определения тесноты зависимости результатов эксперимента x_i от y использовали коэффициент корреляции ($r_{y,x}$). Изначально подходящим измерителем тесноты связи x от y является коэффициенты регрессии b , но он показывает на сколько в среднем изменяется y , когда x увеличивается на одну единицу, что в отдельных случаях может давать очень абстрактное представление. Для сравнения данных по различным характеристикам между собой использовали стандартную единицу измерения переменной, называемую среднеквадратичным отклонением (СКО) s , которое определяется [193,240]:

$$s_{x,y} = \sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}. \quad (6.9)$$

Чтобы сравнить, на сколько величин s_y изменится в среднем y , когда x увеличится на одно s_x рассчитывали коэффициент корреляции по формуле:

$$r_{y,x} = b_1 \frac{s_x}{s_y}. \quad (6.10)$$

В соответствии с полученными данными определим тесноту связи переменных x_{1-6} с соответствующими им значениями $y_{\text{эксперимент}}$ (таблицы 6.4-6.6).

Таблица 6.4 - Определение коэффициента корреляции между переменными для листьев подорожника большого

Показатели СКО s_{x_i}	s_{x_1}	s_{x_2}	s_{x_3}	s_{x_4}	s_{x_5}	s_{x_6}
Значения s_{x_i}	0,42	4,88	0,83	2,55	7,53	3,44
Показатели СКО $s_{y_{\text{эксперимент}}}$	$s_{y_{\text{эксперимент}}}$					
Значение $s_{y_{\text{эксперимент}}}$	4,87					
Показатели коэффициента корреляции r_i	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6
Значения r_i	0,24	0,08	0,9	0,28	0,11	0,065

Таблица 6.5 - Определение коэффициента корреляции между переменными для корней одуванчика лекарственного

Показатели СКО s_{x_i}	s_{x_1}	s_{x_2}	s_{x_3}	s_{x_4}	s_{x_5}	s_{x_6}
Значения s_{x_i}	0,46	7,26	0,82	4,9	6,86	3,92
Показатели СКО $s_{y_{\text{эксперимент}}}$	$s_{y_{\text{эксперимент}}}$					
Значение $s_{y_{\text{эксперимент}}}$	7,25					
Показатели коэффициента корреляции r_i	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6
Значения r_i	0,33	0,35	0,69	0,35	0,17	0,12

Таблица 6.6 - Определение коэффициента корреляции между переменными для корней лопуха большого

Показатели СКО s_{x_i}	s_{x_1}	s_{x_2}	s_{x_3}	s_{x_4}	s_{x_5}	s_{x_6}
Значения s_{x_i}	0,48	10,59	0,83	5,13	7,55	6,48
Показатели СКО $s_{y_{\text{эксперимент}}}$	$s_{y_{\text{эксперимент}}}$					
Значение $s_{y_{\text{эксперимент}}}$	10,05					
Показатели коэффициента корреляции r_i	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6
Значения r_i	0,57	0,66	0,69	0,34	0,09	0,07

На 5% уровне коэффициент корреляции статистически значим для x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 и показывает удовлетворительный уровень связи. Особо ярко выражен у переменной x_6 (уровень значимости более 30 %), что показывает высокую тесную связь с полученными результатами. На 10% уровне коэффициент корреляции статистически значим для x_5, x_6 и показывает хороший уровень связи. Особо ярко выражен у переменных x_1, x_2, x_3, x_4 (уровень значимости более 30 %) [193, 239, 240].

Из анализа полученных данных следует, что теснота взаимосвязи между выбранными показателями выражена достаточным уровнем значимости. Это позволяет судить о правильном выборе параметров их значений [1, 44, 193].

Таким образом, в результате проведения статистической обработки выполненного полного факторного эксперимента выявлено, что исходные условия и полученные при проведении опытов

данные позволили представить регрессионную модель в виде уравнения линейной множественной регрессии, проведенный дисперсионный анализ установил её адекватность, а корреляционный анализ подтвердил качественное влияние факторов на результативность эксперимента. При этом уровень согласованности исходных данных по критерию Кохрена подтвердил однородность и статистическую надежность условий проведения серий лабораторных исследований. Оценка качества модели регрессии подтверждена проверкой гипотез по F-критерию Фишера и χ^2 -критерию Пирсона. При определении тесноты общей взаимосвязи исходных и полученных данных на основе коэффициента корреляции позволил судить о достаточном уровне значимости и правильном выборе параметров значений факторных признаков. Проведенные исследования позволили выделить оптимальные параметры ультразвуковой экстракции:

- для листьев подорожника большого: температура экстракции – 80 °С; кратность экстракции – 3, частота ультразвука – 35 кГц, время экстрагирования – 15 мин, соотношение сырья и экстрагента – 1 г на 15 мл, при этом измельченность сырья может варьировать от 0,5 мм до 1 мм;

- для корней одуванчика лекарственного: температура экстракции – 80 °С; кратность экстракции – 3, частота ультразвука – 35 кГц, время экстрагирования – 40 мин, соотношение сырья и экстрагента – 1 г на 10 мл, измельченность сырья может варьировать от 0,2 мм до 0,5 мм;

- для корней лопуха большого: температура экстракции – 80 °С; кратность экстракции – 3, частота ультразвука – 35 кГц, время экстрагирования – 30 мин, соотношение сырья и экстрагента – 1 г на 30 мл, при этом измельченность сырья может варьировать от 0,2 мм до 0,5 мм.

Проведенные исследования легли в основу 5 заявок на изобретения, по которым получены патенты РФ, а также предложенных дополнений к ФС на соответствующие виды ЛРС (Приложение Л) [304-308].

6.1.2. Валидация методики ультразвуковой экстракции и количественного определения ВРПС из листьев подорожника большого *Plantago major* L.

Комплекс проведенных экспериментальных работ и математического анализа дал возможность предложить следующую методику ультразвуковой экстракции и количественного определения ГОВРПС листьев подорожника большого. Около 1,0 г (точная навеска) листьев подорожника большого, измельченных до размера частиц 0,5-1,0 мм, помещают в колбу вместимостью 50 мл, прибавляют 15 мл воды очищенной, нагретой до температуры кипения. Колбу помещают в ультразвуковую ванну с частотой 35 КГц, при температуре 80 °С, экстрагируют 15 мин. Экстракцию повторяют ещё 2 раза. Водные извлечения объединяют и фильтруют в мерную колбу вместимостью 50 мл через 10 слоев марли, вложенной в стеклянную воронку диаметром 5 см и предварительно промытой водой очищенной. Фильтр промывают водой и доводят объём

раствора до метки (раствор А). 25 мл раствора А помещают в коническую колбу на 100 мл, прибавляют 75 мл 95 % спирта этилового, перемешивают, подогревают на водяной бане до 30 °С в течение 5 мин. Через 30 минут содержимое колбы фильтруют через предварительно высушенный и взвешенный беззольный бумажный фильтр, проложенный в стеклянный фильтр ПОР 16 с диаметром 40 мм, под вакуумом при остаточном давлении 0,4-0,8 атм. Осадок на фильтре последовательно промывают 15 мл раствора 95 % этанола в воде очищенной (3:1), 10 мл смеси этилацетата и 95 % этанола (1:1). Фильтр с осадком высушивают при температуре 100-105 °С до постоянной массы [261, 306]. Содержание ГОВРПС в пересчёте на абсолютно сухое сырьё вычисляют по формуле (6.11):

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 20000}{m \cdot (100 - W)}, \quad (6.11)$$

где m_1 - масса высушенного фильтра, г; m_2 - масса высушенного фильтра с осадком, г; m - навеска сырья, г; W - потеря в массе сырья при высушивании, %.

Время, расходуемое на выделение и количественное определение ВРПС листьев подорожника большого, сокращается до 3 ч, а выход данной группы БАВ по сравнению с их извлечением по методике ГФ XIV при ультразвуковой экстракции увеличивается более чем на 8%, возрастая с 22,25±0,50% до 24,05±0,36%. Относительная ошибка предлагаемой методики при доверительной вероятности 95 % составляет 1,47 % (таблица 6.7, где N - число повторностей, f - число степеней свободы, X - среднее значение определяемой величины, S^2 - дисперсия, S - стандартное отклонение, S_x - стандартное отклонение средней величины, P - доверительная вероятность, $t_{(P,f)}$ - критерий Стьюдента, Δx - полуширина доверительного интервала, ε - относительная ошибка среднего результата) [92].

Таблица 6.7 - Метрологические характеристики методики количественного определения ВРПС в листьях подорожника большого

n	f	x	S ²	S	S _x	P, %	t _(P,f)	Δx	ε, %
10	9	24,05	0,253	0,503	0,159	95	2,262	0,36	1,47

Валидация методики проведена по прецизионности (повторяемости), устойчивости, правильности (точности) и линейности. Повторяемость методики определяли в условиях, при которых шесть независимых измерений были проведены одним методом, в одной лаборатории, одним исследователем, в пределах короткого промежутка времени [53, 92] (таблица 6.8).

Таблица 6.8 - Результаты оценки повторяемости методики

Номер анализа	1	2	3	4	5	6
Содержание ВРПС, %	24,13	24,04	24,08	23,92	24,15	23,89

Вычисляли величину стандартного отклонения (SD) и относительного стандартного отклонения (RSD) по формулам (6.12), (6.13):

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(\bar{X} - X_i)^2}{(n-1)}}; \quad (6.12)$$

$$RSD = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\%, \quad (6.13)$$

Статистическая обработка полученных результатов, показала, что они достоверны при доверительной вероятности 95 %, вычисленное значение величины относительного стандартного отклонения — 0,47 % не превышает критериев приемлемости — 2 %, что свидетельствует о прецизионности методики в условиях повторяемости (таблица 6.9) [53, 89].

Таблица 6.9 - Метрологические характеристики методики при ее валидации по прецизионности

n	f	x	S	S _x	RSD, %	P, %	t _(p,f)	Δx	ε, %
6	5	24,04	0,108	0,0442	0,45	95	2,571	0,113	0,47

Подготавливали модели для анализа, разводя соответствующим инертным разбавителем и получая, таким образом, смеси с 3 уровнями концентрации (таблица 6.10).

Таблица 6.10 - Результаты оценки повторяемости методики

Номер анализа	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Содержание ЛРС в пробе	1:1	1:1	1:1	1:2	1:2	1:2	1:4	1:4	1:4
Найдено ВРПС, %	24,15	24,00	23,89	12,11	12,20	12,24	6,08	6,16	6,24
Расчетное содержание ВРПС, %	24,04	24,04	24,04	12,02	12,02	12,02	6,01	6,01	6,01
Открываемость(R), %	100,46	99,83	99,38	100,75	101,50	101,82	101,16	102,50	103,83
Метрологические характеристики	$\bar{R} = 101,25$, $SD=0,4564$, $RSD=0,45$ %								

В качестве инертного разбавителя использовали тальк. Для каждой из проб провели 3 параллельных определения. За опорное значение содержания ВРПС в листьях подорожника большого принимали среднее значение, полученное в предыдущем эксперименте - 24,04 %. Этот способ установления правильности считается наиболее оптимальным для ЛРС и ЛРП.

Как следует из представленных результатов, на всех трёх уровнях концентраций анализируемых образцов получают сопоставимые результаты, а относительное стандартное отклонение не превышает 2,5 %, что соответствует оптимальной величине RSD и позволяет считать методику правильной [53,89,92].

Устойчивость методики изучали по степени воспроизводимости результатов измерений, полученных при анализе одинаковых образцов при разных минимальных изменениях условий выполнения методики. Рассматривали стабильность приготовленных проб и степень влияния условий. Нами было получены извлечения из анализируемого сырья по валидируемой методике, которые в последующем хранились при комнатной температуре и в холодильнике. Гравиметрическое определение ВРПС проводилось сразу после экстрагирования, через 24 часа и через 72 часа. Критерий приемлемости по данному показателю (RSD не более 1 %) не превышен, что позволяет считать методику устойчивой (таблица 6.11) [89,92].

Таблица 6.11 - Результаты оценки устойчивости методики

Номер анализа	1	2	3	4	5	6			
Образец	Хранение в холодильнике			Хранение при комнатной температуре					
	После экстрагирования	Через 24 часа	Через 72 часа	После экстрагирования	Через 24 часа	Через 72 часа			
Содержание ВРПС, %	24,20	24,04	24,06	24,20	23,96	23,70			
Метрологические характеристики									
<i>n</i>	<i>f</i>	<i>x</i>	<i>S</i>	<i>S_x</i>	<i>RSD, %</i>	<i>P, %</i>	<i>t_(P,f)</i>	Δx	$\varepsilon, \%$
6	5	24,03	0,1696	0,0692	0,71	95	2,570	0,44	1,81

Для проверки этого показателя проводили 9 определений в диапазоне от 50 % до 130 % номинальной концентрации. Расчеты вели с помощью «Excel 2007». Результаты приведены на рисунке 6.3 и в таблице 6.12.

Таблица 6.12 - Критерии оценки линейности методики

R^2	y-intercept	slope
1,0	-0,9861	0,2368

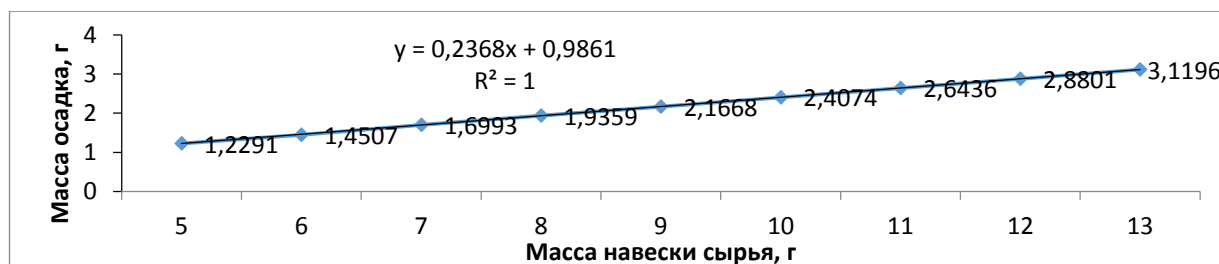


Рисунок 6.3 - Зависимость массы осадка от массы ЛРС при гравиметрическом определении ВРПС в листьях подорожника большого

Квадрат коэффициента корреляции линейной регрессии составил 1,0, что не менее 0,99. Это позволяет утверждать о наличии достаточно жесткой линейной зависимости массы осадка от массы ЛРС при гравиметрическом определении ВРПС в листьях подорожника большого [53, 261].

Согласно полученным результатам, разработанная методика количественного определения содержания ВРПС в листьях подорожника большого валидна по всем основным показателям и может использоваться с целью контроля качества данного вида ЛРС и получения из него ВРПС.

6.1.3. Валидация методики ультразвуковой экстракции и количественного определения ВРПС из корней одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* F.H.Wigg

Комплекс проведенных экспериментальных работ и математического анализа дал возможность предложить следующую методику ультразвуковой экстракции и количественного определения ГОВРПС корней одуванчика лекарственного. Аналитическую пробу сырья измельчают до размера частиц 0,2 - 0,5 мм. Около 1 г (точная навеска) сырья помещают в колбу вместимостью 25 мл, прибавляют 10 мл воды очищенной, нагретой до температуры кипения,

помещают в ультразвуковую ванну с частотой 35 КГц при температуре 80 °С, экстрагируют 40 мин. Экстракцию повторяют ещё 2 раза, прибавляя по 10 мл воды. Водные извлечения объединяют и фильтруют в мерную колбу вместимостью 50 мл через 10 слоев марли, вложенной в стеклянную воронку диаметром 5 см и предварительно промытой водой очищенной. Фильтр промывают водой и доводят объём раствора до метки (раствор А). 5 мл раствора А помещают в коническую колбу на 25 мл, доводят 95 % спиртом этиловым до метки, перемешивают, охлаждают в морозильной камере при температуре -18°С в течение 1 ч. Затем содержимое колбы фильтруют беззольный бумажный фильтр, проложенный в стеклянный фильтр ПОР 16, под вакуумом при остаточном давлении 0,4-0,8 атм. Осадок на фильтре последовательно промывают 15 мл раствора 95 % этанола в воде очищенной (3:1), 10 мл смеси этилацетата и 95 % этанола (1:1). Фильтр с осадком сушат при температуре 100 - 105 °С до постоянной массы. Содержание ВРПС в пересчёте на абсолютно сухое сырьё вычисляют по формуле [92, 258, 305]:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 100000}{m \cdot (100 - W)}, \quad (6.14)$$

где m_1 - масса высушенного фильтра, г; m_2 - масса высушенного фильтра с осадком, г; m — навеска сырья, г; W — потеря в массе сырья при высушивании, %.

Разница в результатах количественного определения ВРПС в корнях одуванчика лекарственного по ранее запатентованной методике (результат составил $30,01 \pm 0,67$ %) и по предложенной составляет 2,88 %, что позволяет судить не только о значительном ускорении процесса извлечения ВРПС (не превышает 4 ч), но и об увеличении выхода основного продукта в среднем на 10% [258]. Относительная ошибка предлагаемой методики при доверительной вероятности 95 % составляет 1,86 % (таблица 6.13) [53].

Таблица 6.13 - Метрологические характеристики методики количественного определения ВРПС в корнях одуванчика лекарственного

N	f	\bar{X}	S^2	S	S_x	$P, \%$	$t_{(P,f)}$	Δx	$\varepsilon, \%$
10	9	32,82	0,7390	0,8597	0,2719	95	2,2622	0,61	1,86

Статистическая обработка полученных результатов валидации методики на повторяемость показала, что они достоверны при доверительной вероятности 95 %, вычисленное значение RSD — 1,60 % не превышает критериев приемлемости — 2 %, что свидетельствует о прецизионности методики в условиях повторяемости (таблица 6.14) [92, 258].

Таблица 6.14 - Результаты оценки повторяемости методики

Номер анализа		1	2	3	4	5	6		
Содержание ВРПС, %		33,18	32,85	32,73	32,04	33,11	33,60		
Метрологические характеристики									
n	f	\bar{x}	S	S_x	RSD, %	$P, \%$	$t_{(P,f)}$	Δx	$\varepsilon, \%$
6	5	32,92	0,2763	0,1128	1,60	95	2,570	0,2899	0,88

При валидации методики на правильность (точность) (таблица 6.15) за опорное значение содержания ВРПС в корнях одуванчика лекарственного принималось среднее значение, полученное в предыдущем эксперименте – 32,89 % [53, 92]. На трёх уровнях концентраций анализируемых образцов получены сопоставимые результаты, а относительное стандартное отклонение не превышает 2,5 %, что соответствует оптимальной величине RSD и позволяет считать методику правильной [53].

Таблица 6.15 - Результаты оценки правильности методики

Номер анализа	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Содержание ЛРС в пробе	1:1	1:1	1:1	1:2	1:2	1:2	1:4	1:4	1:4
Найдено ВРПС, %	33,98	31,85	32,73	34,05	33,12	32,94	33,53	32,81	34,24
Рассчитано ВРПС, %	32,89								
Открываемость (R), %	103,31	96,84	99,51	103,53	100,70	100,15	101,95	99,76	104,10
Метрология	R _{ср} =101,09; SD=0,7720; RSD=2,32 %								

Критерий приемлемости по показателю устойчивости разрабатываемой методики (RSD не более 1 %) не превышен, что позволяет считать методику устойчивой (таблица 6.16).

Таблица 6.16 - Результаты оценки устойчивости методики

Номер анализа	1		2	3	4		5	6	
Образец	Хранение в холодильнике			При комнатной температуре					
	После экстрагирования	Через 24 часа	Через 72 часа	После экстрагирования	Через 24 часа	Через 72 часа			
Содержание ВРПС, %	32,98		32,87	32,80	33,06		32,93	32,99	
Метрологические характеристики									
<i>n</i>	<i>f</i>	<i>x</i>	<i>S</i>	<i>S_x</i>	<i>RSD, %</i>	<i>P, %</i>	<i>t_(P,f)</i>	<i>Δx</i>	<i>ε, %</i>
6	5	32,94	0,0086	0,0035	0,28	95	2,570	0,0090	0,03

При валидации методики на линейность проводились 9 определений в диапазоне от 50 до 130 % номинальной концентрации. Каждое определение выполнялось 1 раз. Результаты приведены в таблице 6.17 и на рисунке 6.4. Квадрат коэффициента корреляции линейной регрессии составил 0,9942, что не менее 0,99, и позволяет утверждать наличие линейной зависимости массы осадка от массы ЛРС при гравиметрическом определении ВРПС в корнях одуванчика лекарственного [258].

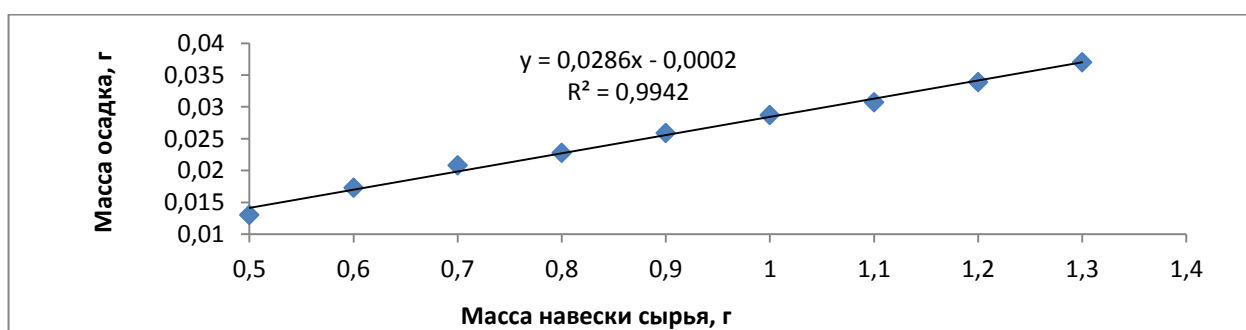


Рисунок 6.4 - Зависимость массы осадка от массы корней одуванчика лекарственного при гравиметрическом определении ВРПС

Таблица 6.17 - Критерии оценки линейности методики

R ²	y-intercept	slope
0,9942	0,0002	0,0286

Таким образом, разработана и валидирована методика количественного определения ВРПС корней одуванчика лекарственного, которая также может быть использована при промышленном получении данной группы БАВ из сырья.

6.1.4. Валидация методики ультразвуковой экстракции и количественного определения ВРПС из корней лопуха большого *Arctium lappa* L.

Комплекс проведенных экспериментальных работ и математического анализа дал возможность предложить следующую методику ультразвуковой экстракции и количественного определения ГОВРПС корней лопуха большого. Аналитическую пробу сырья измельчают до размера частиц 0,2 - 0,5 мм. Около 1 г (точная навеска) измельченного сырья помещают в колбу вместимостью 50 мл, прибавляют 30 мл воды очищенной, нагретой до температуры кипения, помещают в ультразвуковую ванну с частотой 35 КГц при температуре 80 °С, экстрагируют 30 мин. Экстракцию повторяют ещё 2 раза, прибавляя по 30 мл воды. Водные извлечения объединяют и фильтруют в мерную колбу вместимостью 100 мл через 10 слоев марли, вложенной в стеклянную воронку диаметром 5 см. Фильтр промывают водой и доводят объём раствора до метки (раствор А). 25 мл раствора А помещают в коническую колбу на 100 мл, прибавляли 75 мл 95 % спирта этилового, перемешивают, охлаждают в морозильной камере при температуре -18°С в течение 1 ч, фильтруют через предварительно высушенный и взвешенный беззольный фильтр при остаточном давлении 0,4-0,8 атм. Осадок на фильтре промывают 15 мл раствора 95 % спирта этилового в воде очищенной (3:1), 10 мл смеси этилацетата и 95 % спирта этилового (1:1). Фильтр с осадком сушат при температуре 100 - 105 °С до постоянной массы. Содержание ВРПС в пересчёте на абсолютно сухое сырьё вычисляют по формуле [90, 92, 96, 304]:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) * 40000}{m * (100 - W)}, \quad (6.15)$$

где m_1 - масса высушенного фильтра, г; m_2 - масса высушенного фильтра с осадком, г; m — навеска ЛРС, г; W — потеря в массе ЛРС при высушивании, %.

Разница в результатах количественного определения ВРПС в корнях лопуха большого по ранее запатентованной методике (результат составил $39,03 \pm 0,67$ %) и по предложенной составляет 0,54 %, что сопоставимо с ошибкой эксперимента. Время анализа не превышает 4,5 ч [259]. Относительная ошибка при доверительной вероятности 95 % - 0,86 % (таблица 6.18).

Таблица 6.18 - Метрологические характеристики методики количественного определения ВРПС в корнях лопуха большого

n	f	\bar{x}	S^2	S	S_x	$P, \%$	$t_{(P,f)}$	Δx	$\varepsilon, \%$
10	9	39,38	0,2263	0,4757	0,1504	95	2,2622	0,34	0,86

Статистическая обработка результатов валидации методики на повторяемость, показала, что они достоверны при доверительной вероятности 95%, значение величины RSD не превышает критериев приемлемости — 2%, что свидетельствует о прецизионности методики в условиях повторяемости (таблица 6.19) [259].

Таблица 6.19 - Результаты оценки повторяемости методики

Номер анализа		1	2		3	4	5	6	
Содержание ВРПС, %		39,26	39,36		39,03	38,93	39,23	39,37	
Метрологические характеристики									
n	f	x	S	S_x	$RSD, \%$	$P, \%$	$t_{(P,f)}$	Δx	$\varepsilon, \%$
6	5	39,20	0,1793	0,0732	0,4575	95	2,570	0,1881	0,48

При валидации методики на правильность (таблица 6.20) на трёх уровнях концентраций анализируемых образцов получили сопоставимые результаты, а RSD не превышает 2,5 %, что позволяет считать методику правильной [259].

Таблица 6.20 - Результаты оценки повторяемости методики

Номер анализа	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Содержание ЛРС в пробе	1:1	1:1	1:1	1:2	1:2	1:2	1:4	1:4	1:4
Найдено ВРПС, %	39,26	39,36	39,03	39,80	40,57	40,32	40,37	42,26	40,51
Рассчитано ВРПС, %	39,20								
Открываемость (R), %	100,15	100,41	99,57	101,53	103,49	102,86	102,98	107,81	103,34
Метрология	$R_{cp}=102,46; SD=0,8399; RSD=2,06 \%$								

Критерий приемлемости по показателю устойчивость (RSD не более 1 %) не превышен, что позволяет считать методику устойчивой (таблица 6.21).

Таблица 6.21. - Результаты оценки устойчивости методики

Номер анализа		1	2	3	4	5	6		
Образец	Хранение в холодильнике			При комнатной температуре					
		После экстрагирования	Через 24 часа	Через 72 часа	После экстрагирования	Через 24 часа	Через 72 часа		
Содержание ВРПС, %		39,35	38,98	38,77	39,24	38,74	38,24		
Метрологические характеристики									
n	f	x	S	S_x	$RSD, \%$	$P, \%$	$t_{(P,f)}$	Δx	$\varepsilon, \%$
6	5	38,89	0,3655	0,1492	0,94	95	2,570	0,94	2,41

Результаты валидации методики на линейность приведены на рисунке 6.5 и в таблице 6.22. Квадрат коэффициента корреляции линейной регрессии составил 0,997, что не менее 0,99 и позволяет утверждать наличие линейной зависимости массы осадка от массы сырья при гравиметрическом определении ВРПС в корнях лопуха большого [92].

Таблица 6.22 - Критерии оценки линейности методики

R ²	y-intercept	slope
0,997	-0,0037	0,0079

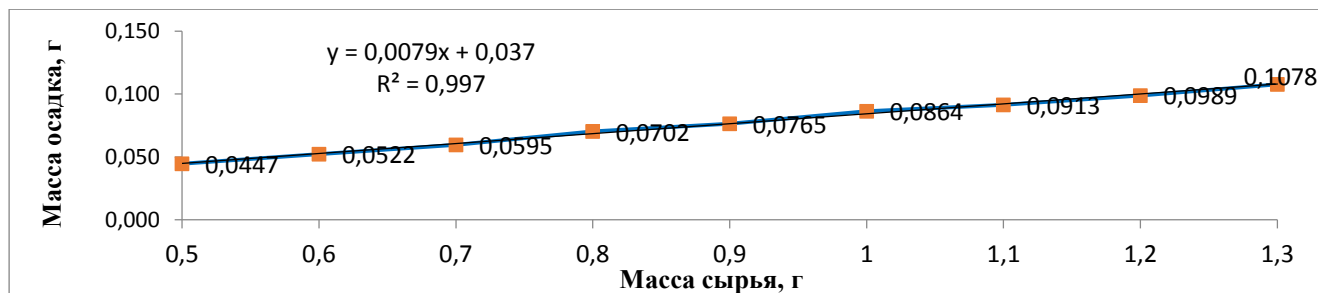


Рисунок 6.5 - Зависимость массы осадка от массы ЛРС при гравиметрическом определении ВРПС в корнях лопуха большого

Таким образом, разработана и валидирована по основным параметрам методика количественного определения ВРПС корней лопуха большого, которая также может быть использована при промышленном получении данной группы БАВ из сырья.

6.2. Изучение особенностей накопления БАВ в ЛРС, заготовленном в различных агро- и урбоценозах Воронежской области

6.2.1. Накопление БАВ в траве горца птичьего *Polygonum aviculare* L.

Все исследуемое сырье горца птичьего соответствовало требованиям ГФ XIV по содержанию флавоноидов в пересчете на авикулярин (таблица 6.23). Образцы контрольных территорий содержали данную группу БАВ в среднем в 3-3,2 раза больше числового значения по ГФ XIV (1,02-1,61%). В агроценозах региона содержание флавоноидов в ЛРС сопоставимо с данными, полученными по заповедным территориям (0,95-1,68%, что в 1,9-3,3 раза превышает установленный ГФ XIV числовой показатель) [53, 69].

Для травы горца птичьего, собранной в урбоценозах области, характерны сильно варьирующие результаты. В образцах, отобранных вблизи ОАО «Минудобрения», ООО «Бормаш», аэропорта, в г. Борисоглебск, Калач, наблюдали высокие концентрации флавоноидов (от 1,66 % до 2,07%), что в 3,3-4,2 раза больше нижней границы нормы, а также превышает содержание БАВ в образцах контрольных зон. Данный факт можно объяснить биохимическим приспособлением растения к значительным окислительным стрессам, в ответ на которые происходит индукция синтеза полифенольных веществ, играющих роль антиоксидантов в растениях. Эти характерно в основном для флавоновых и флавоноловых соединений, в частности, для авикулярина, являющегося важнейшим флавоноидом в траве горца птичьего. Ключевой фермент синтеза флавоноидов - фенилаланинаммиаклиаза - имеет ярко выраженную стресс-

индуцибельность [43], поэтому синтез фенольных соединений усиливается в условиях антропогенного воздействия и загрязнения экотоксикантами среды обитания [69].

Таблица 6.23 - Содержание БАВ в траве горца птичьего

№ п/п	Территория заготовки образцов	Суммы флавоноидов в пересчете на авикулярин, %
1.	Территория Воронежского государственного заповедника	1,61±0,03
2.	Территория Хоперского государственного заповедника	1,02±0,02
3.	Территория Теллермановского леса	1,48±0,03
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	1,63±0,02
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	1,45±0,04
6.	Улица города Острогожск	1,05±0,02
7.	Улица города Семилуки	1,57±0,01
8.	Улица города Нововоронеж	1,02±0,02
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,64±0,01
10.	Агроценоз Лискинского района	1,03±0,01
11.	Агроценоз Ольховатского района	1,26±0,02
12.	Агроценоз Подгоренского района	1,05±0,04
13.	Агроценоз Петропавловского района	1,34±0,02
14.	Агроценоз Грибановского района	1,02±0,01
15.	Агроценоз Хохольского района	0,95±0,02
16.	Агроценоз Новохоперского района	1,41±0,04
17.	Агроценоз Репьевского района	1,28±0,02
18.	Агроценоз Воробьевского района	1,38±0,02
19.	Агроценоз Панинского района	1,04±0,01
20.	Агроценоз Верхнехавского района	0,98±0,03
21.	Агроценоз Эртильского района	1,68±0,03
22.	Агроценоз Россошанского района	1,65±0,02
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	2,01±0,02
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	1,90±0,04
25.	Улица города Борисоглебск	1,66±0,02
26.	Улица города Калач	2,07±0,01
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС»	0,97±0,02
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,95±0,01
29.	На удалении 0-100 м от низовья водохранилища	1,23±0,01
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	1,92±0,01
31.	Улица города Воронеж	1,04±0,02
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,70±0,01
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,67±0,01
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,82±0,02
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	1,19±0,01
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,65±0,02
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,93±0,04
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,10±0,03
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,23±0,02
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,72±0,01
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,85±0,02
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,93±0,01
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,89±0,02
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,94±0,03
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,13±0,04
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,20±0,01
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,31±0,02
48.	0 м от железнодорожных путей	0,84±0,03
49.	100 м от железнодорожных путей	0,93±0,03
50.	200 м от железнодорожных путей	1,02±0,02
51.	300 м от железнодорожных путей	1,01±0,02
Числовой показатель по ГФ		Не менее 0,5

Однако выявлены образцы, собранные в условиях антропогенного воздействия, отличающиеся низким содержанием БАВ (на улице г. Воронежа, вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук», трасс М4 и А144, железной дороги), где концентрация флавоноидов отмечена на уровне 1% и менее. Данный факт можно объяснить проявлением экологического закона взаимодействия факторов, согласно которому оптимальная зона и пределы выносливости организмов по отношению к какому-либо фактору среды могут смещаться в зависимости от того, с какой силой и в каком сочетании действуют одновременно другие факторы. То есть, при чрезмерном токсическом влиянии экотоксикантов (высокой загазованности, запыленности территорий) возможно угнетение антиоксидантной системы растений с очевидным подавлением ферментной системы биосинтеза полифенолов [69].

Для подробного изучения влияния концентрации ТМиМ на накопление флавоноидов в траве горца птичьего анализировали коэффициенты корреляции (таблица 6.24) [19, 20]. Учитывая, что один и тот же фактор в разных экологических условиях может по-разному влиять на организмы, было решено рассчитать не только общие коэффициенты корреляции, но и отдельно для разных условий произрастания вида. Расчет для контрольных зон не проводили, так как его нельзя считать достоверным в силу малого объема выборки ($n < 5$). Коэффициенты корреляции показали отсутствие тесной связи между содержанием в траве горца птичьего токсичных элементов и флавоноидов. Умеренное отрицательное влияние выявлено лишь для меди.

Таблица 6.24 - Коэффициенты корреляции между содержанием ТМиМ и флавоноидов в траве горца птичьего

Элемент	Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
Общий	-0,07	-0,03	-0,28	0,03	-0,09	-0,22	-0,09	-0,32	-0,25
Урбоценозы	0,11	0,03	-0,27	0,29	0,13	0,01	0,04	-0,30	-0,05
Агроценозы	0,07	0,16	0,06	-0,14	0,12	-0,12	-0,28	0,03	-0,20

6.2.2. Накопление БАВ в траве полыни горькой *Artemisia absinthium* L.

Все заготовленные с анализируемых площадок Воронежской области образцы травы полыни горькой соответствуют требованиям ГФ XIV по количественному содержанию суммы флавоноидов и ЭМ (таблица 6.25). Образцы, собранные на контрольных территориях, содержали флавоноиды в среднем в 1,5 раза больше допустимого числового показателя. В агроценозах Воронежской области содержание флавоноидов в ЛРС варьировало в диапазоне от 0,62% до 0,97%, что в 2-3 раза превышает установленный ГФ XIV числовой показатель и в 2 раза превышает содержание флавоноидов в образцах контрольных зон [53]. Сбор ЛРС в агроценозах проводили в местах активной сельскохозяйственной деятельности, для которых характерно внесение больших доз удобрений, под воздействием которых возможна активация ключевой фермент в фенилпропаноидном пути биосинтеза флавоноидов (фенилаланинаммиаклиаза) [43,124].

Таблица 6.25 - Содержание БАВ в траве полыни горькой

№ п/п	Территория заготовки образцов	Сумма флавоноидов пересчете на рутин, %	ЭМ, %	Сумма ЭВ, извлекаемых 70% спиртом
1.	Территория Воронежского заповедника	0,46±0,02	1,85±0,09	25,97±0,43
2.	Территория Хоперского заповедника	0,38±0,03	-	29,60±0,26
3.	Территория Теллермановского леса	0,57±0,01	2,04±0,10	30,07±0,17
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,41±0,02	-	25,75±0,31
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,85±0,02	-	34,72±0,16
6.	Улица города Острогожск	0,92±0,03	0,98±0,08	31,60±0,27
7.	Улица города Семилуки	0,91±0,01	-	37,32±0,45
8.	Улица города Нововоронеж	1,11±0,03	-	39,21±0,21
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,81±0,01	-	24,42±0,12
10.	Агроценоз Лискинского района	0,84±0,04	1,85±0,08	26,96±0,31
11.	Агроценоз Ольховатского района	0,97±0,02	-	30,08±0,13
12.	Агроценоз Подгоренского района	0,62±0,04	-	29,10±0,25
13.	Агроценоз Петропавловского района	0,73±0,02	1,63±0,07	27,61±0,30
14.	Агроценоз Грибановского района	0,75±0,01	-	30,78±0,41
15.	Агроценоз Хохольского района	0,79±0,04	-	38,63±0,29
16.	Агроценоз Новохоперского района	0,71±0,03	-	41,95±0,15
17.	Агроценоз Репьевского района	0,84±0,01	-	31,40±0,38
18.	Агроценоз Воробьевского района	0,94±0,03	-	29,68±0,14
19.	Агроценоз Панинского района	0,78±0,01	-	31,86±0,09
20.	Агроценоз Верхнехавского района	0,79±0,02	1,61±0,06	36,10±0,31
21.	Агроценоз Эртильского района	0,66±0,04	-	25,95±0,14
22.	Агроценоз Россошанского района	0,71±0,02	-	27,01±0,21
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения»	0,91±0,01	1,40±0,09	42,05±0,16
24.	Вблизи ООО «Бормаш»	0,80±0,03	-	37,44±0,27
25.	Улица города Борисоглебск	0,99±0,01	0,79±0,10	38,53±0,18
26.	Улица города Калач	0,40±0,03	-	18,98±0,20
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС»	0,80±0,02	-	31,30±0,23
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук»	0,91±0,04	-	27,52±0,31
29.	На удалении 0-100 м от водохранилища	0,60±0,01	-	32,85±0,10
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж	0,57±0,02	-	24,80±0,27
31.	Улица города Воронеж	1,05±0,03	0,63±0,03	26,25±0,13
32.	0 м от магистрали М4 «Дон» в Рамонском р-не	0,44±0,04	0,68±0,05	21,70±0,18
33.	100 м от магистрали М4 «Дон» в Рамонском р-не	1,21±0,01	-	24,95±0,20
34.	200 м от магистрали М4 «Дон» в Рамонском р-не	0,85±0,03	-	28,74±0,34
35.	300 м от магистрали М4 «Дон» в Рамонском р-не	0,68±0,01	-	25,01±0,21
36.	0 м от автомагистрали А144	0,57±0,01	1,03±0,07	25,90±0,16
37.	100 м от автомагистрали А144	0,61±0,02	-	24,93±0,24
38.	200 м от автомагистрали А144	0,86±0,03	-	25,86±0,21
39.	300 м от автомагистрали А144	0,73±0,01	-	34,75±0,17
40.	0 м от магистрали М4 «Дон» в Павловском р-не	0,58±0,02	0,63±0,06	25,40±0,15
41.	100 м от магистрали М4 «Дон» в Павловском р-не	0,78±0,02	-	27,80±0,13
42.	200 м от магистрали М4 «Дон» в Павловском р-не	0,82±0,02	-	31,09±0,17
43.	300 м от магистрали М4 «Дон» в Павловском р-не	0,79±0,02	-	28,97±0,23
44.	0 м от дороги обычного типа	1,01±0,03	-	26,18±0,21
45.	100 м от дороги обычного типа	0,82±0,02	-	24,15±0,30
46.	200 м от дороги обычного типа	0,66±0,03	-	29,80±0,41
47.	300 м от дороги обычного типа	0,70±0,02	-	25,75±0,25
48.	0 м от железнодорожных путей	0,41±0,03	0,68±0,09	19,09±0,16
49.	100 м от железнодорожных путей	0,57±0,01	-	26,78±0,22
50.	200 м от железнодорожных путей	0,78±0,02	-	28,15±0,25
51.	300 м от железнодорожных путей	0,94±0,02	-	32,42±0,08
Числовой показатель по ГФ		Не менее 0,3	Не менее 0,2	Не менее 20%

Для образцов травы полыни горькой из урбоценозов региона характерны существенно варьирующие результаты. Так, в образцах, произрастающих вблизи ОАО «Минудобрения», ООО «Бормаш», ООО «Воронежсинтезкаучук», на улицах г. Борисоглебска, Воронежа, вдоль дороги обычного типа, а также на расстоянии 100-300 м от транспортных магистралей с высокой интенсивностью движения (трассы А144 и М4, железная дорога) наблюдались относительно высокие концентрации флавоноидов (0,82%-1,21%), что в 2,7-4 раза превышало содержание БАВ в ЛРС контрольных зон. Это можно объяснить биохимическим приспособлением растения к значительным окислительным стрессам, в ответ на которые происходит индукция синтеза полифенольных веществ, главными представителями которых являются флавоноиды. В условиях значительного антропогенного воздействия (вдоль трасс М4 и А144, железной дороги), заготовлены образцы ЛРС с содержанием флавоноидов на уровне 0,40-0,58%, что, вероятно, является проявлением угнетения ферментной системы биосинтеза флаванолов. Однако при удалении от транспортных магистралей уже на 100 м происходит почти двукратное (в случае трассы М4 в Рамонском районе – трехкратное) увеличение содержания флавоноидов [43, 124].

Определение ЭМ проводили в образцах ЛРС наиболее «контрастных» территорий заготовок. Максимальное количество ЭМ (2,04%) выявлено в образце травы полыни горькой, произраставшей на территории Теллермановского леса, минимальное в ЛРС, собранном на улице Воронежа (0,63%), при этом даже в этом образце содержание ЭМ более, чем в 3 раза превышало минимальный числовой показатель по ГФ XIV. Для ЛРС из контрольных территорий и агроценозов отмечено более высокое содержание ЭМ, чем в образцах из урбоценозов. Так, содержание ЭМ в траве полыни горькой, собранной на заповедных территориях, составило 1,85–2,04%, вблизи сельскохозяйственных угодий – 1,61–1,85%. В ряде урбоценозов были заготовлены образцы ЛРС с более низким содержанием ЭМ (менее 1%). ЭМ синтезируются в траве полыни горькой в эфиромасличных железках и выполняют ряд функций, главные среди которых – защита растения от различных вредителей и от перегрева. Вероятно, в урбоценозах, вследствие их малого видового разнообразия, постоянного вытаптывания и прочих антропогенных воздействий, полынь горькая более подвержена солнечной радиации, а потому гораздо активнее испаряет ЭМ для защиты от чрезмерного перегревания.

Содержание ЭВ, извлекаемых 70% спиртом, в заготовленной траве полыни горькой варьировало от 18,98% до 42,05%. Не соответствовали требованиям ГФ XIV два образца ЛРС – собранные вдоль железной дороги и в г. Калаче. Для этих же образцов ЛРС зафиксировано наименьшее содержание флавоноидов, также экстрагируемых 70% этанолом. Рассчитанный коэффициент корреляции (0,43) между числовыми значениями содержания ЭВ и флавоноидов в траве полыни горькой подтвердил наличие умеренной положительной взаимосвязи между накоплением данных групп БАВ.

Для оценки влияния ТМиМ на накопление БАВ в траве полыни горькой также анализировали коэффициенты корреляции (таблица 6.26).

Таблица 6.26 - Коэффициенты корреляции между содержанием ТМиМ и БАВ в траве полыни горькой

Группа БАВ	Элемент	Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
Сумма флавоноидов в пересчете на рутин	Общий	-0,13	0,06	0,20	0,08	-0,15	0,18	-0,04	0,01	0,09
	Урбценозы	-0,26	-0,03	0,24	0,04	-0,28	0,18	-0,08	-0,10	0,16
	Агроценозы	-0,08	-0,12	0,06	-0,22	-0,33	0,24	0,06	0,06	-0,11
Сумма ЭВ, извлекаемых 70% спиртом	Общий	-0,29	-0,28	-0,12	0,12	-0,08	0,13	-0,28	-0,10	-0,06
	Урбценозы	-0,19	-0,05	0,00	0,28	-0,03	0,31	-0,17	0,05	0,27
	Агроценозы	-0,37	-0,35	0,22	0,09	-0,06	0,19	-0,23	-0,21	-0,14
ЭМ	Общий	-0,86	-0,58	-0,73	-0,51	-0,81	-0,39	-0,81	-0,67	-0,72

Для анализируемых элементов при общем расчете выявлено слабое влияние на биосинтез флавоноидов. Для ЛРС агроценозов умеренное отрицательное влияние на накопление флавоноидов оказывает никель. Все определяемые ТМиМ оказывают отрицательное влияние на содержание ЭМ: сильное отрицательное влияние выявлено для свинца, кадмия, никеля, кобальта, цинка; заметное – для меди, мышьяка, ртути; умеренное – для хрома. На содержание ЭВ, извлекаемых 70% спиртом, определяемые элементы также оказали слабое влияние. Детальный анализ выявил умеренную положительное влияние хрома на накопление ЭВ, извлекаемых 70% спиртом, в условиях урбценозов. Для ЛРС из агроценозов отмечено умеренное отрицательное влияние свинца и ртути на накопление ЭВ.

При количественной оценке содержания ЭМ была отмечена разная окраска ЭМ, изменяющаяся от светло-желтой и оранжевой до коричнево-синей, что указывало на актуальность изучения компонентного состава ЭМ данных объектов. Наиболее контрастные по окраске образцы ЭМ исследовали методом ХМСМ (таблица И.7 Приложения И). Всего было идентифицировано 74 компонентов. Наибольшее количество соединений – 50 – определено в образце из травы полыни, заготовленной в агроценозе. В остальных объектах зафиксировано от 42 до 46 соединений. В образце ЭМ, полученного из заповедного сырья, на долю монотерпеновых соединений приходится более 82%, а сесквитерпеновых соединений – 16,6%; около 2% составляют примеси органической природы. Интенсивный биосинтез монотерпенов отмечен в образце, собранном в агроценозе Верхнехавского района, его массовая доля - более 73%. В образцах сырья из зон, имеющих антропогенную нагрузку (ОАО «Минудобрения и автотрасса М4), доля монотерпеновых соединений значительно ниже (соответственно 63,7% и 49%). Рост доли сесквитерпеновых соединений в последних образцах ЭМ полыни, возможно, связан с избыточной кислотностью почв урбанизированных мест заготовки. Согласно литературным данным, внесение ацетата натрия и ацетилсалициловой кислоты повышает содержание сесквитерпеновых соединений в ЭМ по ацетатно-мевалонатному пути биосинтеза [12].

К компонентам, присутствующим во всех образцах исследуемого ЭМ, относятся: β -фелландрен (0,94-9,37%), β -мирцен (1,76-15,79%), п-цимен (0,33-3,46%), эукалиптол (1,09-14,44%), γ -терпинен (0,24-2,16%), β -туйон (5,16-24,95%), α -туйон (6,62-11,04%), миртенилацетат (0,60-42,81%), α -копаен (0,16-0,95%), β -боурбонен (0,27-0,91%), кариофиллен (0,54-1,46%), α -мууролен (0,17-0,42%), 2-этил-4-метил-1,3-пентадиенилбензен (0,15-0,68%), кедрен-13-ол (0,09-0,79%), геранил-п-цимен (0,35-1,65%), терпинен-4-ол (1,67-5,13%), нерил-2-метилбутаноат (0,67-17,83%). Доминирующим соединением во всех ЭМ полыни горькой является туйон – бициклический монотерпен, который обычно находится в двух стерео изомерных формах: α – и β -туйоны (синоним: туйон и изо-туйон). Максимальное содержание изомеров туйона определено в ЭМ полыни заповедной зоны заготовки (около 36%), меньше всего – в ЭМ полыни, заготовленной вдоль сельскохозяйственных полей (около 15%). Отмечено также, что больше всего β -мирцена (15,79%) обнаружено в ЭМ полыни из заповедника, эукалиптола (14,44%) – в масле полыни, заготовленной около ОАО «Минудобрения», миртенилацетата (42,81%) в ЭМ, полученном из травы, выросшей в агроценозе. В ЭМ полыни горькой из заповедника не обнаружены фенхен, линалоол, сабинила ацетат, борнеол, α -терпинеол, лавандуол и др. Примечательно, что сесквитерпеновое соединение хамазулен, окрашивающий ЭМ в голубой цвет, определено только в двух образцах полыни горькой травы (заготовленных вдоль сельскохозяйственных полей и в трассы М4), что объясняет наличие голубого оттенка в этих ЭМ [319, 370].

6.2.3. Накопление БАВ в траве тысячелистника обыкновенного *Achillea millefolium* L.

Результаты исследований показали, что все образцы травы тысячелистника обыкновенного соответствуют требованиям ФС по содержанию флавоноидов в пересчете на лютеолин (таблица 6.27). Образцы, собранные на контрольных территориях, содержат флавоноиды в концентрации 0,82-0,88%, что примерно в 2 раза больше ПДК [53].

В агроценозах Воронежской области содержание флавоноидов в ЛРС варьирует в диапазоне от 0,59% до 1,32%, что в среднем в 2,5 раза превышает установленный ГФ XIV числовой показатель и в 1,2 раза - содержание флавоноидов в образцах контрольных зон, что, вероятно, можно объяснить применением в условиях агроценозов инсектицидов, гербицидов, являющихся активирующим фактором биосинтеза флавоноидов [53, 211]. Кроме того, флавоновые соединения являются протекторами растительного организма от ультрафиолетовых лучей. Очевидно, что в агроценозах, характеризующихся малым видовым разнообразием флоры, воздействие на тысячелистник обыкновенный солнечной радиации гораздо значительнее, чем в естественных экосистемах контрольных территорий, находящихся в лесной местности.

В урбоценозах Воронежской области содержание флавоноидов варьировало в диапазоне от 0,97% до 1,62%, что до 2 раз превышало концентрацию БАВ в образцах из заповедных зон.

Таблица 6.27 - Содержание БАВ в траве тысячелистника обыкновенного

№ п/п	Территория заготовки образцов	ЭМ, %	Флавоноиды в пересчете на лютеолин, %
1.	Территория Воронежского заповедника	0,65±0,03	0,88±0,07
2.	Территория Хоперского заповедника	-	0,82±0,08
3.	Территория Теллермановского леса	0,76±0,06	0,86±0,09
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	-	0,71±0,08
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	-	0,81±0,07
6.	Улица города Острогожск	0,29±0,04	0,97±0,09
7.	Улица города Семилуки	-	0,59±0,08
8.	Улица города Нововоронеж	-	1,23±0,06
9.	ВЛЭ (Каширский район)	-	0,96±0,09
10.	Агроценоз Лискинского района	0,46±0,04	0,95±0,06
11.	Агроценоз Ольховатского района	-	0,85±0,07
12.	Агроценоз Подгоренского района	-	0,86±0,07
13.	Агроценоз Петропавловского района	0,48±0,03	1,12±0,09
14.	Агроценоз Грибановского района	-	1,06±0,05
15.	Агроценоз Хохольского района	-	1,04±0,06
16.	Агроценоз Новохоперского района	-	1,32±0,05
17.	Агроценоз Репьевского района	-	0,82±0,05
18.	Агроценоз Воробьевского района	-	1,09±0,08
19.	Агроценоз Панинского района	-	0,87±0,09
20.	Агроценоз Верхнехавского района	0,36±0,04	0,88±0,10
21.	Агроценоз Эртильского района	-	1,10±0,07
22.	Агроценоз Россошанского района	-	0,95±0,08
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,39±0,02	1,33±0,06
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	-	1,23±0,06
25.	Улица города Борисоглебск	0,30±0,03	1,13±0,06
26.	Улица города Калач	-	1,02±0,07
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	-	1,23±0,08
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	-	1,32±0,08
29.	На удалении 0-100 м от Воронежского водохранилища	-	1,07±0,07
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж	-	1,32±0,08
31.	Улица города Воронеж	0,28±0,02	1,62±0,06
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,21±0,02	0,57±0,06
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	-	1,04±0,08
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	-	1,08±0,07
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	-	1,62±0,07
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,24±0,02	0,64±0,09
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	-	0,75±0,08
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	-	0,79±0,06
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	-	0,80±0,09
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,18±0,02	1,09±0,07
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	-	1,04±0,08
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	-	1,02±0,09
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	-	1,44±0,09
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	-	1,20±0,08
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	-	1,05±0,08
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	-	1,17±0,06
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	-	1,07±0,06
48.	0 м от железнодорожных путей	0,32±0,02	0,99±0,08
49.	100 м от железнодорожных путей	-	0,80±0,09
50.	200 м от железнодорожных путей	-	0,75±0,07
51.	300 м от железнодорожных путей	-	1,16±0,09
Числовой показатель по ФС		Не менее 0,1	Не менее 0,4

Особенно высокий уровень накопления данной группы БАВ отмечен для образцов, собранных вблизи следующих объектов: ОАО «Минудобрения», химическое предприятие ООО

«Воронежский Гипрокаучук», на улицах г. Борисоглебска, Калача, Воронежа, Острогожска, Нововоронежа, под ВЛЭ, вдоль дороги обычного типа и железнодорожного полотна. Выявленная индукция синтеза полифенолов, вероятно, связана с их мембраностабилизирующим действием в условиях окислительного стресса. Для крупных трасс (М4, А144) была замечена следующая особенность: содержание флавоноидов в образцах, собранных на расстоянии 300 м от дороги, значительно превышало их содержание в образцах, собранных непосредственно вдоль трасс. Следовательно, при удалении от автомагистрали происходит резкое увеличение содержания флавоноидов. В данном случае избыточное влияние выбросов автомобильного транспорта, вероятно, подавляет антиоксидантную систему растения и тормозит выработку флавоноловых полифенолов [43, 211]. Также возможным объяснением снижения содержания флавоноидов в образцах, собранных вблизи автострад, служит тот факт, что флавоноиды благодаря наличию большого количества ОН-заместителей в химической структуре, являются хелаторами ионов металлов и не дают реакции комплексообразования с алюминия хлоридом, лежащей в основе спектрофотометрического определения этой группы соединений [211].

По содержанию ЭМ контролировали наиболее «контрастные» образцы. ЛРС заповедных зон содержало ЭМ в количестве 0,65-0,76%, агроценозов – от 0,36% до 0,48%. В большинстве образцов, заготовленных в урбанизированных условиях, содержание ЭМ значительно ниже – 0,18-0,39%. Особенно низкое содержание ЭМ (не более 0,3%) отмечено для ЛРС, заготовленного в г. Борисоглебске, Острогожске, Воронеже, вдоль трасс М4 и А144. Известно, что испаряясь, ЭМ создают «оболочку» вокруг растения, уменьшающую теплопроницаемость и препятствующую чрезмерному перегреву или переохлаждению. Вероятно, этим можно объяснить резкое снижение содержания ЭМ (в 2 и более раз) в образцах сырья, собранного в урбанизированных территориях, отличающихся большими скудностью флоры и подверженностью неблагоприятным факторам среды.

Для изучения влияния ТМиМ на накопление БАВ анализировали коэффициенты корреляции (таблица 6.28).

Таблица 6.28 - Коэффициенты корреляции между содержанием ТМиМ и БАВ в траве тысячелистника обыкновенного

Группа БАВ	Элемент	Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
Сумма флавоноидов в пересчете на лютеолин	Общий	0,00	-0,07	0,05	0,23	-0,05	0,24	0,29	0,02	0,04
	Урбоценозы	-0,23	-0,27	-0,07	0,13	-0,28	0,16	0,30	-0,15	-0,10
	Агроценозы	-0,37	-0,22	-0,17	-0,03	-0,23	-0,20	-0,28	-0,43	-0,30
ЭМ	Общий	-0,77	-0,75	-0,70	-0,47	-0,78	-0,53	-0,57	-0,80	-0,75

Для ЛРС, собранного в урбанизированных территориях, умеренное положительное влияние на накопление флавоноидов оказывал кобальт, а слабое отрицательное влияние – никель, ртуть, свинец. Для ЛРС агроценозов отмечено умеренное отрицательное влияние на накопление флавоноидов свинца, меди и цинка. Все определяемые ТМиМ оказывали отрицательное влияние

на содержание данной группы ЭМ: сильное отрицательное влияние выявлено для свинца, ртути, кадмия, никеля, меди, цинка; заметное – для хрома, мышьяка, кобальта.

При количественной оценке содержания ЭМ была отмечена разная окраска выделяемого масла, изменяющаяся от светло-коричневой и светло-голубой, почти бесцветной до насыщенно-голубой и темно-синей, что указывало на актуальность изучения компонентного состава наиболее контрастных ЭМ (таблица И.8 Приложения И).

В компонентном составе исследованных образцов ЭМ тысячелистника наблюдаются различия как в качественном, так и в количественном отношении, что позволяет предположить влияние места произрастания и антропогенных факторов на особенности вторичного метаболизма терпеновых соединений в растительном организме. Всего в ЭМ идентифицировано более 130 различных компонентов. Наибольшее количество соединений – 92 – определено в образце для сравнения, полученном из сырья, заготовленного в Воронежском государственном заповеднике. В остальных объектах зафиксировано от 52 до 86 соединений.

В образце ЭМ, выбранного в качестве сравнения, на долю монотерпеновых соединений приходится 63,75%, а сесквитерпеновых соединений - 34,66%, около 2% составляют примеси другой органической природы. Примерно такое же соотношение (2:1) сохраняется и в других образцах ЭМ. Следует отметить, что общими компонентами для всех объектов являлись: эукалиптол (11,42-23,75%), спатуленол (1,22-2,37%), камфора (3,29-8,86%), кариофиллен (3,73-5,48%), кариофиллен оксид (2,0-8,4%), пинокарвон (0,06-0,59%), ледена оксид (0,06-0,73%), цис-2-ментол (0,07-0,32%), эпикубедол (0,19-0,81%), β -кубебен (0,22-4,90%), α -копаен (0,18-0,60%) и β -копаен (0,11-0,40%), α -фелландрен (0,58-1,79%), β -боурбонен (0,39-0,69%), γ -терпинен (0,55-2,73%), камфен (0,53-1,12%). Сопоставляя процентное содержание компонентов в образцах ЭМ по месту заготовки сырья, можно определить различия в доминирующих компонентах. Так, в образце ЭМ из тысячелистника, собранного в Воронежском заповеднике, доминирующими компонентами являются монотерпены: эукалиптол, камфора и β -фелландрен, (11,42%, 8,86% и 8,80% соответственно). В образцах из агроценозов доминантами также являются монотерпены: β -пинен и эукалиптол (23,67% и 13,58%) в Лискинском районе, β -пинен, эукалиптол и камфора (14,85%, 10,47% и 8,93%) в Верхнехавском районе. Образец сырья, собранный в районе ОАО «Минудобрения», в составе ЭМ имеет эукалиптол и камфору, содержание которых максимально в линейке образцов (соответственно 23,75% и 12,0%). Гомокамфин, соединение монотерпеноидной природы, обнаружен в большом количестве (18,55%) в ЛРС, заготовленном вдоль железной дороги [319, 370].

ХМСМ-анализ также позволил объяснить различия в окраске выделяемых ЭМ, которая, как правило, обуславливается соединениями хамазуленового ряда [319]. Наибольшее содержание хамазулена определено в ЭМ травы тысячелистника обыкновенного, заготовленного в агроценозе

Лискинского района, имеющего наиболее яркую синюю окраску. В бесцветном ЭМ, выделенном из ЛРС, заготовленного вблизи ОАО «Минудобрения», хамазулен не обнаружен.

6.2.4. Накопление БАВ в траве пустырника пятилопастного *Leonurus quinquelobatus* Gilib.

Все отобранное ЛРС пустырника пятилопастного по результатам исследований признано доброкачественным по содержанию флавоноидов в пересчете на рутин (таблица 6.29). Образцы, собранные на контрольных территориях, содержали данную группу БАВ в среднем в 2 раза больше допустимого числового значения, приведенного в ФС. В агроценозах региона содержание флавоноидов варьировало от 0,42% до 0,98%, что в среднем почти в 3 раза превышало установленный нормативной документацией числовой показатель и в 1,5 раза превышало содержание флавоноидов в образцах контрольных зон. Для образцов ЛРС, собранных в условиях ряда урбоценозов области (вблизи ОАО «Минудобрения», ООО «Сибур», на улицах г. Борисоглебска, Калача, Воронежа, вдоль дороги обычного типа и железной дороги, а также на расстоянии 300 м от автотрасс М4 и А144), наблюдали также очень высокие концентрации флавоноидов (от 0,80% до 1,38%), что в 2-3,5 раза превышало содержание флавоноидов в образцах заповедных зон. Это можно объяснить биохимическим приспособлением растения к значительным окислительным стрессам, в ответ на которые происходит индукция синтеза полифенольных веществ [20, 43, 230]. Однако можно выделить образцы, также собранные в условиях значительного антропогенного воздействия, отличавшиеся значительно меньшим содержанием флавоноидных соединений, на уровне 0,28-0,38% (вблизи ООО «Бормаш», вдоль трасс М4 и А144). Вероятно, при чрезмерном токсическом влиянии экотоксикантов происходит угнетение антиоксидантной системы растения, проявляющееся сниженным содержанием флавоноидов. При этом, при удалении от автомагистрали уже на 100 м происходило резкое, почти двукратное, увеличение содержания флавоноидов [43,230].

Содержание ЭВ, извлекаемых 70% спиртом, в траве пустырника пятилопастного варьировало от 13,21% до 33,79% и не соответствовало требованиям ГФ XIV для двух образцов - заготовленных вдоль трасс А144 и М4. Для этих же двух образцов выявлены самые низкие значения содержания суммы флавоноидов в пересчете на рутин. Данный факт может указывать на то, что значительная антропогенная нагрузка, которой подвержены растения, произрастающие вдоль дорог с интенсивным движением, вызывала подавление биосинтеза не только флавоноидов, но и других БАВ, извлекаемых 70% спиртом этиловым (флавоноиды составляют в данном случае не более 5% ЭВ). Коэффициент корреляции Пирсона, между содержанием флавоноидов и содержанием суммы ЭВ, извлекаемых 70% спиртом, составил 0,66, что говорит о наличии заметной взаимосвязи.

Таблица 6.29 - Содержание БАВ в траве пустырника пятилопастного

№ п/п	Территория заготовки образцов	Сумма флавоноидов в пересчете на рутин, %	ЭВ, извлекаемые 70% спиртом
1.	Территория Воронежского заповедника им. В.М. Пескова	0,35±0,02	28,21±0,23
2.	Территория Хоперского заповедника	0,37±0,03	26,17±0,18
3.	Территория Теллермановского леса	0,48±0,05	31,40±0,31
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,41±0,04	19,53±0,17
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,89±0,04	26,90±0,26
6.	Улица города Острогожск	0,95±0,05	31,18±0,21
7.	Улица города Семилуки	0,78±0,03	28,53±0,29
8.	Улица города Нововоронеж	0,85±0,05	22,25±0,31
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,84±0,03	17,06±0,20
10.	Агроценоз Лискинского района	0,44±0,06	27,90±0,30
11.	Агроценоз Ольховатского района	0,98±0,04	29,33±0,17
12.	Агроценоз Подгоренского района	0,42±0,06	19,06±0,36
13.	Агроценоз Петропавловского района	0,53±0,04	23,18±0,23
14.	Агроценоз Грибановского района	0,65±0,05	25,92±0,21
15.	Агроценоз Хохольского района	0,50±0,06	18,94±0,21
16.	Агроценоз Новохоперского района	0,77±0,03	24,98±0,29
17.	Агроценоз Репьевского района	0,44±0,03	20,48±0,35
18.	Агроценоз Воробьевского района	0,42±0,05	20,16±0,31
19.	Агроценоз Панинского района	0,68±0,04	23,03±0,32
20.	Агроценоз Верхнехавского района	0,74±0,02	25,00±0,40
21.	Агроценоз Эртильского района	0,55±0,06	21,05±0,12
22.	Агроценоз Россошанского района	0,51±0,04	22,16±0,35
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	1,11±0,03	28,57±0,25
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,30±0,03	17,42±0,26
25.	Улица города Борисоглебск	0,90±0,04	27,70±0,18
26.	Улица города Калач	1,08±0,05	31,24±0,27
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,75±0,02	23,70±0,39
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,93±0,06	25,61±0,28
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,67±0,05	23,51±0,31
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,67±0,02	19,07±0,18
31.	Улица города Воронеж	1,04±0,03	32,85±0,24
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,57±0,06	15,70±0,17
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,66±0,05	20,02±0,28
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,87±0,05	27,90±0,23
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	1,17±0,02	29,64±0,20
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,38±0,03	14,18±0,18
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,64±0,04	19,30±0,21
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,67±0,05	22,67±0,19
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,80±0,03	24,02±0,28
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,28±0,02	13,21±0,15
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,51±0,04	24,52±0,20
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,76±0,02	22,45±0,27
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,84±0,04	25,08±0,18
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,38±0,03	30,45±0,29
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,83±0,02	26,89±0,31
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,84±0,05	27,45±0,26
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,57±0,04	25,17±0,31
48.	0 м от железнодорожных путей	1,28±0,02	33,79±0,24
49.	100 м от железнодорожных путей	0,83±0,05	27,56±0,32
50.	200 м от железнодорожных путей	0,82±0,03	25,80±0,19
51.	300 м от железнодорожных путей	0,64±0,04	23,06±0,24
Числовой показатель по ФС		Не менее 0,2	Не менее 15

Для изучения влияния ТМиМ на накопление БАВ анализировали коэффициенты корреляции (таблица 6.30).

Таблица 6.30 - Коэффициенты корреляции между содержанием ТМиМ и БАВ в траве пустырника пятилопастного

Группа БАВ	Элемент	Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
Сумма флавоноидов в пересчете на рутин	Общий	0,13	0,30	0,02	0,24	-0,01	0,24	-0,03	0,14	0,34
	Урбоценозы	-0,18	0,24	-0,22	0,06	-0,40	0,00	-0,26	-0,13	0,14
	Агроценозы	-0,17	-0,01	-0,21	0,38	0,15	0,39	-0,61	-0,15	0,15
ЭВ, извлекаемые 70% спиртом	Общий	-0,15	0,11	-0,28	-0,04	-0,36	0,00	-0,24	-0,18	0,01
	Урбоценозы	-0,28	0,24	-0,31	-0,03	-0,48	-0,03	-0,31	-0,21	0,05
	Агроценозы	0,00	-0,18	-0,30	0,17	-0,35	0,51	-0,40	-0,28	-0,29

Умеренное положительное влияние на накопление флавоноидов в траве пустырника пятилопастного отмечено для ртути и цинка. Для ЛРС урбанизированных территорий умеренное отрицательное влияние на накопление флавоноидов оказывал никель. Для травы пустырника пятилопастного, собранной в агроценозах, отмечено умеренное положительное влияние на накопление флавоноидов мышьяка и хрома, а заметное отрицательное влияние оказывал кобальт.

На содержание ЭВ, извлекаемых 70% спиртом, в траве пустырника пятилопастного умеренное отрицательное влияние оказывал никель. При детальном корреляционном анализе ЛРС агро- и урбоценозов выявлено, что умеренное отрицательное влияние на накопление ЭВ оказывал не только никель, но и кадмий, кобальт. Для ЛРС агроценозов выявлено заметное положительное влияние хрома на накопление ЭВ, извлекаемых 70% спиртом.

6.2.5. Накопление БАВ в листьях подорожника большого *Plantago major* L.

Все образцы листьев подорожника большого оказались соответствующими требованиям нормативной документации по содержанию полисахаридов и ЭВ, извлекаемых 70% спиртом (таблица 6.31).

Самое высокое накопление полисахаридов (21,50%-24,11%) отмечено в образцах из контрольных территорий. В листьях подорожника большого, произраставшего в условиях агроценозов, содержание полисахаридов составляло от 16,77% до 23,96%. В ЛРС урбоценозов концентрация полисахаридов значительно варьировала. Значения содержания данной группы БАВ, приближающиеся к минимальному числовому показателю, отмечены для образцов, собранных под ВЛЭ, вблизи ОАО «Минудобрения», на удалении 0-100 м от трассы А144, 0-200 м от автомагистрали М4 в Рамонском районе. Для данных образцов можно предположить подавление биосинтетических процессов в растении в результате значительного антропогенного воздействия. При этом в ряде урбоценозов были заготовлены листья подорожника большого с высоким содержанием полисахаридов (более 20%) – на удалении 300 м от железной дороги, на удалении более 100 м от дороги обычного типа, в г. Острогжск, Елань-Колено, где, вероятно,

хозяйственная деятельность человека оказывает меньшее влияние на место обитания производящего растения [68, 87].

Таблица 6.31 - Содержание БАВ в листьях подорожника большого

№ п/п	Территория заготовки образцов	Полисахариды, %	ЭВ, извлекаемые 70% спиртом
1.	Территория Воронежского заповедника	24,11±0,43	40,32±0,27
2.	Территория Хоперского заповедника	23,53±0,54	47,29±0,32
3.	Территория Теллермановского леса	21,50±0,38	36,57±0,41
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	20,43±0,45	35,09±0,57
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	18,45±0,22	41,64±0,31
6.	Улица города Острогожск	20,12±0,32	38,01±0,19
7.	Улица города Семилуки	17,95±0,55	44,08±0,46
8.	Улица города Нововоронеж	19,33±0,42	34,17±0,33
9.	ВЛЭ (Каширский район)	14,30±0,34	24,39±0,38
10.	Агроценоз Лискинского района	20,19±0,48	33,09±0,27
11.	Агроценоз Ольховатского района	19,00±0,54	44,47±0,18
12.	Агроценоз Подгоренского района	20,36±0,58	32,09±0,29
13.	Агроценоз Петропавловского района	17,55±0,33	41,89±0,27
14.	Агроценоз Грибановского района	23,96±0,51	37,59±0,42
15.	Агроценоз Хохольского района	17,03±0,24	45,87±0,31
16.	Агроценоз Новохоперского района	18,34±0,35	35,22±0,40
17.	Агроценоз Репьевского района	17,26±0,53	41,87±0,24
18.	Агроценоз Воробьевского района	21,05±0,40	43,60±0,51
19.	Агроценоз Панинского района	16,87±0,45	30,85±0,38
20.	Агроценоз Верхнехавского района	22,86±0,37	48,13±0,41
21.	Агроценоз Эртильского района	20,27±0,23	37,94±0,57
22.	Агроценоз Россошанского района	16,77±0,46	39,75±0,49
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения»	13,94±0,43	46,39±0,35
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	15,71±0,36	52,04±0,24
25.	Улица города Борисоглебск	18,42±0,46	47,53±0,40
26.	Улица города Калач	19,51±0,53	42,90±0,35
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	19,10±0,69	53,05±0,42
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук»	18,78±0,32	46,70±0,36
29.	На удалении 0-100 м от водохранилища	23,26±0,36	50,42±0,25
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж	18,47±0,52	38,55±0,19
31.	Улица города Воронеж	17,64±0,48	46,17±0,34
32.	0 м от трассы М4 «Дон» в Рамонском районе	12,65±0,32	27,09±0,46
33.	100 м от трассы М4 «Дон» в Рамонском районе	13,32±0,40	34,87±0,50
34.	200 м от трассы М4 «Дон» в Рамонском районе	13,54±0,58	45,75±0,47
35.	300 м от трассы М4 «Дон» в Рамонском районе	16,70±0,55	51,07±0,31
36.	0 м от автомагистрали А144	13,18±0,48	25,90±0,24
37.	100 м от автомагистрали А144	13,69±0,27	29,47±0,45
38.	200 м от автомагистрали А144	14,89±0,55	35,96±0,51
39.	300 м от автомагистрали А144	17,04±0,63	42,78±0,23
40.	0 м от трассы М4 «Дон» в Павловском районе	15,33±0,25	32,75±0,31
41.	100 м от трассы М4 «Дон» в Павловском районе	15,15±0,53	39,58±0,42
42.	200 м от трассы М4 «Дон» в Павловском районе	15,63±0,25	37,65±0,26
43.	300 м от трассы М4 «Дон» в Павловском районе	16,05±0,43	42,08±0,42
44.	0 м от дороги обычного типа	17,43±0,37	35,87±0,31
45.	100 м от дороги обычного типа	21,67±0,44	45,91±0,18
46.	200 м от дороги обычного типа	23,55±0,30	39,54±0,51
47.	300 м от дороги обычного типа	22,66±0,31	41,85±0,43
48.	0 м от железнодорожных путей	15,54±0,52	39,65±0,26
49.	100 м от железнодорожных путей	16,46±0,41	38,59±0,33
50.	200 м от железнодорожных путей	17,68±0,24	42,85±0,38
51.	300 м от железнодорожных путей	20,74±0,37	42,09±0,43
Числовой показатель по ФС		Не менее 12	Не менее 20

Содержание ЭВ, извлекаемых 70% спиртом, в листьях подорожника большого контрольных территорий варьировало от 36,57% до 47,29%, в ЛРС из агроценозов - от 30,85% до 48,13%. На урбанизированных территориях было заготовлено несколько образцов, отличавшихся более низкими накоплением ЭВ, извлекаемых 70% спиртом (под ВЛЭ, вблизи автотрасс М4 и А144). В ряде урбоценозов отобраны образцы с содержанием ЭВ, превышающим их концентрацию в образцах заповедных зон (например, вблизи ООО «Бормаш», ТЭЦ «ВОГРЭС», и др.). Связать такие высокие результаты определений можно с индукцией синтеза в стрессированных для растения условиях БАВ, извлекаемых 70% спиртом, в частности полифенольных соединений (флавоноидов и др.) [68, 87].

Для изучения влияния ТМиМ на накопление БАВ анализировали коэффициенты корреляции (таблица 6.32). Рассчитанные коэффициенты корреляции показали наличие заметной отрицательной взаимосвязи между накоплением в листьях подорожника большого ВРПС и таких экотоксикантов, как никель, кобальт, медь, цинк. Также выявлено умеренное отрицательное влияние на накопление полисахаридов со стороны свинца, ртути, кадмия, хрома. В условиях урбоценозов весьма сильное отрицательное влияние на накопление полисахаридов оказывал свинец, заметное отрицательное влияние – никель, кобальт, медь, цинк, умеренное отрицательное влияние – ртуть, кадмий, хром. Для ЛРС агроценозов выявлено умеренное отрицательное влияние кобальта, хрома и кадмия на накопление полисахаридов.

Таблица 6.32 - Коэффициенты корреляции между содержанием ТМиМ и БАВ в листьях подорожника большого

Группа БАВ	Элемент	Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
ВРПС	Общий	-0,36	-0,30	-0,32	-0,21	-0,50	-0,45	-0,57	-0,61	-0,56
	Урбоценозы	-1,00	-0,32	-0,35	-0,19	-0,53	-0,38	-0,50	-0,65	-0,50
	Агроценозы	0,22	0,29	-0,35	0,10	0,17	-0,36	-0,34	0,15	0,01
ЭВ, извлекаемые 70% спиртом	Общий	-0,13	0,05	0,14	0,22	-0,20	0,12	-0,07	-0,23	-0,18
	Урбоценозы	1,00	0,04	0,09	0,21	-0,59	0,05	-0,25	-0,49	-0,40
	Агроценозы	0,25	-0,29	-0,09	0,07	-0,18	0,31	0,06	-0,10	0,20

На накопление в листьях подорожника большого ЭВ, извлекаемых 70% спиртом, токсичные элементы оказали слабое влияние. Для агроценозов выявлено умеренное положительное влияние хрома, а для урбоценозов – заметное отрицательное влияние никеля, умеренное отрицательное влияние меди и цинка. В условиях урбоценозов весьма сильное положительное влияние на накопление ЭВ, извлекаемых 70% спиртом, в листьях подорожника большого оказывал свинец, который, согласно расчетам, с очень высокой отрицательной теснотой связи влиял на накопление полисахаридов в данном ЛРС. Объяснить полученные результаты возможно тем, что при экстракции 70% спиртом извлекаются в значительной доле полифенольные соединения, активно синтезирующиеся в ответ на повышение в среде обитания вида ТМ.

6.2.6. Накопление БАВ в листьях крапивы двудомной *Urtica dioica* L.

Все образцы листьев крапивы двудомной соответствуют требованиям ГФ XIV по содержанию суммы ОКК в пересчете на хлорогеновую кислоту (таблица 6.33).

Таблица 6.33 - Содержание БАВ в листьях крапивы двудомной

№ п/п	Территория заготовки образцов	Сумма ОКК в пересчете на хлорогеновую кислоту, %
1.	Территория Воронежского государственного заповедника	3,25±0,12
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	3,62±0,13
3.	Территория Теллермановского леса	3,19±0,19
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	2,71±0,15
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	4,66±0,10
6.	Улица города Острогожск	2,52±0,09
7.	Улица города Семилуки	4,66±0,16
8.	Улица города Нововоронеж	4,39±0,14
9.	ВЛЭ (Каширский район)	2,32±0,19
10.	Агроценоз Лискинского района	3,50±0,16
11.	Агроценоз Ольховатского района	2,86±0,12
12.	Агроценоз Подгоренского района	2,64±0,15
13.	Агроценоз Петропавловского района	3,05±0,09
14.	Агроценоз Грибановского района	3,25±0,13
15.	Агроценоз Хохольского района	2,87±0,16
16.	Агроценоз Новохоперского района	2,51±0,15
17.	Агроценоз Репьевского района	2,63±0,15
18.	Агроценоз Воробьевского района	3,21±0,13
19.	Агроценоз Панинского района	3,07±0,12
20.	Агроценоз Верхнехавского района	3,04±0,11
21.	Агроценоз Эртильского района	3,03±0,11
22.	Агроценоз Россошанского района	3,51±0,15
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	2,41±0,13
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	2,23±0,12
25.	Улица города Борисоглебск	2,13±0,18
26.	Улица города Калач	2,05±0,17
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	2,64±0,18
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	1,67±0,09
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	1,76±0,17
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	3,04±0,18
31.	Улица города Воронеж	2,67±0,16
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	2,22±0,16
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	2,24±0,12
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	2,62±0,17
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	3,32±0,12
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	2,83±0,13
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	2,93±0,12
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	4,79±0,11
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	5,88±0,18
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,49±0,17
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,82±0,18
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	2,49±0,19
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	2,46±0,10
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	2,22±0,13
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	2,73±0,14
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	3,05±0,14
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	3,92±0,16
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	2,13±0,18
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	2,77±0,19
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	4,42±0,10
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	6,03±0,09
Числовой показатель по ФС		Не менее 0,3

Образцы, собранные на контрольных территориях, содержали данную группу БАВ в диапазоне от 3,19% до 3,62%, что в 10,5-12 раз больше нижнего допустимого числового значения [53]. В агроценозах области содержание суммы ОКК в ЛРС варьировало от 2,51% до 3,51%, что в среднем примерно в 10 раз превышало установленный ГФ XIV числовой показатель и коррелировало с данными, полученными для образцов из контрольных зон.

В урбоценозах Воронежской области содержание суммы ОКК в листьях крапивы двудомной варьировало в диапазоне от 1,49% до 6,03%. Для образцов, собранных на удалении 200-300 м от трассы А144, от железной дороги, а также на улицах г. Семилуки, Нововоронежа, отмечена значительная индукция синтеза ОКК, содержание которых превышало в 1,5-2 раза концентрацию данных БАВ в образцах, собранных в заповедных зонах и агроценозах. Выявленная индукция синтеза данной группы полифенолов, вероятно, связана с их мембраностабилизирующим действием ОКК в условиях окислительного стресса. Однако в ряде образцов из урбоценозов было заметно снижение содержания суммы ОКК в 1,2-2 раза по сравнению с образцами из контрольных заповедных зон и агроценозов (вблизи ООО «Сибур», вдоль водохранилища, на улице г. Воронежа, вблизи автотрассы и железной дороги). Очевидно, в данном случае избыточное влияние выбросов промышленных предприятий, транспорта, подавляло антиоксидантную систему растения и тормозило выработку полифенолов [43, 210]. Также возможным объяснением снижения содержания суммы ОКК в образцах, собранных в урбоценозах со значительным антропогенным воздействием, служит тот факт, что данная группа БАВ благодаря наличию большого количества ОН-заместителей в химической структуре, являлась хелаторами ионов металлов, и, вероятно, образующиеся комплексы мешали при спектрофотометрическом определении суммы ОКК.

Для изучения влияния ТМиМ на накопление БАВ анализировали коэффициенты корреляции (таблица 6.34). Умеренное отрицательное влияние на накопление ОКК оказывали свинец, мышьяк, никель, кобальт. Для ЛРС из урбоценозов заметное отрицательное влияние на накопление ОКК оказывал кадмий, а умеренное отрицательное влияние - свинец, мышьяк, никель, кобальт. Для листьев крапивы двудомной, заготовленных в агроценозах, также отмечено заметное отрицательное влияние на накопление ОКК кадмия и умеренное отрицательное влияние кобальта, мышьяка, никеля, а также меди.

Таблица 6.34 - Коэффициенты корреляции между содержанием ТМиМ и ОКК в листьях крапивы двудомной

Группа БАВ	Элемент	Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
Сумма ОКК в пересчете на хлорогеновую кислоту	Общий	-0,43	-0,28	-0,28	-0,38	-0,37	-0,24	-0,33	-0,30	-0,28
	Урбоценозы	-0,43	-0,27	-0,54	-0,33	-0,33	-0,26	-0,37	-0,26	-0,30
	Агроценозы	0,02	0,02	-0,58	-0,35	-0,34	0,10	-0,46	-0,31	0,18

6.2.7. Накопление БАВ в цветках липы сердцевидной *Tilia cordata* Mill.

Все образцы цветков липы сердцевидной соответствовали требованиям ГФ XIV по содержанию суммы восстанавливающих сахаров в пересчете на глюкозу (таблица 6.35).

Таблица 6.35 - Содержание БАВ в цветках липы сердцевидной

№ п/п	Территория заготовки образцов	Сумма восстанавливающих сахаров в пересчете на глюкозу, %
1.	Территория Воронежского заповедника им. В.М. Пескова	16,89±0,05
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	13,31±0,07
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	16,70±0,05
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	14,46±0,05
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	13,43±0,06
6.	Улица города Острогжск	8,70±0,02
7.	Улица города Семилуки	5,90±0,06
8.	Улица города Нововоронеж	9,25±0,02
9.	ВЛЭ (Каширский район)	7,53±0,06
10.	Агроценоз Лискинского района	15,56±0,04
11.	Агроценоз Ольховатского района	9,93±0,04
12.	Агроценоз Подгоренского района	16,68±0,05
13.	Агроценоз Петропавловского района	16,46±0,02
14.	Агроценоз Грибановского района	8,17±0,04
15.	Агроценоз Хохольского района	6,12±0,04
16.	Агроценоз Новохоперского района	11,18±0,06
17.	Агроценоз Репьевского района	15,02±0,04
18.	Агроценоз Воробьевского района	14,34±0,06
19.	Агроценоз Панинского района	15,67±0,04
20.	Агроценоз Верхнехавского района	9,22±0,04
21.	Агроценоз Эртильского района	8,99±0,05
22.	Агроценоз Россошанского района	10,18±0,06
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	5,55±0,07
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	8,37±0,05
25.	Улица города Борисоглебск	2,46±0,03
26.	Улица города Калач	2,99±0,02
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	7,44±0,04
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	10,14±0,07
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	6,59±0,03
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	12,38±0,05
31.	Улица города Воронеж	2,90±0,05
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	2,35±0,04
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	4,94±0,05
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	13,49±0,06
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	12,59±0,03
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	2,46±0,03
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	3,77±0,07
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	6,90±0,03
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	8,57±0,07
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	2,83±0,07
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	3,82±0,05
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	6,51±0,05
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	11,43±0,06
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	5,76±0,06
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	7,97±0,05
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	10,65±0,07
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	10,84±0,01
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	3,59±0,05
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	6,41±0,06
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	8,68±0,06
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	7,38±0,05
Числовой показатель по ФС		Не менее 2%

Цветки липы сердцевидной, заготовленные в контрольных районах, содержали восстанавливающие сахара в количестве от 13,31% до 16,89%, что в 6-8 раз больше допустимого числового показателя [53]. В ЛРС из агроценозов концентрация БАВ варьировала от 6,12% до 16,68%, что в 3-8 раз больше приведенного в ГФ XIV числового показателя и сопоставимо с результатами, полученными для контрольных районов заготовки. Для цветков липы сердцевидной урбоценозов региона показано более низкое содержание восстанавливающих сахаров (от 2,35% до 13,49%). В образцах, заготовленных в г. Борисоглебске, Калаче, Воронеже, вдоль трасс М4 и А144, выявлено снижение содержания суммы восстанавливающих сахаров (менее 3%). Также низкие результаты содержания восстанавливающих сахаров получены для цветков липы сердцевидной, собранных на расстоянии 100 м от автомобильных трасс, вдоль железной дороги, - для данных образцов показатель варьировал от 3% до 4%, что позволило сделать вывод об отрицательном влиянии антропогенной нагрузки на накопление в цветках липы сердцевидной восстанавливающих сахаров [229].

Для изучения влияния ТМиМ на накопление БАВ анализировали коэффициенты корреляции (таблица 6.36). Коэффициенты корреляции указывают на заметное отрицательное влияние кобальта, меди, цинка, хрома, кадмия, а также умеренное отрицательное влияние ртути и свинца на содержание восстанавливающих сахаров в цветках липы сердцевидной. Детальный анализ содержания ТМиМ и полисахаридов в образцах из урбоценозов так же показал заметную отрицательную корреляцию хрома, кобальта, меди, цинка и умеренную отрицательную корреляцию свинца и никеля на накопление в цветках липы сердцевидной восстанавливающих сахаров. Для образцов сырья из агроценозов отмечена умеренная отрицательная взаимосвязь с накоплением данной группы БАВ для никеля и умеренная положительная – для мышьяка [229].

Таблица 6.36 - Коэффициенты корреляции между содержанием ТМиМ и БАВ в цветках липы сердцевидной

Группа БАВ	Элемент	Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
Восстанавливающие сахара в пересчете на глюкозу	Общий	-0,31	-0,31	-0,52	-0,26	-0,24	-0,67	-0,70	-0,69	-0,67
	Урбоценозы	-0,34	-0,13	-0,26	-0,22	-0,33	-0,70	-0,70	-0,70	-0,63
	Агроценозы	0,01	0,04	-0,13	0,42	-0,30	-0,10	-0,15	-0,15	0,22

6.2.8. Накопление БАВ в цветках пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare* L.

Содержание суммы флавоноидов и ФКК в пересчете на лютеолин в цветках пижмы обыкновенной варьировало от 1,23% до 8,27% (таблица 6.37). Содержание суммы флавоноидов и ФКК в образцах контрольных зон варьировало от 3,03% до 3,72%, а в ЛРС агроценозов - от 3,11% до 6,25%. Наиболее высокое содержание суммы флавоноидов и ФКК (6,25%) отмечено в образце, заготовленном в агроценозе Лискинского района, в котором, согласно литературным данным, характерен высокий уровень химизации в сельском хозяйстве, что повышает выработку

полифенолов за счет активации ферментов фенилпропаноидного пути биосинтеза флавоноидов. Для цветков пижмы обыкновенной, заготовленных в других агроценозах, содержание основной группы БАВ не превышало 4,70 % [43, 125].

Таблица 6.37 - Содержание БАВ в цветках пижмы обыкновенной

№ п/п	Территория заготовки образцов	Сумма флавоноидов и ФКК в пересчете на лютеолин, %
1.	Территория Воронежского заповедника им. В.М. Пескова	3,55±0,04
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	3,03±0,05
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	3,72±0,03
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	3,22±0,05
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	4,04±0,06
6.	Улица города Острогожск	6,16±0,04
7.	Улица города Семилуки	7,18±0,03
8.	Улица города Нововоронеж	4,78±0,03
9.	ВЛЭ (Каширский район)	4,01±0,02
10.	Агроценоз Лискинского района	6,25±0,05
11.	Агроценоз Ольховатского района	3,87±0,02
12.	Агроценоз Подгоренского района	3,54±0,04
13.	Агроценоз Петропавловского района	3,77±0,05
14.	Агроценоз Грибановского района	4,52±0,03
15.	Агроценоз Хохольского района	3,96±0,04
16.	Агроценоз Новохоперского района	3,99±0,03
17.	Агроценоз Репьевского района	3,37±0,04
18.	Агроценоз Воробьевского района	4,70±0,05
19.	Агроценоз Панинского района	3,11±0,03
20.	Агроценоз Верхнехавского района	4,20±0,03
21.	Агроценоз Эртильского района	3,87±0,05
22.	Агроценоз Россошанского района	3,36±0,04
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	7,04±0,03
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	6,20±0,05
25.	Улица города Борисоглебск	6,89±0,02
26.	Улица города Калач	7,08±0,05
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	4,17±0,02
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	7,05±0,05
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	3,08±0,04
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	3,97±0,04
31.	Улица города Воронеж	8,27±0,03
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	1,65±0,02
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	4,94±0,05
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	3,84±0,03
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	3,06±0,02
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,23±0,06
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	2,65±0,05
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	3,98±0,04
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	3,56±0,05
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,79±0,03
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	2,37±0,04
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	2,98±0,05
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	4,01±0,04
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	5,53±0,05
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	4,06±0,04
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	3,67±0,05
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	3,42±0,03
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	6,06±0,05
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	3,78±0,06
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	3,28±0,03
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	3,25±0,04
Числовой показатель по ФС		Не менее 2,5

Цветки пижмы обыкновенной, произраставшей в условиях урбоценозов, содержали сумму флавоноидов и ФКК в более широком диапазоне – от 1,23% до 8,27%. При этом, условно можно выделить образы сырья, в производящих растениях которых отмечались индукция синтеза определяемых полифенолов и подавление биосинтетических процессов. Наиболее высокие значения (более 5%, что вдвое превышает нижнее значение допустимого числового показателя) определения данной группы БАВ отмечены для образцов, заготовленных на улицах г. Острогжска, Семилуки, Калача, Борисоглебска, Воронежа, а также вблизи промышленных предприятий ОАО «Минудобрения», ООО «Бормаш», ОАО «Воронежсинтезкаучук» и вдоль железнодорожного полотна. Очевидно, что в условиях синантропного произрастания пижмы обыкновенной в результате стрессового воздействия факторов окружающей среды (высокая солнечная радиация, выбросы промышленности и транспорта, уплотнение и загрязнения экотоксикантами почвы и т.д.) происходила активизация биосинтеза полифенолов [43, 125]. Наиболее низкие результаты определения содержания суммы флавоноидов и ФКК (в т.ч. менее 2,5%, что не соответствует требованиям ГФ XIV [53]) получены для ЛРС, заготовленного вблизи трасс М4 и А144. Вероятно, чрезмерное антропогенное воздействие на растения вблизи крупных автомагистралей, которое выходило за пределы выносливости вида, вызывало угнетение антиоксидантной и ферментной систем в пижме обыкновенной, проявлявшееся снижением в изученном ЛРС суммы флавоноидов и ФКК.

Для изучения влияния ТМиМ на накопление БАВ анализировали коэффициенты корреляции (таблица 6.38). Умеренное положительное влияние на накопление суммы флавоноидов и ФКК оказывал цинк. В условиях агроценозов умеренное положительное влияние на биосинтез флавоноидов и ФКК оказывали также медь, свинец, ртуть, кобальт, умеренное отрицательное – никель.

Таблица 6.38 - Коэффициенты корреляции между содержанием ТМиМ и БАВ в цветках пижмы обыкновенной

Группа БАВ	Элемент	Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
Сумма флавоноидов и ФКК	Общий	0,01	0,21	0,16	0,06	0,06	0,06	0,13	0,12	0,33
	Урбоценозы	-0,08	0,11	0,20	-0,01	0,08	0,03	0,19	-0,02	0,45
	Агроценозы	0,36	0,39	0,09	0,17	-0,36	0,15	0,30	0,44	0,37

6.2.9. Накопление БАВ в корнях одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* F.H.Wigg

Содержание ЭВ, извлекаемых водой, в корнях одуванчика лекарственного варьировало от 30,62 до 62,09% (таблица 6.39), при этом 7 образцов ЛРС не соответствовало требованиям ГФ XIV по данному числовому показателю.

Содержание ГОВРПС в корнях одуванчика лекарственного варьировало в диапазоне от 18,52% до 33,10%. Для образцов из контрольных зон было характерно накопление ВРПС на уровне 31,17-33,10%, что несколько выше, чем для образцов из агроценозов (от 19,64% до

29,60%). Некоторые образцы из урбоценозов содержали ВРПС в количестве более 30% (например, вблизи аэропорта, ОАО «Минудобрения», ООО «Бормаш», в г. Калач и др.). Для остальных образцов урбоценозов выявлено накопление ВРПС в диапазоне 20-30%.

Таблица 6.39 - Содержание БАВ в корнях одуванчика лекарственного

№	Территория заготовки образцов	ГОВРПС, %	ЭВ, извлекаемые водой, %
1.	Территория Воронежского заповедника	32,89±0,34	56,75±0,51
2.	Территория Хоперского природного заповедника	31,17±0,38	59,60±0,34
3.	Территория Теллермановского леса	33,10±0,23	62,09±0,24
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	28,59±0,51	53,49±0,17
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	29,81±0,26	42,19±0,31
6.	Улица города Острогжск	26,47±0,35	57,35±0,20
7.	Улица города Семилуки	25,90±0,42	48,64±0,35
8.	Улица города Нововоронеж	28,43±0,40	57,80±0,16
9.	ВЛЭ (Каширский район)	18,52±0,35	30,62±0,30
10.	Агроценоз Лискинского района	23,38±0,25	47,89±0,25
11.	Агроценоз Ольховатского района	29,63±0,42	46,07±0,18
12.	Агроценоз Подгоренского района	25,72±0,31	52,09±0,31
13.	Агроценоз Петропавловского района	23,16±0,37	47,35±0,27
14.	Агроценоз Грибановского района	23,53±0,41	52,96±0,16
15.	Агроценоз Хохольского района	24,46±0,32	49,64±0,51
16.	Агроценоз Новохоперского района	21,74±0,50	33,20±0,27
17.	Агроценоз Репьевского района	25,23±0,31	45,10±0,38
18.	Агроценоз Воробьевского района	27,31±0,19	47,23±0,17
19.	Агроценоз Панинского района	19,64±0,23	32,14±0,31
20.	Агроценоз Верхнехавского района	28,29±0,34	46,92±0,26
21.	Агроценоз Эртильского района	29,60±0,33	48,02±0,18
22.	Агроценоз Россошанского района	21,65±0,25	42,86±0,37
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	30,53±0,46	58,72±0,31
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	31,53±0,51	52,26±0,41
25.	Улица города Борисоглебск	26,30±0,40	45,92±0,49
26.	Улица города Калач	30,35±0,49	50,31±0,16
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	24,78±0,24	44,09±0,39
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	26,76±0,30	40,76±0,40
29.	На удалении 0-100 м от Воронежского водохранилища	22,62±0,41	45,86±0,27
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж	31,42±0,40	49,82±0,51
31.	Улица города Воронеж	25,32±0,32	38,53±0,31
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	28,75±0,31	35,70±0,28
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	27,21±0,34	37,56±0,25
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	25,64±0,28	43,08±0,41
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	25,38±0,44	45,82±0,32
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	26,39±0,40	42,82±0,27
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	25,31±0,22	37,97±0,28
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	26,11±0,36	41,63±0,19
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	26,04±0,52	48,37±0,35
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	25,19±0,35	53,96±0,21
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	24,50±0,43	44,58±0,25
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	24,10±0,28	49,63±0,31
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	24,03±0,30	43,97±0,23
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	25,35±0,43	47,50±0,19
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	23,84±0,42	50,51±0,27
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	23,65±0,25	46,87±0,30
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	24,81±0,31	48,82±0,19
48.	0 м от железнодорожных путей	27,40±0,20	46,93±0,17
49.	100 м от железнодорожных путей	24,84±0,31	42,97±0,35
50.	200 м от железнодорожных путей	25,49±0,42	47,62±0,36
51.	300 м от железнодорожных путей	24,62±0,23	44,96±0,41
Числовой показатель по ФС		-	Не менее 40%

Минимальное содержание ВРПС отмечено в корнях одуванчика лекарственного, произраставшего под ВЛЭ (18,52%), что указывало на подавление биосинтетических процессов в растении под действием электромагнитного поля [77, 228].

Отмечено, что образцы с минимальным накоплением ВРПС отличались также минимальным содержанием ЭВ, извлекаемых водой. Аналогичная положительная корреляция была заметна и для образцов с высоким содержанием ГОВРПС (более 30%): для этих образцов ЛРС характерно также высокое содержание ЭВ (на уровне 50-60%). Коэффициент корреляции, составивший 0,68, свидетельствовал о наличии заметной взаимосвязи, что может быть объяснено тем, что ВРПС составляют основную БАВ, извлекаемых водой из корней одуванчика лекарственного.

Для изучения влияния ТМиМ на накопление БАВ анализировали коэффициенты корреляции (таблица 6.40).

Таблица 6.40 - Коэффициенты корреляции между содержанием ТМиМ и БАВ в корнях одуванчика лекарственного

Группа БАВ	Элемент	Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
ГОВРПС	Общий	0,20	-0,24	-0,33	0,06	-0,39	0,18	0,01	0,04	0,03
	Урбоценозы	-0,57	-0,23	-0,52	0,21	-0,64	0,48	0,21	0,42	0,35
	Агроценозы	-0,38	-0,30	-0,14	-0,36	0,29	0,16	-0,22	0,40	0,01
ЭВ, извлекаемые водой	Общий	-0,07	-0,13	-0,32	-0,13	-0,31	-0,14	-0,16	-0,18	-0,15
	Урбоценозы	-0,54	-0,13	-0,48	0,13	-0,53	0,37	-0,04	-0,08	0,38
	Агроценозы	-0,35	-0,31	-0,10	-0,48	0,21	0,17	-0,28	0,48	0,23

На накопление в корнях одуванчика лекарственного ГОВРПС умеренное отрицательное влияние оказывали кадмий и никель. При детальном анализе антропогенных экосистем отмечено заметное отрицательное влияние свинца, кадмия, никеля, а также умеренное положительное влияние хрома, меди и цинка на накопление полисахаридов в ЛРС из урбоценозов. Умеренное отрицательное влияние свинца, ртути, мышьяка и умеренное отрицательное влияние меди на накопление ВРПС выявлено для ЛРС из агроценозов.

Близкие к вышеописанным корреляционные расчетные данные получены для ЭВ, извлекаемых из корней одуванчика лекарственного водой, что объяснялось тем, что полисахариды составляли основную часть гидрофильных БАВ. Отмечено умеренное отрицательное влияние кадмия и никеля на накопление ЭВ. Для ЛРС урбоценозов выявлено заметное отрицательное влияние свинца и никеля, умеренное отрицательное влияние кадмия, умеренное положительное влияние цинка на накопление ЭВ. Для ЛРС из агроценозов отмечено умеренное отрицательное влияние свинца, ртути, мышьяка и умеренное положительное влияние меди на содержание водорастворимых ЭВ.

6.2.10. Накопление БАВ в корнях лопуха большого *Arctium lappa* L.

Результаты анализа отобранных образцов корней лопуха большого на содержание в них основных групп БАВ приведены в таблице 6.41.

Таблица 6.41 - Содержание БАВ в корнях лопуха большого

№	Территория заготовки образцов	Полисахариды в пересчете на фруктозу, %	ГОВРПС, %	ЭВ, извлекаемые водой, %
1.	Территория Воронежского заповедника	15,75±0,07	37,82±0,53	47,84±0,31
2.	Территория Хоперского заповедника	14,72±0,06	28,58±0,43	40,16±0,27
3.	Территория Теллермановского леса	15,29±0,05	38,94±0,30	50,10±0,41
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	13,53±0,05	31,85±0,61	42,90±0,19
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	13,59±0,06	28,60±0,43	39,46±0,34
6.	Улица города Острогожск	11,54±0,06	34,64±0,55	41,98±0,26
7.	Улица города Семилуки	12,84±0,08	24,19±0,70	36,78±0,18
8.	Улица города Нововоронеж	12,08±0,08	27,54±0,44	44,00±0,20
9.	ВЛЭ (Каширский район)	10,24±0,06	21,17±0,28	29,64±0,34
10.	Агроценоз Лискинского района	12,29±0,05	25,82±0,63	38,27±0,028
11.	Агроценоз Ольховатского района	11,03±0,07	32,75±0,51	40,26±0,30
12.	Агроценоз Подгоренского района	11,25±0,06	35,18±0,47	43,09±0,35
13.	Агроценоз Петропавловского района	14,56±0,05	30,63±0,53	42,99±0,21
14.	Агроценоз Грибановского района	10,67±0,06	22,53±0,58	31,50±0,29
15.	Агроценоз Хохольского района	11,80±0,07	31,85±0,49	42,43±0,35
16.	Агроценоз Новохоперского района	12,89±0,04	26,80±0,29	38,89±,39
17.	Агроценоз Репьевского района	11,57±0,04	23,74±0,64	30,79±0,21
18.	Агроценоз Воробьевского района	14,05±0,08	35,44±0,37	48,43±0,22
19.	Агроценоз Панинского района	13,67±0,08	36,73±0,56	53,72±0,28
20.	Агроценоз Верхнехавского района	10,46±0,05	25,85±0,44	37,09±0,30
21.	Агроценоз Эртильского района	13,27±0,05	22,05±0,48	33,59±0,17
22.	Агроценоз Россошанского района	10,31±0,03	25,10±0,52	36,97±0,41
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения»	9,57±0,08	24,08±0,50	32,65±0,33
24.	Вблизи ООО «Бормаш»	8,46±0,06	25,98±0,73	38,90±0,28
25.	Улица города Борисоглебск	13,93±0,03	30,17±0,62	44,32±0,31
26.	Улица города Калач	14,42±0,07	34,26±0,24	42,89±0,23
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	12,74±0,06	23,85±0,37	37,22±0,36
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук»	10,64±0,06	23,13±0,49	34,17±0,38
29.	На удалении 0-100 м от водохранилища	14,64±0,07	32,61±0,72	45,27±0,26
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж	11,16±0,07	27,53±0,70	35,87±0,29
31.	Улица города Воронеж	9,35±0,05	26,42±0,57	37,50±0,31
32.	0 м от трассы М4 в Рамонском р-не	11,89±0,07	25,75±0,55	33,38±0,29
33.	100 м от трассы М4 в Рамонском р-не	11,44±0,06	24,15±0,53	35,60±0,44
34.	200 м от трассы М4 в Рамонском р-не	12,53±0,06	26,64±0,47	39,61±0,17
35.	300 м от трассы М4 в Рамонском р-не	12,28±0,07	26,02±0,45	38,58±0,27
36.	0 м от автомагистрали А144	10,45±0,05	27,60±0,46	38,01±0,31
37.	100 м от автомагистрали А144	10,07±0,08	24,24±0,51	33,19±0,20
38.	200 м от автомагистрали А144	11,27±0,04	25,74±0,39	39,90±0,33
39.	300 м от автомагистрали А144	11,65±0,03	27,19±0,46	42,85±0,31
40.	0 м от трассы М4 в Павловском р-не	12,36±0,05	34,70±0,45	41,85±0,28
41.	100 м от трассы М4 в Павловском р-не	11,56±0,07	32,50±0,75	43,69±0,32
42.	200 м от трассы М4 в Павловском р-не	13,08±0,08	34,68±0,34	42,90±0,29
43.	300 м от трассы М4 в Павловском р-не	13,99±0,07	33,81±0,51	52,84±0,18
44.	0 м от дороги обычного типа	13,52±0,06	29,64±0,74	43,64±0,24
45.	100 м от дороги обычного типа	14,25±0,08	30,52±0,27	46,31±0,31
46.	200 м от дороги обычного типа	14,38±0,08	28,16±0,39	39,03±0,28
47.	300 м от дороги обычного типа	14,00±0,05	29,28±0,38	41,07±0,35
48.	0 м от железнодорожных путей	10,57±0,06	34,93±0,42	46,05±0,42
49.	100 м от железнодорожных путей	9,47±0,08	31,74±0,47	44,48±0,40
50.	200 м от железнодорожных путей	9,03±0,07	32,28±0,53	47,95±0,18
51.	300 м от железнодорожных путей	11,75±0,07	33,30±0,42	51,38±0,23
Числовой показатель по ФС		Не менее 8	-	Не менее 35

Все образцы корней лопуха большого соответствовали требованиям ГФ XIV по содержанию суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу [53]. Значения суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу в образцах из контрольных зон варьировали от 14,72% до 15,75%, агроценозов – от 10,31% до 13,67%, урбоценозов - от 8,46% до 14,38%. Наиболее низкое содержание суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу отмечено для образцов, заготовленных вблизи ОАО «Минудобрения», ООО «Бормаш», на улице г. Воронежа, на удалении 0-200 м от железной дороги, 0-100 м от трассы А144, под ВЛЭ, что позволило судить об отрицательном влиянии антропогенной нагрузки на накопление в корнях лопуха полисахаридов [78, 359].

Содержание ВРПС в корнях лопуха большого, определяемое по разработанной нами методике, варьировало в диапазоне от 21,17 до 38,94%. В образцах из контрольных зон сумма ГОВРПС отмечена на уровне 28,58-38,94%, в ЛРС из агроценозов - 22,05-36,73%, урбоценозов – 21,17-34,93%. При анализе корней лопуха большого, произраставшего в условиях урбоценозов, самый низкий уровень содержания ВРПС выявлен в образце, заготовленном под ВЛЭ (21,17%), что может указывать на подавление биосинтетических процессов под действием электромагнитного поля.

Вероятно, полученные данные по варьированию в изучаемых образцах корней лопуха большого числовых значений содержания полисахаридов в пересчете на фруктозу и ГОВРПС различались из-за метода количественного определения полисахаридов. ТМ, накопленные в ЛРС, способны связываться в прочные комплексы с гидроксигруппами конденсированных гексоз и пентоз. При гравиметрическом определении связанные с полисахаридами ТМ эффективно осаждались вместе с определяемой группой БАВ, в то время, как при спектрофотрическом определении комплексы моно- и полисахаридов с экотоксикантами в силу меньшей растворимости препятствовали образованию специфических комплексов, в связи с чем отмечалось некоторое снижение уровня содержания полисахаридов в пересчете на мономеры [359].

Сумма ЭВ, извлекаемых водой из корней лопуха большого, варьировала от 29,64% до 53,72%. В восьми образцах данный показатель оказался ниже минимально допустимого значения (в ЛРС, заготовленном в Грибановском, Репьевском, Эртильском районах, под ВЛЭ, вблизи ОАО «Минудобрения», АО «Воронежсинтезкаучук», вдоль трассы М4 в Рамонском районе, на удалении 100 м от трассы А144). В несоответствующих требованиям ГФ XIV по содержанию ЭВ образцах концентрации полисахаридов в пересчете на фруктозу и ГОВРПС отличались сниженными значениями [78].

Корреляция между накоплением в изучаемых образцах ЛРС суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу и суммы ГОВРПС характеризуется коэффициентом 0,42, а между значениями суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу и суммы ЭВ, извлекаемых водой, - 0,45, что говорит об умеренной положительной взаимосвязи. Сильная положительная корреляция

(коэффициент корреляции - 0,86) установлена для числовых показателей содержания в корнях лопуха большого суммы ЭВ, извлекаемых водой и суммы ГОВРПС, составляющих основу ЭВ.

На накопление в корнях лопуха большого суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу все ТМиМ оказывали отрицательное воздействие: заметное отрицательное влияние выявлено для кадмия, никеля и мышьяка, умеренное отрицательное – для свинца, ртути, хрома, кобальта, цинка и меди (таблица 6.42).

Таблица 6.42 - Коэффициенты корреляции между содержанием ТМиМ и БАВ в корнях лопуха большого

Группа БАВ	Элемент	Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
Сумма полисахаридов в пересчете на фруктозу	Общий	-0,44	-0,36	-0,55	-0,50	-0,50	-0,39	-0,31	-0,49	-0,43
	Урбоценозы	-0,50	-0,36	-0,59	-0,50	-0,58	-0,39	-0,21	-0,48	-0,43
	Агроценозы	-0,11	-0,06	-0,35	-0,67	-0,27	0,03	-0,13	-0,25	-0,42
ГОВРПС	Общий	-0,15	-0,21	-0,12	-0,33	0,05	-0,38	-0,23	-0,17	-0,15
	Урбоценозы	-0,18	-0,18	-0,04	-0,47	0,08	-0,61	-0,37	-0,11	-0,25
	Агроценозы	-0,40	-0,26	-0,09	-0,39	-0,12	0,07	0,04	-0,27	0,03
ЭВ, извлекаемые водой	Общий	-0,25	-0,21	-0,19	-0,27	-0,08	-0,37	-0,37	-0,25	-0,25
	Урбоценозы	-0,48	-0,25	-0,25	-0,43	-0,20	-0,65	-0,42	-0,28	-0,28
	Агроценозы	-0,30	-0,21	0,04	-0,56	0,29	0,15	0,14	-0,27	-0,11

Для сырья, заготовленного в урбоценозах региона, отмечена заметная отрицательная корреляция между содержанием определяемой группой БАВ и такими элементами, как свинец, кадмий, мышьяк, никель, а также умеренная отрицательная корреляция – для ртути, хрома меди и цинка. В корнях лопуха большого из агроценозов региона выявлена заметная отрицательная взаимосвязь между содержанием полисахаридов в пересчете на фруктозу и мышьяка, а также умеренная отрицательная взаимосвязь – между содержанием полисахаридов и кадмия, цинка. Высокую степень корреляции между концентрациями данной группой БАВ и токсичных элементов возможно объяснить особенностями их спектрофотометрического анализа, при котором устойчивые комплексы ТМиМ с гексозами могут давать некоторое ложное снижение определения содержания данной группы БАВ.

Анализ влияния ТМиМ на накопление ЭВ, извлекаемых водой, показал умеренную отрицательную корреляцию с хромом и кобальтом. На ЭВ в корнях лопуха большого из агроценозов региона оказывали умеренное отрицательное влияние свинец и мышьяк, а из урбоценозов - заметное отрицательное влияние - хром и умеренное отрицательное влияние - свинец, мышьяк, кобальт. Для ГОВРПС, являющихся главной группой БАВ, экстрагируемых из корней лопуха большого водой, получены близкие с выше рассмотренными коэффициенты корреляции: при общем анализе выявлена умеренная отрицательная взаимосвязь с концентрациями мышьяка, кобальта; для ЛРС из урбоценозов выявлено заметное отрицательное влияние хрома, умеренное отрицательное влияние мышьяка и кобальта; для сырья из агроценозов - умеренное отрицательное влияние свинца и мышьяка.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 6

1. С использованием регрессионного, дисперсионного и корреляционного анализов разработаны и валидированы методики ультразвуковой экстракции и количественного определения ВРПС листьев подорожника большого, корней одуванчика лекарственного и лопуха большого, которые позволяют сократить время извлечения БАВ и повысить их выход на 8-10%. При дальнейшей очистке извлекаемых из корней одуванчика лекарственного и лопуха большого ВРПС возможно применение данных методик с целью разработки технологий промышленного получения инулина из данного ЛРС.

2. Накопление полифенольных соединений в изученных образцах ЛРС отличалось значительной вариабельностью в зависимости от места заготовки. Так, в образцах ЛРС полыни горькой, пустырника пятилопастного, тысячелистника обыкновенного, горца птичьего, пижмы обыкновенной, собранных в условиях агроценозов и ряда урбоценозов, отмечена индукция накопления флавоноидов по сравнению с образцами контрольных территорий, что можно объяснить активацией в условиях антропогенной нагрузки ключевого фермента биосинтеза флавоноидов (фенилаланинаммиаклиазы), имеющего ярко выраженную стресс-индуцибельность. В то же время образцы, заготовленные в условиях значительного антропогенного воздействия (преимущественно вблизи автотрасс, железнодорожной магистрали, промышленных предприятий, на улицах городов), отличаются относительно сниженным содержанием флавоноидных соединений, что, вероятно, обусловлено чрезмерным загрязнением окружающей среды, которое выходит за пределы выносливости видов и вызывает угнетение в них ферментных систем. Сходная вариабельность числовых показателей выявлена для более низкомолекулярных антиоксидантных веществ – ОКК в листьях крапивы двудомной: содержание исследуемой группы БАВ в образцах, собранных в ряде урбоценозах региона, в среднем, в 1,5 - 2 раза выше, чем в ЛРС из заповедных зон. При этом заметно снижение содержания ОКК в 1,2-2 раза в листьях крапивы двудомной, собранных в условиях значительной антропогенной нагрузки по сравнению с контрольными образцами, что также, вероятно, обусловлено высокими концентрациями экотоксикантов в данных биотопах, выходящими за пределы положительного влияния на ферменты шикиматного пути биосинтеза фенолов.

3. Содержание ЭМ в травах полыни горькой и тысячелистника обыкновенного в образцах контрольных территорий и агроценозов в целом более высокое, чем в образцах из урбоценозов, что, вероятно, можно объяснить большей подверженности солнечной радиации и различным антропогенными воздействиями в условиях урбанизированных территорий. Также были отмечены значительные отличия в окраске выделяемых ЭМ из ЛРС различных экотопов. Так, ЭМ травы полыни горькой изменяло окраску от светло-желтой до коричнево-синей, ЭМ травы тысячелистника обыкновенного варьировало от бесцветного до темно-синего. ХМСМ-

исследование ЭМ из ЛРС различных условий заготовки выявило принципиальные отличия в их качественном и количественном составе.

4. Вариабельность результатов количественного содержания полисахаридов значительно зависела от способа определения. Содержание полисахаридов в пересчете на фруктозу в корнях лопуха большого, а также восстанавливающих сахаров в составе полисахаридов в пересчете на глюкозу в цветках липы сердцевидной отличалось более высокими значениями в образцах, заготовленных в условиях контрольных территорий и агроценозов. В ЛРС из урбоценозов концентрация гексоз несколько снижалась, достигая минимальных значений в образцах, собранных на улицах городов, вдоль автомобильных и железнодорожных магистралей, вблизи промышленных предприятий, что позволяет сделать вывод об отрицательном влиянии антропогенной нагрузки на получаемые результаты определения данных БАВ. Концентрация ГОВРПС меньше варьировала в зависимости от экологических особенностей места произрастания листьев подорожника большого, корней одуванчика лекарственного, лопуха большого, при этом отмечено некоторое преобладание данной группы БАВ в образцах из заповедных территорий. Гравиметрическое определение ВРПС представляется более достоверным, так как при спектральном анализе возможно некоторое ложное снижение определяемого уровня содержания ВРПС за счет образования прочных комплексов с макро- и микроэлементами в ЛРС.

5. Наиболее низкие значения содержания в листьях подорожника большого, травах полыни горькой и пустырника пятилопастного ЭВ, извлекаемых 70% спиртом, отмечены в образцах, заготовленных в условиях значительной антропогенной нагрузки (вдоль автотрасс), что указывает на подавление биосинтеза ряда БАВ. На некотором удалении от дорог и промышленных предприятий, на улицах районных центров отобрано ЛРС, содержание ЭВ в котором превышает уровень их накопления в образцах из контрольных территорий, что свидетельствует об индукции синтеза БАВ в условиях умеренной антропогенной нагрузки. Полученные результаты относительного снижения накопления водорастворимых ЭВ в корнях одуванчика лекарственного и лопуха большого в ряде агроценозов региона, под ВЛЭ, вблизи автотрасс и промышленных предприятий, положительно коррелируют с количественным содержанием ГОВРПС, составляющих основную удельную массу водорастворимых соединений данных видов ЛРС.

6. Выделяются низкие значения содержания всех определяемых групп БАВ под ВЛЭ, что указывает на подавление биосинтетических процессов в растительном организме под действием электромагнитного поля.

7. Подтверждено общее индуцирующее влияние небольших концентраций ТМиМ на накопление вторичных метаболитов в ЛРС. При высоком содержании данные элементы способны подавлять накопление всех исследованных групп БАВ. Общее сильное отрицательное влияние определяемые ТМиМ оказали на накопление ЭМ в траве полыни горькой и тысячелистника

обыкновенного, общее умеренное отрицательное влияние – на накопление ВРПС в листьях подорожника большого, восстанавливающих сахаров в цветках липы сердцевидной, полисахаридов и ЭВ в корнях лопуха большого. При этом индивидуальное влияние элементов на накопление БАВ в ЛРС варьирует:

- Свинец оказывает отрицательное влияние на накопление ВРПС в листьях подорожника большого; ГОВРПС и извлекаемых водой ЭВ в корнях одуванчика лекарственного; полисахаридов в пересчете на фруктозу, ГОВРПС и водорастворимых ЭВ в корнях лопуха большого; ЭВ, извлекаемых 70% спиртом, в траве полыни горькой; флавоноидов в траве тысячелистника обыкновенного; ОКК в листьях крапивы двудомной; восстанавливающих сахаров в цветках липы сердцевидной из различных условий произрастания. В то же время выявлено положительное влияние свинца на накопление флавоноидов и ФКК в цветках пижмы обыкновенной из агроценозов и ЭВ, извлекаемых 70% спиртом, в листьях подорожника большого из урбоценозов, что можно объяснить индукцией синтеза антиоксидантных полифенолов в ответ на умеренное повышение содержания экотоксиканта.
- Ртуть способна оказывать умеренное отрицательное влияние на содержание ЭВ, извлекаемых 70% спиртом из травы полыни горькой, ВРПС листьев подорожника большого, ГОВРПС и извлекаемых водой ЭВ корней одуванчика лекарственного, полисахаридов в пересчете на фруктозу корней лопуха большого из различных условий заготовки. Выявлено также умеренное положительное влияние ртути на накопление флавоноидов травы пустырника пятилопастного, а также флавоноидов и ФКК цветков пижмы обыкновенной, что также можно объяснить стимуляцией биосинтеза вторичных метаболитов умеренным содержанием экотоксиканта.
- Кадмий способен оказывать умеренное отрицательное влияние на накопление ОКК листьев крапивы двудомной, восстанавливающих сахаров цветков липы сердцевидной, ГОВРПС корней одуванчика лекарственного, полисахаридов в пересчете на фруктозу корней лопуха большого. Умеренная отрицательная корреляция выявлена между концентрацией элемента и содержанием ЭВ, извлекаемых 70% спиртом из травы полыни горькой, ВРПС листьев подорожника большого, извлекаемых водой ЭВ корней одуванчика лекарственного.
- Мышьяк способен отрицательно влиять на концентрацию ОКК листьев крапивы двудомной, ГОВРПС и извлекаемых водой ЭВ корней одуванчика лекарственного, а также ГОВРПС, ЭВ, извлекаемых водой, полисахаридов в пересчете на фруктозу корней лопуха большого. При этом выявлено умеренное положительное влияние мышьяка на накопление флавоноидов в траве пустырника пятилопастного и восстанавливающих сахаров в цветках липы сердцевидной, заготовленных в агроценозах региона.
- Никель способен подавлять биосинтез ВРПС в листьях подорожника большого, корнях одуванчика лекарственного, полисахаридов в пересчете на фруктозу в корнях лопуха большого,

восстанавливающих сахаров цветков липы сердцевидной; снижать содержание ЭВ, извлекаемых из листьев подорожника большого и травы пустырника пятилопастного 70% спиртом и из корней одуванчика лекарственного водой; уменьшать накопление флавоноидов в травах полыни горькой и пустырника пятилопастного, цветках пижмы обыкновенной, а также ОКК листьев крапивы двудомной.

- Хром преимущественно влияет на содержание БАВ полисахаридной природы. Он способен заметно и сильно подавлять биосинтез восстанавливающих сахаров в цветках липы сердцевидной, а также снижать содержание полисахаридов в пересчете на фруктозу, ГОВРПС и ЭВ, извлекаемых водой, в корнях лопуха большого и ВРПС в листьях подорожника большого. Для хрома выявлена также возможность умеренного индуцирующего влияния на биосинтез флавоноидов пустырника пятилопастного, ЭВ, извлекаемых 70% спиртом из листьев подорожника большого и травы полыни горькой, ГОВРПС и извлекаемых водой ЭВ корней одуванчика лекарственного.
- Для кобальта выявлена возможность значительного отрицательного влияния на накопление флавоноидов в траве пустырника пятилопастного, ВРПС в листьях подорожника большого, восстанавливающих сахаров в цветках липы обыкновенной, а также возможность умеренного отрицательного воздействия на содержание ЭВ, извлекаемых 70% спиртом из травы пустырника пятилопастного, ОКК в листьях крапивы двудомной, полисахаридов в пересчете на фруктозу, ГОВРПС и извлекаемых водой ЭВ в корнях лопуха большого. При этом умеренное индуцирующее влияние кобальт способен оказывать на накопление флавоноидов в траве тысячелистника обыкновенного и цветках пижмы обыкновенной.
- Для меди выявлена заметная и сильная отрицательная корреляция с накоплением ВРПС в листьях подорожника большого и восстанавливающих сахаров в цветках липы сердцевидной. Медь оказывала умеренное отрицательное влияние на биосинтез флавоноидов в травах горца птичьего и тысячелистника обыкновенного, ОКК в листьях крапивы двудомной, ЭВ, извлекаемых 70% спиртом из листьев подорожника большого, суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу в корнях лопуха большого и умеренное положительное влияние на биосинтез флавоноидов и ФКК в цветках пижмы обыкновенной и ГОВРПС в корнях одуванчика лекарственного.
- Цинк способен заметно и сильно снижать накопление ВРПС в листьях подорожника большого и восстанавливающих сахаров в цветках липы сердцевидной, оказывать умеренное отрицательное влияние на биосинтез флавоноидов в траве тысячелистника обыкновенного, ОКК в листьях крапивы двудомной, извлекаемых 70% спиртом из листьев подорожника большого ЭВ, содержание полисахаридов в пересчете на фруктозу в корнях лопуха большого, а также умеренное положительное влияние на биосинтез флавоноидов и ФКК в цветках пижмы обыкновенной, ГОВРПС и извлекаемых водой ЭВ в корнях одуванчика лекарственного. Для цинка, как и для меди, характер влияния элемента, по-видимому, обусловлен его количественным содержанием в ЛРС.

ГЛАВА 7. ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТРАНССРЕДОВОГО ПЕРЕХОДА ЭЛЕМЕНТОВ В ЦЕПИ «ПОЧВА – ЛРС – ВОДНЫЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ»

Изучаемые виды ЛРС в медицинской и фармацевтической практике используются преимущественно в виде водных извлечений – настоев и отваров, в которые наряду с комплексом органических БАВ переходит ряд веществ минерального происхождения. Элементный состав ЛРС зависит от ряда антропогенных и абиотических факторов и несет в себе информацию об экологическом состоянии региона и минеральном составе почв. При этом актуальной задачей являлось изучение особенностей перехода в водные извлечения полного спектра биологически значимых элементов [196, 284].

ХМСМ-определение элементного состава настоев и отваров из ЛРС, заготовленного на территории заповедника им. В.М. Пескова, представлены в таблицах К.1, К.2 Приложения К. Наиболее богатый минеральный состав (более 2 мг/мл) выявлен для настоев листьев крапивы двудомной, подорожника большого, травы пустырника пятилопастного, отвара корней лопуха большого (рисунок 7.1). Самое низкое содержание элементов отмечено в отваре корней одуванчика лекарственного и настое цветков липы сердцевидной (около 0,8 мг/мл). Наиболее высокий переход минеральных веществ в водное извлечение, варьирующий от 22,31% до 47,26%, отмечен для корней лопуха большого и одуванчика лекарственного, травы горца птичьего (более 40%) (таблица К.3 Приложения К, рисунок 7.2).

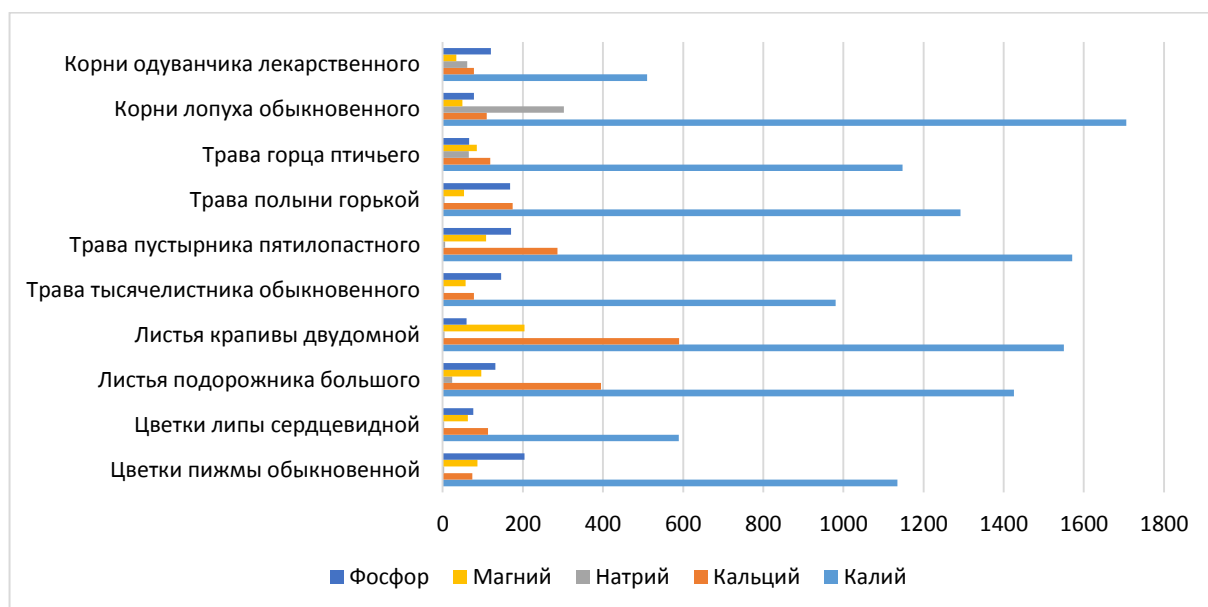


Рисунок 7.1 - Содержание макроэлементов в настоях и отварах из ЛРС, мг/мл

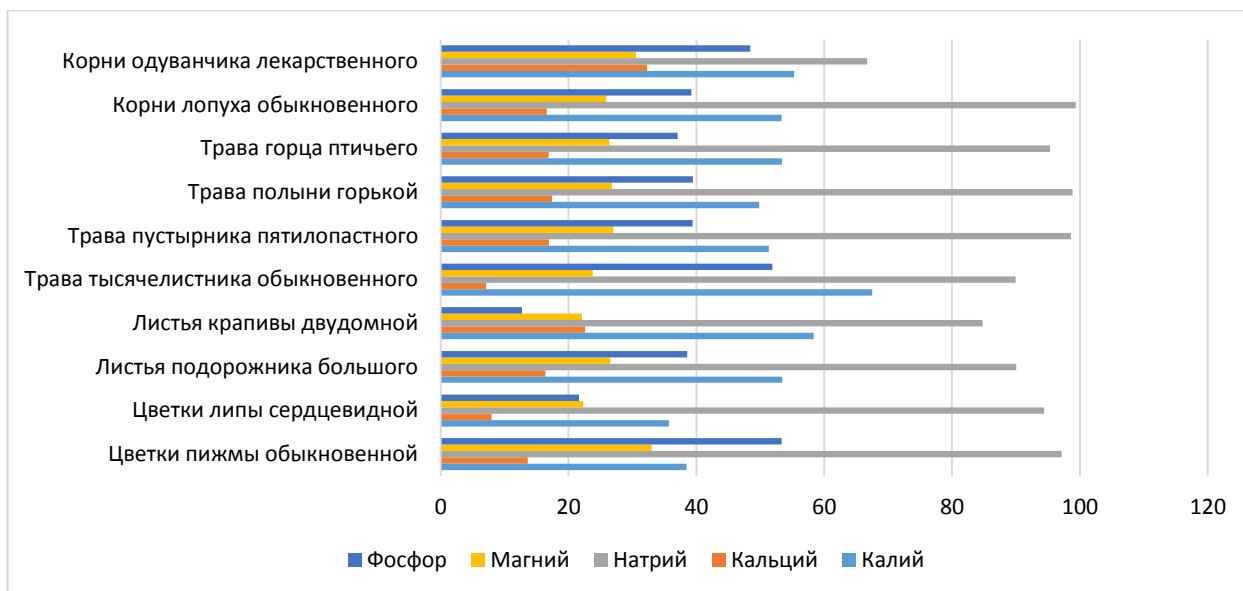


Рисунок 7.2 - Переход макроэлементов из ЛРС в водные извлечения, %

Наибольшая доля в общей сумме элементного комплекса водных извлечений принадлежит макроэлементам (94,95-98,99%) (таблица К.2 Приложения К). Лидером по содержанию в настоях и отварах является калий (62,72-75,99% всего элементного комплекса, или 5,1- 5,7 мг/мл), при этом переход калия в экстракт относительно невысокий – 35,69-67,49% [196, 284]. Высокая концентрация в ЛРП отмечена для кальция (74,1-590,0 мкг/мл, что составило 4,82-23,27% элементного комплекса ЛФ) и фосфора (59,7-204,0 мкг/мл, т.е. от 2,35-14,76%). Степень экстракции кальция варьировала от 7,11% до 32,30%, фосфора – от 12,73% до 53,39%. Высокое содержание кальция выявлено в настое из листьев крапивы двудомной и листьев подорожника большого. Наиболее богаты фосфором настои цветков пижмы обыкновенной, а также трав полыни горькой и пустырника пятилопастного. Магний содержался в концентрации от 33,9 мкг/мл (в отваре корней одуванчика лекарственного) до 204 мкг/мл (в настое листьев крапивы двудомной), а степень экстракции его варьировала от 22,11% до 33,00%, составляя 2,16-7,29% элементного состава извлечений. Наиболее высокое содержание натрия отмечено в отварах корней лопуха большого (302 мкг/мл) и одуванчика лекарственного (70,8 мкг/мл), настое травы горца птичьего (65,1 мкг/мл); при этом для остальных извлечений данный показатель варьировал в диапазоне 3,5-23,5 мкг/мл, что составляло 0,23-1,12% элементного профиля водных извлечений. Степень экстракции натрия из ЛРС наиболее высокая из определяемых макроэлементов – от 77,69% (в ЛРП одуванчика лекарственного) до 99,39% (в ЛРП одуванчика лекарственного).

Резко выделяющимся содержанием эссенциальных микроэлементов оказался настой листьев крапивы двудомной (более 120 мкг/мл); в остальных водных извлечениях показатель варьировал от 9,37 мкг/мл (в отваре корней одуванчика лекарственного) до 25,16 мкг/мл (в настое травы тысячелистника обыкновенного). Наибольшее относительное содержание эссенциальных

микроэлементов также отмечено в настое листьев крапивы двудомной (4,90%); для других извлечений оно составило от 0,51% до 1,95%, что значительно меньше доли данных элементов в исходном ЛРС. Это объясняется общей низкой степенью экстракции – от 3,88% (в отваре корней одуванчика лекарственного) до 14,56% (в настое цветков пижмы обыкновенной) [196, 284].

В водных извлечениях ЛРС в Воронежской области отмечено относительно высокое содержание кремния, марганца, железа и цинка. Важнейшим источником водорастворимого кремния являются настои листьев крапивы двудомной (118 мкг/мл, или 4,65% элементного комплекса ЛФ), что объясняется, прежде всего, сравнительно высоким содержанием данного неметалла в ЛРС в силу наличия у производящего растения многочисленных полых жгучих волосков, кальцинированных у основания и силицированных на кончике стекловидным кремнием. В остальных водных экстрактах концентрация кремния варьировала от 6,87 мкг/мл до 22,3 мкг/мл (от 0,30% до 1,72% определенного минерального комплекса). При этом степень экстракции элемента составляла от 3,87% (из корней одуванчика лекарственного) до 13,74% (из травы тысячелистника обыкновенного) [79].

Наибольшее содержание железа выявлено в настое листьев подорожника большого (4,45 мкг/мл), наименьшее – в отваре корней одуванчика лекарственного, что составило от 0,04% до 0,21% относительного элементного комплекса. При этом экстракцию элемента из ЛРС нельзя назвать эффективной – она варьировала от 2,37% до 8,98%.

Марганец извлекался в настои и отвары более активно – от 10,21% до 26,06%. Наибольшая концентрация металла обнаружена в настое листьев крапивы (1,67 мкг/мл), высокое его содержание (более 1 мкг/мл) отмечено в настоях цветков пижмы обыкновенной и травы пустырника пятилопастного, минимальное – в отваре корней одуванчика лекарственного (0,23 мкг/мл), что составило 0,02-0,07% относительно общего элементного комплекса ЛРП [79].

Цинк хорошо экстрагировался из надземных частей растений (степень извлечения - 52,23% - 99,34%, абсолютное содержание варьировало от 1,23 мкг/мл до 2,46 мкг/мл, относительная концентрация в элементном комплексе – от 0,05% до 0,17%), гораздо меньше - из исследуемых корней (при степени экстракции 12,54% - 25,52% концентрация металла в отваре составила 0,37 мкг/мл – 0,83 мкг/мл, то есть около 0,04% минерального профиля извлечений).

Сходные с цинком особенности перехода в водные извлечения отмечены для хрома, степень экстракции которого в отвары корней составила 23,93-36,47%, что позволило создать концентрацию элемента в ЛФ на уровне 0,07-0,12 мкг/мл (0,004-0,015% минерального комплекса). Эффективность экстракции хрома в настои надземных частей растений значительно выше – 45,01-82,35%, при этом абсолютная и относительная его концентрация ниже, чем в отварах (0,01-0,11 мкг/мл и 0,001-0,007% соответственно).

Кобальт эффективнее извлекается из трав, цветков и листьев (степень перехода – от 4,58% до 20,33%), менее эффективно - из корней (1,15% - 2,69%). При этом концентрации кобальта очень низки – от 0,0009 мкг/мл до 0,0115 мкг/мл, что составляет 0,0001-0,0008% элементного состава изучаемых ЛФ [79].

Степень перехода меди в водные извлечения составила 8,06-53,33%, а ее наибольшая концентрация отмечена в настое травы полыни горькой (0,317 мкг/мл или 0,02% определенных макро- и микроэлементов). В остальных водных экстрактах содержание меди варьировало от 0,05 мкг/мл до 0,16 мкг/мл, что составляло менее 0,01% от их общего элементного состава.

Относительно высокая эффективность перехода в водные извлечения отмечена для никеля и селена (от 22,11% до 61,17% и от 24,91% до 93,66% соответственно). При этом концентрация никеля в настоях и отварах варьировала от 0,021 мкг/мл до 0,125 мкг/мл, а селена – от 0,0002 мкг/мл до 0,017 мг/кг, что составляло, соответственно, тысячные и десятитысячные доли процента от определенно элементного комплекса.

Содержание остальных эссенциальных микроэлементов являлось невысоким как в ЛРС, так и в водных извлечениях. Так, концентрация лития варьировала от 0,0004 мкг/мл до 0,035 мкг/мл (при степени экстракции от 5,07% до 58,43%), ванадия - от 0,002 до 0,021 мкг/мл (эффективность перехода в ЛФ - от 7,50% до 22,22%), молибдена – от 0,001 мкг/мл до 0,015 мкг/мл (эффективность экстракции от 1,25% до 13,04%). Их содержание в общем элементном комплексе не превышало 0,01% [79].

Все изготовленные настои и отвары соответствовали требованиям ГФ XIV по содержанию ТМиМ, относительное содержание которых варьировало от 0,0003% до 0,0017% (рисунки 7.3, 7.4). Ртуть в водных извлечениях оказалось менее 0,0001 мкг/мл, кадмия – от 0,0001 мкг/мл до 0,0017 мкг/мл, свинца – от 0,003 мкг/мл до 0,0241 мкг/мл, мышьяка – от 0,0008 мкг/мл до 0,0126 мкг/мл. Эффективность перехода кадмия из ЛРС варьировала от 9,02% до 55,00%, мышьяка – от 26,33% до 68,46%, свинца – от 1,95% до 76,15%.

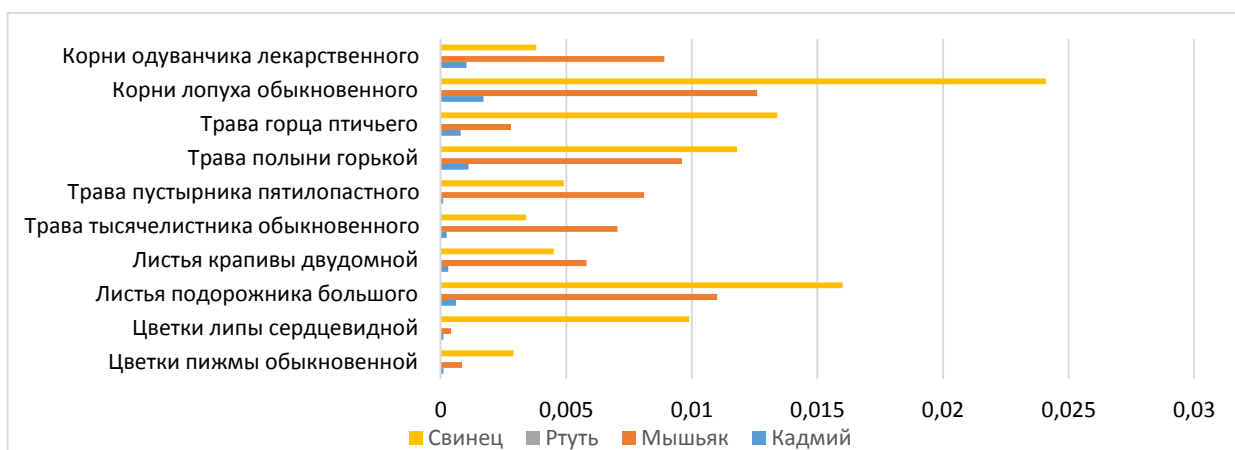


Рисунок 7.3 - Содержание нормируемых элементов в настоях и отварах из ЛРС, мкг/мл

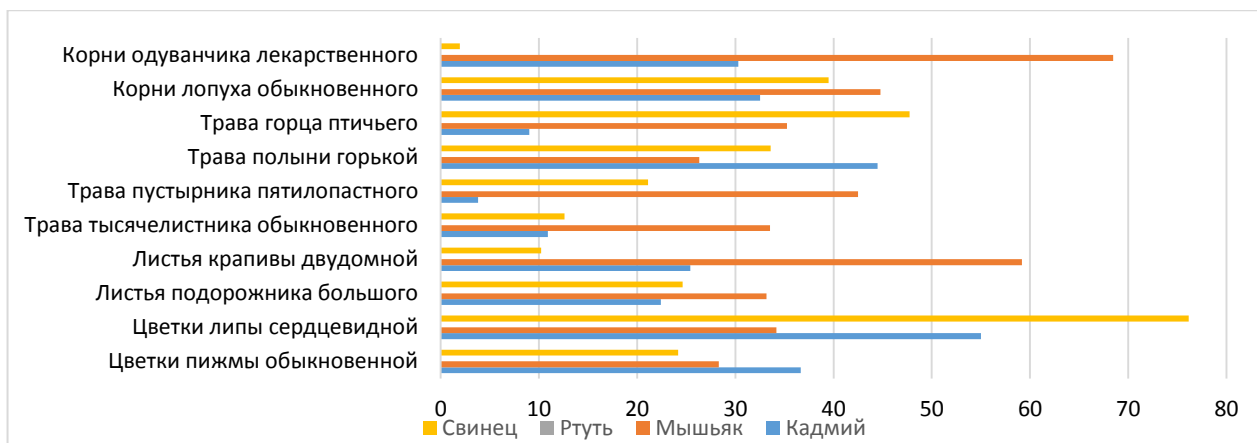


Рисунок 7.4 - Переход нормируемых элементов из ЛРС в водные извлечения, %

Другие токсичные и малоизученные металлы содержались в водных извлечениях в количествах, не превышавших 0,36% от общего количества определенных элементов (от 0,98 мкг/мл до 7,66 мкг/мл). Из 39 элементов, отнесенных к данной группе, концентрация 24 (бериллия, галидония, гафния, германия, гольмия, диспрозия, европия, золота, иттербия, иттрия, лютеция, ниобия, олова, празеодима, самария, серебра, тантала, теллура, тербия, тория, тулия, урана, цезия, эрбия) лежала ниже пределов определения.

Наиболее высокое содержание алюминия (более 2 мкг/мл) отмечено в настоях листьев подорожника большого и травы горца птичьего, отварах корней лопуха большого; в остальных ЛРП составило менее 0,5 мкг/мл, а его доля в общем комплексе элементов – менее 0,2%. Эффективность экстракции элемента невысока – от 0,44% (в отвар корней одуванчика лекарственного) до 9,59% (в настое цветков пижмы обыкновенной).

Наибольшая концентрация бария определена в настое листьев подорожника большого (более 2 мкг/мл), в остальных извлечениях – гораздо меньше (0,04-0,98 мкг/мл). Доля бария в общем минеральном комплексе изучаемых ЛРП – менее 0,1%, а степень экстракции – от 4,51% до 29,85%.

Содержание стронция более 1,5 мкг/мл отмечено в ЛРП листьев крапивы двудомной и подорожника большого, корней лопуха большого, а для остальных водных извлечений варьировало от 0,21 мкг/мл до 0,86 мкг/мл. Эффективность извлечения стронция из ЛРС составила 4,78% - 29,82%.

Концентрация рубидия более 1 мкг/мл отмечена в настоях травы полыни горькой и цветков пижмы обыкновенной, а для остальных извлечений варьировала от 0,26 до 0,53 мкг/мл. Степень экстракции элемента в целом относительно высока и принимает числовые значения от 16,74% до 81,76%.

Титан в концентрации более 0,1 мкг/мл определен в настоях листьев подорожника большого и травы горца птичьего, отварах корней лопуха большого, а в остальных водных

извлечениях она варьировала от 0,01 мкг/мл до 0,06 мкг/мл. Переход титана из ЛРС невысок – от 0,45% до 8,59%.

Степень экстракции вольфрама и висмута в водные извлечения варьировала от 14,14% до 68,37% и от 18,75% до 78,70% соответственно. Наибольшая концентрация вольфрама отмечена в настоях листьев подорожника большого и крапивы двудомной (на уровне 0,002 мкг/мл), а в остальных ЛРП была менее 0,0009 мкг/мл. Концентрация висмута не превышала 0,0007 мкг/мл.

Эффективность перехода в настои и отвары сурьмы варьировала от 7,13% до 20,00%, скандия – от 2,38% до 35,29%, галлия – от 7,33% до 44,44%, таллия – от 15,63% до 62,50%. При этом их содержание в водных извлечениях невысоко: сурьмы – от 0,0001 мкг/мл до 0,0005 мкг/мл, скандия – от 0,00001 мкг/мл до 0,00720 мкг/мл, галлия – от 0,0006 мкг/мл до 0,0043 мкг/мл, таллия – от 0,00005 мкг/мл до 0,00088 мкг/мл. Их относительная концентрация в рассчитанном минеральном комплексе не превышала 0,002%.

Степень экстракции церия и циркония варьировала на уровне, не более 10%, а лантана и неодима – 8% и 7% соответственно. Концентрации данных элементов также невысоки – для церия и циркония они не превышали 0,008 мкг/мл, для лантана – 0,004 мкг/мл, неодима – 0,003 мкг/мл. Их относительная доля в общем элементном комплексе не превышала 0,0005%.

Данные, представленные на рисунки К.1-К.35 Приложения К, показывают, что при увеличении содержаниях всех определяемых элементов в ЛРС возрастает их содержание в водных извлечениях. Изучение графиков зависимостей и математических закономерностей изменения степени экстракции элементов в настои и отвары от их содержания в ЛРС (рисунки К.36-К.70 Приложения К) показало, что при увеличении концентрации всех определенных элементов в сырье эффективность их перехода в водные извлечения падает. Вероятно, это связано с особенностью фармакопейного метода получения данных ЛРП, не предполагающего периодическую подачу чистого экстрагента, что приводит к постепенному достижению равновесных концентраций между ЛРС и получаемым извлечением, после чего скорость перехода вещества в экстракт резко падает. Степень снижения эффективности перехода элементов в водные извлечения разная, наиболее константными выглядят зависимости для калия, натрия, магния, ванадия, кремния, никеля. При возрастании концентрации в ЛРС на 1 мкг/г, степень экстракции натрия и магния уменьшается в среднем на 0,003%, калия – на 0,001%, кремния – на 0,0001%, ванадия – 0,14%, никеля – на 2,82%. Закономерности перехода описаны математическими зависимостями [79].

Исследование степени перехода определяемых элементов по цепочке «почва – ЛРС – водные извлечения» показало, что элементный профиль почвы произрастания растений представлен в получаемых из них ЛРП в общем на 1,85-5,77% (таблица К.4 Приложения К), в наибольшей мере – в настое листьев крапивы двудомной, в наименьшей – в отваре корней

одуванчика лекарственного. Степень перехода различных элементов по изучаемой цепочке значительно варьирует.

Сильно накапливаемые ЛРС из ВСП элементы (таблица Б.4 Приложения Б), переходят из ВСП через ЛРС в водные экстракты наиболее эффективно. Степень перехода калия варьировала от 48,57% (в отвар корней одуванчика лекарственного) до 162,43% (в отвар корней лопуха большого), фосфора – от 90,45% (в настой травы горца птичьего) до 279,45% (в настой цветков пижмы обыкновенной), цинка – от 30,83% (в отвар корней одуванчика лекарственного) до 238,18% (в настой травы полыни горькой).

Элементы группы среднего захвата также эффективно переходили по цепочке «ВСП – ЛРС - водные извлечения». Доля магния, мигрирующая из ВСП в настои и отвары через ЛРС, составила от 7,70% (в отваре корней одуванчика лекарственного) до 46,36% (в настое листьев крапивы двудомной), кальция – от 3,77% (в настое цветков пижмы обыкновенной) до 30,01% (в настое листьев крапивы двудомной). Наибольшая степень перехода натрия отмечена для ЛРП корней лопуха большого (91,61%), корней одуванчика лекарственного (21,45%), травы горца птичьего (19,72%), а для остальных ЛФ варьировала от 1,08% до 7,13%. Степень миграции меди варьировала от 15,16% (настой листьев крапивы двудомной) до 102,10% (настой травы пустырника пятилопастного), никеля - от 9,13% (в настое цветков липы сердцевидной) до 54,13% (в отваре корней лопуха большого), хрома – от 3,10% (в ЛРП липы сердцевидной) до 28,57% (в ЛРП корней одуванчика лекарственного), молибдена – от 1,61% (настой цветков липы сердцевидной) до 17,24% (настой травы тысячелистника обыкновенного), марганца – от 0,78% (ЛФ липы сердцевидной) до 4,51% (ЛРП крапивы двудомной), лития – от 0,04% (настой листьев крапивы двудомной) до 4,12% (ЛРП пижмы обыкновенной). У других эссенциальных микроэлементов степень перехода в цепи «ВСП – ЛРС - ЛРП» была ниже и варьировала для кобальта в диапазоне 0,26%-3,48%, для селена – 0,02%-2,00%, для ванадия 0,03%-0,49%, для кремния – 0,02%-0,34%, для железа – 0,03%-0,16%.

Нормируемые в ЛРС элементы в наибольшей степени мигрировали из ВСП через ЛРС в отвар корней лопуха большого: кадмий на 74,91%, мышьяк – 13,98%, свинец – 6,02%. Наименьшая степень перехода отмечена для настоя цветков: для кадмия – на 4,78%, мышьяка – 0,46%, свинца – 0,73%. Степень перехода ртути составила менее 2%.

Эффективный переход по цепи «ВСП-ЛРС-ЛРП» отмечен для рубидия (от 3,21% в отваре корней одуванчика лекарственного до 30,37% в настое травы полыни горькой), стронция (от 2,88 в настое цветков пижмы обыкновенной до 32,33% в настое листьев крапивы двудомной), а также для бария (от 0,16% в настое цветков пижмы обыкновенной до 6,96% в настое листьев подорожника большого) и висмута (от 0,72% в настое травы пустырника пятилопастного до 6,00% в настое цветков липы сердцевидной), также относящихся к элементам среднего захвата.

Степень перехода по цепи «ВСП-ЛРС-ЛРП» более 1% также отмечена для таллия (от 0,22% до 3,82%), вольфрама (от 0,18% до 2,90%), сурьмы (от 0,32% до 1,29%). Эффективность миграции титана не превышала 0,08%, циркония - 0,09%, алюминия - 0,11%, неодима – 0,19%, лантана – 0,21%, церия – 0,27%, скандия – 0,36%, галлия – 0,66%.

Для элементов, содержание которых в настоях и отварах лежало ниже пределов количественного определения, степень перехода по исследуемой цепочке также преимущественно не превышала 1%. Исключение составили лишь теллур - ориентировочно рассчитанный показатель миграции менее 7%, серебро – менее 5,26%, золото – не более 1,67% и гольмий – не более 1,39%.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 7

1. При увеличении содержаниях всех определяемых элементов в ЛРС возрастает их содержание в водных извлечениях, однако, эффективность перехода в настои и отвары снижается.

2. Наибольшая доля в общей сумме элементного комплекса водных извлечений принадлежит макроэлементам (94,95-98,99%). Лидером по содержанию в настоях и отварах ЛРС является калий (62,72-75,99% всего элементного комплекса), его переход из ЛРС составил 35,69-67,49%. Также высокое содержание отмечено для кальция (4,82-23,27% элементного комплекса при степени перехода из ЛРС 7,11-32,30%) и фосфора (2,35-14,76% при эффективности экстракции 12,73-53,39%). На долю магния пришлось 2,16-7,29% элементного состава извлечений, натрия - 0,23-1,12%, а степень их экстракции составила 22,11-33,00% и 77,69-99,39% соответственно. Сильно накапливаемые ЛРС из ВСП макроэлементы переходят из почвы в ЛРП наиболее эффективно: степень перехода калия составила 48,57-162,43%, фосфора – 90,45-279,45%. Другие макроэлементы, отнесенные в изучаемом ЛРС к группе среднего захвата ЛРС, также достаточно эффективно переходили по исследуемой миграционной цепи: доля магния, мигрирующая из почвы в настои и отвары через ЛРС, составила 7,70-46,36%, кальция – 3,77-30,01%, натрия - 1,08-91,61%.

3. В водных извлечениях ЛРС Воронежской области отмечено относительно высокое содержание кремния, а также марганца, железа и цинка. Степень экстракции кремния из ЛРС варьировала от 3,88% до 14,56%, железа - от 2,37% до 8,98%, марганца - от 10,21% до 26,06%. Цинк, хром и кобальт лучше экстрагировались из надземных частей растений (степень извлечения цинка составила 52,23-99,34%, хрома - 45,01-82,35%, кобальта - 4,58-20,33%), гораздо меньше - из корней (цинк –12,54-25,52%, хром - 23,93-36,47%, кобальт - 1,15% - 2,69%). Степень перехода меди в водные извлечения составила 8,06-53,33%. Относительно высокая

эффективность перехода в водные извлечения отмечена для никеля и селена (22,11-61,17% и 24,91-93,66% соответственно). Содержание остальных эссенциальных микроэлементов оказалось невысоким как в ЛРС, так и в водных извлечениях (их содержание в общем элементном комплексе не превышало 0,01%). Доля цинка, как сильно накапливаемого в ЛРС элемента, мигрирующая из ВСП в настои и отвары, составила 30,83-238,18%. Элементы среднего захвата достаточно эффективно переходили по цепочке «ВСП – ЛРС - водные извлечения»: медь - 15,16-102,10%, никель - 9,13-54,13%, хром – 3,10-28,57%, молибден –1,61-17,24%, марганец – 0,78-4,51%, литий – 0,04-4,12%. У других эссенциальных микроэлементов степень перехода была ниже и варьировала для кобальта в диапазоне 0,26%-3,48%, селена – 0,02%-2,00%, ванадия 0,03%-0,49%, кремния – 0,02%-0,34%, железа – 0,03%-0,16%.

4. Все изготовленные настои и отвары соответствовали требованиям ГФ XIV по содержанию ТМиМ. Эффективность перехода кадмия в настои и отвары из ЛРС варьировала от 9,02% до 55,00%, мышьяка – от 26,33% до 68,46%, свинца – от 1,95% до 76,15%. Наиболее эффективно мигрирует по цепи «ВСП-ЛРС-водные извлечения» кадмий (4,78-74,91%), менее активно – мышьяк (0,46-13,98%) и свинец (0,73-6,02%). Степень перехода ртути составила менее 2%.

5. Эффективность экстракции алюминия составила 0,44-9,59%, бария 4,51- 29,85%, стронция - 4,78-29,82%, рубидия – 16,74-81,76%, титана - 0,45-8,59%. Степень перехода вольфрама и висмута из ЛРС в водные извлечения варьировала 14,14-68,37% и 18,75-78,70% соответственно, сурьмы 7,13-20,00%, скандия – 2,38-35,29%, галлия –7,33-44,44%, таллия –15,63-62,50%. Степень экстракции церия и циркония варьировала на уровне не более 10%, а лантана и неодима – 8% и 7% соответственно. При этом их относительная концентрация в рассчитанном минеральном комплексе не превышала 0,01%. Эффективный переход по цепи «ВСП-ЛРС-водные извлечения» отмечен для рубидия - 3,21-30,37%, стронция - 2,88-32,33%, бария - 0,16-6,96% и висмута - 0,72-6,00%, также относящихся к элементам среднего захвата. Степень перехода по цепи «ВСП-ЛРС-водные извлечения» более 1% также отмечена для таллия (от 0,22% до 3,82%), вольфрама (от 0,18% до 2,90%), сурьмы (от 0,32% до 1,29%). Степень перехода по исследуемой цепочке остальных микроэлементов преимущественно не превышала 1%.

ГЛАВА 8. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОВЕДЕНИЮ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГО-ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЛРС

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработан методологический подход к проведению региональной эколого-фармакогностической оценки качества ЛРС (рисунок 8.1), который явился результатом обобщения, структурирования этапов выполнения настоящего диссертационного исследования и включает несколько основных этапов.

1. Теоретический этап. На основе критического анализа литературных данных об экологических особенностях региона производится выбор растительных объектов исследования, характерных для данного территориального субъекта, а также точек заготовки проб почв и ЛРС, позволяющих оценить влияние наиболее важных объектов хозяйственной деятельности на окружающую среду, в частности флору региона.

2. Экспериментальный этап. Проведение экспериментальных исследований, предполагающих:

- заготовку образцов почв и ЛРС, с последующими сушкой растительного сырья и хранением, отвечающими требованиям действующей НД;
- проведение основных исследований по показателям качества почв (содержание ТМиМ, пестицидов, РН);
- проведение основных исследований по показателям качества почв ЛРС (содержание золы общей, золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, ТМиМ, пестицидов, РН, БАВ);
- проведение основных исследований по показателям качества ЛРП (содержание ТМиМ, пестицидов, РН).

3. Аналитический этап. На основании логического анализа и статистической обработки региональных экспериментальных данных выявить:

- особенности почв региона для формирования рекомендаций по культивированию ЛРС;
- особенности накопления экотоксикантов в ЛРС из почв, их экстракции из ЛРС в ЛРП и перехода по цепи «почва – ЛРС – ЛРП»;
- особенности влияния приоритетных экотоксикантов на накопление БАВ в ЛРС.

4. Формирование выводов по полученным результатам комплексных эколого-фармакогностических исследований

- выявление объектов хозяйственной деятельности, оказывающих наиболее неблагоприятное воздействие на окружающую среду региона, в частности, флору;

- формирование выводов о возможностях заготовки и культивирования ЛРС в регионе.

5. Формирование рекомендаций о возможностях заготовки и культивирования ЛРС в регионе:

- формирование рекомендаций о возможностях культивирования ЛРС в исследуемом территориальном субъекте;
- формирование рекомендаций о возможностях заготовки дикорастущего ЛРС в исследуемом территориальном субъекте.

Таким, образом, предлагаемая схема методологического подхода к проведению региональной эколого-фармакогностической оценки качества ЛРС может быть применена или взята за основу в исследовании растительных ресурсов других субъектов Российской Федерации.

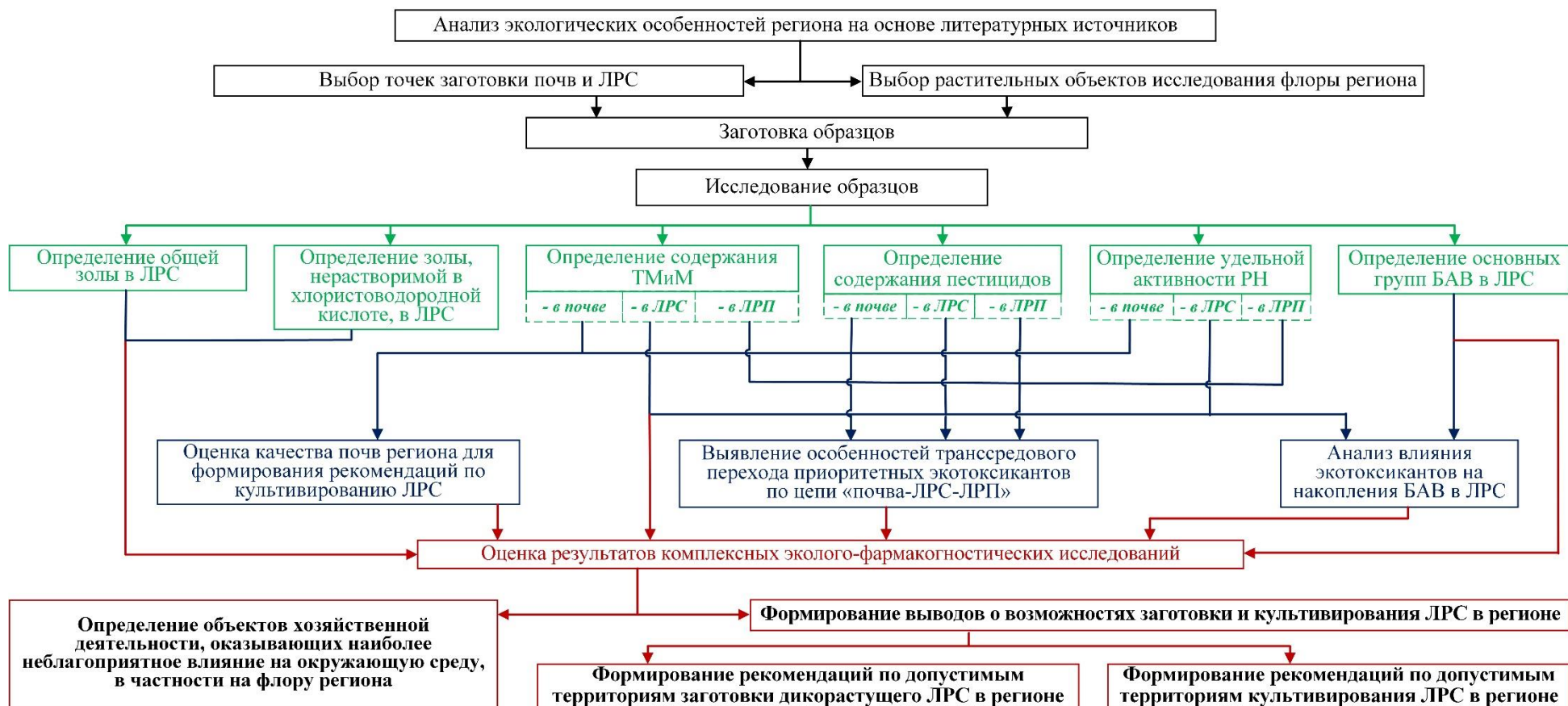


Рисунок 8.1 - Схема методологического подхода к региональной эколого-фармакогностической оценке качества ЛРС

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Критический обзор и обобщение научных публикаций показали, что результаты существующих исследований ЛРС некоторых субъектов РФ варьируют и не позволяют экстраполировать их на другие регионы, что указывает на необходимость проведения региональных эколого-фармакогностических исследований качества ЛРС.

2. Проведены фундаментальные региональные эколого-фармакогностические исследования качества ЛРС на примере Воронежской области. Методами математико-статистической обработки подтверждена прямая зависимость накопления ТМиМ в ЛРС от содержания элементов в ВСП. Показано, что при увеличении концентрации всех определяемых ТМиМ в ВСП их содержание в ЛРС возрастало. Степень перехода элементов в ЛРС снижалась с увеличением их концентрации в почве. Наиболее высокие концентрации свинца отмечены в корнях одуванчика лекарственного и лопуха большого, траве горца птичьего, листьях подорожника. Содержание ртути в ЛРС Воронежской области не превышало 10% от ПДК. Более высокие концентрации кадмия выявлены в травах полыни горькой и пустырника пятилопастного, корнях лопуха большого и одуванчика лекарственного, листьях подорожника большого. Наиболее высокое содержание мышьяка отмечено в травах полыни горькой и тысячелистника обыкновенного, листьях подорожника большого, корнях лопуха большого. Никель интенсивно накапливался листьями подорожника большого и крапивы двудомной, травами пустырника пятилопастного и горца птичьего. Наиболее активными концентраторами хрома и кобальта являлись корни; хром также активно накапливался в листьях изучаемых растений. Высоким накоплением меди отличались травы. Цинк в наибольшей степени аккумулировался в корнях и травах растений. Определены кларки изучаемых элементов в растениях синантропной флоры Воронежской области: для свинца – 1,04 мг/кг, ртути – 0,004 мг/кг, кадмия - 0,08 мг/кг, мышьяка – 0,22 мг/кг, никеля – 2,94 мг/кг, хрома - 2,77 мг/кг, кобальта – 1,85 мг/кг, меди – 11,37 мг/кг, цинка – 40,23 мг/кг.

3. Анализ корреляционной зависимости УА искусственных и естественных РН в ВСП и ЛРС показал наличие тесной взаимосвязи между данными числовыми показателями, что подтверждает преимущественное транспочвенное накопление РН в ЛРС. При увеличении УА РН в ВСП данные показатели возрастали и в ЛРС. Анализ зависимостей КН техногенных РН в ЛРС от их УА в ВСП показал преимущественное снижение темпов аккумуляции радиоизотопов в сырье при увеличении их содержания в почве, что свидетельствует о возможности физиологической регуляции поступления их в растения. Большинство выведенных зависимостей КН природных РН от УА их в ВСП также показало преимущественное снижение темпов аккумуляции в ЛРС определяемых изотопов при увеличении их концентраций в почвах. Все

изученные образцы ЛРС удовлетворяют требованиям ОФС.1.5.3.0001.15 по УА цезия-137 и стронция-90, а также по сумме показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения. УА ненормируемых в настоящее время природных РН для большинства образцов ЛРС превышала УА РН техногенного происхождения. Выдвинуто предложение о внесении дополнительного числового показателя в ОФС.1.5.3.0001.15: ЭУА природных РН – не более 165 Бк/кг.

4. Установлено полное экологическое благополучие почв и ЛРС агроценозов Воронежской области в отношении загрязнения ХОП: в ВСП и ЛРС наличие ГХЦГ и его изомеров, ДДТ и его метаболитов, алдрин и гептахлора не выявлено.

5. С использованием регрессионного, дисперсионного и корреляционного анализов разработаны и валидированы методики ультразвуковой экстракции и количественного определения ВРПС из ЛРС, позволяющие сократить время извлечения БАВ и повысить их выход на 8-10%. Содержание суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу в корнях лопуха, а также суммы восстанавливающих сахаров в пересчете на глюкозу в цветках липы отличалось более высокими значениями в образцах, заготовленных в условиях заповедников и агроценозов, а в ЛРС из урбоценозов концентрация гексоз снижалась. Концентрация ГОВРПС меньше зависела от экологических особенностей места произрастания ЛРС. Накопление полифенольных соединений в изученных образцах ЛРС отличалось значительной вариабельностью в зависимости от места заготовки. Так, в образцах ЛРС, собранного в условиях агроценозов и ряда урбоценозов, отмечена индукция накопления флавоноидов по сравнению с образцами контрольных территорий, что можно объяснить активацией в условиях антропогенной нагрузки ключевых ферментов биосинтеза полифенолов. Однако образцы, собранные в условиях значительного антропогенного воздействия (вблизи крупных транспортных магистралей, предприятий, на улицах городов), характеризовались сниженным содержанием флавоноидных соединений, что, вероятно, обусловлено загрязнением данных территорий, выходящим за пределы выносливости видов и вызывающим угнетение ферментных систем. Сходная вариабельность числовых показателей выявлена для более низкомолекулярных антиоксидантных веществ – ОКК в листьях крапивы двудомной. Содержание ЭМ в ЛРС контрольных территорий и агроценозов в целом более высокое, чем в образцах из урбоценозов. ХМСМ-исследование ЭМ из ЛРС различных условий заготовки выявило принципиальные отличия в их качественном и количественном составе.

6. Подтверждено общее индуцирующее влияние небольших концентраций ТМиМ на накопление вторичных метаболитов в ЛРС. При высоком содержании ТМиМ способны подавлять накопление всех исследованных групп БАВ. Общее сильное отрицательное влияние ТМиМ оказали на накопление ЭМ в траве полыни горькой и траве тысячелистника

обыкновенного, общее умеренное отрицательное влияние – на накопление ВРПС в листьях подорожника большого, восстанавливающих сахаров в цветках липы сердцевидной, полисахаридов в пересчете на фруктозу и ЭВ, извлекаемые водой, в корнях лопуха большого. Выявленная высокая положительная взаимосвязь содержания БАВ и экотоксикантов ЛРС свидетельствует о формировании экотипов изучаемых растений, устойчивых к антропогенной нагрузке.

7. Исследован элементный профиль ЛРС в Воронежской области, а также настоев и отваров на его основе. Установлено, что к сильно накапливаемым в ЛРС из ВСП элементам относятся калий, фосфор, цинк, медь. При увеличении содержаниях всех определяемых элементов в ЛРС возрастало их содержание в водных извлечениях, однако, эффективность перехода в настои и отвары снижалась. Сильно накапливаемые ЛРС из ВСП элементы переходили по цепочке «почва – ЛРС – водные экстракты» наиболее эффективно. Степень перехода калия составила 48,57-162,43%, фосфора – 90,45-279,45%, цинка - 30,83-238,18%. Элементы среднего захвата также эффективно переходили по цепочке «ВСП – ЛРС - водные извлечения»: магний - 7,70-46,36%, кальций – 3,77-30,01%, натрий - 1,08-91,61%, медь - 15,16-102,10%, никель - 9,13-54,13%, хром – 3,10-28,57%, молибден –1,61-17,24%, марганец – 0,78-4,51%, литий – 0,04-4,12%. Из нормируемых элементов наиболее эффективно мигрирует по цепи «ВСП-ЛРС-водные извлечения» кадмий (4,78-74,91%), менее активно – мышьяк (0,46-13,98%) и свинец (0,73-6,02%). Эффективный переход по цепи «ВСП-ЛРС-водные извлечения» отмечен для рубидия - 3,21-30,37%, стронция - 2,88-32,33%, бария - 0,16-6,96%, висмута - 0,72-6,00%, таллия - 0,22-3,82%, вольфрама - 0,18-2,90%, сурьмы - 0,32-1,29%. Степень перехода по исследуемой цепочке остальных микроэлементов преимущественно не превышала 1%.

8. Установлено, что результаты комплексной эколого-фармакогностической оценки качества ЛРС региона выгодно отличают его от других субъектов РФ, где периодически выявляются высокие концентрации токсичных экотоксикантов как в почве, так и в растительных объектах, что открывает значительные перспективы для культивирования и заготовки дикорастущего ЛРС в Воронежской области. Разработаны и внедрены Методические рекомендации по заготовке лекарственного растительного сырья в Воронежской области. Установлено, что наибольший вклад в загрязнение флоры Воронежской области вносят предприятия ООО «Бормаш» и ОАО «Минудобрения», ТЭЦ «ВОГРЭС», автомобильные и железнодорожные магистрали. Определены допустимые для сбора ЛРС в регионе расстояния от крупных автомагистралей (IA категории) в условиях лесной природной зоны – не менее 230 м, в условиях лесостепной зоны – не менее 300 м, в условиях степной зоны - не менее 660 м, вблизи нескоростных автомобильных дорог (IV категории)– не менее 160 м, вблизи железнодорожных магистралей – не менее 130 м.

9. На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований ЛРС в рамках Воронежской области предложен методологический подход к проведению региональной эколого-фармакогностической оценки качества ЛРС, который может быть применен или взят за основу в исследовании растительных ресурсов других субъектов Российской Федерации.

Практические рекомендации. На основе комплексной эколого-фармакогностической оценки состояния сырьевой базы лекарственных растений Воронежской области рекомендованы допустимые территории заготовок ЛРС в регионе, в том числе, вблизи различных транспортных магистралей в разных природных зонах. Результаты диссертационного исследования использованы при разработке проектов дополнений к ОФС.1.5.1.0001.15 «Лекарственное растительное сырье», ОФС.1.5.3.0001.15 «Определение содержания радионуклидов в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратов», ФС.2.5.0025.15 «Лопуха корни», ФС.2.5.0032.15 «Подорожника большого листья», ФС.2.5.0086.18 «Одуванчика лекарственного корни», а также «Методических рекомендаций по заготовке лекарственного растительного сырья в Воронежской области».

Перспективы дальнейшей разработки темы. Разработанные на основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований методологические подходы к проведению региональной эколого-фармакогностической оценки качества ЛРС могут быть применены или взяты за основу в исследовании растительных ресурсов других субъектов Российской Федерации.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- АЭС – атомная электростанция
БАВ – биологически активные вещества
БАД – биологически активные добавки
ВЛЭ – высоковольтные линии электропередач
ВРПС – водорастворимые полисахариды
ВСП – верхние слои почв
ГЖХ – газо-жидкостная хроматография
ГОВРПС – гравиметрически определяемые водорастворимые полисахариды
ГФ – Государственная фармакопея
ГХЦГ – гексахлорциклогексан
ДДТ – дихлордифенилтрихлорметилметан
КН – коэффициент накопления
ЛП – лекарственный препарат
ЛРП – лекарственный растительный препарат
ЛРС – лекарственное растительное сырье
ЛФ – лекарственная форма
НД – нормативная документация
ОДК – ориентировочно допустимая концентрация
ОКК - оксикоричные кислоты
ОФС – общая фармакопейная статья
ПДК – предельно допустимая концентрация
ПС - полисахариды
РН – радионуклиды
СФМ – спектрофотометрия
ТМ - тяжелые металлы
ТМиМ – тяжелые металлы и мышьяк
ТЭЦ – теплоэлектроцентраль
УА – удельная активность
ФКК - фенолкарбоновые кислоты
ФС – фармакопейная статья
ХМСМ – хромато-масс-спектрометрия
ХОП – хлорорганические пестициды
ЭВ – экстрактивные вещества
ЭМ – эфирное масло
ЭУА – эффективная удельная активность

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаянц И.М. Азы статистики в мире химии: Обработка экспериментальных данных – СПб: Научные основы и технолог, 2015. - 618 с.
2. Адаптивные возможности одуванчика лекарственного в условиях загрязнения атмосферы автомобильным транспортом / Г.В. Воробьев [и др.] // Экология. - 2014. - №2. - С. 91.
3. Акционерное общество «Минудобрения»: [Электронный ресурс]. Воронеж, 2019. URL: <https://minudo.ru>. (Дата обращения: 26.11.2019).
4. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в агроландшафте / Ю.В. Алексеев. - СПб: Изд-во ПИЯФ, 2008. - 216 с.
5. Алексеенко В.А. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов / В.А. Алексеенко, А.В. Алексеенко. - Ростов: Изд-во ЮФУ, 2013. — 388 с.
6. Анализ взаимосвязи между накоплением поллютантов и основных биологически активных групп веществ в лекарственном растительном сырье на примере травы горца птичьего (*Polygonum aviculare* L.) и листьев подорожника большого (*Plantago major* L.) / Н.А. Дьякова [и др.] // Химико-фармацевтический журнал. - 2015. - Т. 49, № 6. - С. 25-28.
7. Анализ загрязненности лекарственного растительного сырья Воронежской области наиболее опасными пестицидами / Н.А. Дьякова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. -2015. -№3. -С.112-115.
8. Анализ миграции тяжелых металлов в системе «почва–растение» при эколого-геологической оценке окружающей среды вокруг полигона ТКО в г. Тамбов / Н.О. Милютин [и др.] // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геоэкология. - 2020. - № 3. - С. 55-63.
9. Анализ содержания радионуклидов и тяжёлых металлов в системе "почва - растения" на техногенной территории Кирово-Чепецкого промышленного комплекса / Е.С. Сунцова [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. - 2015. - № 2. - С. 80-85.
10. Анищенко Л.Н. Особенности аккумуляции тяжелых металлов растениями и лишайниками в условиях сочетанной антропогенной нагрузки / Л.Н. Анищенко, В.Н. Шапурко, Е.А. Сафранкова// Фундаментальные исследования. - 2014. - №9. - С.1527-1531.
11. Арзамасцев А.П. Экология и фармация / А.П. Арзамасцев, С.А. Листов // Фармация. - 1990. - №4. - С.1-4
12. Артюшина И.Ю. Значение компонентов питательного раствора в формировании композиции аромата роз / И.Ю. Артюшина: дис. ... канд. биол. наук, по спец. 06.01.04 – агрохимия, М. 2015. - 126 с.
13. Архипова Н.С. Влияние городского техногенного загрязнения на физиологические характеристики одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinalis* Wigg.) / Н.С. Архипова, Л.Р.

- Гильмуллина, А.И. Замалтдинова // Естественные научные исследования в Чувашии. - 2021. - № 7. - С. 3-12.
14. Ахназарова С.Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. - М.: Высшая школа, 1978. – 319 с.
15. Аюпова Р. Н. Вторичные метаболиты высших растений и диагностика состояния окружающей среды / Р.Н. Аюпова, В.С. Никитина // Приоритетные направления развития науки и технологий. Инновационные технологии. -2014. – Т.21, №2. – с.21.
16. Бабкина Л.А. Аккумуляция цинка тысячелистником обыкновенным *Achillea millefolium* L. / Л.А. Бабкина, Е.В. Королев // Окружающая среда: комфортность и экологическая безопасность: Сборник материалов IV Всерос. науч.-практ. конф. Редколлегия: М.В. Протасова [и др.]. Курск, 2021. С. 198-204.
17. Бабкина Л.А. Особенности аккумуляции тяжелых металлов листьями подорожника большого (*Plantago major* L.) в условиях урбанизированных территорий / Л.А. Бабкина, Д.С. Лукьянчиков, О.В. Лукьянчикова // Самарский научный вестник. - 2018. - Т. 7, № 1 (22). - С. 19-24.
18. Бакланова Т.А. Исследование влияния экологических факторов на элементарный состав и накопление фармакологически активных веществ растений рода валериана и пустырник: автореф. дисс. ... канд. фарм.н. Москва, 1997. - 22 с.
19. Башелханов И.С. Фармакотерапевтическая эффективность экстракта горца птичьего при экспериментальном простатите : автореф. дис. ... канд. мед. наук. : 14.00.25 / Башелханов И.С. - Улан-Удэ, 2006. - 21 с.
20. Баяндина И.И. Взаимосвязь вторичного метаболизма и химических элементов в лекарственных растениях / И.И. Баяндина, Ю.В. Загурская // Сибирский медицинский журнал. – 2014. - № 8. – с. 107-111.
21. Безопасность и эффективность лекарственного растительного сырья одуванчика лекарственного, собранного в районах, испытывающих антропогенную нагрузку / Н.А. Дьякова [и др.]// Разработка и регистрация лекарственных средств. -2018. -№2(23). -С.120-123.
22. Бекман И.Н. Радиоэкология и экологическая радиохимия. – М.: Издатель Мархотин П.Ю., 2018 – 400 с.
23. Бингам Ф.Т. Некоторые вопросы токсичности ионов металлов: Пер. с англ. / Ф.Т. Бингам, М. Коста, Э. Эйхенбергер и др. под ред. Х. Зигель. - М.: Мир, 1993. – 368с.
24. Биоаккумуляция и физиологические реакции растений на техногенное загрязнение среды ртутью / И.Г. Захожий [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. - 2011. - № 2. - С. 37-44.
25. Богатина Н.И. Влияние электрических полей на растения / Н.И. Богатина, Н.В. Шейкина // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского: Серия «Биология, химия». -2011. -№ 1. -С. 10-17.

26. Бузук Г.Н. Фармакогностическая характеристика полыни горькой *Artemisia absinthium* L. Обзор литературы / Г.Н. Бузук, Е.Г. Эльяшевич // Вестник фармации. - 2009. - № 4(46). - С. 87-97.
27. Буркова Е.А. Антиоксидантные свойства экстрактов цветков липы сердцелистной (*Tilia cordata*) / Е.А. Буркова, В.Р. Хабибрахманова, А.В. Канарский // Вестник Технологического университета. - 2015. - Т. 18. - № 16. - С. 38-40.
28. Бускунова Г.Г. Биогеохимическая активность лекарственных растений в условиях техногенного загрязнения / Г.Г. Бускунова, Г.А. Ягафарова // Научный альманах. - 2019. - №10-2 - С. 194-194.
29. Бускунова Г.Г. Особенности накопления тяжелых металлов в *Tanacetum vulgare* L. в условиях техногенного загрязнения / Г.Г. Бускунова, Г.Р. Ильбулова // Экологические проблемы промышленных городов. - 2019. - №1 - С. 24-27.
30. Васильева Т.Н. Определение фиторемедиаторов Pb, Cd, Zn в Оренбургском районе Оренбургской области / Т.Н. Васильева // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2014. - № 6 (167). - С. 13-17.
31. Васильева Т.Н. Потенциальные фитоаккумуляторы металлов-полютантов урбанизированных почв города Оренбурга / Т.Н. Васильева, Ю.А. Брудастов // Вестник ОГУ. – 2011. – №6(125). – С.142-146.
32. Великанова Н.А. Экологическая оценка состояния лекарственного растительного сырья (на примере *Polygonum aviculare* L. и *Plantago major* L.) в урбоусловиях города Воронежа и его окрестностей: дис. ... канд. биол. наук / Н.А. Великанова; Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 2013. – 313 с.
33. Велоногова В.Д. Стандартизация сырья полыни горькой и препаратов из лекарственного растительного сырья: автореф. дис. ... канд. фарм. наук / В.Д. Велоногова; Пермский фарм. гос. институт. – Пермь, 1995. – 20 с.
34. Веселова Д.В. Использование в современной медицине цветков липы сердцевидной / Д.В. Веселова, Э.Ф. Степанова // Фармация и фармакология. -2016.- №1(14). - С. 4-9.
35. Виноградов А.П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры / А.П. Виноградов. – М.: Геохимия, 1962. - №7. - с. 555-571.
36. Влияние ионов хрома (VI) и меди в сочетании с низкочастотным (50 Гц) электромагнитным полем на прорастание семян и развитие проростков проса / В.И. Крюков [и др.] // Биология в сельском хозяйстве. - 2017. - № 3 (16). - С. 2-9.
37. Влияние экологических факторов на химический состав некоторых дикорастущих растений Красноярского края / А.А. Ефремов [и др.] // Химия растительного сырья. - 2002. - № 3. - С. 53-56.
38. Водяницкий Ю.Н. Хром и мышьяк в загрязненных почвах. Обзор литературы / Ю.Н. Водяницкий // Почвоведение. - 2009. - № 5. – С. 551-559.
39. Воронежская энциклопедия / Гл. ред. М.Д. Карпачёв. - Воронеж: ЦДВ, 2008. – 524 с.

40. Воропаев В.Н. Многолетняя динамика содержания стронция-90 в профиле почвы чернозёма выщелоченного / В.Н. Воропаев, Б.А. Сотников // Экология Центрально-Черноземной области Российской Федерации. - 2016. - № 1 (35). - С. 6-9.
41. Воропаев В.Н. Цинк в почвах и растениеводческой продукции стационарного опыта / В.Н. Воропаев, О.М. Пашкова // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. - 2009. - № 2. - С. 31-35.
42. Воскресенская О.Л. Динамика ростовых процессов и накопление тяжелых металлов в онтогенезе подорожника большого в условиях антропогенного загрязнения / О.Л. Воскресенская // Вестник МарГТУ. – 2009. - №1. – С. 71-80.
43. Вторичные метаболиты растений: физиологические и биохимические аспекты (Часть 3. Фенольные соединения) / Й.Р. Абдрахимова, А.И. Валиева – Казань: Казанский университет, 2012. - 40 с.
44. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. М.: Форум, 2008. - 464 с.
45. Выделение и общая характеристика полисахаридов пижмы обыкновенной / А.Я. Полле [и др.] // Биоорганическая химия. -2001. - № 1. -С. 52-56.
46. Высочина Г.И. Динамика содержания и компонентного состава флавоноидов *Polygonum aviculare* / Г.И. Высочина // Растительные ресурсы, 1999. - Т. 35, №3. - С.67-74.
47. Выявление допустимых зон заготовки лекарственного растительного сырья вблизи транспортных магистралей / Н.А. Дьякова [и др.] // Химия растительного сырья. – 2020. - №4. – с. 5-13.
48. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. - М. : МГУ, 1999. - 610 с.
49. Гигиена окружающей и производственной среды предприятий минеральных удобрений / А.В. Тулакин, Л.Е. Механтьева; под ред. акад. РАМН, проф. А.И. Потапова – М., 2007. – 220 с.
50. Гигиенические проблемы применения пестицидов // Сб. науч. тр. «Гигиена: прошлое, настоящее, будущее» / Под ред. академика РАМН А.И. Потапова.– Вып.1.– М., 2001.– С. 239–240.
51. Голубев С.В. Загрязнение почв округа "Домодедово" тяжелыми металлами: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. геогр. наук / С.В. Голубев. – М.:2007. - 20с.
52. ГОСТ Р 52398—2005 Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. – Москва, 2005. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200042582> (Дата обращения: 17.04.2018).
53. Государственная фармакопея Российской Федерации. – XIV изд. – Режим доступа: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>.
54. Государственная фармакопея Российской Федерации. – XIII изд. – Режим доступа: <http://pharmacopeia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-xiii-online-gf-13-online>.
55. Государственная фармакопея. – XI изд. –М.: Медицина, 1990. – Вып.1. – 168 С.

56. Гравель И.В. Оценка содержания экотоксикантов в сырье крапивы двудомной / И.В. Гравель, Г.П. Яковлев // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Петрозаводск, 2008. - С. 275-277.
57. Гравель И.В. Региональные проблемы экологической оценки лекарственного растительного сырья и фитопрепаратов на примере Алтайского края: дис. ... д-ра. фарм. наук / И.В. Гравель. – М., 2005. – 429 с.
58. Гравель И.В. Требования зарубежных фармакопей к качеству лекарственного растительного сырья по содержанию пестицидов / И.В. Гравель, Е.А. Иванова // Фармация. – 2010. - №7. – С. 50-53.
59. Данилов М.С. Некоторые биологические свойства подорожника большого / М.С. Данилов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2012. - №8. - С.71-73.
60. Дашинажипов Ж.Б. Гепатопротекторное действие фитосредства «Алкофоб» при алкогольном гепатите / Ж.Б. Дашинажипов, А.А. Диль, С.М. Николаев // Сибирский медицинский журнал. -2006. - № 1. - С. 69-71.
61. Девятова Т.А. Антропогенная динамика и биодиагностика экологического состояния черноземов ЦЧР : дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.27, 03.00.16 / Т. А. Девятова. Воронеж, 2006. 352 с.
62. Джувеликян Х.А. Влияние техногенных факторов на городские и пригородные ландшафты Центрального Черноземья // Вестник ВГУ. Серия Химия. Биология. Фармация. – 2010. – №1. – С. 68-75.
63. Доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в городском округе город Воронеж в 2017 году: [Электронный ресурс]. Воронеж, 2017. <http://36.rospotrebnadzor.ru/download/apxiv/gd2017.pdf> (Дата обращения: 17.04.2018).
64. Доржиева Д.Ч. Фармакогностический анализ тысячелистника обыкновенного травы / Д.Ч. Доржиева, С.З. Преловская // Актуальные вопросы фармацевтических и естественных наук. Сборник статей всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. Иркутск, 2021. - С. 69-71.
65. Дымина Е.В. Содержание хлорофилла и флавоноидов в листьях растений *Hypericum perforatum* в условиях Западной Сибири / Е.В. Дымина, И.И. Баяндина, Ю.В. Загурская // Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы. Мат. II междунар. науч. конф. Новосибирск: НГАУ. - 2015. С. 67-69.
66. Дьякова Н.А. Анализ накопления тяжелых металлов и мышьяка травой *Leonurus quinquelobatus* Gilib. / Дьякова Н.А. // Вестник Нижневартковского государственного университета. - 2021. - № 2(54). - 48–56.
67. Дьякова Н.А. Исследование общего минерального комплекса лекарственного растительного сырья синантропной флоры Воронежской области / Н.А. Дьякова // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. – 2021. - №4 (34). – С. 4-12.

68. Дьякова Н.А. Изучение особенностей накопления биологически активных веществ листьями подорожника большого, произрастающего в различных урбо- и агробиоценозах Воронежской области / Дьякова Н.А. // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2021. - № 1. - с. 42-47.
69. Дьякова Н.А. Изучение особенностей накопления флавоноидов травой горца птичьего, произрастающей в различных урбо- и агробиоценозах Воронежской области / Дьякова Н.А. // Вестник Смоленской Государственной Медицинской Академии. – 2020. - Т.19, № 4. – с. 152-157.
70. Дьякова Н.А. Изучение радионуклидного загрязнения лекарственного сырья Воронежской области на примере листьев подорожника большого и листьев крапивы двудомной / Н.А. Дьякова, А.И. Сливкин, С.П. Гапонов // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2017. - № 2. - С. 118-123.
71. Дьякова Н.А. Контроль радиационной безопасности и качества лекарственного растительного сырья Воронежской области на примере корней лопуха обыкновенного / Н.А. Дьякова, А.И. Сливкин, С.П. Гапонов // Разработка и регистрация лекарственных средств. - 2019. - Т. 8, № 1. - С. 73-77.
72. Дьякова Н.А. Накопление тяжелых металлов и мышьяка лекарственным растительным сырьем лопуха обыкновенного / Дьякова Н.А. // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. -2021. -Т.21, №4. - С.478–487.
73. Дьякова Н.А. Накопление тяжелых металлов и мышьяка листьями крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) / Дьякова Н.А. // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2020. - № 2. - с. 145-156.
74. Дьякова Н.А. Накопление тяжелых металлов и мышьяка листьями подорожника большого / Дьякова Н.А. // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. 2020. Т. 20, № 2. - С. 232-239.
75. Дьякова Н.А. Накопление тяжелых металлов и мышьяка травой полыни горькой / Дьякова Н.А. // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. - 2020. - Т. 20, № 4. - с. 445-453.
76. Дьякова Н.А. Накопление тяжелых металлов цветками липы сердцевидной, произрастающей в агро- и урбозкосистемах Воронежской области / Дьякова Н.А. // Труды Карельского научного центра РАН. – 2020. – № 5. – с. 70-79.
77. Дьякова Н.А. Особенности накопления биологически активных веществ в корнях одуванчика лекарственного синантропной флоры Воронежской области / Н.А. Дьякова, А.И. Сливкин, С.П. Гапонов // Вестник Смоленской Государственной Медицинской Академии. – 2020. - Т.19, № 4. – с. 158-163.

78. Дьякова Н.А. Особенности накопления биологически активных веществ в корнях лопуха обыкновенного синантропной флоры Воронежской области / Дьякова Н.А. // Традиционная медицина. – 2021. - №2(65). – с. 47-52.
79. Дьякова Н.А. Особенности накопления в лекарственном растительном сырье и извлечения в настои и отвары эссенциальных микроэлементов / Н.А. Дьякова // Биофармацевтический журнал. – 2022. – Т.14, №4. – С. 3-11.
80. Дьякова Н.А. Особенности накопления тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье одуванчика лекарственного, собранного в урбо- и агробиоценозах Воронежской области / Дьякова Н.А. // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2021. - №3. – с. 49–55.
81. Дьякова Н.А. Оценка загрязнения тяжелыми металлами верхних слоев почв урбо- и агроэкосистем Центрального Черноземья / Н.А. Дьякова // Научно-практический журнал "Вестник ИрГСХА". – 2019. –№ 95 - с. 19-30.
82. Дьякова Н.А. Оценка радионуклидного загрязнения лекарственного растительного сырья в Центральном Черноземье на примере горца птичьего / Н.А. Дьякова, А.И. Сливкин, С.П. Гапонов // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2019. - №54. - с. 31-39.
83. Дьякова Н.А. Оценка радионуклидного загрязнения лекарственного растительного сырья в Центральном Черноземье на примере травы полыни горькой / Н.А. Дьякова, А.И. Сливкин, С.П. Гапонов // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. – 2019. - №.3(25). - с. 36-44.
84. Дьякова Н.А. Оценка радионуклидного загрязнения лекарственного растительного сырья Воронежской области на примере цветков пижмы обыкновенной / Дьякова Н.А. // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. - 2020. - Т. 20, вып. 1. - С. 102-108.
85. Дьякова Н.А. Оценка радионуклидного загрязнения растительных ресурсов Воронежской области на примере цветков липы сердцевидной / Н.А. Дьякова // Бюллетень ГНБС. - 2020. - № 134. - С. 87-93.
86. Дьякова Н.А. Оценка содержания радионуклидов в лекарственном растительном сырье Центрального Черноземья и их влияния на накопление биологически активных веществ / Н.А. Дьякова, А.И. Сливкин, С.П. Гапонов // Химико-фармацевтический журнал. – 2020. - Т.54. - №6. – с. 68-72.
87. Дьякова Н.А. Оценка эффективности и безопасности лекарственного растительного сырья подорожника большого, собранного в Центральном Черноземье / Н.А. Дьякова, А.И. Сливкин, С.П. Гапонов // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2018. - № 1. - С. 172-179.

88. Дьякова Н.А. Разработка и валидация экспресс-методики выделения и количественного определения водорастворимых полисахаридов листьев лопуха большого (*Arctium lappa* L.) / Н.А. Дьякова // Химия растительного сырья. - 2018. - №4. - С.81-87.
89. Дьякова Н.А. Регрессионный анализ в разработке методики выделения и количественного определения водорастворимых полисахаридов из листьев подорожника большого / Н.А. Дьякова // Химико-фармацевтический журнал. – 2022. – Т. 56, №4. – с. 23-27.
90. Дьякова Н.А. Регрессионный анализ в разработке методики выделения и количественного определения водорастворимых полисахаридов из корней лопуха обыкновенного / Н.А. Дьякова// Биофармацевтический журнал. –2022. – Т.14, №2 – С.54-60.
91. Дьякова Н.А. Сравнение особенностей накопления основных токсических элементов цветками липы сердцевидной и пижмы обыкновенной / Н.А. Дьякова, А.И. Сливкин, С.П. Гапонов // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2017. - №1. - С. 148-154.
92. Дьякова Н.А. Теоретическое обоснование и методология ультразвуковой экстракции водорастворимых полисахаридов растительного происхождения: Монография. – Воронеж: «Цифровая полиграфия», 2021. – 101 с.
93. Дьякова Н.А. Экологическая оценка лекарственного растительного сырья Воронежской области на примере цветков пижмы обыкновенной / Дьякова Н.А. // Вестник Нижневартковского гос. университета. - 2020. - № 1. - С. 19–26.
94. Дьякова Н.А. Экологическая оценка сырьевых ресурсов лекарственных растений Воронежской области: Монография. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2022. – 264 с.
95. Дьякова Н.А. Экологическое состояние лекарственного растительного сырья Центрального Черноземья / Н.А. Дьякова, И.А. Самылина, А.И. Сливкин // Фармация. - 2015. - № 1. - С. 3-6.
96. Дьякова Н.А. Экспериментальный подбор оптимальных технологических параметров ультразвуковой экстракции инулина / Н.А. Дьякова // Вестник Смоленской Государственной Медицинской Академии. – 2021. - Т.20, №4. – С. 188-193.
97. Дьякова Н.А. Эффективность и радиационная безопасность лекарственного растительного сырья подорожника большого, собранного в Центральном Черноземье / Н.А. Дьякова // Разработка и регистрация лекарственных средств. - 2018. -№3(24). - С.144-147.
98. Егорова И.Н. Оценка радионуклидного загрязнения лекарственного сырья *Achillea millefolium* L., в условиях породного отвала угольного разреза «Кедровский» / И.Н. Егорова, О.А. Неверова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. - № 10 (185). – С. 385-387.
99. Егорова И.Н. Содержание тяжелых металлов в листьях подорожника большого (*Plantago major* L.), произрастающего в Кемеровской области / И.Н. Егорова, В.А. Мухамадиярова // Вестник ТГУ - 2009. - №329 - С.232-233.

100. Егорова И.Н. Содержание тяжелых металлов и радионуклидов в сырьевых лекарственных растениях Кемеровской области: автореф. дисс....канд. биол. н. / И.Н. Егорова. Томский государственный университет. Томск, 2010. – 21 с.
101. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2019 год / А.Ф. Ануфриева [и др.]. - СПб: ФГБУ «ГГО» Росгидромета, 2020. – 251 с.
102. Епринцев С.А. Формирование зон экологического риска в промышленно-развитом городе (на примере г. Воронежа): автореф. дис.... канд. геогр. наук. / Воронеж. гос. ун-т. Воронеж, 2007. – 21 с.
103. Еремина А.А. Влияние условий произрастания на развитие листьев липы сердцевидной в г. Горно-Алтайске / А.А. Еремина, Г.Г. Соколова // Ломоносовские чтения на Алтае. – 2005. – №4. – С. 11-15.
104. Ерошов А.И. Поступление радия-226 и тория-232 из почвы в растения / А.И. Ерошов, И.Н. Марцуль, А.И. Антоненков// Сахаровские чтения 2012 года: Экологические проблемы XXI в. Мат. 12-й междунар. науч. конф. - 2012. - С.234-235.
105. Ефремов А.А. Антирадикальная активность экстрактивных веществ тысячелистника обыкновенного Сибирского региона / А.А. Ефремов, И.Д. Зыкова // Химия растительного сырья. - 2021. - № 2. - С. 129-135.
106. Ефремов И.В. Особенности миграции радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в системе почва-растение / И.В. Ефремов, Н.Н. Рахимова, Е.Л. Янчук // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2005. - № 12. - С. 42-46.
107. Загрязнение верхних слоев почв Воронежской области тяжелыми металлами, мышьяком, естественными и искусственными радионуклидами: Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2022620085 РФ : Н.А. Дьякова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "ВГУ"; заявл. 27.12.2021 ; опубл. 12.01.2022.
108. Загурская Ю.В. Заключительный отчет по гранту РФФИ-Кузбасс (10-04-98001) «Сравнительное изучение состава и содержания фенольных соединений лекарственных растений, культивируемых в антропогенно нарушенных районах Кемеровской области и других регионах Западной Сибири» за 2012 год / Ю.В. Загурская [и др.] // Мат. науч. сессии ИЭЧ СО РАН 2012 года. Глушков А.Н. Кемерово, 2012. - С. 107-108.
109. Загурская Ю.В. Морфологическая изменчивость *Leonurus quinquelobatus* (Lamiaceae): экологическая и сырьевая значимость / Ю.В. Загурская, Т.И. Сиромля, И.И. Баяндина // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. - 2021. - Т. 14. № 1. - С. 28-42.
110. Загурская Ю.В. Накопление и распределение химических элементов в растениях *Achillea millefolium* L. в техногенно нарушенных экотопах / Ю.В. Загурская, Т.И. Сиромля // Биогеохимия - научная основа устойчивого развития и сохранения здоровья человека. труды XI

Международной биогеохимической школы, посвященной 120-летию со дня рождения Виктора Владиславовича Ковальского: в 2 томах. 2019. - С. 131-135

111. Загурская Ю.В. Сравнительный анализ элементного химического состава побегов *Padus avium* из техногенно нарушенных экотопов / Ю.В. Загурская, Т.И. Сиромля // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2019. - №5. - С.105-114.

112. Загурская Ю.В. Флавоноиды осины при техногенной нагрузке / Ю.В. Загурская, О.В. Коцупий // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. - 2017. - №13. - С. 154-156.

113. Зарубина Н.В. Аминокислотный состав цветков и листьев липы / Н.В. Зарубина, Д.М. Попов // Фармация. – 2012.- №5. – С. 21-23.

114. Заряева Е.В. Анализ данных регионального мониторинга содержания пестицидов в объектах окружающей среды Воронежской области / Е.В. Заряева // Вестник новых медицинских технологий - 2011 - Т. XVIII, № 2 - с. 476-478.

115. Злобина Ю.М. Распределение микроэлементов-биофилов и тяжелых металлов в системе почва-растение в урбанизированной среде / Ю.М. Злобина, И.В. Федосова // Альманах молодой науки. - 2013. - № 4. - С. 9-11.

116. Злобина Ю.М. Содержание микроэлементов-биофилов и тяжелых металлов в лекарственном растении тысячелистнике обыкновенном *Achillea millefolium* L. / Ю.М. Злобина // Альманах молодой науки. - 2013. - № 3. - С. 33-34.

117. Зубарева К.Э. Влияние выбросов автомобильного транспорта на элементный состав листьев подорожника большого / К.Э. Зубарева, К.В. Качкин, Т.И. Сиромля // Химия растительного сырья. – 2011. – №32. – С. 159-164.

118. Иванищев В.В. Биоаккумуляция, гомеостаз и токсичность меди в растениях / В.В. Иванищев // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. - 2020. - № 1. - С. 33-41.

119. Иванищев В.В. Никель в окружающей среде и его влияние на растения / В.В. Иванищев // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. - 2021. - № 2. - С. 38-53.

120. Иванов Е.Д. Накопление цезия-137 продуцентами экосистемы Содринского болота / Е.Д. Иванов // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. 2019. - С. 132-135.

121. Игамбердиева П.К. Исследование количества микроэлементов лекарственных растений Южной Ферганы и перспективы их применения при лечении железодефицитной анемии / П.К. Игамбердиева, Б.С. Мамаджанов, Н.Г. Саидахмадова // Современная медицина: актуальные вопросы. -2015. -№ 44. -С.80-87.

122. Изучение влияния электромагнитного поля на анатомические признаки и химический состав лекарственных растений на примере горца птичьего и подорожника большого / Н.А. Дьякова [и др.] // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2014. - № 4. - С. 114-118.
123. Изучение качественного и количественного содержания биологически активных веществ в витаминном сборе крапивы и рябины (обзор) / В.Ю. Жилкина [и др.] // Разработка и регистрация лекарственных средств. - 2017. - № 2. - С. 200-207.
124. Изучение особенностей накопления флавоноидов травой полыни горькой, произрастающей в различных урбо- и агробиоценозах Воронежской области / Дьякова Н.А. [и др.] // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2020. - №7. – с. 15-21.
125. Изучение особенностей накопления флавоноидов цветками пижмы обыкновенной, заготовленными в различных урбо- и агробиоценозах Воронежской области / Н.А. Дьякова [и др.] // Традиционная медицина. – 2021. - №3. – с. 33-37.
126. Изучение экстракции иридоидных гликозидов травы пустырника различными растворителями / В.М. Косман [и др.] // Химико-фармацевтический журнал. – 2002. - Т. 36. № 2. – С. 43-45.
127. Иммуностимулирующее действие экстракта цветков липы в эксперименте *in vitro* / Д.В. Веселова [и др.] // Биофармацевтический журнал, 2019. - Т.11, №3. - С.17-20.
128. Интегральная экологическая оценка состояния городской среды / под ред. С.А. Куролап, О.В. Клепикова. - Воронеж: Научная книга, 2018. – 180 с.
129. Использование методов биоиндикации и биотестирования в оценке состояния природного комплекса в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината / С.Г. Скугорева [и др.] // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. - 2012. - № 3. - С. 30-37.
130. Итоги разработки системы биоанализа на региональной основе в мониторинге сред обитания / В.Б. Любимов [и др.] // Ежегодник НИИ фундаментальных и прикладных исследований. - 2011. - № 1 (2). - С. 49-60.
131. Кавеленова Л.М. К особенностям изменений экзофизиологических параметров зрелых листьев липы сердцевидной в естественных насаждениях Красносамарского леса / Л.М. Кавеленова, Ю.А. Куриленко, Ю.В. Смирнов // Вестник СамГУ. – 2006. - №4. – С. 66-74.
132. Казанцев И.В. Экологическая оценка влияния железнодорожного транспорта на содержание тяжелых металлов в почвах и растениях полосы отвода: автореферат дисс... канд. биол. наук. Тольятти, 2008. - 20 с.
133. Кайгородов Р.В. Содержание минеральных элементов, пигментов и низкомолекулярных антиоксидантов в листьях *Tilia cordata* Mill. в транспортной зоне урбанизированных экосистем /

- Р.В. Кайгородов, Е.И. Попова // Вестник Пермского университета. Серия Биология. - 2018. - №3. - С. 318-324.
134. Кайзер М.И. Калий-40 в почвах и растениях юго-восточного Алтая / И.М. Кайзер // Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий. Мат. VII-й Междунар. науч.-практ. конф. Горно-Алтайск, 2019. - С. 378-382.
135. Кайрамбаев, С.К. Миграция радионуклидов в системе «почва – растение» на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона: автореф. дис. .. канд. биол. наук / С.К. Кайрамбаев. - Курчатов, 2006. - 22 с.
136. Калдыбаев Б.К. Содержание стронция-90 и цезия-137 в отдельных видах дикорастущих растений Прииссыккуля / Б.К. Калдыбаев // Наука и новые технологии. - 2010. - № 1. - С. 59-61.
137. Калинкина Г.И. Химический состав эфирных масел некоторых видов тысячелистника флоры Сибири / Г.И. Калинкина, А.Д. Дембицкий, Т.П. Березовская // Химия растительного сырья. - 2000. - № 3. - С. 13-17.
138. Караваев Н.Р. Экологическая оценка техногенного загрязнения лекарственного растительного сырья в промышленных центрах Западной Сибири. Дисс...канд. фарм. наук. Томск, 1995. -139 с.
139. Караева И.Т. Результаты определения минерального состава инулинсодержащих растений, произрастающих в РСО-Алания / И.Т. Караева, А.В. Хмелевская, С.К. Черчесова // Известия Горского государственного аграрного университета. - 2016. - Т. 53, № 3. - С. 133-136.
140. Караева И.Т. Содержание некоторых биологически активных веществ в корнях лопуха большого (*Arctium lappa* L.), произрастающего в Республике Северная Осетия-Алания / И.Т. Караева, А.В. Хмелевская // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23>
141. Кароматов И.Д. Лекарственное растение полынь горькая -химический состав, лечебные свойства / И.Д. Кароматов, С.И. Каххорова // Биология и интегративная медицина. - 2018. - № 9 (26). - С. 84-101.
142. Кароматов И.Д. Лечебные свойства лекарственного растения одуванчик / И.Д. Кароматов, М.С. Давлатова// Биология и интегративная медицина. -2018. -№9. - С.145-164.
143. Кароматов И.Д. Липа сердцевидная / И.Д. Кароматов, А.Т. Абдувохидов // Биология и интегративная медицина. - 2017. - № 8. - С. 134-141.
144. Карпюк М.С. Содержание эссенциальных и токсичных элементов в надземной части *Urtica dioica* L. на шламовом поле криолитового завода / М.С. Карпюк, А.А. Гладышев, В.В. Трубников // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. - № 12 (131). - С. 85-86.

145. Кириенко Н.Н. Влияние автотранспортного загрязнения биотопа на биохимическую активность *Arctium lappa* и *Plantago major* / Н.Н. Кириенко, П.С. Терлеева, Г.Г. Первышина // Вестник КрасГАУ. - 2009. - № 7 (34). - С. 70-72.
146. Кириенко Н.Н. Влияние антропогенной загрязненности урболандшафта на морфометрические характеристики подорожника большого / Н.Н. Кириенко, И.С. Коротченко // Вестник КрасГАУ. - 2014. - №10. - С. 116-119.
147. Клемпер А.В. Изучение содержания неорганических экотоксикантов в некоторых видах лекарственного растительного сырья Северо-Запада Российской Федерации: автореф. дис. ... к. фарм. н. / А.В. Клемпер. - СПб., 2013. — 21 с.
148. Клемпер А.В. Трансреодовой переход мышьяка в системе «почва-лекарственное растительное сырье-водное извлечение» / А.В. Клемпер, И.В. Гравель // Сеченовский вестник. - 2013. - №1. - С.77-81.
149. Клепцов И.А. Эколого-гигиеническая оценка техногенного загрязнения лекарственного растительного сырья (на примере Томского района): автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук / И.А. Клепцова. - Кемерово: издательство АГМУ, 2001. - 25 с.
150. Клинская Е.О. Оценка загрязнения окружающей среды Биробиджана по содержанию свинца в одуванчике лекарственном (*Taraxacum officinale*) / Е.О. Клинская // Региональные проблемы. - 2005. - № 6-7. - С. 73-76.
151. Клюев Н.А. Современные методы масс-спектрометрического анализа органических соединений / Н.А. Клюев, Е.С. Бродский // Российский химический журнал. - 2002. - Т.66, №4. - С. 57-63.
152. Количественное определение полисахаридов в листьях подорожника большого, подорожника среднего и подорожника ланцетного / С.А. Соснина [и др.] // Вестник ПГФА – 2007. – № 2. – С. 285-288.
153. Коломиец Н.Э. Стандартизация листьев крапивы двудомной / Н.Э. Коломиец, Г.И. Калинкина, Н.Н. Сапронова // Фармация. - 2011. - №6. - С. 22-24.
154. Коломиец Н.Э. Химический состав и биологическая активность метаболитов видов рода *Arctium* L. / Н.Э. Коломиец [и др.] // Химия растительного сырья. - 2021. - № 2. - С. 29-57.
155. Колчанов Р.А. Содержание цезия-137 в лекарственных растениях на территории Белгородской области / Р. А. Колчанов, А. Ф. Колчанов // Научные ведомости БелГУ – 2009. – № 11(66). – С. 14-17.
156. Коновалов Д.А. Фитохимическое изучение полыни метельчатой и тысячелистника обыкновенного и использование их при создании противогрибкового препарата: : автореф. дис. ... канд. фарм. наук / Д.А. Коновалов; Пятигорская гос. фарм. академия. - Пятигорск, 1991. – 21 с.

157. Кончина Т.А. Влияние техногенного загрязнения на некоторые биологические характеристики рудеральных растений / Т.А. Кончина, М.В. Гузнищева // Молодой ученый. – 2015. – №23.2 (103). – С. 118-122.
158. Копытько Я.Ф. Применение, химический состав и стандартизация сырья и препаратов *Urtica* (обзор) / Я.Ф. Копытько, Е.С. Лапинская, Т.А. Сокольская // Химико-фармацевтический журнал. - 2011. – Т. 45. - №10. - С. 32-40.
159. Королёв А.С. Особенности накопления биоэлементов в надземной части *Artemisia absinthium* L. на шламовом поле криолитового завода / А. С. Королёв, А.А. Гладышев, И.С. Юткина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2014. - № 5 (49). - С. 159-161.
160. Коротков И.В. Оптимизация методов стандартизации сырья полыни горькой / И.В. Коротков, В.Д. Белоногова, Е.О. Абызова // Медицинский альманах. - 2012. - №1(20). - С. 220-222.
161. Кочукова А.А. Особенности развития *Tanacetum vulgare* L. с учётом влияния абиотических и антропогенных факторов / А.А. Кочукова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. - №1. – с. 134-137.
162. Крошечкина И.Ю. Комплексная оценка загрязнений балластного слоя железнодорожного полотна / И.Ю. Крошечкина, Н.И. Зубрев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс, 2014. - № 1 (17). - С. 100-102.
163. Крутченко О.Ю. Исследование нейротропной активности растительных сборов с пустырником пятилопастным / О.Ю. Крутченко, Б.А. Самура // Вестник фармации. - 2010. - № 1 (61). - С. 72-75.
164. Кудряшова А.И. Динамика роста в онтогенезе листьев липы около автомобильной дороги / А.И. Кудряшова // Научные ведомости. -2007. -№5. - С.76-84.
165. Кулаева О.А. Молекулярно-генетические основы устойчивости высших растений к кадмию и его аккумуляции / О.А. Кулаева, В.Е. Цыганов // Экологическая генетика. - 2010. - Т. 8. № 3. - С. 3-15.
166. Куркин В.А. Фармакогнозия: Учебник для фармацевтических вузов (факультетов). 2-е изд. перераб. и доп. – Самара: ООО «Офорт», ГОУ ВПО «СамГМУ», 2007. - 1239 с.
167. Куркина А.В. Исследование флавоноидного состава цветков пижмы обыкновенной / А.В. Куркина // Химия растительного сырья. – 2011. - №4. - с.209-212.
168. Курсков С.Н. Мышьяк в природных системах и его эссенциальность / С.Н. Курсков, О.Ю. Растегаев, В.Н. Чупис // Теоретическая и прикладная экология. - 2010. - № 3. - С. 33-41.
169. Куцик Р.В. Тысячелистник обыкновенный. *Achillea millefolium* L. (Аналитический обзор) / Р.В. Куцик, Б.М. Зюзук // Провизор. -2002. - №14. -С. 34-38.

170. Кьосев П. А. Лекарственные растения: самый полный справочник / П. А. Кьосев. М.: Эксмо - Пресс, 2011. - 939 с.
171. Лабутина М.В. Определение жизнеспособности *Plantago major* L. в условиях г. Саранска / М.В. Лабутина, Т.А. Маскаева, Н.Д. Чегодаева // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 8-2 (110). С. 14-18.
172. Ландшафтно-экологические особенности водохранилищ и прудов Воронежской области / В.Б. Михно, А.И. Добров, под ред. В.Б. Михно. — Воронеж: ВГПУ, 2000. - 185 с.
173. Латышевская Н.И. Экологические проблемы заготовки лекарственного растительного сырья в рекреационной зоне промышленного центра / Н.И. Латышевская, А.С. Стрекалова // Вестник ОГУ. – 2006. - №5.- С. 192-194.
174. Лебедев-Косов В.И. Флавоноиды и иридоиды подорожника большого и азиатского / В.И. Лебедев – Косов // Растительные ресурсы. - 1980. - №3. - С. 403-406.
175. Лежнева Л.П. Реализация лечебных свойств фитокомплекса из свежесобранных листьев крапивы при разработке лекарственных форм / Л.П. Лежнева // Современные проблемы науки и образования. – 2011. - №2. – с. 24.
176. Листов С.А. О содержании тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье / С.А. Листов, Н.В. Петров, А.П. Арзамасцев // Фармация. - 1990. - №2. –С.19-24
177. Лобанова А.А. Исследование биологически активных флавоноидов в экстрактах из растительного сырья / А.А. Лобанова, В.В. Будаева, Г.В. Сакович // Химия растительного сырья. – 2004. – №1 – С. 47–52.
178. Лобова О.В. Влияние городских условий на морфологическое строение листьев и побегов липы мелколистной / О.В. Лобова // Лесной вестник. -1998. - №4. -С.116-121.
179. Лукашеня В.В. Определение оптимальных параметров экстракции гидроксикоричных кислот из одуванчика лекарственного корней / В.В. Лукашеня, Р.И. Лукашов // От растения до лекарственного препарата. Мат. междунар. науч. конф. Москва, 2020. - С. 250-254.
180. Лукашов Р.И. Одуванчик лекарственный. Часть 2. Фармакологические свойства / Р.И. Лукашов, Н.С. Гурина // Рецепт. - 2019. - Т. 22, № 2. - С. 259-265.
181. Лукин С.В. Экологическая оценка ртути и мышьяка в агроценозах лесостепи Центрально-Черноземных областей / С.В. Лукин, С.В. Селюков // Агрехимия. -2018. - №8. – С. 74–80.
182. Лукин С.В. Экологическая оценка содержания кобальта, никеля, хрома в лесостепных агроценозах Центрально-Черноземных областей / С.В. Лукин, С.В. Селюков // Агрехимия. – 2016. - №4. – С. 37–45.
183. Макаренко Т.В. Листья городских насаждений как биоиндикаторы загрязнения окружающей среды / Т.В. Макаренко // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXI Междунар. симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных. Томск, 2017. - С. 773-775.

184. Максютин Н.П. Оксикоричные кислоты *Plantago major* и *P. lanceolata* / Н.П. Масютин // Химия природных соединений. – 1971. - №6. – С. 824-825.
185. Малюга Д.П. Биогеохимический метод поисков рудных месторождений / Д.П. Малюга. Л.: Изд-во АН СССР, 1963. – 264 с.
186. Мамиева Е.Б. Влияние загрязнения окружающей среды на основные эпидермальные клетки липы сердцевидной, или мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) на примере г. Белгорода / Е.Б. Мамиева, Л.В. Ширнина // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1. – С. 40-44.
187. Медведева Т.М. Технология и стандартизация сухих экстрактов липы сердцевидной, березы повислой, смородины черной и лекарственных форм на их основе / Автореф. дис. ... кандидата фарм. наук / Т.М. Медведева. – СПб., 2013. – 21 с.
188. Медико-экологический атлас Воронежской области: монография / С.А. Куролап, Н.П. Мамчик, О.В. Клепиков и др.- Воронеж: ГУП ВО «Воронежская областная типография», 2010. - 167 с.
189. Международный аэропорт Воронеж I: [Электронный ресурс]. Воронеж, 2021. URL: <https://voz.aero.ru>. (Дата обращения: 27.09.2021).
190. Мекаревич В.И. Разработка двух типов стандартных образцов удельной активности радионуклидов цезия-137, калия-40 и стронция-90 в пшенице / В.И. Мекаревич, О.А. Плесецова // Стандартные образцы. - 2008. - №1. - С. 45-51.
191. Меньших Т.Б. Цезий-137 и стронций-90 в водной растительности водоема В-3 ТКВ / Т.Б. Меньших, Л.В. Никитина Л.В. // Вопросы радиационной безопасности. - 2007. - № 2 (46). - С. 59-65.
192. Методические рекомендации МР 2.6.1/2.3.7.0216-20 «Радиохимическое определение удельной активности природных радионуклидов в пробах пищевой продукции, почвы, других объектов окружающей среды и биопробах» – М., 2020. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74835247/> (Дата обращения: 17.04.2021).
193. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Руководство для экономистов / Э. Фёрстер, Э. Рёнц, пер. с нем. и пред. В. М. Ивановой. - М.: Финансы и статистика, 1983. - 304 с.
194. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / под ред. М.А. Клисенко. - М.: Колос. -1983. -123 с.
195. Механтьева Л.Е. Профилактика негативного воздействия производства минеральных удобрений на окружающую среду и здоровье населения : автореферат дис. ... доктора медицинских наук : 14.00.07. - Москва, 2007. - 48 с.
196. Микроэлементозы человека / А.П. Авцын [и др.]. - М.: Медицина, 1991. - 496 с.
197. Мильшина Л.А. Влияние абиотических факторов окружающей среды на компонентный состав эфирного масла пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) / Л.А. Мильшина, А.А. Ефремов, Г.Г. Первышина // Вестник КрасГАУ. - 2010. - №8. - с.139-143.

198. Минакова О.А. Содержание токсичных и радиоактивных элементов в почве и продукции стационарного опыта с удобрениями в Центральном Черноземном регионе / О.А. Минакова, Д.А. Куницын, Л.В. Александрова // *Агрехимия*. – 2018. – №3. – С.77-82.
199. Мингареева Е.В. Радионуклиды ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs в почвах на звонцовых и ленточных глинах / Е.В. Мингареева, Б.Ф. Апарин, Е.Ю. Сухачева // *Биосфера*. - 2018. - Т. 10, №3. - С. 207-217.
200. Мисин В.М. Сезонная динамика изменения содержания антиоксидантов фенольного типа в листьях подорожника большого и одуванчика / В.М. Мисин, Н.Н. Сажина, А.Ю. Завьялов // *Химия растительного сырья*. – 2010. - №3. – 103-106.
201. Мойзес Б.Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных / Б.Б. Мойзес, И.В. Плотникова, Л.А. Редько. –Томск: Изд. ТПУ, 2016. – 119 с.
202. Мондодоев А.Г. Влияние сухого экстракта *Polygonum aviculare* на функциональное состояние почек у белых крыс при интоксикации сулемой / А.Г. Мондодоев, И.Б. Багинова, С.М. Николаев // *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН*. – 2012. - № 4-1. - С. 210-214.
203. Мониторинг и прогнозирование вещественно-динамического состояния геосистем сибирских регионов / Е.Г. Нечаева [и др.]. – Новосибирск: Наука, 2010. – 315 с.
204. Москвитина Н.В. Экологическая опасность отходов предприятий железнодорожного транспорта / Н.В. Москвитина, П.П. Пурыгин // *Известия Тульского гос ун-та*. - 2006 – С. 125-131.
205. МУ 2.1.7.730-99 «Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы». – Москва, 2009. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003852> (дата обращения: 14.01.2018).
206. Муравьева, Д.А. Фармакогнозия / Д.А. Муравьева, И.А. Самылина, Г.П. Яковлев. - М.: Медицина, 2002. - 656 с.
207. Мякинников А.Г. Определение промышленной части тысячелистника обыкновенного [для получения эфирного масла] / А.Г. Мякинников // *Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал*. - 2000. - № 1. - С. 368.
208. Назарова Е.С. Морфологические показатели одуванчика рога носного в природных и антропогенных биотопах Центральной Якутии / Е.С. Назарова // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. - 2012. - №1. - С. 99.
209. Накопление ^{90}Sr и ^{137}Cs растениями из почв, загрязненных в результате эксплуатации предприятий ядерно-энергетического комплекса / Е. Н. Караваева [и др.] // *Проблемы биогеохимии и геохимической экологии* – 2010. – №1. – С. 85-89.
210. Накопление биологически активных веществ листьями крапивы двудомной, собранными в различных урбо- и агробиоценозах Воронежской области / Н.А. Дьякова [и др.] // *Традиционная медицина*. – 2020. - №2. – с. 47-51

211. Накопление флавоноидов травой тысячелистника обыкновенного, собранного в различных урбо- и агробиоценозах Воронежской области/ Н.А. Дьякова [и др.]// Вестник ВГУ. Серия: Химия, Биология, Фармация. - 2020. - №4. - с. 71-76.
212. Наличие седативного свойства ЛР пустырник / У.М. Датхаев [и др.] // Вестник Казахского национального мед. университета. -2014. -№1. -С. 339-341.
213. Немерешина О.Н. Анализ содержания антиоксидантов в надземной части *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. степной зоны Оренбургской области / О.Н. Немерешина, Н.Ф. Гусев, Т.Н. Суровяткина, А.В. Филиппова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2020. - № 6. - С. 70-76.
214. Немерешина О.Н. Индукция синтеза антиоксидантов *Achillea nobilis* L. в зоне влияния выбросов предприятий Газпрома / О.Н. Немерешина, Г.В. Петрова, Н.Ф. Гусев, Н.В. Чуклова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2012. - № 3 (35). - С. 224-228.
215. Немерешина О.Н. Индукция синтеза антиоксидантов как механизм экоустойчивости травянистых растений степного Предуралья / О.Н. Немерешина, В.В. Трубников, Н.Ф. Гусев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2011. - № 4 (32). - С. 274-276.
216. Немерешина О.Н. Некоторые аспекты адаптации *Polygonum aviculare* L. к загрязнению почвы тяжёлыми металлами / О.Н. Немерешина, Н.Ф. Гусев, Г.В. Петрова, А.А. Шайхутдинова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2012. - № 1 (33). - С. 230–232.
217. Немерешина О.Н. О содержании антиоксидантов в видах *Plantago* L. степной зоны Оренбуржья / О.Н. Немерешина, Н.Ф. Гусев // Животноводство и кормопроизводство. – 2020, Т. 103. - № 1. - С. 75-85.
218. Немерешина О.Н. Особенности элементного состава тысячелистника обыкновенного в условиях техногенного загрязнения / О.Н. Немерешина, Н.Ф. Гусев, В.В. Трубникова // Животноводство и кормопроизводство. - 2019. - № 4. - С. 69-78.
219. Новицкий Ю.И. Реакция растений на магнитные поля / Ю.И. Новицкий. – М.: Наука. – 1978. – 130 с.
220. Нуридуллаева К.Н. К изучению гипогликемических свойств корней одуванчика лекарственного / К.Н. Нуридуллаева, Н.Л. Выпова, Ф.Ф. Урманова // Современные тенденции развития науки и технологий. - 2016. - № 5-1. - С. 131-134.
221. Олейников Д.Н. Подорожник большой (*Plantago major* L.) химический состав и применение / Д.Н. Олейников, А.Б. Самуэльсен, Л.М. Танахаева // Химия растительного сырья. – 2007. - №2. – С. 37-50.
222. Оленников Д.Н. Методика количественного определения суммарного содержания полифруктанов в корнях лопуха (*Arctium* spp.) / Д.Н. Оленников, Л.М. Танхаева // Химия растительного сырья. – 2010. – №1. – С. 115–120.

223. Онистратенко Н.В. Одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* как перспективный инструмент биодиагностики состояния городской среды / Н.В. Онистратенко // Природные системы и ресурсы. - 2021. - Т. 11, № 3. - С. 14-21.
224. ООО «БорМаш»: [Электронный ресурс]. Воронеж, 2019. URL: <https://www.bormash.ru>. (Дата обращения: 27.11.2019).
225. Определение качественного состава крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) методом ТСХ / Т.В. Великая [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. - № 1-3 (43). – с. 78-80.
226. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой: Методические указания (МУК 4.1.1483 - 03). - М.: ФЦ ГСЭН МЗ РФ, 2003. - 36 с.
227. Основы масс-спектрометрии органических соединений / В.Г. Заикин, А.В. Варламов, А.И. Микая и др. - М.: МАИК «Наука», 2001. - 286 с.
228. Особенности накопления водорастворимых полисахаридов корнями одуванчика лекарственного / Н.А. Дьякова [и др.] // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2018. - № 2. - С. 292-297.
229. Особенности накопления восстанавливающих сахаров цветками липы сердцевидной (*Tilia cordata* Miller, 1768) в Воронежской области / Н.А. Дьякова [и др.] // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2021. - 10(4). - 93–99.
230. Особенности накопления флавоноидов травой пустырника пятилопастного, собранного в различных урбо- и агробиоценозах Воронежской области / Н.А. Дьякова [и др.] // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. – 2020. - №1 (27). - С. 40-47.
231. Оценка радионуклидного загрязнения лекарственного растительного сырья Воронежской области на примере корней лопуха обыкновенного / Н.А. Дьякова [и др.] // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2016. - № 3. - С. 110-115.
232. Оценка содержания тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье Воронежской области / Н.А. Дьякова [и др.] // Химико-фармацевтический журнал. - 2018. - Т. 52, № 3. - С. 32-35.
233. Оценка экологического состояния образцов верхних слоев почв и корней одуванчика лекарственного, отобранных на территории Воронежской области / Н.А. Дьякова [и др.] // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2016. - № 2. - С.119-126.
234. ПАО «КВАДРА»: [Электронный ресурс]. Воронеж, 2013. URL: <https://voronezh.quadra.ru>. (Дата обращения: 17.04.2015).

235. Парамонова Т.А. Сравнительный анализ поступления цезия-137 и калия-40 в травянистую растительность на радиоактивно загрязненной территории Тульской области / Т.А. Парамонова, Н.А. Романцова // Живые и биокосные системы. - 2013. - № 5. - С. 4-9.
236. Парфенов А.А. Сравнительное фармакохимическое изучение валерианы лекарственной, пустырника пятилопастного и бурачника лекарственного: автореф. дис. ...канд. фарм. наук / А.А. Парфенов; Пермская гос. фарм. - академия. Пермь, 2009. – 21с.
237. Пектиновые вещества корней лопуха обыкновенного *Arctium lappa* L. и корней одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* Wigg. / В.С. Никитина [и др.] // Химия растительного сырья. - 2012. - № 2. - С. 21-26.
238. Пестициды. Химия, технология и применение / Н.Н. Мельников — М.: Химия, 1987. - 712 с.
239. Планирование эксперимента в химии и химической технологии / Л.П. Рузинов, Р.И. Слободчикова. - М.: Химия, 1980. - 280 с.
240. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. - Москва : Наука, 1976. - 279 с.
241. Побилат А.Е. Микроэлементы в сельскохозяйственных растениях (обзор) / А.Е. Побилат, Е.И. Волошин // Микроэлементы в медицине. - 2021. - Т. 22. № 3. - С. 3-14.
242. Подлипский И.И. Аккумулятивная биоиндикация в инженерно-экологических изысканиях / И.И. Подлипский // Инженерные изыскания. – 2014. - №1. – С. 54-63.
243. Позняк С.С. Содержание некоторых тяжелых металлов в растительности полевых и луговых агрофитоценозов в условиях техногенного загрязнения почвенного покрова / С.С. Позняк // Вестник Томского государственного университета. Биология. - 2011. - № 1 (13). - С. 123-137.
244. Полисахариды в листьях и настое крапивы двудомной / Т.А. Скалзубова [и др.] // Фармация. – 2012. - №2. – С. 5-7.
245. Попов А.И. Изучение влияния антропогенных факторов на элементный состав и ресурсы лекарственных растений Кемеровской области и республики Тыва: дис. ... докт. фарм. наук. — М., 1995. — 945 с.
246. Попов Д.М. Сравнительное качественное и количественное определение углеводов в цветках и листьях липы сердцевидной / Д.М. Попов, Н.В. Зарубина // Научно- производственный журнал. – 2013. - №3. - С. 53-61.
247. Попов И.В. Маркетинговые и экологические исследования - важные направления в развитии отечественного производства фитопрепаратов / И.В. Попов, О.И. Попова // Известия Самарского НИЦ РАН. - 2010. - № 1-8. - С. 2091-2093.
248. Попова Е.И. Морфо-биологическая изменчивость *Plantago major* и *Plantago media* в зависимости от антропогенной нагрузки: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук / Е.И. Попова. – Пермь: ТГПИ, 2009. - 20 с.

249. Попп Я.И. Содержание цинка, меди и кадмия в различных видах лекарственных растений, произрастающих в поймах рек Иртыша и Оби / Я.И. Попп, Т.И. Бокова // Вестник НГАУ. - 2017. - № 1 (42). - С. 84-92.
250. Постановление от 28.01.2021 г. №2 об утверждении СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». - Москва, 2021. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (Дата обращения: 17.02.2021).
251. Препараты на основе экстрактов липы: получение и фармакологическая активность / Т.М. Медведева [и др.] // Фармация. – 2011. – №7. – С. 34-36.
252. Продуцирование биологически активных веществ в тканях *Urtica dioica* L. на шламовом поле криолитового производства / А.А. Гладышев [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2012. - Т. 4, № 36. - С.215-218.
253. Прохорычева Н.П. Содержание радия-226 в почвах Калининградской области / Н.П. Прохорычева, Д.И. Жердев, В.И. Свистельницкий // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. - 2006. - № 1. - С. 11-14.
254. Пузанов А.В. Приоритетные микроэлементы (I, Se, Mn, Co, Cu, Zn, Hg) в наземных экосистемах Тувинской горной области: автореф. дис. д-ра биол. наук / А.В. Пузанов. - Новосибирск, 2005. - 43 с.
255. Пучков А.В. Радиационные параметры гидробионтов условно чистой территории Ненецкого автономного округа / А.В. Пучкова, Е.Ю. Яковлев, С.В. Дружинин // Успехи современного естествознания. – 2020. - №6. – С. 118-122.
256. Радиоактивное загрязнение хозяйственно полезных видов растений природных экосистем приграничных территорий Гомельской и Брянской областей / Л. М. Сапегин [и др.] // Экологический вестник – 2012. – № 1 (19). – С. 108 – 115.
257. Радионуклиды ²³⁸U, ²³²Th, ⁴⁰K, ¹³⁷CS в почвах и донных отложениях территории космодрома "Восточный" (Амурская область) / Д.Н. Балыкин [и др.] // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. – 2019. - №3 (54). – С. 98-104.
258. Разработка и валидация экспресс-методики выделения и количественного определения водорастворимых полисахаридов корней одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) / Н.А. Дьякова [и др.] // Химико-фармацевтический журнал. - 2018. - № 4. - С. 40-43.
259. Разработка и валидация экспрессной методики количественного определения водорастворимых полисахаридов в корнях лопуха обыкновенного (*Arctium lappa* L.) / Н.А. Дьякова [и др.] // Химико-фармацевтический журнал. -2015. -№ 9. -С.35-38.
260. Райзер Ю.П. Физика газового разряда / Ю.П. Райзер. -М.: Наука, 1992. -536 с.

261. Рационализированная методика количественного определения водорастворимых полисахаридов и ее валидация / Н.А. Дьякова [и др.] // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2015. - № 2. - С. 106-111.
262. Рачкова Н.Г. Моделирование подвижности радия-226 по данным его профильного распределения в загрязненной подзолистой почве / Н.Г. Рачкова, Л.М. Шапошникова // Успехи современного естествознания. - 2021. - № 10. - С. 69-74.
263. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. Москва: «МедиаСфера» – 2000. – 312 с.
264. Регистр лекарственных средств России. – Режим доступа: <https://www.rlsnet.ru/>
265. Решение совет евразийской экономической комиссии от 26.01.2018 №15 «Об утверждении Правил надлежащей практики выращивания, сбора, обработки и хранения исходного сырья растительного происхождения». URL: <https://docs.cntd.ru/document/556622149> (Дата обращения: 17.04.2019).
266. Рогачевский А.А. Сравнительный анализ содержания калия-40 и цезия-137 в грибах некоторых регионов Беларуси / А.А. Рогачевский // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы: Гродно, 2019. - С. 123-128.
267. Рукавишников О.В. Плутоний в почвенно-растительном покрове наземных экосистем импактной зоны Восточно-Уральского радиоактивного следа / О.В. Рукавишников // Экология от южных гор до северных морей: мат. всерос. конф. – Екатеринбург, 2010. - С. 162-166.
268. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. - М.: Наука, 1971. - 192 с.
269. Рябинина Е.И. Фитохимическое исследование полифенольного комплекса из травы тысячелистника обыкновенного / Е.И. Рябинина, Е.Е. Зотова, Н.И. Пономарева // Наука и современность. - 2011. - № 9-2. - С. 65-69.
270. Самылина И.А. Крапива двудомная: возможности медицинского применения / И.А. Самылина, Н.В. Пятигорская // Фарматека. - 2010. - № 1. - С.62-63.
271. Самылина И.А. Подорожник большой / И.А. Самылина, А.А. Сорокина, Н.В. Пятигорская // Фарматека. - 2010. – №2. – С. 100-101.
272. Сандимиров С.Б. Загрязнение почв на территории Ленинградской АЭС цезием-137 и стронцием-90 / С.Б. Сандимиров // Метеорологический вестник. - 2017. - Т. 9. № 2. - С. 166-169.
273. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009». – Москва, 2009. – URL: <https://base.garant.ru/4188851/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (Дата обращения: 17.04.2018).

274. Северин А.П. Изучение химического состава водных извлечений растений рода *Artemisia* L. / А.П. Северин, Л.Е. Сипливая, В.Я. Яцюк // International journal of applied and fundamental research. – 2011. - №3.- с. 144.
275. Северин А.П. Изучение химического состава и фармакологической активности комплексов биологически активных веществ, выделенных из шрота полыни горькой: автореф. дис. ... канд. фарм. наук / А.П. Северин; Курский гос. медицинский ун-т МЗ РФ – Курск, 2013. – 21 с.
276. Сейдаров Р.А. Влияние нефтехимического загрязнения Уфимского промышленного центра на корневые системы липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill) / Р.А. Сейдаров // Вестник КрасГАУ. – 2013. - №2. – С. 55-59.
277. Сейдаров Р.А. Липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) в техногенных условиях поселка Приютово / Р.А. Сейдаров // Вестник КрасГАУ. – 2013. - №4. – С. 126-130.
278. Селюкова С.В. Экологическая оценка содержания свинца, кадмия, ртути и мышьяка в агроэкосистемах юго-западной части Центрально-Черноземного района России: автореферат дис. ... кандидата биологических наук: 03.02.08 / С.В. Селюкова: Рос. гос. аграр. ун-т. - Белгород, 2019. - 25 с.
279. Семенова В.В. Содержание тяжелых металлов в растениях тысячелистника обыкновенного в условиях антропогенного воздействия / В.В. Семенова // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2014. № 63. С. 179-182.
280. Серегина И.И. Цинк, селен и регуляторы роста в агроценозе: монография / И.И. Серегина. - М: Проспект, 2018. - 208 с.
281. СИБУР: [Электронный ресурс]. М., 2019. URL: <https://www.sibur.ru>. (Дата обращения: 27.11.2019).
282. Сиромля Т.И. Экологическое состояние лекарственных растений в условиях городской среды / Т.И. Сиромля, Ю.В. Загурская // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. -2014. - № 4. - С. 64-67.
283. Скалозубова Т.А. Изучение метаболома сырья и лекарственных форм крапивы двудомной: автореф. дисс. ... канд. фарм. н. / Т.А. Скалозубова. - Москва, 2013. - 23 с.
284. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. — М.: Оникс 21 век, 2004. — 272 с.
285. Скорбач В.В. Влияние загрязнения окружающей среды на основные эпидермальные клетки липы сердцевидной, или мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) на примере г. Белгорода / В.В. Скорбач, М. Н. Жиликова // Научные ведомости. – 2009. - №11. – С.40-44.
286. Скугорева С.Г. Биоаккумуляция и стрессорные эффекты ртути в растениях : автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 03.00.16 / Ин-т биологии Коми науч. центра УрО РАН. - Сыктывкар, 2007. - 24 с.

287. Соболева Е.В. Свинец в почве и растениях как показатель воздействия автотранспорта на среду г. Уссурийска: автореф. дисс. ...канд. биол. наук / Е.В. Соболева. Дальневосточный гос. ун-т. Владивосток, 2003. - 20 с.
288. Содержание тяжелых металлов в горце птичьим и пижме обыкновенной в условиях урбанизированных территорий / Д.С. Елагина [и др.] // Вестник ВГУ, серия: Химия. Биология. Фармация. – 2017. - № 1. – с.57-66.
289. Содержание тяжелых металлов в растениях тысячелистника обыкновенного в зоне воздействия отработанного карьера Бакртау (Республика Башкортостан) / И.Н. Семенова [и др.] // Современные проблемы экологии. Доклады XVI междунар. науч.-технич. конф. Тула, 2016. - С. 52-57.
290. Содержание тяжёлых металлов в сырье тысячелистника обыкновенного в зоне влияния Гайского горно-обогатительного комбината / Н.Ф. Гусев [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2015. - № 6. - С. 218-220.
291. Содержание тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье Воронежской области : Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2022620084 Рос. Федерация : Н.А. Дьякова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "ВГУ"; заявл. 27.12.2021 ; опубл. 12.01.2022.
292. Содержание флавоноидов в растениях лесостепной зоны Западной Сибири (Новосибирская область) / Г.И. Высочина [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. - 2008. - Т. 16. № 4. - С. 385-390.
293. Содержание химических элементов и биологически активных веществ в листьях подорожника большого (*Plantago major* L.) в условиях антропогенно нарушенных местообитаний / М.А. Мяделец [и др.] // Сибирский медицинский журнал. - 2015. - Т. 132, № 1. - С. 94-97.
294. Солодухина М.А. Мышьяк в растениях природных и антропогенных ландшафтов Шерловогорского рудного района Забайкальского края / М.А. Солодухина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. - №11. –С. 377–382.
295. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск, 2012 – 282 с.
296. Сорокина А.А. Определение кальция и магния в листьях и настое крапивы двудомной /А.А. Сорокина, Т.А. Скалзубова, А.И. Марахова // Фармация. - 2013. - №2. - С. 5-8.
297. Состав фенольных соединений сырьевой части *Leonurus quinquelobatus* Gilib. из различных регионов Западной Сибири / Ю.В. Загурская, В.Г. Васильев, А.Л. Богатырев, И.И. Баяндина // Вестник КГУ – 2014. – № 4 (60). – Т. 3. – С. 232 – 235.
298. Сошникова О.В. Изучение химического состава и биологической активности растений рода крапива: дис. ...канд. фарм. наук / О.В. Сошникова – Курск, 2006. - 16с.

299. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010). – Москва, 2010. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902214068> (дата обращения: 14.01.2018).
300. Спильная В.Г. Влияние железнодорожного транспорта на примагистральный растительный покров на примере липы сердцевидной / В.Г.Спильная // Научные ведомости. – 2006. - №9. – С. 9-10.
301. Способ биологической очистки почв от тяжелых металлов: пат. 2007113409 Рос. Федерация: МПК А 01 В 79/02. Чернобровкина Н.П., Ялынская Е.Е., Робонен Е.В.; заявитель и патентообладатель Институт леса Карельского научного центра Российской академии наук. - №2007113409/12; заявл. 10.04.07; опубл. 27.10.08. – 4 с.
302. Способ использования одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg) для первого этапа биомониторинга окружающей среды: пат. 2013116677 Рос. Федерация: МПК G 01 N. Джамбетова П.М., Реутова Н.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Профессионального Образования «Чеченский Государственный университет». - № 2013116677/15; заявл. 11.04.13; опубл. 20.10.14, Бюл. №29. – 5 с.
303. Способ оценки экологического состояния окружающей среды: пат. 2009115097 Рос. Федерация: МПК G 01 N. Андреева А.В., Алексеева-Попова Н.В., Бузников А.А., Дроздова И.В. - №2009115097/28; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет». - №2009115097/28; заявл. 20.04.09; опубл. 27.10.10, Бюл. №30. – 6 с.
304. Способ получения водорастворимых полисахаридов из корней лопуха обыкновенного: пат. 2604934 РФ : МПК 51 C08B 37/18 Н.А. Дьякова, И.А. Самылина, А.И. Сливкин, С.П. Гапонов, А.А. Мындра ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО "ВГУ" - №2015116412/13 ; заявл. 29.04.2015 ; опубл. 20.11.2016 Бюл. №32. – 5 с.
305. Способ получения водорастворимых полисахаридов из корней одуванчика лекарственного : пат. 2635996 Рос. Федерация : МПК 51 A61K 31/715 A61K 36/288 B01D 11/02 Н.А. Дьякова, И.А. Самылина, А.И. Сливкин, С.П. Гапонов, А.А. Мындра ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "ВГУ" - №2016114356 ; заявл. 13.04.2016 ; опубл. 17.11.2017 Бюл. № 32. – 5 с.
306. Способ получения водорастворимых полисахаридов из листьев подорожника большого: пат. 2530501 РФ : МПК МПК 51 C08B 37/00 Н.А. Великанова, С.П. Гапонов, А.И. Сливкин ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "ВГУ" - №2013110215 ; заявл. 06.03.2013; опубл. 10.10.2014 Бюл. № 28. – 6 с.

307. Способ получения инулина из лекарственного растительного сырья: пат. 2765503 Рос. Федерация : МПК 51 С08В 37/18 Н.А. Дьякова, А.И. Сливкин, Ю.А. Селиванова ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "ВГУ" - №2021117912 ; заявл. 16.06.2021 ; опубл. 31.01.2022 Бюл. №4 – 12 с.
308. Способ получения инулина из растительного сырья : пат. 2712554 Рос. Федерация : МПК 51 С08В 37/18 Н.А. Дьякова, А.А. Мындра, А.И. Сливкин ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "ВГУ" - №2019115731 ; заявл. 22.05.2019 ; опубл. 30.01.2020 Бюл. № 4. – 7 с.
309. Суммарные фитопрепараты подорожника большого - возможности совершенствования технологии / Э.В. Бадалян [и др.] // Научные ведомости. – 2011. - №22. - С.125-130.
310. Сущенко А.О. Изучение аминокислотного состава корней одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg.), произрастающего на Северном Кавказе / А.О. Сущенко, Е.В. Компанцева // Аспирантский вестник Поволжья. - 2020. - № 5-6. - С. 184-190.
311. Схема ЛЭП и энергоснабжения России: [Электронный ресурс]. М., 2017. URL: <https://frexosm.ru/power.ru>. (Дата обращения: 15.04.2017).
312. Сысоева К.Н. Динамика содержания водорастворимых полисахаридов в соцветиях пижмы обыкновенной / К.Н. Сысоева, А.Г. Горин, А.И. Яковлев // Растительные ресурсы. - 1979. - Т. 15, №1. - С. 89.
313. Танхаева Л.М. Методика количественного определения суммарного содержания полифруктанов в корнях одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg) / Л.М. Танхаева, Д.Н. Олейников // Химия растительного сырья. – 2010. - №2. – С. 85 –89.
314. Теория планирования эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.А. Реброва. – Электрон. дан. – Омск: СибАДИ, 2016. – Режим доступа: <http://bek.sibadi.org/fulltext/esd104.pdf>
315. Терешкина О.И. Нормирование остаточных пестицидов в растительном сырье зарубежными фармакопеями / О.И. Терешкина // Фармация. – 2012. - №1. – С. 50-54.
316. Терешкина О.И. Оценка риска радионуклидного загрязнения лекарственного растительного сырья / О.И. Терешкина, И.П. Рудакова, И.А. Самылина // Фармация. - 2011. - №7.- С. 3-6.
317. Тигунцева Н.П. Методы выделения и состав биологически активных веществ одуванчика лекарственного : автореф. дис. ... канд. хим. наук: 02.00.10 / Н.П. Тигунцева; «ИрГТУ». – Иркутск, 2014. – 18 с.
318. Тимкин А.В. О накоплении цезия-137 в выращенных на загрязненной территории клубнях картофеля / А.В. Тимкин [и др.] // Наука и Образование. - 2021. - № 1. – С. 12-17.
319. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений / А.В. Ткачев. - Новосибирск, 2008. - 969 с.

320. Тринеева О.В. Теоретические и методологические подходы к стандартизации и оценке качества лекарственного растительного сырья и масляных экстрактов на его основе: дис. ...докт. фарм. наук / О.В. Тринеева; Воронеж. гос. ун-т. – М., 2017. – 441 с.
321. Тулаганов А.А. Биоэкологические свойства одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* Wigg / А.А. Тулаганов, С.Ш. Юлдашева // Вестник науки и образования. - 2020. - № 12-2 (90). - С. 7-9.
322. Удельная активность естественных и искусственных радионуклидов в лекарственном растительном сырье Воронежской области : Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2022620086 РФ : Н.А. Дьякова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "ВГУ"; заявл. 27.12.2021 ; опубл. 12.01.2022.
323. Управление Роспотребнадзора по Воронежской области. - URL: <http://36.rospotrebnadzor.ru/key-areas/sanitary/14645> (дата обращения: 26.04.2015).
324. Ушанова В.М. Исследование влияния условий произрастания на химический состав крапивы двудомной / В.М. Ушанова, О.И. Лебедева, С.М. Репях // Химия растительного сырья. - 2001. - №3. - С. 97-104.
325. Фармакогнозия. Экоотоксиканты в лекарственном растительном сырье и фитопрепаратах / И.В. Гравель [и др.]. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 304 с.
326. ФБГУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»: [Электронный ресурс]. Москва, 2012. URL: <http://voeikovmgo.ru/?lang=ru> (Дата обращения: 04.02.2018).
327. ФГБУ Воронежский государственный природный биосферный заповедник: [Электронный ресурс]. Воронеж, 2014. URL: <http://www.zapovednik-vrn.ru> (Дата обращения: 17.04.2015).
328. ФГБУ ГЦ АС «Воронежский»: [Электронный ресурс]. Воронеж, 2022. URL: <http://www.http://agrohim36.ru/>. (Дата обращения: 04.04.2022).
329. Федосеева Л.В. Количественное определение иридоидов в сырье пустырника / Л.В. Федосеева, Д.М. Попов // Фармация. - 1997. - № 4. -С. 18-21.
330. Федосеева Л.М. Гистохимический анализ листьев и корней лопуха большого (*Arctium lappa* L.), произрастающего на территории Алтайского края / Л.М. Федосеева, Н.Н. Кнауб, Т.Г. Селигеева // Химия растительного сырья. – 2004. – №1. – С. 61-64.
331. ФЗ-257 от 08.11.2007 «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в РФ и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» – М., 2007. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_72386/ (Дата обращения: 17.04.2018).
332. Фролова А.В. Лекарственные растения для лечения хирургической инфекции: подорожник большой / А.В. Фролова // Вестник фармации. -2006. -№2. -С.1-11.
333. Ханина М.А. Новые данные по химическому составу эфирного масла *Artemisia absinthium* L. / М.А. Ханина [и др] // Химия растительного сырья. - 2000. - № 3. -с. 33–40.

334. Хапиева З.М. Элементный состав *Polygonum aviculare* L. в урбанизированной среде / З.М. Хапиева, А.Р. Булатова // Альманах молодой науки. - 2013.- № 3. - С. 35-37.
335. Хижняк Р.М. Экологическая оценка содержания микроэлементов (Zn, Cu, Co, Mo, Cr, Ni) в агроэкосистемах лесостепной зоны юго-западной части ЦЧО : автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 03.02.08 / Р.М. Хижняк; Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. – М., 2016. - 24 с.
336. Химический анализ флавоноидных соединений пижмы обыкновенной / О.С. Половецкая [и др.] // Научный форум: Медицина, биология и химия: мат. IV междунар. науч.-практ. конф. М., Изд. «МЦНО», 2017. — № 2(4). — С. 52-57.
337. Химический состав органического вещества полыни горькой (*Artemisia absinthium* L., семейство сложноцветных) / В.В. Платонов [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. - 2019. - № 5. - С. 149-162.
338. Химический состав эфирных масел *Artemisia absinthium* L. и *Artemisia vulgaris* L. произрастающих на территории Красноярского края / А.А. Алякин [и др.] // Химия растительного сырья. - 2011. - №3. - с. 123–127.
339. Хишова О.М. Фармакологическое действие и применение в медицине пустырника / О.М. Хишова, Ю.А. Голяк // Вестник фармации. -2003. -№ 4. -С.54-56.
340. Хлонов Ю.П. Липа сердцевидная *Tilia cordata* Mill / Ю.П. Хлонов // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. - 2006. - С. 39-53.
341. Хлызова Н.Ю. Особенности формирования и современное состояние растительности Воронежского водохранилища. Лесные экосистемы зеленой зоны Воронежа / Н.Ю. Хлызова. — Воронеж: ВГУ, 1999. — 56 с.
342. Хопёрский государственный природный заповедник: [Электронный ресурс]. Воронеж, 2015. URL: <https://hoperzap.ru>. (Дата обращения: 17.04.2015).
343. Хортецкая Т.В. Определение содержания гидроксикоричных кислот в листьях подорожников большого и среднего / Т.В. Хортецкая [и др.] // Химия растительного сырья. – 2014. – №2. – С.177-180.
344. Хусаинова А.И. Фармакогностическое исследование цветков пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) : дис. ... канд. фарм. наук : 14.04.02 / А.И. Хусаинова. – Самара, 2015. – 241 с.
345. Цвелев Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо – Западной России / Н.Н. Цвелев. - СПб.: Изд-во СПУВА, 2000. -781 с.
346. Чибрик Т. С. Изменчивость микроэлементного состава *Artemisia absinthium* L. / Т. С. Чибрик // Экосистемы, их оптимизация и охрана. - 2014. -№ 11. - с. 106–113.
347. Чубирко М.И. Гигиенические проблемы применения пестицидов/ М.И. Чубирко, Н.П. Мамчик, Л.Е. Механтьев // Сб. науч. тр. «Гигиена: прошлое, настоящее, будущее». - Вып.1.- М., 2001.- С. 239-240.

348. Чусовитина К.А. Фармакологические особенности тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.) / К.А. Чусовитина, М.Ю. Карпухин // Аграрное образование и наука. - 2019. - № 4. - С. 31.
349. Шайхутдинова А.А. Распределение тяжёлых металлов в депонирующих средах в зоне влияния теплоэлектростанций / А.А. Шайхутдинова, Е.В. Гривко, О.Н. Немерешина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2016. - № 6 (62). - С. 187-189.
350. Шаламова Г.Г. Минеральный и белковый состав полисахаридного комплекса из соцветий *Tanacetum vulgare* / Г.Г. Шаламова, К.Н. Сысоева // Химия природных соединений. - 1985. - №2. - С. 267–268.
351. Шапошникова Л.М. Фитопоглощение радия-226 из техногенно загрязнённых почв на примере *Chamaenerion angustifolium*, *lathiruspratensis* и *L. vernus* / Л.М. Шапошникова // Теоретическая и прикладная экология. - 2018. - № 4. - С. 53-60.
352. Шаталина Н.В. Содержание некоторых биологически активных веществ в траве тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium*), произрастающего в Красноярском крае / Н.В. Шаталина [и др.] // Химия растительного сырья. - 2002. - №3. - С. 13-16.
353. Шекоян С.В. Анализ экотоксикологического состояния территории г. Воронеж / С.В. Шекоян, С.А. Епринцев // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. - 2014. - Т. 19. № 5. - С. 1365-1367.
354. Экологическая оценка радионуклидного загрязнения лекарственного сырья в Алтайском крае и проблема регламентирования / Е.М. Санаров [и др.] // Химия растительного сырья. – 1998. - №1. – С. 19-24.
355. Экологическая оценка сырьевых ресурсов лекарственных растений в условиях нарастающей антропогенной нагрузки Центрального Черноземья / Н.А. Дьякова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2014. - № 3. - С. 106-110.
356. Экологические закономерности распространения и морфологические особенности лесных почв надпойменно-террасового типа местности в пределах Воронежского заповедника / Т.А. Девятова [и др.] // Лесотехнический журнал. – 2019. – Т. 9. – № 2 (34). – С. 22–31.
357. Эколого-биогеохимическая оценка элементного и биохимического состава растительности антропогенно нарушенных экосистем (на примере *Achillea millefolium* L.) / А.И. Сысо [и др.] // Сибирский экологический журнал –2016. – № 5. – С. 782–792.
358. Элементный состав некоторых растений семейства Asteraceae / А.Ю. Ботов [и др.] // Научные Ведомости БелГУ. Серия: Медицина. Фармация. - 2011. - №22. – С.164-166.
359. Эффективность и безопасность лекарственного растительного сырья лопуха обыкновенного, собранного в Центральном Черноземье / Н.А. Дьякова [и др.] // Вестник

Воронежского государственного университета. Серия: Химия, Биология, Фармация. – 2019. - №3.- с. 73-78.

360. Юсубов М.С. Химический состав эфирного масла тысячелистников обыкновенного (*Achillea millefolium* L.) и азиатского (*Achillea asiatica* Serg.) / М.С. Юсубов [и др] // Химия растительного сырья. - 2000. - № 3. - С. 25-32.

361. Ягафарова Г.А. Экологические особенности тысячелистника азиатского в условиях природного загрязнения тяжелыми металлами: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Г.А. Ягафарова; Башкирский гос. универ. - Сибай, 2006. – 20 с.

362. Яковлева А.И. Биологически активные вещества пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare* L., произрастающей в центральной Якутии / А.И. Яковлева, В.В. Семенова // Химия растительного сырья. - 2010. - № 3. - С. 147-152.

363. Яцюк В.Я. Биологически активные вещества травы крапивы двудомной / В.Я. Яцюк, Г.А. Чалый, О.В. Сошникова // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. - 2006. - № 1. - С. 25-29.

364. A Review of the Pharmacological Effects of *Arctium lappa* (Burdock) / Y.S. Chan [et al.] // Inflammopharmacology Actions. - 2011. - N 19(5). - P.245-54.

365. A review on phytochemistry and medicinal properties of the genus *Achillea* / S. Saednia [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences.- 2011.- V. 19, N 3. - P. 173-186.

366. Abad M.J. A. An approach to the genus *Tanacetum* L. (Compositae): phytochemical and pharmacological review / M.J. Abad, P. Bermejo, A. Villar // Phytochemical and pharmacological review. - 1995. - V. 9. - P. 79-92.

367. Accumulation of artificial and natural radionuclides in medicinal plant material in the Central Black Soil Region of Russia / N. Dyakova [et al.] / Advances in Biological Sciences Research. – 2019. - Vol. 7. - P. 94-96.

368. Accumulation of particles on the surface of leaves during leaf expansion / L. Wang [et al.] // Science of the Total Environment. – 2015. – P. 420 – 434.

369. *Achillea millefolium* L. - phytochemical profile and in vitro antioxidant activity / L. Georgieva [et al.] // International Food Research Journal. - 2015. - V. 22, N4. - P. 1347-1352.

370. Adams R.P. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. 4th ed. Carol Stream: Allured Publ., 2007. - 804 p.

371. Agati G. Multiple functional roles of flavonoids in photoprotection / G. Agati, M. Tattini // New Phytol. – 2010. – Vol. 186. – P.786-793.

372. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. – URL: <https://www.atsdr.cdc.gov> (дата обращения: 06.10.2021).

373. Al-Snafi A. E. The Pharmacological Importance and Chemical Constituents of *Arctium lappa* / A.E. Al-Snafi // International Journal for Pharmaceutical Research Scholars (IJPRS). — 2014. — Vol. 3, N 1. — P. 663-670.
374. Amat N. In vivo hepatoprotective activity of the aqueous extract of *Artemisia absinthium* L. against chemically and immunologically induced liver injuries in mice / N. Amat, H. Upur, D. Blazekovic // Journal of Ethnopharmacology. — 2010. - N2. — P. 478-484.
375. Anagnostatou V.A. Assessment of Heavy Metals in Central Athens and Suburbs Using Plant Material. Dissertation. —Surrey, 2008. — 45 p.
376. Analysis of Aroma and Phenolic Components of Selected *Achillea* Species / Sh. Dokhani [et al.] // Plant Foods for Human Nutrition. - 2005. - Vol. 60. - P. 55- 62.
377. Antimicrobial, antioxidative, and insect repellent effects of *Artemisia absinthium* essential oil / T. Mihajilov-Krstev [et al.] // Planta Medica. — 2014. - Vol. 80. — P.1698-1705.
378. Antioxidant enzymes, fluctuating asymmetry and morphological changes of urban trees as an ecological indicators of heavy metal stress / N.A. Youssef [et al.] // International Journal of Pharmaceutical Science and Health Care. - 2013. - V. 3. - P. 1-11.
379. Asagba E.U. Screening and speciation of heavy metal contaminated soil from an automobile spare-parts market / E.U. Asagba, F.E. Okieimen, J. Osokpor // Chemical Speciation and Bioavailability. - 2007. — V. 19, N 1. — P. 9–15.
380. Assessment of Air Quality in an Urban Area of Belgrade, Serbia / M. Tasić [et al.] // Environmental Technologies, New Developments. — 2008. — P. 209 – 244.
381. Benedek B. *Achillea millefolium* L. - is the anti - inflammatory activity mediated by protease inhibition / B. Benedek, B. Kopp, M. F. Melzig // Journal of Ethnopharmacology. - 2007. - Vol. 113, N 2. - P. 312-317.
382. Beshay E.V. Therapeutic efficacy of *Artemisia absinthium* against *Hymenolepis nana*: in vitro and in vivo studies in comparison with the anthelmintic praziquantel / E.V. Beshay // Journal of Helminthology. — 2018. — Vol. 92. — P. 298-308.
383. Biogeochemical behavior of nickel under different abiotic stresses: toxicity and detoxification mechanisms in plants / N. Ameen [et al.] // Environmental Science and Pollution Research. - 2019. - V. 26. - P. 10496–10514.
384. Bora K.S. Evaluation of antioxidant and free-radical scavenging potential of *Artemisia absinthium* / K.S. Bora, A. Sharma // Pharmaceutical Biology. — 2011. - N49. — P. 1216-1223.
385. Brooks R.R. Plants that hyperaccumulate heavy metals / R.R. Brooks. - Wallingfords: CAB Intl., 1998. - 381 p.

386. Castanheiro A. Magnetic- and particle-based techniques to investigate metal deposition on urban green / A. Castanheiro, R. Samson , K. DeWael // Science of the Total Environment. – 2016. – № 571. – P. 594 – 602.
387. Castanheiro A. Urban green as indicator of metal pollution / A. Castanheiro, K. DeWael, R. Samson // 15th Castle Meeting New trends on Paleo, Rock and Environmental Magnetism. – Dinant, 2016. – P. 15 – 17.
388. Cataldo D.A. Soil and plant factors influencing the accumulation of heavy metals by plants. / D.A. Cataldo, R.E. Wildung // Environ Health Perspect. – 1978. – N 12. - P. 149–159.
389. Cempel M. Nickel: A review of its sources and environmental toxicology / M. Cempel, G. Nickel // Polish Journal of Environmental Studies. -2006. - V.15. -P. 375-382.
390. Chemical composition and biological activity of the volatile extracts of *Achillea millefolium* / D. Fakconieri [et al.] // Natural Product Communications - 2011- V.6, N10 - P.1527-1530.
391. Chemistry and leishmanicidal activity of the essential oil from *Artemisia absinthium* from Cuba / L. Monzote [et al.] // Natural Product Communications. – 2014. – №9. – P. 1799-1804.
392. Chemotaxonomy of Plantago. Iridoid glycosides and caffeoylphenylethanoid glycosides / N. Ronsted [et al.] // Phytochemistry. – 2000. – Vol. 55 – P. 337-348.
393. Copper environmental toxicology, recent advances, and future outlook: a review / M. Rehman [et al.] // Environmental Science and Pollution Research. - 2019. - V. 26. - P.18003–18016.
394. Delbari A.S. Cadmium and lead absorption in soil and plants of *Cercis siliquastrum* and *Ailanthus altissima* / A.S. Delbari // Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences. – 2019. – V. 9(4). – P. 149.
395. Depletion of high-abundance flavonoids by metal complexation and identification of lowabundance flavonoids in *Scutellaria baicalensis* Georgi / H. Wang [et al.] // Journal of Chromatography A. – 2013. – Vol. 1315. – P.107-117.
396. Deposition and Impact of Urban Atmospheric Dust on Two Medicinal Plants during Different Seasons in NCR Delhi / G.P. Gupta [et al.] // Aerosol and Air Quality Research. – 2016. – № 16. – P. 2920 – 2932.
397. Dijkshoorn, W. Phytotoxicity of zinc, nickel, cadmium, lead, copper and chromium in three pasture plant species, supplied with graduated amounts from the soil / W. Dijkshoorn, L.W. van. Broekhoven, S.E.M. Lampe // The Journal of Agricultural Science. – 1979. – V. 27, N 3. – P. 241–253.
398. Dimeric guaianolides from *Artemisia absinthium* / A. Turak [et al.] // Phytochemistry. – 2014. - №5. - P.109-114.
399. Effect of cadmium (Cd(II)), selenium (Se(IV)) and their mixtures on phenolic compounds and antioxidant capacity in *Lepidium sativum* / J.C.T. Elguera [et al.] // Acta Physiologiae Plantarum. – 2013. – Vol. 35. №2. – P.431-441.

400. Effect of cadmium on growth, ultramorphology of leaf and secondary metabolites of *Phyllanthus amarus* Schum. and Thonn / V. Rai [et al.] // *Chemosphere*. – 2005. – Vol. 61. – P.1644-1650.
401. Effect of chromium accumulation on photosynthetic pigments, oxidative stress defense system, nitrate reduction, proline level and eugenol content of *Ocimum tenuiflorum* L. / Rai V. [et al.] // *Plant Science*. – 2004. – Vol. 167. – P.1159-1169.
402. Environmental Factors Determining the Accumulation of Metals: Cu, Zn, Mn and Fe in Tissues of *Taraxacum* sp. sect. *Taraxacum* / E.Krolak [et al.] // *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. - 2018. – Vol. 101(1). - P. 68–74.
403. Evaluation of antioxidant and cytoprotective activities of *Arnica montana* L. and *Artemisia absinthium* L. ethanolic extracts / O. Craciunescu [et al.] // *Chemistry Central Journal*. - №2012. - №6(1). – P. 97-102.
404. Extraction and HPLC analysis of phenolic compounds in leaves, stalks, and textile fibers of *Urtica dioica* L. / P. Pinelli [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. - 2008. - Vol. 56, N19. - P. 9127-9132.
405. Features of ^{137}Cs distribution and dynamics in the main soils of the steppe zone in the southern European Russia. / E.A. Buraeva [et al.] // *Geoderma*. – 2015. - V. 260. - P.259–270.
406. Festa R.A. Copper: an essential metal in biology / R.A. Festa, D.J. Thiele // *Current biology*. - 2011. -V. 21. - P. 877–883.
407. Fierascu I. In Vitro Antioxidant and Antifungal Properties of *Achillea millefolium* L. / I. Fierascu, C. Ungureanu, S. M. Avramescu, R. C. Fierascu [et al.] // *Romanian Biotechnological Letters*. - 2015 - Vol. 20, №4. - P. 10626-10636.
408. Flavonoids and hydroxycinnamic acids from *Leonurus quinquelobatus* / Yu.V. Zagurskaya [et al.] // *Chemistry of Natural Compounds*. 2015. - N1. - P. 156-157.
409. Flavonoids and Sesquiterpene Lactones from *Artemisia absinthium* and *Tanacetum parthenium* against *Schistosoma mansoni* Worms / L.M. Almeida [et al.] // *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. – 2016 - №2. – P. 95-102.
410. Flavonoids as Antioxidants in Plants Under Abiotic Stresses / M.D. Ferdinando [et al.]. – NY: Springer New York, 2012. – P.159-179.
411. Gershenson J. Plant Defenses: Surface Protectants and Secondary Metabolites. In: *Plant Physiology*, 3rd ed., Eds. L.Taiz and E.Zeiger. - Massachusetts: Sinauer Associates, Sunderland, 2003. - P. 347-376.
412. Godzik, B. Heavy metals content in plants from zinc dumps and reference area / B. Godzik // *Polish Botanical Journal*. - 1993. - Vol. 5. - P.113–132.
413. Goessler W. Arsenic species in an arsenic hyperaccumulation fern, *Pityrogramma calomelanos* / W. Goessler, K. Francesconi // *The Science of the Total Environment*. – 2002. – V. 284. – № 1-3. – P. 27-35.

414. Gomez-Flores R. Immunoenhancing properties of *Plantago major* leaf extract / R. Gomez-Flores, C. L. Calderon // *Phytotherapy Research*. – 2000. – V. 14, N8. – P. 617–622.
415. Gorin A.G. Polysaccharides from *Plantago major* leaves. II. Pectic acid /A. G. Gorin // *Chemical Abstracts* – 1966. – N 64. – P. 115-152.
416. Grevsen K. Concentration and composition of flavonol glycosides and phenolic acids in aerial parts of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) are affected by nitrogen fertilization and by harvest time / K. Grevsen, X.C. Fretté, L.P. Christensen // *European Journal of Horticultural Science*. - 2008. – Vol. 73, N 1. – P. 20–27.
417. Grotz N. Molecular aspects of Cu, Fe and Zn homeostasis in plants / N. Grotz, M.L. Guerinot // *Biochimica et Biophysica Acta*.- 2006. - V. 1763. - P. 595– 608.
418. Guna G. Therapeutic value of *Arctium lappa* Linn. / G. Guna // *Asian Journal of Pharmaceutics*. — 2019. — Vol. 12, № 7. — P. 53-59.
419. Heavy metal accumulation in urban soils and deciduous trees in the City of Bolzano, N Italy / C. Dadea [et al.] // *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz*. – 2016. – N15. – P. 35-42.
420. Heavy metals accumulation in tree leaves from urban / M. Tomašević [et al.] // *Environmental Chemistry Letters*. – 2004. – Vol. 2(3). – P.151 – 154.
421. Hepatoprotective effects of *Arctium lappa* on carbon tetrachloride- and acetaminophen-induced liver damage / S.C. Lin [et al.] // *The American Journal of Chinese Medicine*. 2000. - Vol. 28, №2. - P. 163-173.
422. Hydroxyl radical scavenging activities of isoquinoline alkaloids isolated from *Coptis chinensis* / M.H. Jang [et al.] // *Archives of Pharmacal Research*. – 2009. – V.32, N3. – P.341-345.
423. Immunomodulatory activity of acidic polysaccharides isolated from *Tanacetum vulgare* L. / G.Xie [et al.] // *International Immunopharmacology*. - 2007. - V.7. - P.1639-1650.
424. In Vitro Schistosomicidal and Antiviral Activities of *Arctium lappa* L. (Asteraceae) Against *Schistosoma mansoni* and Herpes Simplex virus-1 / M.M. Dias [et al.] // *Biomed Pharmacotherapy*. - 2017. - Vol. 94. - P.489-498.
425. Intraspecific variability of yarrow (*Achillea millefolium* L. s.l.) in respect of developmental and chemical traits / K. Baczek [et al.] // *Herba Polonica*. - 2015 - V. 61, №3.- P. 37-52.
426. Jiaxu L. Assmann Mass spectrometry. An Essential Tool in Proteome Analysis / L Jiaxu, M. Sarah // *Plant Physiology*. - 2000. - Vol.123. – P. 807-809.
427. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. – FL: Crc Press., 2010. – 548 p.
428. Kavtaradze N.S. Anthocyan glucosides from *Urtica dioica* / N.S. Kavtaradze // *Chemistry of Natural Compounds*. - 2003. - V. 39(3). - P. 314.
429. Koyuncu I. Evaluation of anticancer, antioxidant activity and phenolic compounds of *Artemisia absinthium* L. Extract / I. Koyuncu // *Cellular and molecular biology*. – 2018. – Vol. 64(3). – P. 25-34.

430. Lappaol F, a novel anticancer agent isolated from plant *Arctium lappa* L. / Q. Sun [et al.] // *Molecular Cancer Therapeutics*. - 2014. - Vol. 13(1). - P.49-59.
431. LC-PDA-MS-profiles of phenolic compounds in extracts of aerial parts of *Urtica* species / F. Bucar [et al.] // *Planta Medica*. - 2006. - V. 72(11). - P. 983.
432. Loreto F. Abiotic stresses and induced biogenic volatile organic compounds / F. Loreto, J.P. Schnitzler // *Trends in Plant Science*. – 2010. – Vol. 15. – P.154-166.
433. Majoroside, an Iridoid Glycoside from *Plantago major* / N. Handjieva [et al.] // *Phytochemistry*. - 1991. - V. 30. - P. 1317–1318.
434. Mansour R.S. The pollution of tree leaves with heavy metal in Syria / R.S. Mansour // *International Journal of ChemTech Research*. –2014. – №6. – P. 2283 – 2290.
435. Metal ion ligands in hyperaccumulating plants / D.L. Callahan [et al.] // *Journal of Biological Inorganic Chemistry*. – 2006. - Vol. 11. - P. 2–12.
436. Metals and arsenic in cassava: Indicators of contamination in the Zambian Copperbelt mining district / B. Křibek [et al.] // *Environmental and health impacts of mining in Africa*. – 2012. – P. 29-34.
437. Monitoring of Selected Heavy Metals Uptake by Plants and Soils in the Area of Toru / B. Buszewski [et al.] // *Poland Polish Journal of Environmental Studies*. – 2000. - Vol. 9, N.6. - P. 511–515.
438. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to nickel stress: a review / M.B. Hussain [et al.] // *African Journal of Agricultural Research*. - 2013. - V.8. - P.1596-1602.
439. Naft J. The activity of *Artemisia* spp. and their constituents against Trypanosomiasis / J. Naft, T. Efferth // *Phytomedicine*. – 2018. – Vol. 47. – P. 184-191.
440. Narula A. Abiotic metal stress enhances diosgenin yield in *Dioscorea bulbifera* L. cultures / A. Narula, A. Kumar, P.S. Srivastava // *Plant Cell Reports*. – 2005. – V. 24. – P.250-254.
441. Natural variation in cadmium tolerance and its relationship to metal hyperaccumulation for seven populations of *Thlaspi caerulescens* from Western Europe / N. Roosens [et al.] // *Plant Cell and Environment*. – 2003. - Vol. 26. - P. 1657–1672.
442. Nickel contamination affects growth and secondary metabolite composition of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) / S.J. Murch [et al.] // *Environmental and Experimental Botany*. – 2003. – Vol. 49. – P.251-257.
443. Noro Y. Pharmacognostical Studies of Plantaginis herba (VII) on the Phenylethanoid Contents of *Plantago* spp. / Y. Noro, Y. Hisata, K. Okuda // *Japanese Journal of Pharmacognosy*. - 1991. - V.6 - P. 24–28.
444. Pesticides and heavy metals levels in Egyptian leafy vegetables and some aromatic medicinal plants / S.M. Dogheim [et al.] // *Food additives and contaminants*. - 2004. - V. 21, N4. - P. 323-330.
445. Phenolic compounds from *Achillea millefolium* L. and their bioactivity / S. Vitalini [et al.] // *Acta Biochimica Polonica*. - 2011. - Vol. 58, N 2. - P. 203-209.

446. Phenolic metabolism of *Matricaria chamomilla* plants exposed to nickel / J. Kováčik [et al.] // Journal of Plant Physiology. – 2009. – Vol. 166. №13. – P.1460-1464.
447. Phylloquinone (vitamin K₁) content of vegetables / M. Damon [et al.] // Journal of Food Composition and Analysis. – 2005. - Vol. 18, № 8. - P. 751-758.
448. Polysaccharides From *Arctium Lappa* L.: Chemical Structure and Biological Activity / J. Carlotto [et al.]// International Journal of Biological Macromolecules. - 2016. - V.91. - P.954-960.
449. Rai A. Effect of particulates generated from automobile emission on some common plants / A. Rai, K. Kulshreshtha // Journal of Food, Agriculture & Environment. – 2006. – Vol. 4(1). – P. 253 – 259.
450. Responses of *Landoltia punctata* to cobalt and nickel: Removal, growth, photosynthesis, antioxidant system and starch metabolism / L. Guo [et al.] // Aquatic Toxicology. – 2017. – V. 190. – P. 87-93.
451. Rice-Evans C.A. Structure– antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids / C.A. Rice-Evans, N.J. Miller, G. Papanga // Free Radical Biology and Medicine. – 1996. – Vol. 20. – P.933-956.
452. Samuelsen B.A. Paulsen Isolation and partial characterization of biologically active polysaccharides from *Plantago major* L. / B.A. Samuelsen, B. Smestad // Phytotherapy Research. – 1995. – Vol. 9, N3. – P. 211-218.
453. Schomakers J. *Urticae folium* / J. Schomakers, D. Bolbach, H. Pagels // Deutsche Apothekerzeitung. - 1998. - V. 135(7). - S. 578–584.
454. Selective nematocidal effects of essential oils from two cultivated *Artemisia absinthium* populations / J.J. Garda-Rodriguez [et al.] // Zeitschrift für Naturforschung. – 2015. – Vol. 70(9-10). – P. 275280.
455. Sharma D.S. Chromium accumulation and its effects on wheat (*Triticum aestivum* L. cv. HD 2204) metabolism / D.S. Sharma, C. Chatterjee, C.P. Sharma // Plant Science – 1995. – Vol.111, № 2. – P. 145–151.
456. Sharma V. Toxic effects of cobalt, chromium, lead and nickel chloride on growth performance of siris (*Albizia* spp.) / V. Sharma, M. N. Naugraiya, G. S. Tomar // International Journal of Conservation Science. – 2018. – V. 6, № 2. – P. 2407-2410.
457. Sheoran I.S. Effect of Cadmium and Nickel on Photosynthesis and Enzymes of the Photosynthetic Carbon Reduction Cycle in Pigeonpea (*Cajanus cajan* L.) / I.S. Sheoran, H.R. Singal, R. Singh // Photosynthesis Research. - 1990. - V. 23. - P. 345–351.
458. Shrivastava M. Hyperaccumulator Plants : The Resource to Understand the Extreme Adaptations of Plants Towards Heavy Metals / M. Shrivastava, A. Khandelwal, S. Srivastava // Plant-Metal Interactions. – 2019. – P. 79-97.
459. Significance of phenols in cadmium and nickel uptake / J. Kováčik [et al.] // Journal of Plant Physiology. – 2011. – Vol. 168, N6. – P.576-584.
460. Similar stress responses are elicited by copper and ultraviolet radiation in the aquatic plant *Lemna gibba*: implication of reactive oxygen species as common signals / T.S. Babu [et al.] // Plant Cell Physiology. – 2003. – Vol. 44. – P.1320-1329.

461. Sinha S. Effect of iron on lipid peroxidation, and enzymatic and non-enzymatic antioxidants and bacodise-A content in medicinal plant *Bacopa monnieri* L. / S. Sinha, R. Saxena // *Chemosphere*. – 2006. – Vol. 62. – P.1340-1350.
462. Skari K.P. Radical Scavengers and Ingibitors of Enzymatic Lipids Peroxydation from *Plantago major*, a Medicinal Plant. / K.P. Skari, T. Haugli, K.E. Malterud // *Proceeding of the 2nd International Conference on Natural Antioxidants and Anticarcinogens in Nutrition, Health and Disease*. Cambridge, 1999. - P. 200–202.
463. Smith E. Chemistry of arsenic in soils. Sorption of arsenate and arsenite by four Australian soils / E. Smith, R. Naidu, A.M. Alstom // *Soil Environ. Qual.* - 1999. - №6. - P.1797-1726.
464. Soil sampling and analytical strategies for mapping fallout in nuclear emergencies based on the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. / O. Yuichi [et al.] // *Journal of Environmental Radioactivity*. – 2015. - N 139. - P.300-307.
465. Some structural features of pectic polysaccharide from tansy, *Tanacetum vulgare* L. / A.Ya. Polle [et al.] // *Carbohydrate Polymers*. - 2002. - V. 49.- N3.- P. 337-344.
466. Speciation and solubility of Cu, Ni and Pb in contaminated soils / Tye A.M. [et al.] // *Eurasian Journal of Soil Science*. - 2004. - V. 55. - P. 579–590.
467. Taxonomic individuality of *Leonurus cardiaca* and *Leonurus quinquelobatus* in view of morphological and molecular studies / P. Marciniuk [et al.] // *Plant Systematics and Evolution*. - 2014. – V. 300, No 2. – P. 255–261.
468. The effect of hydro-alcoholic extract of *Artemisia absinthium* on appetite in male rats / S.T. Baghban [et al.] // *Avicenna Journal of Phytomedicine*. – 2015. - N 5(2). – P. 78-83.
469. The Essential Oil of *Achillea millefolium* L. cultivated under Tropical Condition in India / M. M. Nadin [et al.] // *World Journal of Agricultural Sciences*. - 2011. - V. 7, N 5.- P. 561-565.
470. The influence of heavy metal stress on the level of some flavonols in the primary leaves of *Phaseolus coccineus* / E. Skórzynska-Polit [et al.] // *Acta Physiologiae Plantarum*. – 2004. – Vol. 26. №3. – P.247-254.
471. Tomašević M. Trace element content in urban tree leaves and sem-edax characterization of deposited particles / M. Tomašević, M. Aničić // *Facta universitatis - series Physics Chemistry and Technology*. – 2010. – Vol. 8(1). – P. 1 – 13.
472. Trees as bioindicator of heavy metal pollution in three European cities / T. Sawidis [et al.] // *Environmental Pollution*. – 2011. – Vol. 159(12). – P. 3560 – 3570.
473. Trypanocidal, trichomonacidal and cytotoxic components of cultivated *Artemisia absinthium* Linnaeus (Asteraceae) essential oil / R.A. Martnez-Dfaz [et al.] // *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*. – 2015. - № 110(5). – P. 693-699.

474. Urban particulate pollution reduction by four species of green roof vegetation in a UK city / A.F. Speak [et al.] // *Atmospheric Environment*. – 2012. – Vol. 61. – P. 283 – 293.
475. Velasco-Lezama R. Effect of *Plantago major* on cell proliferation in vitro / R. Velasco-Lezama, R. Tapia-Aquilar // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2006. – V.103 (1). – P. 36–42.
476. Wada O. Trace elements, with special reference to the usefulness and safety of zinc / O. Wada, H. Yanagisawa // *Medicine and Drug Journal*. – 1997. – Vol. 33(12). – P. 126–134.
477. Wang H. Leaf Dust Capturing Capacity of Urban Greening Plant Species in Relation to Leaf Micromorphology / H. Wang, H. Shi, Y. Li // *Water Resource and Environmental Protection*. – 2011. – P. 2198 – 2201.
478. Wang H.Y. Studies on the chemical constituents of *Arctium lappa* L. / H.Y. Wang, J.S. Yang, Y.H. Pao // *Acta Pharmaceutica Sinica*. - 1993. - № 28. - P. 911-917.
479. Waters B.M. Optimal copper supply is required for normal plant iron deficiency responses / B.M. Waters, L.C. Armbrust // *Plant Signaling&Behavior*. - 2013. - V.8. -P.26611.
480. Williams C.A. Variations in lipophilic and polar flavonoids in the genus *Tanacetum* / C.A. Williams, J.B. Harborne, J. Eagles // *Phytochemistry*. - 1999. - V. 52. - P. 1301-1306.
481. Winkel-Shirley B. Biosynthesis of flavonoids and effect of stress / B. Winkel-Shirley // *Current Opinion in Plant Biology*. – 2002. – Vol. 5. – P.218-223.
482. Yruela I. Copper in plants: acquisition, transport and interactions / I. Yruela // *Functional Plant Biology*- 2009. - V. 36. - P. 409–430.
483. Zheljazkov V.D. Effect of heavy metals on peppermint and cornmint / V.D. Zheljazkov, N.E. Nielsen // *Plant and Soil*. – 1996. – V. 178. – P.59-66.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Таблица А.1 - Содержание золы общей в изучаемых образцах ЛРС, %

№ п/п	Район сбора	ЛРС									
		Трава горца птичьего	Трава полыни горькой	Трава тысячелистника обыкновенного	Трава пустырника пятилопастного	Листья подорожника большого	Листья крапивы двудомной	Цветки липы сердцевидной	Цветки пижмы обыкновенной	Корни одуванчика лекарственного	Корни лопуха большого
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	7,72	8,42	9,34	8,01	11,23	12,73	5,92	6,27	4,74	6,86
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	6,19	6,90	8,67	7,34	13,85	14,09	6,05	5,07	4,90	7,22
3.	Территория Теллермановского леса	9,42	7,99	7,44	6,06	12,09	11,85	4,82	7,30	3,88	5,30
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	8,60	9,05	10,40	8,90	10,11	16,73	3,22	5,33	5,10	6,17
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	9,25	8,03	8,55	6,55	9,85	17,05	5,08	6,86	6,12	7,88
6.	Улица города Острогожск	7,32	8,44	9,42	10,08	14,88	19,00	6,93	7,45	4,90	7,15
7.	Улица города Семилуки	9,90	10,28	10,97	9,65	13,05	18,41	7,30	8,22	5,31	4,99
8.	Улица города Нововоронеж	10,74	11,09	8,08	8,07	16,72	15,38	6,59	8,00	4,89	6,12
9.	ВЛЭ (Каширский район)	12,61	13,50	8,12	14,55	17,21	20,67	9,03	10,44	5,09	5,52
10.	Агробиоценоз Лискинского района	7,94	6,59	6,55	7,54	9,55	12,09	8,35	6,19	5,12	6,78
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	10,73	7,02	7,09	6,49	14,52	14,44	7,43	7,02	4,90	5,55
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	11,68	7,88	6,02	8,05	17,43	17,02	6,08	8,21	5,33	6,19
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	9,21	8,90	6,90	8,39	14,08	16,71	5,21	6,23	6,17	6,97
14.	Агробиоценоз Грибановского района	10,00	9,39	8,16	7,62	10,12	12,34	8,53	3,78	3,90	5,76
15.	Агробиоценоз Хохольского района	7,55	7,21	5,41	7,37	15,62	10,06	4,94	4,90	4,76	7,09
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	11,07	10,05	7,08	9,05	16,02	8,32	3,86	7,29	5,95	8,09
17.	Агробиоценоз Репьевского района	6,82	7,03	5,32	8,88	9,00	9,07	7,34	6,55	6,41	7,22
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	8,74	7,53	7,22	5,66	12,85	12,89	6,66	5,90	5,08	6,77
19.	Агробиоценоз Панинского района	9,05	8,90	6,07	7,79	10,64	13,06	5,39	6,29	5,37	7,39
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	6,86	8,05	9,07	8,40	13,99	15,28	4,28	5,89	5,62	6,84
21.	Агробиоценоз Эртильского района	10,43	9,32	10,21	10,42	17,32	13,75	4,23	7,77	6,82	7,03
22.	Агробиоценоз Россошанского района	7,60	7,96	8,09	7,56	12,48	9,45	5,28	7,95	4,08	8,67
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения»	12,33	11,67	14,19	11,05	19,81	17,82	8,94	8,32	6,02	7,09
24.	Вблизи ООО «Бормаш»	11,02	12,05	13,05	14,09	23,62	18,90	11,53	9,90	5,76	7,22
25.	Улица города Борисоглебск	15,74	14,17	14,11	10,98	28,26	23,94	12,40	7,40	3,87	8,95

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
26.	Улица города Калач	17,40	15,90	13,79	12,66	22,91	20,65	9,42	8,29	4,10	6,43
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС»	15,97	14,86	14,21	13,09	25,05	19,53	13,72	9,55	7,27	7,55
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук»	12,56	11,09	15,76	13,36	28,04	25,97	12,07	10,55	5,08	7,78
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	9,96	7,45	9,02	7,73	17,93	15,51	6,12	7,33	6,25	7,37
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	11,88	9,04	10,44	11,26	19,42	18,57	8,03	8,20	6,11	7,99
31.	Улица города Воронеж	19,74	18,09	18,77	19,04	31,74	29,15	15,94	16,03	7,53	9,88
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	21,94	19,55	19,99	18,90	29,52	30,41	15,09	18,12	7,41	10,04
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	13,42	14,32	16,08	13,53	22,71	21,91	10,07	10,67	5,55	8,27
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	11,80	10,07	13,11	11,08	18,64	15,06	7,90	8,43	4,89	6,12
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	10,78	10,29	11,98	9,06	17,93	16,38	6,08	6,22	3,98	6,08
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	16,36	17,46	18,90	17,51	30,06	26,41	12,85	15,35	7,31	9,51
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	14,33	15,40	16,52	15,30	27,42	23,06	12,09	11,22	5,78	7,22
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	13,24	14,80	15,08	11,22	20,65	17,41	9,69	10,08	6,17	7,08
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	9,55	11,06	10,12	9,60	17,32	13,09	7,53	7,45	4,21	6,41
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	18,94	17,46	18,89	19,05	28,51	32,62	14,98	14,87	7,77	7,90
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	16,45	15,21	16,33	17,43	26,12	28,06	11,08	13,88	6,33	7,33
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	16,73	13,75	13,16	13,75	23,33	23,95	9,34	13,07	6,04	7,97
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	12,60	11,87	12,87	12,66	19,38	18,04	6,38	12,08	5,28	7,90
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	13,65	12,33	14,21	13,28	19,08	19,05	9,04	10,55	4,39	8,89
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	10,53	10,89	12,04	10,62	19,57	15,98	8,34	8,90	5,99	6,80
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	9,05	9,06	12,14	8,09	17,31	16,62	7,09	6,00	4,65	7,31
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	7,41	8,21	11,08	8,50	14,02	10,09	7,66	6,27	3,90	6,91
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	14,62	14,22	16,78	13,74	24,63	20,43	12,07	11,28	6,59	7,90
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	12,04	11,75	12,09	10,89	15,98	13,84	7,20	8,35	4,29	7,23
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	10,49	9,56	11,20	8,44	13,80	11,08	6,94	5,08	5,22	6,47
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	10,07	8,11	8,23	8,68	14,66	9,05	4,12	5,66	4,90	6,17
Числовой показатель по ГФ, не более		13	13	15	12	20	20	10	9	8	11

Таблица А.2 - Содержание золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, %

№ п/п	Район сбора	ЛРС									
		Трава горца птичьего	Трава полыннй горькой	Трава тысячелистника обыкновенного	Трава пустырника пятилопастного	Листья подорожника большого	Листья крапивы двудомной	Цветки липы сердцевидной	Цветки пижмы обыкновенной	Корни одуванчика лекарственного	Корни лопуха большого
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,85	0,58	0,79	1,28	1,32	1,13	1,03	1,57	1,54	1,23
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,20	0,67	0,56	1,25	1,95	0,98	0,73	1,04	2,53	0,84
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,49	0,94	0,37	1,64	2,04	0,79	1,14	1,83	2,04	1,45
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	1,02	0,85	1,08	1,57	1,72	0,68	0,47	1,07	1,75	0,67
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,53	1,06	1,92	2,03	2,15	1,42	1,14	1,59	0,85	0,89
6.	Улица города Острогожск	2,54	2,64	2,37	4,87	5,57	2,75	1,90	2,36	1,24	1,02
7.	Улица города Семилуки	2,77	1,96	2,57	4,06	4,85	2,31	2,68	2,02	0,63	0,57
8.	Улица города Нововоронеж	1,95	1,59	1,62	3,72	4,02	1,41	1,22	1,96	1,04	0,12
9.	ВЛЭ (Каширский район)	4,47	3,58	2,75	7,78	5,63	3,74	2,58	4,83	1,80	1,63
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,76	0,90	0,59	1,47	2,06	1,32	1,64	1,07	1,48	0,24
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	1,85	0,57	0,74	1,55	1,73	1,84	0,55	2,09	2,04	0,74
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	1,94	0,67	0,47	2,04	3,05	1,70	0,76	2,86	2,17	0,50
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,57	1,56	0,42	2,17	2,88	0,64	1,04	1,85	1,24	1,46
14.	Агробиоценоз Грибановского района	1,04	1,48	1,17	1,36	1,68	0,74	1,59	0,96	0,96	0,57
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,62	0,95	0,37	1,05	1,75	1,07	1,06	1,86	0,85	1,31
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	1,76	1,27	0,77	2,04	2,06	0,68	0,97	2,05	1,24	1,68
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,43	0,96	0,28	1,77	1,04	0,95	1,25	1,36	2,62	0,98
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,51	1,04	0,81	0,99	2,83	1,04	0,85	1,85	2,06	0,34
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,47	0,86	0,64	1,37	1,06	1,15	0,66	2,87	1,94	1,28
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	0,86	0,27	1,01	2,75	2,75	1,24	0,70	1,75	1,79	0,85
21.	Агробиоценоз Эртильского района	1,28	1,56	1,88	3,75	4,03	1,96	1,62	3,05	1,30	1,17
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,63	1,82	1,16	1,74	2,98	0,85	0,73	1,15	0,97	0,99
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения»	3,84	3,67	3,46	5,85	7,16	2,15	2,60	3,86	1,68	0,63
24.	Вблизи ООО «Бормаш»	3,85	2,75	4,65	6,78	7,93	3,37	3,54	4,67	0,58	1,01
25.	Улица города Борисоглебск	4,67	4,80	1,68	5,85	7,05	4,59	4,65	3,76	1,47	0,86
26.	Улица города Калач	4,78	3,65	2,79	6,48	7,33	5,87	2,16	5,43	1,90	0,75
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС»	4,65	4,53	4,63	7,27	8,13	4,75	4,24	5,10	2,04	1,37

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук»	4,76	5,14	3,75	7,92	8,29	5,63	3,96	5,95	1,95	0,31
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	1,59	2,05	1,41	3,50	4,71	1,54	1,96	3,26	0,97	1,37
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	3,85	2,73	2,15	5,59	6,82	3,60	3,02	3,52	1,55	0,64
31.	Улица города Воронеж	5,70	6,61	4,15	9,70	10,50	7,38	5,98	6,85	2,63	2,24
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	6,36	6,82	5,70	10,50	11,24	7,93	4,28	7,27	2,11	2,02
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	5,16	5,03	4,64	8,52	9,43	4,73	3,63	6,44	1,60	2,15
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	2,73	2,85	2,30	5,87	5,21	1,59	2,05	3,37	1,27	0,68
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	2,58	2,22	1,95	4,09	4,26	1,27	1,96	3,10	1,06	0,78
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	5,16	4,62	4,26	8,74	10,88	6,49	5,84	6,37	1,80	1,95
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	4,86	4,68	3,94	7,87	9,58	5,37	5,31	5,73	1,56	1,81
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	4,25	3,69	3,57	7,68	7,78	3,65	3,38	4,74	1,14	1,14
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	2,46	2,86	1,17	4,26	5,47	1,26	1,96	2,57	1,62	0,84
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	5,72	6,69	6,58	10,54	11,53	7,73	5,57	5,90	1,95	1,58
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	5,00	5,86	5,87	9,78	10,09	6,56	5,04	5,56	1,56	2,36
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	4,64	5,43	5,25	9,25	9,58	5,50	4,44	5,25	1,51	1,03
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	4,53	4,64	3,97	8,43	8,36	3,19	3,65	4,86	1,42	0,96
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	4,65	4,61	3,15	6,47	7,83	3,97	3,54	5,37	2,62	2,48
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	4,14	3,55	2,96	5,76	6,54	2,58	2,75	4,75	2,68	1,73
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	2,14	2,46	2,12	4,29	4,84	1,14	1,87	3,08	1,95	1,69
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,84	1,75	1,34	2,66	3,11	1,39	1,09	2,43	0,87	0,97
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	4,83	3,78	3,60	6,37	7,64	3,74	3,87	5,72	2,00	2,04
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	2,31	2,68	2,16	4,36	5,70	1,24	1,94	3,09	1,26	1,85
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	2,52	1,68	1,25	3,54	4,26	1,13	1,25	2,35	1,72	1,47
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	1,26	1,43	0,85	2,69	2,09	1,36	0,73	1,64	0,56	0,64
Среднее для Воронежской области		2,79	2,76	2,38	4,76	5,34	2,77	2,37	3,43	1,59	1,17
Числовой показатель по ФС, не более		4	3	3	6	6	2	3	4	4	4,5

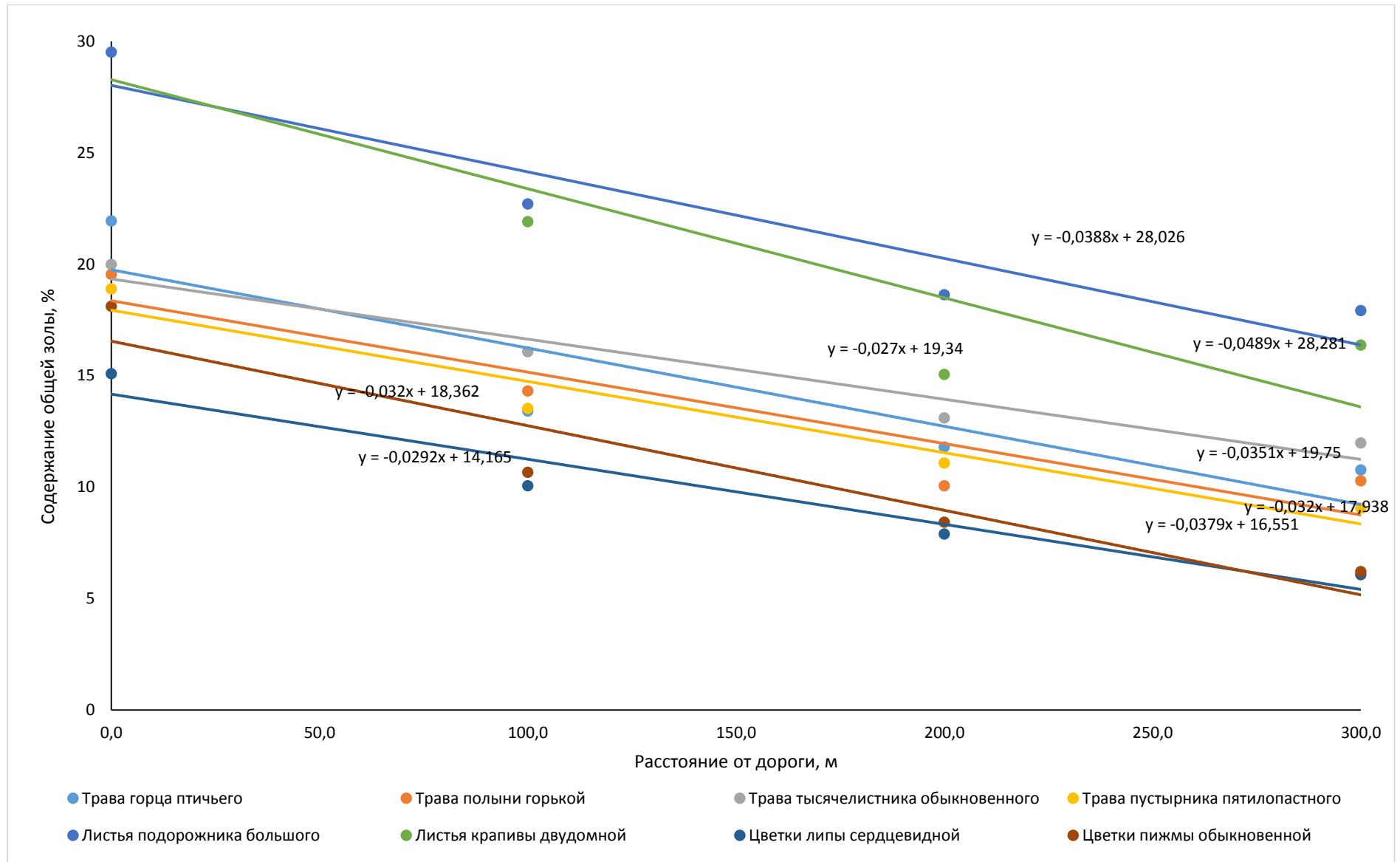


Рисунок А.1 - Содержание общей золы в ЛРС, заготовленном вдоль трассы М4 в Рамонском районе

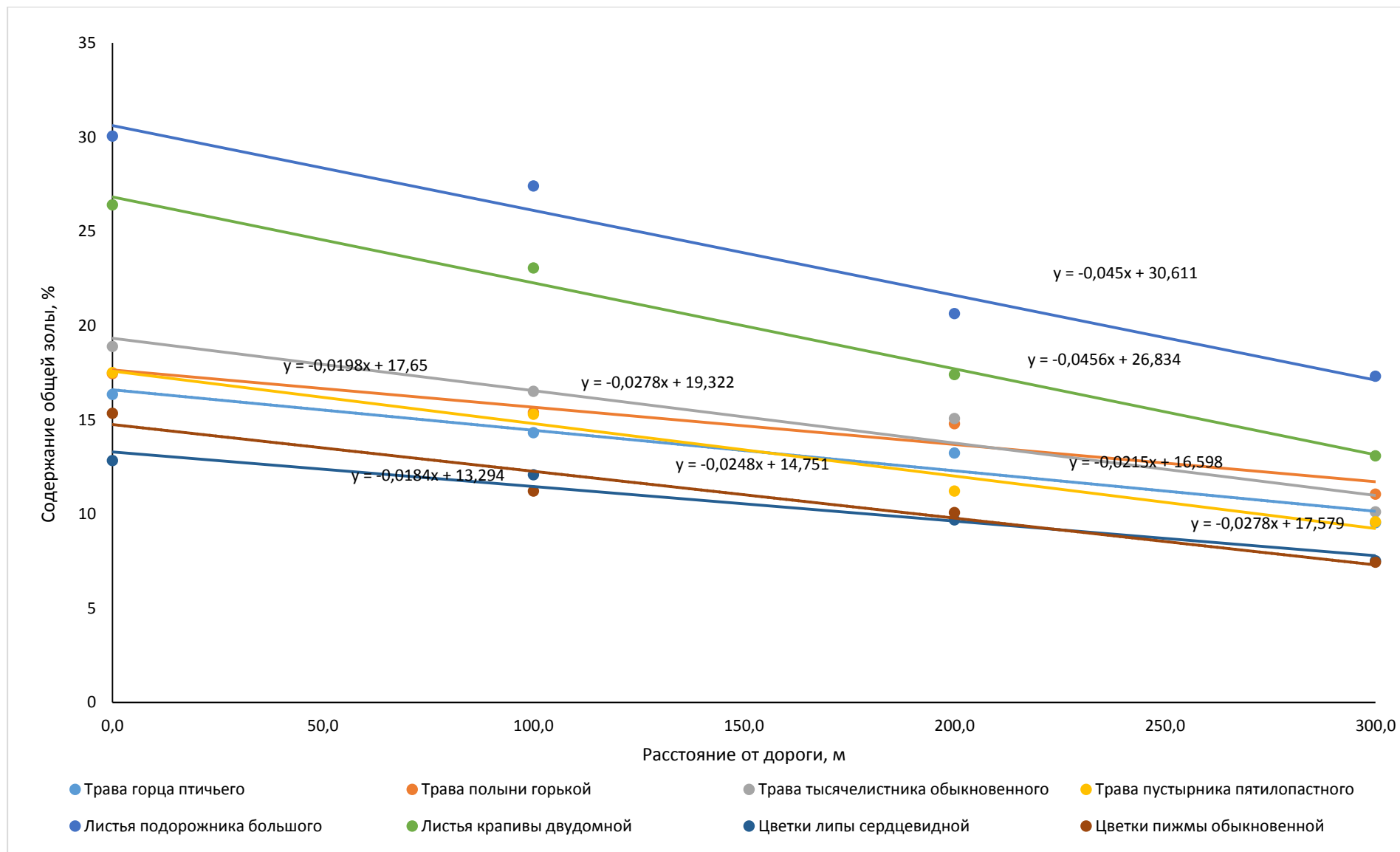


Рисунок А.2 - Содержание общей золы в ЛРС, заготовленном вдоль трассы А144

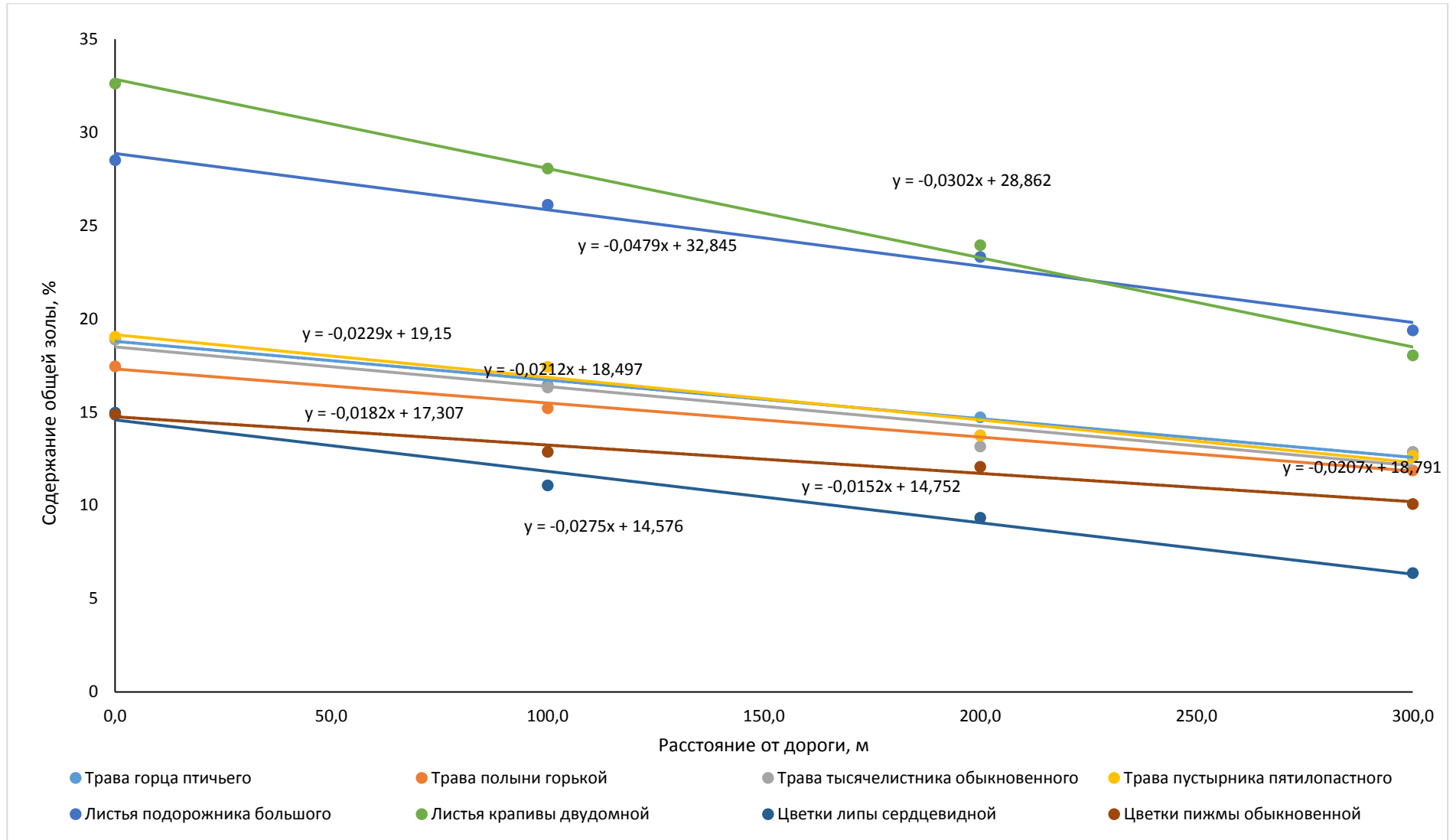


Рисунок А.3 - Содержание общей золы в ЛРС, заготовленном вдоль трассы М4 в Павловском районе

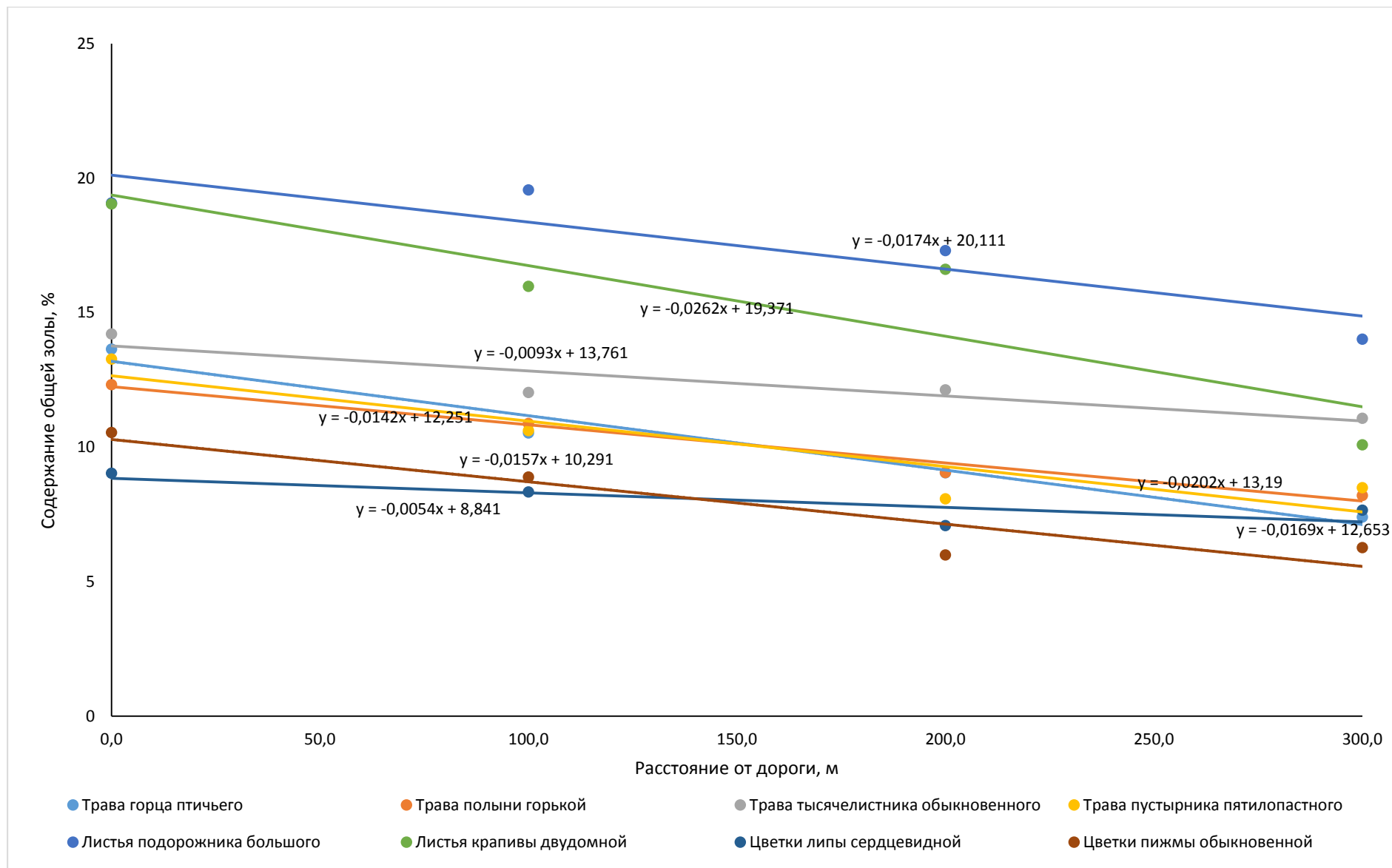


Рисунок А.4 - Содержание общей золы в ЛРС, заготовленном вдоль дороги обычного типа

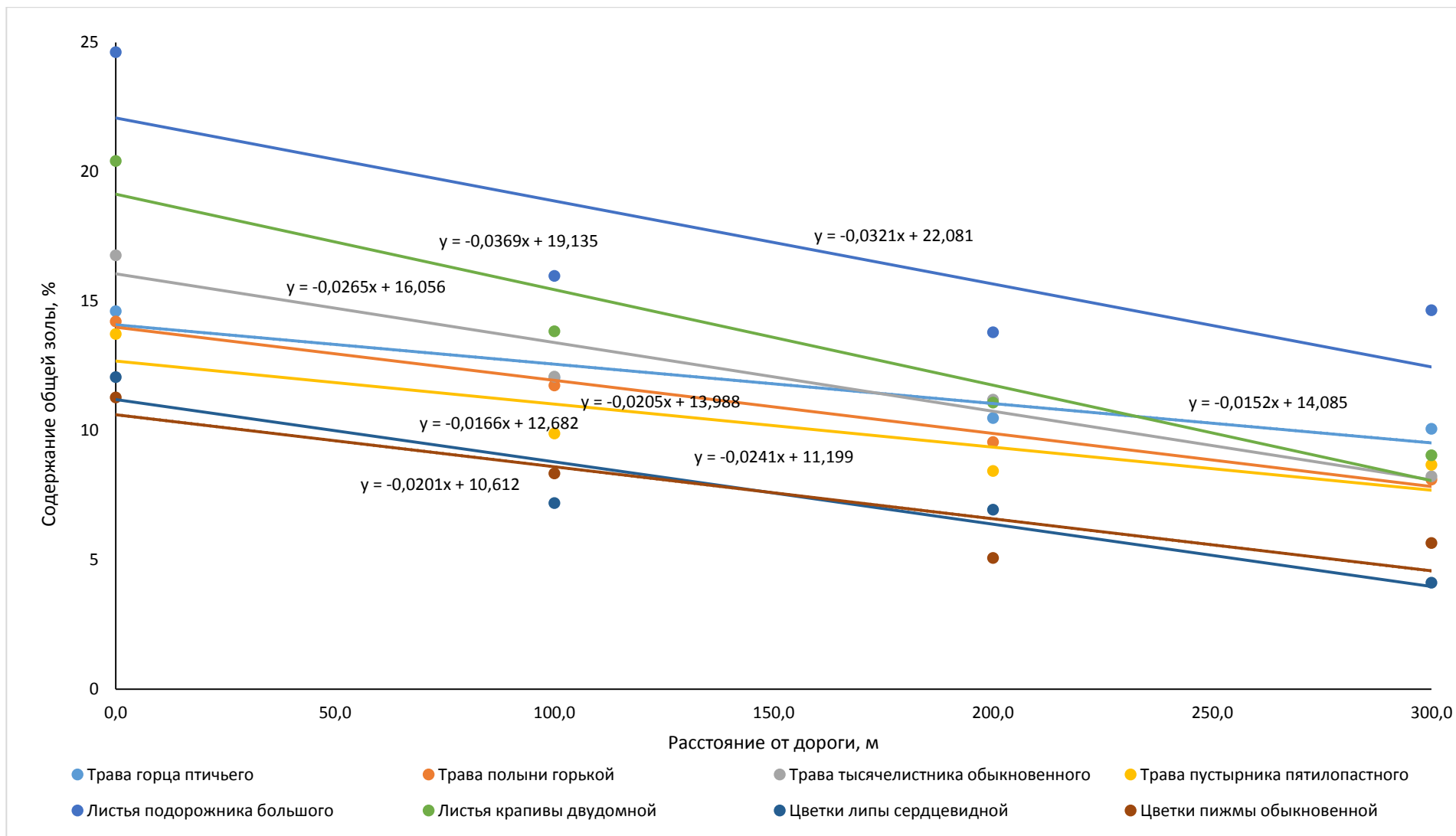


Рисунок А.5 - Содержание общей золы в ЛРС, заготовленном вдоль железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги

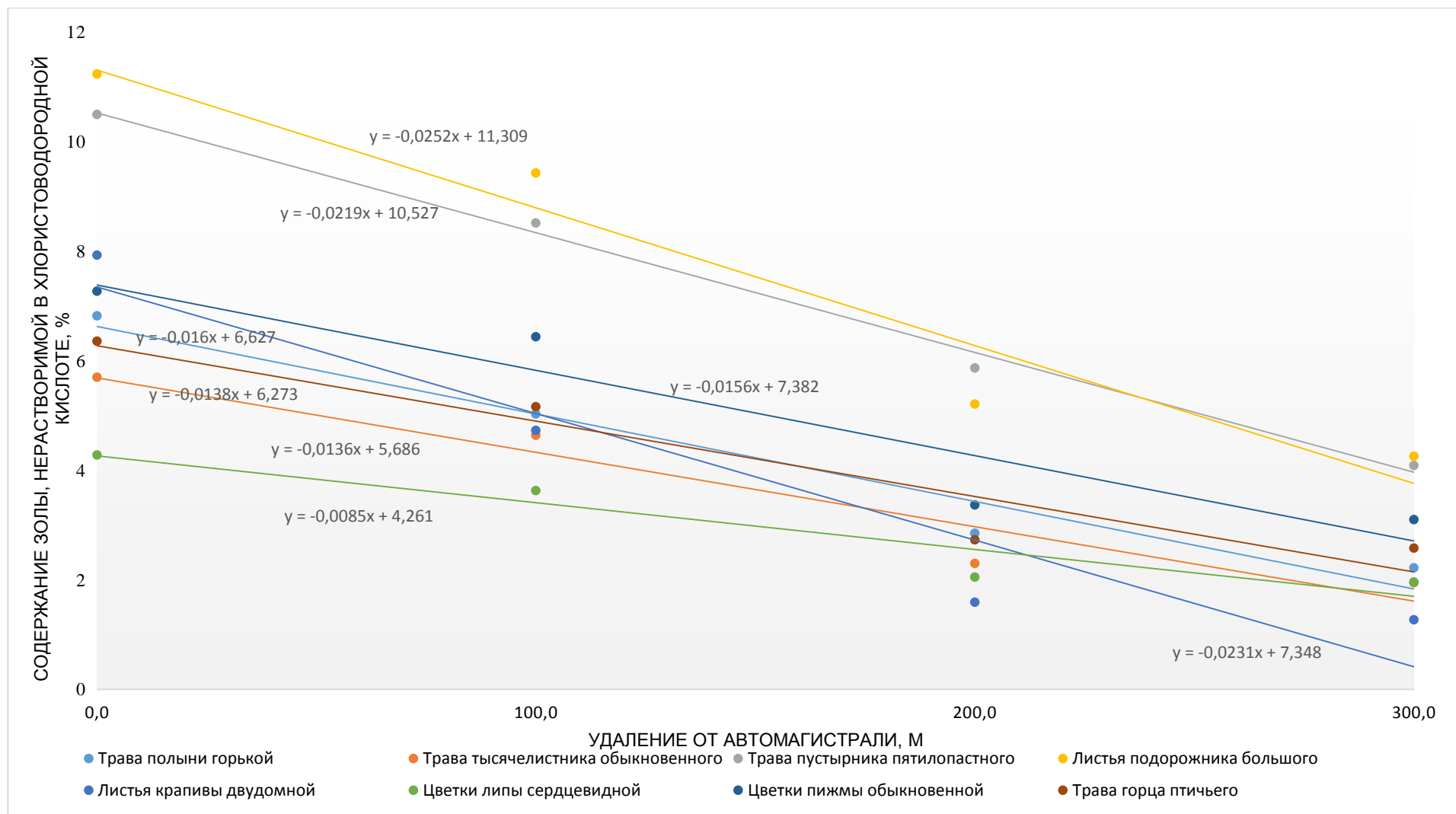


Рисунок А.6 - Содержание золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, в ЛРС, заготовленном вдоль трассы М4 в Рамонском районе

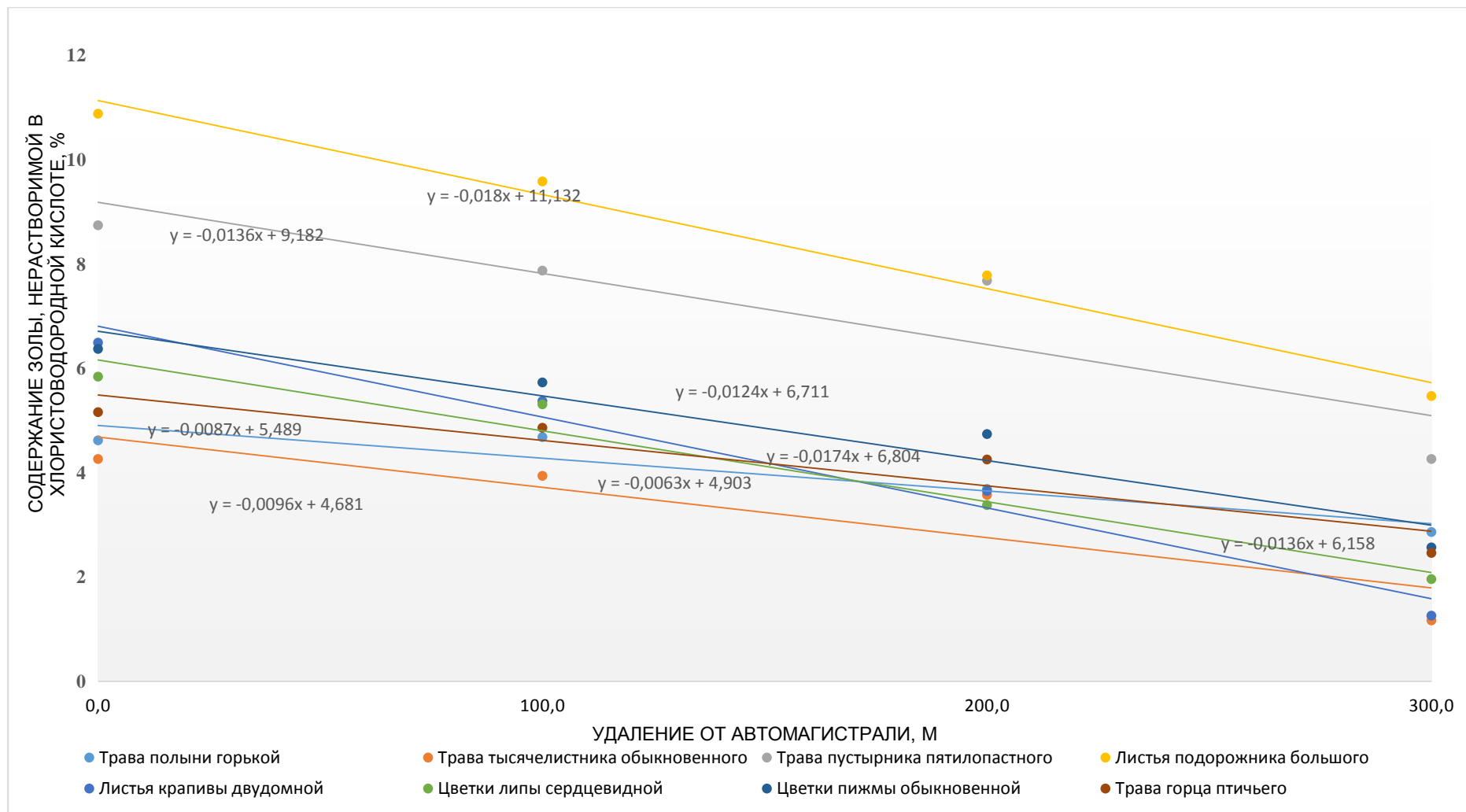


Рисунок А.7 - Содержание золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, в ЛРС, заготовленном вдоль трассы А144 в Аннинском районе

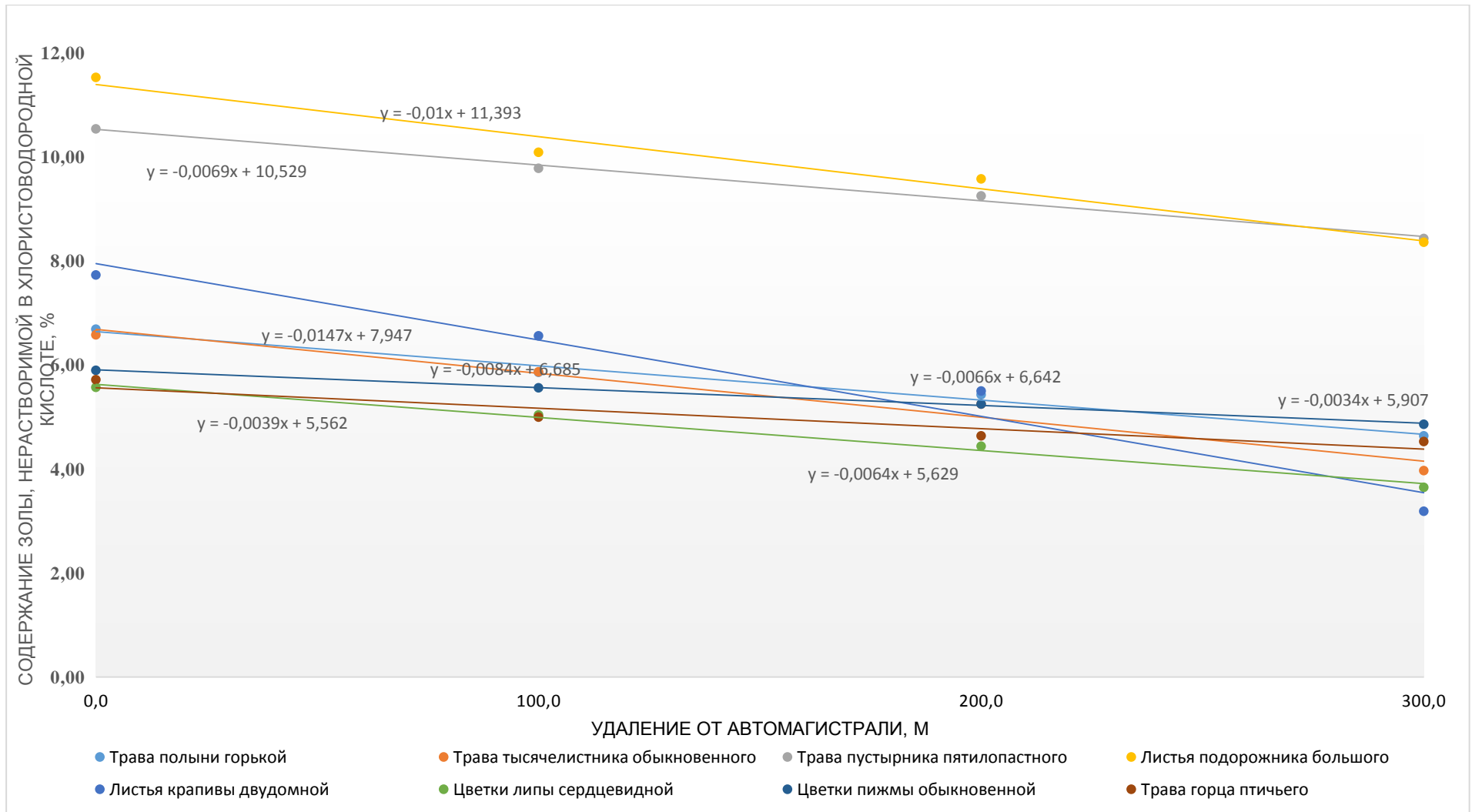


Рисунок А.8 - Содержание золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, в ЛРС, заготовленном вдоль трассы М4 в Павловском районе

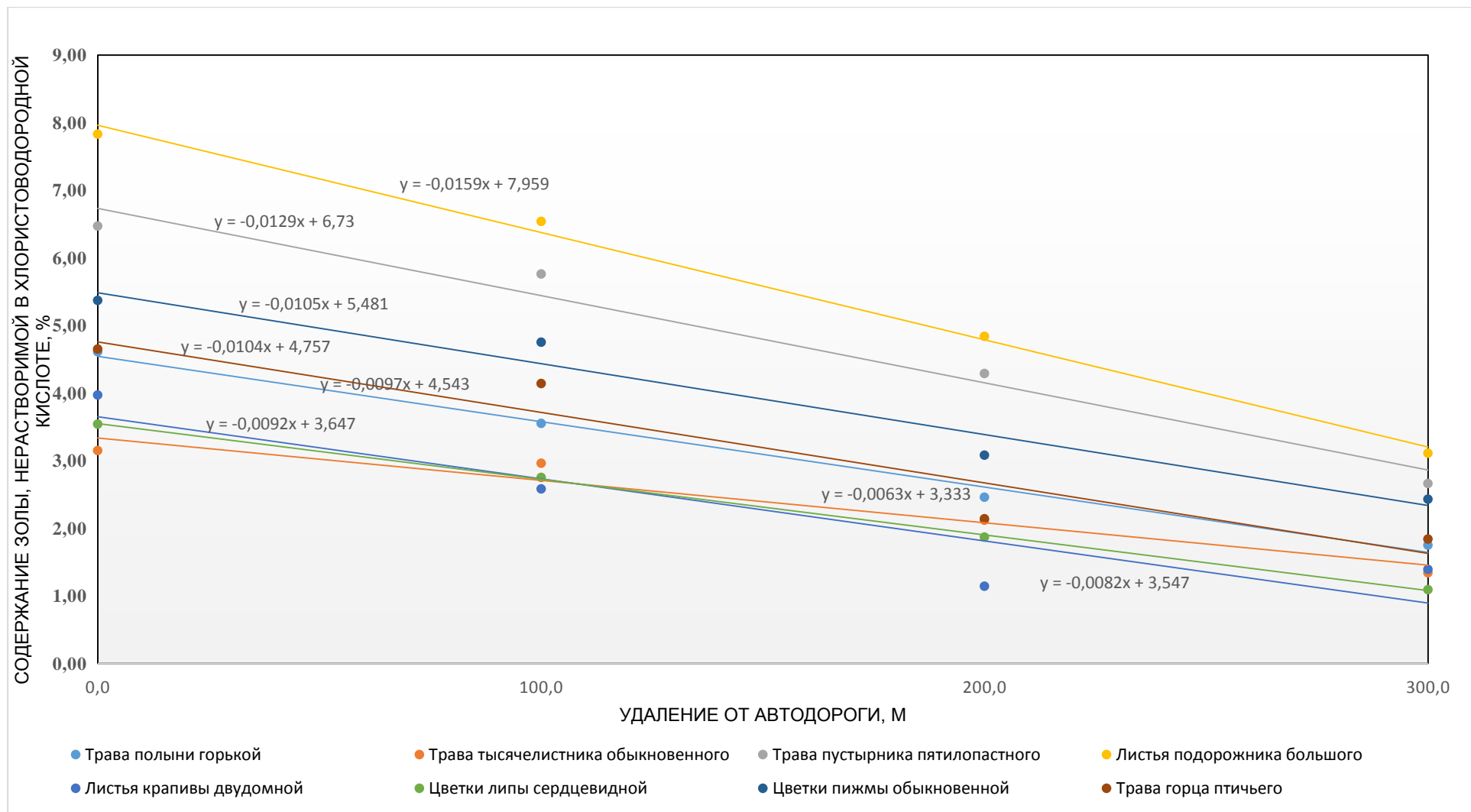


Рисунок А.9 - Содержание золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, в ЛРС, заготовленном вдоль дороги обычного типа в Богучарском районе

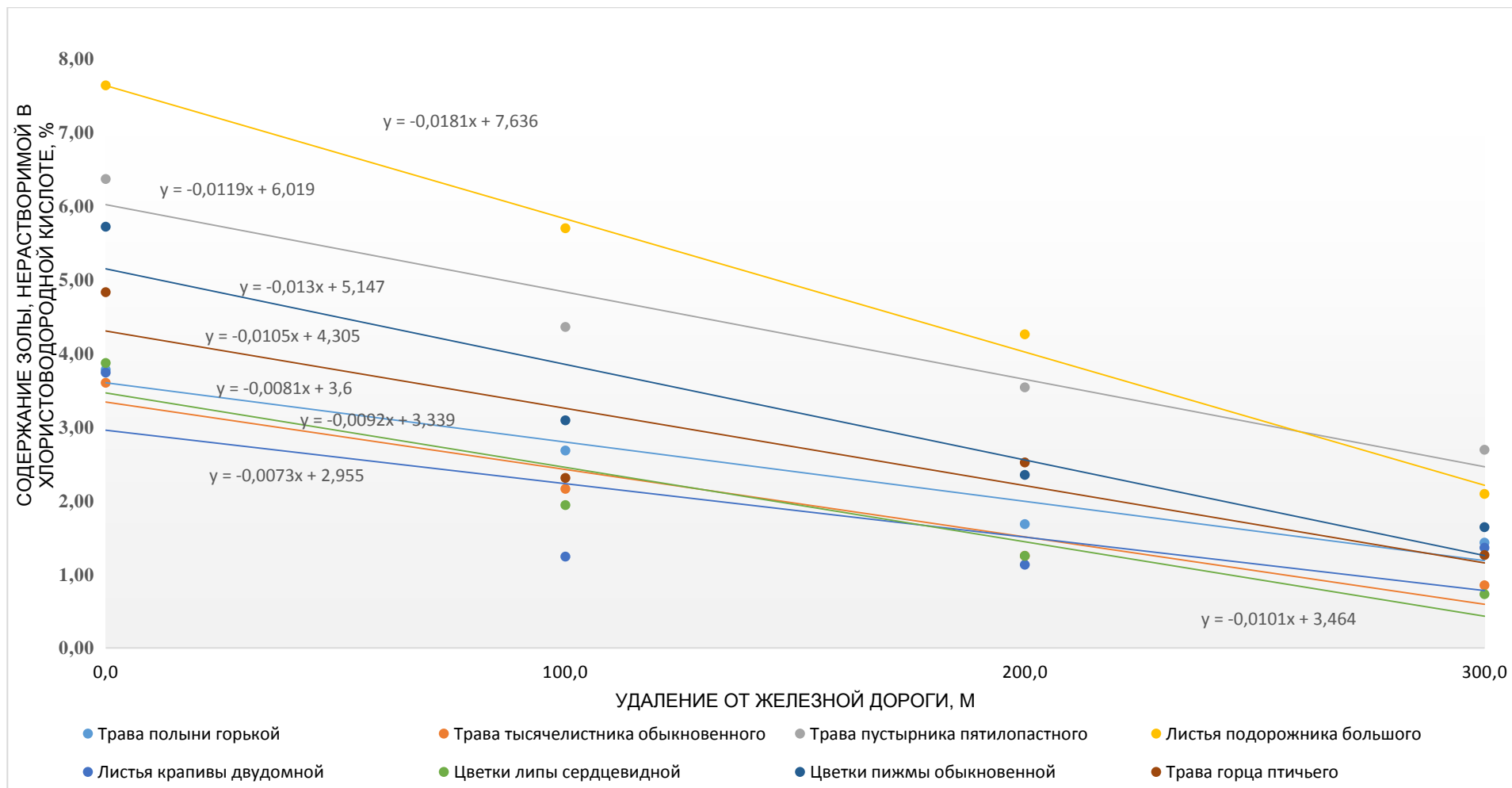


Рисунок А.10 - Содержание золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, в ЛРС, заготовленном вдоль железной дороги

Приложение Б

Таблица Б.1 - Элементный состав изучаемых видов ЛРС, мкг/г

Элемент	Цветки пижмы обыкновенной	Цветки липы сердцевидной	Листья подорожника большого	Листья крапивы двудомной	Трава тысячелистника обыкновенного	Трава пустырника пятилопастного	Трава полыни горькой	Трава горца птичьего	Корни лопуха большого	Корни одуванчика лекарственного	ВСП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Всего	42252,00	38530,97	61499,84	76757,19	32770,50	58065,73	43978,78	37045,59	48063,02	19063,72	439369,69
Макроэлементы											
Калий	29489,1	16505,0	26656,8	26565,0	14534,9	30612,1	25932,7	21498,2	31978,9	9226,2	10500
Кальций	5430,9	14203,9	24142,9	26089,5	10937,8	16905,4	10008,7	7028,6	6605,4	2414,5	19660
Натрий	38,9	37,6	261,4	105,9	38,8	56,4	40,6	682,7	3041,8	911,3	3300
Магний	2627,1	2810,6	3616,5	9227,3	2406,8	4018,9	1982,9	3237,1	1896,4	1109,0	4400
Фосфор	3822,8	3521,5	3415,3	4690,6	2813,4	4329,6	4267,3	1782,5	1976,5	2478,1	730
Всего	41408,8	37078,6	58092,9	66678,3	30731,7	55922,4	42232,2	34229,1	45499,0	16139,1	38590
Эссенциальные микроэлементы											
Ванадий	0,54	0,28	1,79	0,54	0,58	0,76	0,25	3,33	3,18	1,16	78
Железо	62,8	117,2	713,7	329,6	114,8	192,1	185,0	527,5	508,6	278,2	19100
Кобальт	0,23	0,19	0,41	0,22	0,21	0,56	0,20	0,83	3,73	4,25	3,3
Кремний	641,0	1119,3	1012,4	9278,7	1622,7	1498,6	1262,4	1239,7	686,4	2070,6	347000
Литий	0,599	0,049	0,628	0,071	1,644	0,284	0,074	0,578	0,929	0,316	8,5
Никель	0,98	0,95	1,60	1,68	0,86	1,39	1,09	1,91	2,29	1,03	2,3
Марганец	41,5	28,4	49,88	90,76	38,3	60,3	45,67	24,78	28,79	19,7	370
Медь	2,25	1,98	3,77	5,83	6,55	6,47	12,54	5,02	8,46	5,25	3,1
Молибден	0,37	1,36	1,817	7,696	1,15	0,67	0,925	0,552	0,754	0,21	0,87
Селен	0,004	0,006	0,16	0,35	0,028	0,030	0,041	0,021	0,32	0,24	8,5
Хром	0,17	0,19	2,87	1,49	0,38	0,34	0,59	1,22	3,07	3,29	4,2
Цинк	12,8	13,0	18,22	17,52	19,6	27,0	25,27	25,76	32,43	29,5	12
Всего	763,24	1282,91	1807,25	9734,46	1806,80	1788,50	1534,05	1831,20	1278,95	2413,75	366590,77
Нормируемые в ЛРС токсичные микроэлементы											
Кадмий	0,003	0,002	0,027	0,012	0,022	0,034	0,025	0,093	0,053	0,034	0,023
Мышьяк	0,03	0,012	0,332	0,098	0,210	0,19	0,364	0,08	0,281	0,130	0,9
Ртуть	0,0002	0,0001	0,0064	0,0626	0,0027	0,0041	0,0045	0,0027	0,0051	0,0025	0,05
Свинец	0,12	0,13	0,65	0,44	0,27	0,23	0,35	0,28	0,61	1,95	4

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Всего	0,15	0,14	1,02	0,61	0,50	0,46	0,74	0,46	0,95	2,12	4,97
Другие токсичные и малоизученные элементы											
Алюминий	14,6	78,8	1256,6	128,4	116,5	191,4	135,6	869,7	1036,8	447,7	31100
Барий	4,18	15,3	145,7	31,16	9,31	70,3	11,98	12	38,36	9,69	290
Бериллий	0,08	0,005	0,037	0,006	0,008	0,015	0,001	0,028	0,028	0,015	2
Вольфрам	0,0052	0,0068	0,12	0,04	0,0098	0,0096	0,15	0,06	0,023	0,025	0,78
Висмут	0,002	0,012	0,009	0,008	0,012	0,001	0,004	0,005	0,011	0,005	0,11
Гадолиний	0,007	0,0082	0,092	0,008	0,0102	0,019	0,012	0,071	0,069	0,049	3
Галлий	0,027	0,049	0,296	0,078	0,044	0,069	0,065	0,202	0,21	0,15	8,8
Гафний	0,002	0,0022	0,035	0,003	0,0077	0,015	0,006	0,028	0,018	0,018	1,6
Германий	0,001	0,017	0,029	0,016	0,002	0,0087	0,003	0,028	0,021	0,015	1,1
Гольмий	0,005	0,005	0,012	0,001	0,006	0,007	0,002	0,009	0,01	0,0053	0,36
Диспрозий	0,009	0,009	0,066	0,006	0,011	0,011	0,01	0,049	0,052	0,031	2
Европий	0,004	0,002	0,018	0,004	0,002	0,001	0,003	0,017	0,015	0,0069	0,65
Золото	0,0059	0,0039	0,026	0,0014	0,0013	0,0032	0,0055	0,0022	0,0021	0,0025	0,06
Иттербий	0,001	0,001	0,033	0,002	0,005	0,005	0,005	0,023	0,024	0,016	1,1
Иттрий	0,006	0,022	0,367	0,045	0,043	0,069	0,054	0,249	0,251	0,17	9,9
Лантан	0,012	0,04	0,51	0,06	0,065	0,086	0,07	0,34	0,346	0,23	18
Лютеций	0,001	0,001	0,006	0,001	0,002	0,003	0,001	0,004	0,004	0,0025	0,16
Неодим	0,012	0,047	0,422	0,046	0,08	0,11	0,061	0,315	0,327	0,28	15
Ниобий	0,0027	0,012	0,208	0,017	0,017	0,029	0,024	0,133	0,082	0,06	6,7
Олово	0,037	0,030	0,4	1,354	0,33	0,42	0,46	2,149	2,86	1,27	1,2
Празеодим	0,0024	0,0086	0,11	0,013	0,015	0,021	0,016	0,083	0,078	0,054	4,1
Рубидий	24,1	3,18	7,1	21,5	9,5	5,68	27,66	7,46	7,36	3,39	63
Самарий	0,004	0,012	0,094	0,01	0,017	0,047	0,011	0,063	0,069	0,045	3,2
Серебро	0,02	0,026	0,029	0,015	0,073	0,028	0,014	0,01	0,018	0,021	0,19
Скандий	0,009	0,002	0,72	0,65	0,84	0,92	0,54	0,32	0,62	0,51	50
Стронций	27,6	59,9	117,69	156,78	81,6	65,2	24,95	33,51	157,9	17,1	73
Сурьма	0,014	0,011	0,068	0,032	0,023	0,031	0,061	0,034	0,021	0,019	0,41
Таллий	0,0042	0,0024	0,0095	0,0074	0,0032	0,0069	0,0016	0,0134	0,015	0,0105	0,23
Тангал	0,0005	0,0004	0,01	0,008	0,001	0,0017	0,002	0,014	0,004	0,0042	0,5
Теллур	0,003	0,001	0,057	0,001	0,061	0,053	0,004	0,4	0,033	0,041	0,1
Тербий	0,004	0,004	0,013	0,001	0,006	0,005	0,002	0,01	0,01	0,0057	0,44
Титан	8,97	11,6	64,5	3,26	12,5	19,2	9,52	55,32	36,75	26,6	2400

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Торий	0,003	0,0045	0,126	0,011	0,016	0,016	0,021	0,11	0,105	0,068	5,4
Тулий	0,001	0,001	0,006	0,001	0,004	0,003	0,001	0,004	0,004	0,004	0,16
Уран	0,002	0,0034	0,037	0,003	0,0052	0,0069	0,016	0,03	0,073	0,019	1,2
Цезий	0,0084	0,0082	0,09	0,01	0,022	0,019	0,04	0,06	0,075	0,042	2,3
Церий	0,017	0,081	0,99	0,12	0,13	0,18	0,15	0,72	0,661	0,46	38
Цирконий	0,035	0,103	2,009	0,134	0,21	0,36	0,257	1,231	0,779	0,61	78
Эрбий	0,005	0,004	0,036	0,003	0,005	0,0069	0,005	0,024	0,026	0,015	1,2
Всего	79,80	169,33	1598,68	343,82	231,50	354,37	211,79	984,83	1284,11	508,76	34183,95

Таблица Б.2 - Доля элемента в общей сумме минерального комплекса, %

Элемент	Цветки пижмы обыкновенной	Цветки липы сердцевидной	Листья подорожника большого	Листья крапивы двудомной	Трава тысячелистника обыкновенного	Трава пустырника пятилопастного	Трава полыни горькой	Трава горца птичьего	Корни лопуха большого	Корни одуванчика лекарственного	ВСП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Доля от абсолютно сухого сырья	4,23	3,85	6,15	7,68	3,28	5,81	4,40	3,70	4,81	1,91	43,94
Макроэлементы											
Калий	69,79	42,84	43,34	34,61	44,35	52,72	58,97	58,03	66,54	48,40	2,39
Кальций	12,85	36,86	39,26	33,99	33,38	29,11	22,76	18,97	13,74	12,67	4,47
Натрий	0,09	0,10	0,43	0,14	0,12	0,10	0,09	1,84	6,33	4,78	0,75
Магний	6,22	7,29	5,88	12,02	7,34	6,92	4,51	8,74	3,95	5,82	1,00
Фосфор	9,05	9,14	5,55	6,11	8,59	7,46	9,70	4,81	4,11	13,00	0,17
Всего	98,00	96,23	94,46	86,87	93,78	96,31	96,03	92,40	94,67	84,66	8,78
Эссенциальные микроэлементы											
Ванадий	0,00128	0,00073	0,00291	0,00070	0,00177	0,00131	0,00057	0,00899	0,00662	0,00608	0,01775
Железо	0,14863	0,30417	1,16049	0,42941	0,35032	0,33083	0,42066	1,42392	1,05819	1,45932	4,34714
Кобальт	0,00054	0,00049	0,00067	0,00029	0,00064	0,00096	0,00045	0,00224	0,00776	0,02229	0,00075
Кремний	1,51709	2,90494	1,64618	12,08838	4,95171	2,58087	2,87048	3,34642	1,42813	10,86147	78,9767
Литий	0,00142	0,00013	0,00102	0,00009	0,00502	0,00049	0,00017	0,00156	0,00193	0,00166	0,00193

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Никель	0,00232	0,00247	0,00260	0,00219	0,00262	0,00239	0,00248	0,00516	0,00476	0,00540	0,00052
Марганец	0,09822	0,07371	0,08111	0,11824	0,11687	0,10385	0,10385	0,06689	0,05990	0,10334	0,08421
Медь	0,00533	0,00514	0,00613	0,00760	0,01999	0,01114	0,02851	0,01355	0,01760	0,02754	0,00071
Молибден	0,00088	0,00353	0,00295	0,01003	0,00351	0,00115	0,00210	0,00149	0,00157	0,00110	0,00020
Селен	0,00001	0,00002	0,00026	0,00046	0,00009	0,00005	0,00009	0,00006	0,00067	0,00126	0,00193
Хром	0,00040	0,00049	0,00467	0,00194	0,00116	0,00059	0,00134	0,00329	0,00639	0,01726	0,00096
Цинк	0,03029	0,03374	0,02963	0,02283	0,05981	0,04650	0,05746	0,06954	0,06747	0,15474	0,00273
Всего	1,81	3,33	2,94	12,68	5,51	3,08	3,49	4,94	2,66	12,66	83,44
Нормируемые в ЛРС токсичные микроэлементы											
Кадмий	0,00001	0,00001	0,00004	0,00002	0,00007	0,00006	0,00006	0,00025	0,00011	0,00018	0,00001
Мышьяк	0,00007	0,00003	0,00054	0,00013	0,00064	0,00033	0,00083	0,00022	0,00058	0,00068	0,00020
Ртуть	0,0000005	0,0000003	0,000010	0,000081	0,000008	0,000007	0,000010	0,000007	0,000010	0,000013	0,00001
Свинец	0,000284	0,000337	0,001057	0,000573	0,000824	0,000396	0,000796	0,000756	0,001269	0,010229	0,00091
Всего	0,00036	0,00037	0,00165	0,00080	0,00154	0,00079	0,00169	0,00123	0,00197	0,01110	0,00113
Другие токсичные и малоизученные элементы											
Алюминий	0,034555	0,204511	2,043257	0,167281	0,355503	0,329626	0,308331	2,347648	2,157168	2,348440	7,07832
Барий	0,009893	0,039708	0,236911	0,040596	0,028410	0,121070	0,027240	0,032393	0,079812	0,050830	0,06600
Бериллий	0,000189	0,000013	0,000060	0,000008	0,000024	0,000026	0,000002	0,000076	0,000058	0,000079	0,00046
Вольфрам	0,000012	0,000018	0,000195	0,000052	0,000030	0,000017	0,000341	0,000162	0,000048	0,000131	0,00018
Висмут	0,000005	0,000031	0,000015	0,000010	0,000037	0,000002	0,000009	0,000013	0,000023	0,000026	0,00003
Гадолиний	0,000017	0,000021	0,000150	0,000010	0,000031	0,000033	0,000027	0,000192	0,000144	0,000257	0,00068
Галлий	0,000064	0,000127	0,000481	0,000102	0,000134	0,000119	0,000148	0,000545	0,000437	0,000787	0,00200
Гафний	0,000005	0,000006	0,000057	0,000004	0,000023	0,000026	0,000014	0,000076	0,000037	0,000094	0,00036
Германий	0,000002	0,000044	0,000047	0,000021	0,000006	0,000015	0,000007	0,000076	0,000044	0,000079	0,00025
Гольмий	0,000012	0,000013	0,000020	0,000001	0,000018	0,000012	0,000005	0,000024	0,000021	0,000028	0,00008
Диспрозий	0,000021	0,000023	0,000107	0,000008	0,000034	0,000019	0,000023	0,000132	0,000108	0,000163	0,00046
Европий	0,000009	0,000005	0,000029	0,000005	0,000006	0,000002	0,000007	0,000046	0,000031	0,000036	0,00015
Золото	0,000014	0,000010	0,000042	0,000002	0,000004	0,000006	0,000013	0,000006	0,000004	0,000013	0,00001
Иттербий	0,000002	0,000003	0,000054	0,000003	0,000015	0,000009	0,000011	0,000062	0,000050	0,000084	0,00025
Иттрий	0,000014	0,000057	0,000597	0,000059	0,000131	0,000119	0,000123	0,000672	0,000522	0,000892	0,00225
Лантан	0,000028	0,000104	0,000829	0,000078	0,000198	0,000148	0,000159	0,000918	0,000720	0,001206	0,00410
Лютеций	0,000002	0,000003	0,000010	0,000001	0,000006	0,000005	0,000002	0,000011	0,000008	0,000013	0,00004
Неодим	0,000028	0,000122	0,000686	0,000060	0,000244	0,000189	0,000139	0,000850	0,000680	0,001469	0,00341
Ниобий	0,000006	0,000031	0,000338	0,000022	0,000052	0,000050	0,000055	0,000359	0,000171	0,000315	0,00152

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Олово	0,000088	0,000078	0,000650	0,001764	0,001007	0,000723	0,001046	0,005801	0,005951	0,006662	0,00027
Празеодим	0,000006	0,000022	0,000179	0,000017	0,000046	0,000036	0,000036	0,000224	0,000162	0,000283	0,00093
Рубидий	0,057039	0,008253	0,011545	0,028010	0,028989	0,009782	0,062894	0,020137	0,015313	0,017782	0,01434
Самарий	0,000009	0,000031	0,000153	0,000013	0,000052	0,000081	0,000025	0,000170	0,000144	0,000236	0,00073
Серебро	0,000047	0,000067	0,000047	0,000020	0,000223	0,000048	0,000032	0,000027	0,000037	0,000110	0,00004
Скандий	0,000021	0,000005	0,001171	0,000847	0,002563	0,001584	0,001228	0,000864	0,001290	0,002675	0,01138
Стронций	0,065322	0,155459	0,191366	0,204254	0,249004	0,112287	0,056732	0,090456	0,328527	0,089699	0,01661
Сурьма	0,000033	0,000029	0,000111	0,000042	0,000070	0,000053	0,000139	0,000092	0,000044	0,000100	0,00009
Таллий	0,000010	0,000006	0,000015	0,000010	0,000010	0,000012	0,000004	0,000036	0,000031	0,000055	0,00005
Тантал	0,000001	0,000001	0,000016	0,000010	0,000003	0,000003	0,000005	0,000038	0,000008	0,000022	0,00011
Теллур	0,000007	0,000003	0,000093	0,000001	0,000186	0,000091	0,000009	0,001080	0,000069	0,000215	0,00002
Тербий	0,000009	0,000010	0,000021	0,000001	0,000018	0,000009	0,000005	0,000027	0,000021	0,000030	0,00010
Титан	0,021230	0,030106	0,104878	0,004247	0,038144	0,033066	0,021647	0,149330	0,076462	0,139532	0,54624
Торий	0,000007	0,000012	0,000205	0,000014	0,000049	0,000028	0,000048	0,000297	0,000218	0,000357	0,00123
Тулий	0,000002	0,000003	0,000010	0,000001	0,000012	0,000005	0,000002	0,000011	0,000008	0,000021	0,00004
Уран	0,000005	0,000009	0,000060	0,000004	0,000016	0,000012	0,000036	0,000081	0,000152	0,000100	0,00027
Цезий	0,000020	0,000021	0,000146	0,000013	0,000067	0,000033	0,000091	0,000162	0,000156	0,000220	0,00052
Церий	0,000040	0,000210	0,001610	0,000156	0,000397	0,000310	0,000341	0,001944	0,001375	0,002413	0,00865
Цирконий	0,000083	0,000267	0,003267	0,000175	0,000641	0,000620	0,000584	0,003323	0,001621	0,003200	0,01775
Эрбий	0,000012	0,000010	0,000059	0,000004	0,000015	0,000012	0,000011	0,000065	0,000054	0,000079	0,00027
Всего	0,19	0,44	2,60	0,45	0,71	0,61	0,48	2,66	2,67	2,67	7,78

Таблица Б.3 - КН различных элементов изучаемыми видами ЛРС из ВСП

Элемент	Цветки пижмы обыкновенной	Цветки липы сердцевидной	Листья подорожника большого	Листья крапивы двудомной	Трава тысячелистника обыкновенного	Трава пустырника пятилопастного	Трава полыни горькой	Трава горца птичьего	Корни лопуха большого	Корни одуванчика лекарственного
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Макроэлементы										
Калий	2,81	1,57	2,54	2,53	1,38	2,92	2,47	2,05	3,05	0,88
Кальций	0,28	0,72	1,23	1,33	0,56	0,86	0,51	0,36	0,34	0,12

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Натрий	0,01	0,01	0,08	0,03	0,01	0,02	0,01	0,21	0,92	0,28
Магний	0,60	0,64	0,82	2,10	0,55	0,91	0,45	0,74	0,43	0,25
Фосфор	5,24	4,82	4,68	6,43	3,85	5,93	5,85	2,44	2,71	3,39
Эссенциальные микроэлементы										
Ванадий	0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,04	0,04	0,01
Железо	<0,01	0,01	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,01
Кобальт	0,07	0,06	0,12	0,07	0,06	0,17	0,06	0,25	1,13	1,29
Кремний	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Литий	0,07	0,01	0,07	0,01	0,19	0,03	0,01	0,07	0,11	0,04
Никель	0,43	0,41	0,70	0,73	0,37	0,60	0,47	0,83	1,00	0,45
Марганец	0,11	0,08	0,13	0,25	0,10	0,16	0,12	0,07	0,08	0,05
Медь	0,73	0,64	1,22	1,88	2,11	2,09	4,05	1,62	2,73	1,69
Молибден	0,43	1,56	2,09	8,85	1,32	0,77	1,06	0,63	0,87	0,24
Селен	<0,01	<0,01	0,02	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,03
Хром	0,04	0,05	0,68	0,35	0,09	0,08	0,14	0,29	0,73	0,78
Цинк	1,07	1,08	1,52	1,46	1,63	2,25	2,11	2,15	2,70	2,46
Нормируемые в ЛРС токсичные микроэлементы										
Кадмий	0,13	0,09	1,17	0,52	0,96	1,48	1,09	4,04	2,30	1,48
Мышьяк	0,03	0,01	0,37	0,11	0,23	0,21	0,40	0,09	0,31	0,14
Ртуть	<0,01	<0,01	0,13	1,25	0,05	0,08	0,09	0,05	0,10	0,05
Свинец	0,03	0,03	0,16	0,11	0,07	0,06	0,09	0,07	0,15	0,49
Токсичные и малоизученные элементы										
Алюминий	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,03	0,03	0,01
Барий	0,01	0,05	0,50	0,11	0,03	0,24	0,04	0,04	0,13	0,03
Бериллий	0,04	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01
Вольфрам	0,01	0,01	0,15	0,05	0,01	0,01	0,19	0,08	0,03	0,03
Висмут	0,02	0,11	0,08	0,07	0,11	0,01	0,04	0,05	0,10	0,05
Гадолиний	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,02	0,02	0,02
Галлий	<0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Гафний	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01
Германий	<0,01	0,02	0,03	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,03	0,02	0,01
Гольмий	0,01	0,01	0,03	<0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03	0,01
Диспрозий	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02
Европий	0,01	<0,01	0,03	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,02	0,01

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Золото	0,10	0,07	0,43	0,02	0,02	0,05	0,09	0,04	0,04	0,04
Иттербий	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,01
Иттрий	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02
Лантан	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,01
Лютеций	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02
Неодим	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,02	0,02	0,02
Ниобий	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01
Олово	0,03	0,03	0,33	1,13	0,28	0,35	0,38	1,79	2,38	1,06
Празеодим	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,02	0,02	0,01
Рубидий	0,38	0,05	0,11	0,34	0,15	0,09	0,44	0,12	0,12	0,05
Самарий	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,02	0,02	0,01
Серебро	0,11	0,14	0,15	0,08	0,38	0,15	0,07	0,05	0,09	0,11
Скандий	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
Стронций	0,38	0,82	1,61	2,15	1,12	0,89	0,34	0,46	2,16	0,23
Сурьма	0,03	0,03	0,17	0,08	0,06	0,08	0,15	0,08	0,05	0,05
Таллий	0,02	0,01	0,04	0,03	0,01	0,03	0,01	0,06	0,07	0,05
Тантал	<0,01	<0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,01	0,01
Теллур	0,03	0,01	0,57	0,01	0,61	0,53	0,04	4,00	0,33	0,41
Тербий	0,01	0,01	0,03	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,02	0,02	0,01
Титан	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,02	0,02	0,01
Торий	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,01
Тулий	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	0,02	0,01	0,03	0,03	0,03
Уран	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,03	0,06	0,02
Цезий	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02
Церий	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,01
Цирконий	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01
Эрбий	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,02	0,02	0,01

Таблица Б.4 - Накопление макро- и микроэлементов в изучаемых видах ЛРС согласно классификации по А.И. Перельману

Элементы	Цветки пижмы обыкновенной	Цветки липы сердцевидной	Листья подорожника большого	Листья крапивы двудомной	Трава тысячелистника обыкновенного	Трава пустырника пятилопастного	Трава полыни горькой	Трава горца птичьего	Корни лопуха большого	Корни одуванчика лекарственного
Сильно накапливаемые ($n \cdot 10^0$ - $n \cdot 10^1$)	K, P, Zn	K, P, Zn, Mo	K, Ca, P, Cu, Mo, Zn, Cd, Sr	K, Ca, Mg, P, Cu, Mo, Zn, Hg, Sn, Sr	K, P, Cu, Mo, Zn, Sr	K, P, Zn, Cu, Cd	K, P, Cu, Mo, Zn, Cd	K, P, Cu, Zn, Cd, Sn, Te	K, P, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Sn, Sr	K, P, Co, Cu, Zn, Cd, Sn
Среднего захвата ($n \cdot 10^{-1}$ - $n \cdot 10^0$)	Ca, Mg, Ni, Mn, Cu, Mo, Cd, Au, Rb, Ag, Sr	Ca, Mg, Ni, Cu, As, Bi, Ag, Sr	Mg, Co, Ni, Mn, Cr, As, Hg, Pb, Ba, W, Au, Sn, Rb, Ag, Sb, Te	Ni, Mn, Cr, Cd, As, Pb, Ba, Rb	Ca, Mg, Li, Ni, Mn, Cd, As, Bi, Rb, Ag, Te	Ca, Mg, Na, Ni, Co, Mn, Mo, As, Ba, Ag, Sr, Te	Ca, Mg, Ni, Mn, Cr, As, W, Rb, Sr, Sb	Ca, Mg, Na, Ni, Co, Mo, Cr, Rb, Sr	Ca, Mg, Na, Li, Mo, Cr, As, Hg, Pb, Ba, Rb, Bi, Te	Ca, Mg, Na, Ni, Mo, Cr, As, Pb, Ag, Sr, Te
Слабого захвата ($n \cdot 10^{-1}$ - $n \cdot 10^{-2}$)	Na, V, Co, Li, Cr, As, Pb, Ba, Be, Bi, W, Ho, Eu, Lu, Sn, Sb, Tl, Te, Tb, Tm,	Na, V, Fe, Co, Li, Mn, Cr, Cd, As, Pb, Ba, W, Ga, Ge, Ho, Au, Lu, Sn, Rb, Sb, Tl, Te, Tb, Tm	Na, V, Fe, Li, Se, Al, Be, Bi, Gd, Ga, Hf, Ge, Ho, Dy, Eu, Yb, Y, La, Lu, Nd, Nb, Pr, Sm, Sc, Tl, Ta, Tb, Ti, Th, Tm, U, Cs, Ce, Zr, Er	Na, V, Fe, Co, Si, Li, Se, Bi, W, Ga, Ge, Eu, Au, Lu, Ag, Sc, Sb, Tl, Ta, Te, Tm	Na, V, Fe, Co, Cr, Hg, Pb, Ga, W, Ba, Au, Ho, Dy, Lu, Nd, Sn, Sm, Sc, Tl, Tb, Sb, Ti, Tm, Cs	Na, V, Fe, Li, Cr, Hg, Pb, Al, W, Be, Bi, Gd, Ga, Dy, Hf, Ge, Ho, Au, Y, Lu, Nd, Sn, Pr, Rb, Sm, Sc, Sb, Tl, Tb, Ti, Tm, U, Cs, Er	Na, Fe, Co, Li, Hg, Pb, Ba, Bi, Ga, Ho, Dy, Au, Y, Lu, Sn, Ag, Sc, Tl, Te, Tm, U, Cs	V, Fe, Li, Mn, As, Hg, Pb, Al, Ba, Be, Bi, W, Gd, Ho, Ga, Dy, Hf, Ge, Y, Eu, Au, Yb, La, Lu, Nd, Nb, Pr, Sm, Ag, Sc, Sb, Tl, Ta, Tb, Ti, Th, Tm, U, Cs, Ce, Zr, Er	V, Fe, Mn, Se, Al, Be, W, Gd, Ga, Hf, Ge, Ho, Dy, Eu, Au, Yb, Y, La, Lu, Nd, Nb, Pr, Sm, Ag, Sc, Sb, Tl, Ta, Ti, Tb, Th, Tm, U, Cs, Ce, Zr, Er	V, Fe, Si, Li, Mn, Se, Hg, Al, Gd, W, Hf, Ga, Ho, Ge, Eu, Dy, Ba, Be, La, Y, Bi, Au, Yb, Lu, Nd, Nb, Sc, Pr, Rb, Sm, Ti, Sb, Tl, Ta, Tb, Th, Tm, U, Cs, Ce, Zr, Er

Приложение В

Таблица В.1 - Валовое содержание ТМиМ в образцах ВСП и суммарный показатель загрязнения

№ п/ п	Территория заготовки образцов	Тип почвы	Валовое содержание ТМиМ в почве, мг/ кг									Суммарный показатель загрязнения
			Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	дерновые лесные	4,10	0,04	0,02	0,90	2,24	3,90	2,99	3,30	11,48	-
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	пойменно-лесные серые глееватые	4,32	0,02	0,07	0,62	5,76	4,62	2,16	7,41	17,34	-
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	темно-серые лесные	4,74	0,01	0,03	0,55	2,85	2,86	1,84	6,84	25,61	-
Среднее региональное фоновое			4,39	0,02	0,04	0,69	3,62	3,79	2,33	5,85	18,14	-
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	аллювиальные засоленные	3,23	0,04	0,06	0,78	6,67	10,20	4,75	7,19	22,68	6
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	черноземы обыкновенные	8,95	0,06	0,16	0,64	1,54	17,47	6,28	13,90	17,00	13
6.	Улица города Острогожск	черноземы солонцеватые	7,66	0,03	0,19	0,92	10,83	23,41	7,26	16,46	42,70	19
7.	Улица города Семилуки	черноземы солонцеватые	9,87	0,02	0,10	1,12	8,33	26,42	10,61	27,73	50,76	21
8.	Улица города Нововоронеж	черноземы выщелочные	4,45	0,09	0,02	0,75	2,23	8,29	4,42	4,67	13,87	5
9.	ВЛЭ (Каширский район)	черноземы выщелочные	12,63	0,05	0,25	1,41	20,12	14,13	8,40	7,97	66,12	23
10.	Агробиоценоз Лискинского района	черноземы обыкновенные	7,82	0,05	0,34	0,73	1,46	9,56	9,32	17,86	9,58	16
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	черноземы обыкновенные	1,71	0,07	0,25	0,99	8,95	12,70	5,45	9,34	30,21	14
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	черноземы обыкновенные	3,23	0,03	0,24	0,92	13,84	4,48	7,37	26,94	26,63	16
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	черноземы обыкновенные	4,62	0,07	0,26	0,68	1,35	8,40	10,04	29,62	28,90	17
14.	Агробиоценоз Грибановского района	черноземы солонцеватые	6,20	0,02	0,07	1,29	11,83	4,19	4,04	18,00	35,71	9
15.	Агробиоценоз Хохольского района	черноземы обыкновенные	3,50	0,03	0,18	0,81	12,14	6,61	7,00	15,47	41,84	13
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	черноземы обыкновенные	4,43	0,01	0,21	1,06	4,84	2,53	4,02	10,55	17,85	7

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
17.	Агробиоценоз Репьевского района	черноземы обыкновенные	3,22	0,09	0,17	1,18	6,20	7,25	9,90	9,36	21,09	13
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	черноземы обыкновенные	2,77	0,06	0,10	0,65	7,30	4,00	5,10	23,39	14,78	9
19.	Агробиоценоз Панинского района	черноземы обыкновенные	6,85	0,10	0,24	1,25	10,88	12,88	8,60	10,33	47,93	20
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	черноземы обыкновенные	11,53	0,09	0,30	1,34	4,87	10,53	6,38	26,82	29,08	21
21.	Агробиоценоз Эртильского района	черноземы обыкновенные	13,11	0,11	0,32	0,72	12,99	4,67	4,59	14,97	46,72	21
22.	Агробиоценоз Россошанского района	черноземы обыкновенные	6,75	0,13	0,24	1,20	14,57	8,50	8,30	28,75	25,00	23
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	черноземы обыкновенные	10,14	0,12	0,52	2,79	28,46	45,16	18,92	51,55	154,45	62
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	черноземы обыкновенные	34,57	0,06	0,71	3,09	98,25	37,72	16,73	62,35	128,74	87
25.	Улица города Борисоглебск	черноземы типичные	12,35	0,05	0,47	1,11	14,94	25,28	10,53	24,63	95,45	35
26.	Улица города Калач	черноземы обыкновенные	14,02	0,02	0,13	1,12	29,9	42,81	9,12	39,24	81,46	36
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	аллювиальные луговые оглеенные суглинистые	7,34	0,16	0,09	3,81	5,35	36,73	12,07	37,88	94,26	36
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	аллювиальные луговые оглеенные суглинистые	17,39	0,15	0,12	1,63	4,23	43,47	11,26	28,68	132,08	37
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	серые лесостепные среднесуглинистые	11,91	0,14	0,16	1,45	8,45	18,10	7,31	7,94	37,13	20
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	аллювиальные засоленные	33,80	0,12	0,21	1,57	15,53	24,62	6,29	28,05	25,91	32
31.	Улица города Воронеж	урбано-дерново- лесные песчаные	15,83	0,16	0,19	1,67	6,15	35,48	21,78	38,31	123,25	43
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	серые лесостепные среднесуглинистые	26,55	0,09	0,68	1,90	37,32	25,27	14,98	59,04	94,13	60
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	серые лесостепные среднесуглинистые	12,58	0,08	0,58	1,71	26,88	32,10	13,23	30,63	87,41	47
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	серые лесостепные среднесуглинистые	10,11	0,02	0,21	1,17	11,22	18,42	8,17	19,56	46,29	19

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	серые лесостепные среднесуглинистые	7,99	0,02	0,20	1,12	8,15	19,39	5,09	19,46	30,35	16
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	черноземы обыкновенные	24,8	0,02	0,34	1,34	39,39	26,93	10,53	42,73	105,59	45
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	черноземы обыкновенные	17,7	0,02	0,29	1,1	31,32	28,42	11,17	36,19	98,48	38
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	черноземы обыкновенные	13,77	0,02	0,13	0,81	22,4	23,41	10,21	31,64	86,24	27
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	черноземы обыкновенные	10,38	0,02	0,09	0,76	12,1	20,7	8,18	32,07	78,57	21
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	черноземы обыкновенные	26,76	0,02	0,27	0,96	36,65	22,89	15,65	46,52	116,9	44
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	черноземы обыкновенные	19,13	0,02	0,24	0,87	25,94	20,35	14,11	41,78	105,75	36
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	черноземы обыкновенные	12,61	0,01	0,19	0,63	17,77	18,55	13,06	35,74	92,71	28
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	черноземы обыкновенные	10,79	0,01	0,17	0,54	5,84	19,59	12,75	27,48	74,86	21
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	черноземы обыкновенные	10,69	0,02	0,13	1,14	4,83	16,64	7,85	27,85	54,84	17
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	черноземы обыкновенные	4,10	0,01	0,09	0,98	3,91	12,52	6,17	26,75	50,65	11
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	черноземы обыкновенные	3,70	0,01	0,04	0,85	3,43	15,03	6,38	29,49	51,51	11
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	черноземы обыкновенные	3,34	0,01	0,04	0,67	3,04	11,07	6,27	21,52	36,78	7
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	серые лесные суглинистые	20,23	0,24	0,30	0,91	28,03	18,30	12,81	65,38	90,87	50
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	серые лесные суглинистые	6,16	0,06	0,22	0,75	15,62	14,24	9,63	58,03	83,74	29
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	серые лесные суглинистые	3,85	0,07	0,45	0,42	10,24	10,53	4,09	42,84	74,39	27
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	серые лесные суглинистые	3,03	0,02	0,40	0,12	6,26	9,42	2,22	31,40	64,80	18
ОДК			130,0	2,1	2,0	10,0	80,0	-	-	132,0	220,0	
Условный мировой кларк почв (по Д.П. Малюга, 1963)			10,0	0,03	0,5	5,0	40,0	200,0	10,0	20,0	50,0	
Кларки элементов почв селитебных ландшафтов (по В.А. Алексеенко, 2014)			54,5	0,88	0,9	15,9	33,0	80,0	14,1	39,0	158,0	

Таблица В.2 - Содержание подвижных форм ТМиМ в ВСП

№ п/п	Территория заготовки образцов	Элемент, мг/кг								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	1,03	0,010	0,005	0,068	0,27	0,59	0,60	0,92	3,44
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	1,25	0,006	0,019	0,037	0,98	0,88	0,50	1,63	4,34
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	1,90	0,001	0,008	0,044	0,43	0,49	0,33	1,03	5,63
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,87	0,012	0,011	0,066	0,93	2,24	0,81	1,01	4,31
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,90	0,004	0,014	0,010	0,05	0,52	0,50	1,11	2,04
6.	Улица города Острогожск	1,61	0,002	0,025	0,018	0,43	0,94	0,65	0,66	6,83
7.	Улица города Семилуки	2,57	0,001	0,010	0,034	0,50	1,32	1,27	1,94	9,14
8.	Улица города Нововоронеж	0,45	0,005	0,002	0,008	0,09	0,33	0,49	0,37	1,25
9.	ВЛЭ (Каширский район)	2,27	0,002	0,038	0,042	1,01	0,85	0,84	0,56	7,93
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,70	0,003	0,027	0,017	0,04	0,29	1,12	1,79	2,01
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,24	0,003	0,023	0,028	0,63	0,89	0,44	0,47	3,02
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,42	0,002	0,031	0,028	1,42	0,40	0,52	2,42	2,40
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,69	0,001	0,031	0,024	0,09	0,34	0,90	1,78	3,47
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,50	0,002	0,006	0,052	0,47	0,21	0,53	1,80	5,36
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,46	0,001	0,018	0,029	0,97	0,20	0,70	1,70	7,11
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,62	0,001	0,023	0,042	0,34	0,23	0,52	0,74	2,14
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,23	0,004	0,024	0,059	1,31	0,44	1,19	0,84	1,90
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,39	0,004	0,019	0,020	0,66	0,16	0,41	1,40	2,96
19.	Агробиоценоз Панинского района	1,03	0,004	0,019	0,050	0,65	0,90	0,77	0,93	4,31
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	1,38	0,006	0,021	0,034	0,24	0,42	0,64	1,61	2,04
21.	Агробиоценоз Эртильского района	1,31	0,004	0,026	0,014	1,04	0,28	0,60	1,35	5,61
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,74	0,008	0,029	0,036	1,02	0,60	0,83	3,45	2,50
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	2,13	0,002	0,052	0,073	2,56	3,61	2,27	6,70	33,98
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	6,22	0,005	0,057	0,124	5,90	2,26	2,51	11,85	30,90
25.	Улица города Борисоглебск	3,46	0,004	0,061	0,017	1,05	2,28	1,79	2,22	30,54
26.	Улица города Калач	4,91	0,002	0,013	0,034	2,09	4,28	1,46	3,92	28,51
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	2,42	0,030	0,018	0,373	0,48	6,88	2,41	9,09	19,79
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	4,09	0,021	0,025	0,130	0,47	9,13	2,59	6,31	38,30
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	2,50	0,021	0,030	0,115	1,10	3,44	1,75	2,70	11,88
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	10,82	0,026	0,050	0,115	2,17	5,91	1,20	5,89	5,44
31.	Улица города Воронеж	6,91	0,062	0,042	0,167	0,98	9,58	5,45	10,34	35,74
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	7,17	0,022	0,122	0,152	6,34	6,55	3,60	17,12	26,53
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	3,65	0,010	0,122	0,068	3,23	4,06	2,38	3,19	19,23
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	2,83	0,002	0,038	0,053	1,46	3,50	1,47	2,26	13,89
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	1,84	0,001	0,042	0,034	1,22	4,05	0,76	1,45	8,19

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	6,94	0,003	0,024	0,043	3,15	2,69	1,37	5,55	17,95
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	3,72	0,002	0,023	0,022	1,88	1,71	1,12	4,34	9,85
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	2,20	0,001	0,005	0,020	0,67	0,94	0,92	2,53	9,49
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,76	0,001	0,008	0,015	0,73	1,66	0,65	2,49	6,29
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	5,75	0,003	0,027	0,046	2,93	2,52	2,19	6,51	23,38
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	3,44	0,002	0,017	0,026	2,08	1,63	1,41	4,18	12,69
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	3,03	0,001	0,017	0,013	0,71	0,93	1,04	4,29	10,20
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,29	0,001	0,010	0,011	0,35	1,37	0,89	2,75	6,74
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,60	0,004	0,013	0,036	0,43	1,50	1,18	2,51	14,81
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,49	0,001	0,011	0,018	0,31	0,75	0,80	1,87	6,08
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,41	0,001	0,003	0,021	0,10	0,60	0,57	2,36	8,24
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,37	0,001	0,003	0,019	0,12	0,77	0,50	1,72	3,68
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	7,08	0,055	0,069	0,064	4,20	3,84	2,82	12,96	26,35
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	2,03	0,013	0,046	0,038	2,50	1,99	1,44	4,93	18,42
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,96	0,011	0,086	0,025	1,23	1,79	0,49	2,14	14,88
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,82	0,002	0,068	0,005	0,81	1,13	0,42	1,11	14,90
Среднее для Воронежской области		2,36	0,008	0,030	0,052	1,23	2,05	1,23	3,43	11,64
ПДК		6,0	-	-	-	4,0	6,0	5,0	3,0	23,0

Таблица В.3 - Отношение содержания ТМиМ в ВСП к условным мировым кларкам почв (по Д.П. Малюга, 1963)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Элемент								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,41	1,33	0,04	0,18	0,06	0,02	0,30	0,17	0,23
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,43	0,67	0,14	0,12	0,14	0,02	0,22	0,37	0,35
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,47	0,33	0,06	0,11	0,07	0,01	0,18	0,34	0,51
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,32	1,33	0,12	0,16	0,17	0,05	0,48	0,36	0,45
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,90	2,00	0,32	0,13	0,04	0,09	0,63	0,70	0,34
6.	Улица города Острогожск	0,77	1,00	0,38	0,18	0,27	0,12	0,73	0,82	0,85
7.	Улица города Семилуки	0,99	0,67	0,20	0,22	0,21	0,13	1,06	1,39	1,02
8.	Улица города Нововоронеж	0,45	3,00	0,04	0,15	0,06	0,04	0,44	0,23	0,28
9.	ВЛЭ (Каширский район)	1,26	1,67	0,50	0,28	0,50	0,07	0,84	0,40	1,32
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,78	1,67	0,68	0,15	0,04	0,05	0,93	0,89	0,19
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,17	2,33	0,50	0,20	0,22	0,06	0,55	0,47	0,60
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,32	1,00	0,48	0,18	0,35	0,02	0,74	1,35	0,53
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,46	2,33	0,52	0,14	0,03	0,04	1,00	1,48	0,58
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,62	0,67	0,14	0,26	0,30	0,02	0,40	0,90	0,71
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,35	1,00	0,36	0,16	0,30	0,03	0,70	0,77	0,84

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,44	0,33	0,42	0,21	0,12	0,01	0,40	0,53	0,36
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,32	3,00	0,34	0,24	0,16	0,04	0,99	0,47	0,42
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,28	2,00	0,20	0,13	0,18	0,02	0,51	1,17	0,30
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,69	3,33	0,48	0,25	0,27	0,06	0,86	0,52	0,96
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	1,15	3,00	0,60	0,27	0,12	0,05	0,64	1,34	0,58
21.	Агробиоценоз Эртильского района	1,31	3,67	0,64	0,14	0,32	0,02	0,46	0,75	0,93
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,68	4,33	0,48	0,24	0,36	0,04	0,83	1,44	0,50
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	1,01	4,00	1,04	0,56	0,71	0,23	1,89	2,58	3,09
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	3,46	2,00	1,42	0,62	2,46	0,19	1,67	3,12	2,57
25.	Улица города Борисоглебск	1,24	1,67	0,94	0,22	0,37	0,13	1,05	1,23	1,91
26.	Улица города Калач	1,40	0,67	0,26	0,22	0,75	0,21	0,91	1,96	1,63
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,73	5,33	0,18	0,76	0,13	0,18	1,21	1,89	1,89
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	1,74	5,00	0,24	0,33	0,11	0,22	1,13	1,43	2,64
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	1,19	4,67	0,32	0,29	0,21	0,09	0,73	0,40	0,74
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	3,38	4,00	0,42	0,31	0,39	0,12	0,63	1,40	0,52
31.	Улица города Воронеж	1,58	5,33	0,38	0,33	0,15	0,18	2,18	1,92	2,47
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	2,66	3,00	1,36	0,38	0,93	0,13	1,50	2,95	1,88
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	1,26	2,67	1,16	0,34	0,67	0,16	1,32	1,53	1,75
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	1,01	0,67	0,42	0,23	0,28	0,09	0,82	0,98	0,93
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,80	0,67	0,40	0,22	0,20	0,10	0,51	0,97	0,61
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	2,48	0,67	0,68	0,27	0,98	0,13	1,05	2,14	2,11
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,77	0,67	0,58	0,22	0,78	0,14	1,12	1,81	1,97
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,38	0,67	0,26	0,16	0,56	0,12	1,02	1,58	1,72
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,04	0,67	0,18	0,15	0,30	0,10	0,82	1,60	1,57
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	2,68	0,67	0,54	0,19	0,92	0,11	1,57	2,33	2,34
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,91	0,67	0,48	0,17	0,65	0,10	1,41	2,09	2,12
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,26	0,33	0,38	0,13	0,44	0,09	1,31	1,79	1,85
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,08	0,33	0,34	0,11	0,15	0,10	1,28	1,37	1,50
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,07	0,67	0,26	0,23	0,12	0,08	0,79	1,39	1,10
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,41	0,33	0,18	0,20	0,10	0,06	0,62	1,34	1,01
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,37	0,33	0,08	0,17	0,09	0,08	0,64	1,47	1,03
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,33	0,33	0,08	0,13	0,08	0,06	0,63	1,08	0,74
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	2,02	8,00	0,60	0,18	0,70	0,09	1,28	3,27	1,82
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,62	2,00	0,44	0,15	0,39	0,07	0,96	2,90	1,67
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,39	2,33	0,90	0,08	0,26	0,05	0,41	2,14	1,49
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,30	0,67	0,80	0,02	0,16	0,05	0,22	1,57	1,30
Среднее для Воронежской области		0,99	2,33	0,42	0,24	0,33	0,09	0,84	1,16	1,05

Таблица В.4 - Отношение содержания ТМиМ в ВСП к кларкам элементов почв селитебных ландшафтов (по В.А. Алексеенко, 2014)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Элемент								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,08	0,05	0,02	0,06	0,07	0,05	0,21	0,08	0,07
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,08	0,02	0,08	0,04	0,17	0,06	0,15	0,19	0,11
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,09	0,01	0,03	0,03	0,09	0,04	0,13	0,18	0,16
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,06	0,05	0,07	0,05	0,20	0,13	0,34	0,18	0,14
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,16	0,07	0,18	0,04	0,05	0,22	0,45	0,36	0,11
6.	Улица города Острогожск	0,14	0,03	0,21	0,06	0,33	0,29	0,51	0,42	0,27
7.	Улица города Семилуки	0,18	0,02	0,11	0,07	0,25	0,33	0,75	0,71	0,32
8.	Улица города Нововоронеж	0,08	0,10	0,02	0,05	0,07	0,10	0,31	0,12	0,09
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,23	0,06	0,28	0,09	0,61	0,18	0,60	0,20	0,42
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,14	0,06	0,38	0,05	0,04	0,12	0,66	0,46	0,06
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,03	0,08	0,28	0,06	0,27	0,16	0,39	0,24	0,19
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,06	0,03	0,27	0,06	0,42	0,06	0,52	0,69	0,17
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,08	0,08	0,29	0,04	0,04	0,11	0,71	0,76	0,18
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,11	0,02	0,08	0,08	0,36	0,05	0,29	0,46	0,23
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,06	0,03	0,20	0,05	0,37	0,08	0,50	0,40	0,26
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,08	0,01	0,23	0,07	0,15	0,03	0,29	0,27	0,11
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,06	0,10	0,19	0,07	0,19	0,09	0,70	0,24	0,13
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,05	0,07	0,11	0,04	0,22	0,05	0,36	0,60	0,09
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,13	0,11	0,27	0,08	0,33	0,16	0,61	0,26	0,30
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	0,21	0,10	0,33	0,08	0,15	0,13	0,45	0,69	0,18
21.	Агробиоценоз Эртильского района	0,24	0,13	0,36	0,05	0,39	0,06	0,33	0,38	0,30
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,12	0,15	0,27	0,08	0,44	0,11	0,59	0,74	0,16
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,19	0,14	0,58	0,18	0,86	0,56	1,34	1,32	0,98
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,63	0,07	0,79	0,19	2,98	0,47	1,19	1,60	0,81
25.	Улица города Борисоглебск	0,23	0,06	0,52	0,07	0,45	0,32	0,75	0,63	0,60
26.	Улица города Калач	0,26	0,02	0,14	0,07	0,91	0,54	0,65	1,01	0,52
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,13	0,18	0,10	0,24	0,16	0,46	0,86	0,97	0,60
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,32	0,17	0,13	0,10	0,13	0,54	0,80	0,74	0,84
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,22	0,16	0,18	0,09	0,26	0,23	0,52	0,20	0,24
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,62	0,14	0,23	0,10	0,47	0,31	0,45	0,72	0,16
31.	Улица города Воронеж	0,29	0,18	0,21	0,11	0,19	0,44	1,54	0,98	0,78
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,49	0,10	0,76	0,12	1,13	0,32	1,06	1,51	0,60
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,23	0,09	0,64	0,11	0,81	0,40	0,94	0,79	0,55
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,19	0,02	0,23	0,07	0,34	0,23	0,58	0,50	0,29
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,15	0,02	0,22	0,07	0,25	0,24	0,36	0,50	0,19

Продолжение таблицы В.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,46	0,02	0,38	0,08	1,19	0,34	0,75	1,10	0,67
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,32	0,02	0,32	0,07	0,95	0,36	0,79	0,93	0,62
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,25	0,02	0,14	0,05	0,68	0,29	0,72	0,81	0,55
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,19	0,02	0,10	0,05	0,37	0,26	0,58	0,82	0,50
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,49	0,02	0,30	0,06	1,11	0,29	1,11	1,19	0,74
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,35	0,02	0,27	0,05	0,79	0,25	1,00	1,07	0,67
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,23	0,01	0,21	0,04	0,54	0,23	0,93	0,92	0,59
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,20	0,01	0,19	0,03	0,18	0,24	0,90	0,70	0,47
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,20	0,02	0,14	0,07	0,15	0,21	0,56	0,71	0,35
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,08	0,01	0,10	0,06	0,12	0,16	0,44	0,69	0,32
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,07	0,01	0,04	0,05	0,10	0,19	0,45	0,76	0,33
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,06	0,01	0,04	0,04	0,09	0,14	0,44	0,55	0,23
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,37	0,27	0,33	0,06	0,85	0,23	0,91	1,68	0,58
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,11	0,07	0,24	0,05	0,47	0,18	0,68	1,49	0,53
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,07	0,08	0,50	0,03	0,31	0,13	0,29	1,10	0,47
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,06	0,02	0,44	0,01	0,19	0,12	0,16	0,81	0,41
Среднее для Воронежской области		0,18	0,08	0,23	0,08	0,40	0,21	0,59	0,60	0,33

Приложение Г

Таблица Г.1 - Содержание ТМиМ в образцах травы горца птичьего (*Polygonum aviculare* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Концентрация элемента, мг/ кг								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,24	0,002	0,01	0,06	1,75	1,41	0,75	4,37	24,48
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,52	0,003	Отс.	0,04	2,75	2,30	0,86	8,37	34,58
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,34	0,002	0,01	0,05	1,84	0,85	0,91	9,35	38,10
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,83	0,002	0,02	0,07	2,64	1,03	1,03	8,21	28,17
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,95	0,003	0,02	0,05	1,23	2,42	0,89	7,94	30,06
6.	Улица города Острогожск	0,94	0,002	Отс.	0,08	3,97	3,24	1,01	9,31	48,69
7.	Улица города Семилуки	1,26	0,003	0,02	0,09	3,24	1,95	1,21	10,27	55,74
8.	Улица города Нововоронеж	0,74	0,004	Отс.	0,06	2,04	1,85	0,87	6,15	37,37
9.	ВЛЭ (Каширский район)	1,72	0,002	0,02	0,11	3,75	3,61	0,78	5,28	42,56
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,92	0,002	0,03	0,06	1,63	2,16	1,04	11,43	19,37
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,25	0,002	0,01	0,09	4,63	1,86	0,74	8,27	37,16
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,83	0,003	0,02	0,07	4,34	1,03	1,26	12,36	45,28
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,79	0,003	0,02	0,06	1,57	1,94	1,36	11,80	42,50
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,97	0,002	0,01	0,10	3,81	2,58	1,05	10,41	53,16
15.	Агробиоценоз Хохольского района	1,46	0,002	0,01	0,07	3,85	2,81	0,68	13,38	57,27
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	1,18	0,003	0,01	0,10	2,96	0,68	1,04	12,86	42,70
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,73	0,003	0,02	0,10	4,91	1,89	0,97	9,25	37,17
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,46	0,003	0,01	0,05	4,29	1,36	0,63	13,93	30,62
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,70	0,003	0,02	0,11	4,73	2,42	1,00	11,83	58,36
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	1,70	0,003	0,03	0,10	3,95	1,83	1,29	13,87	59,37
21.	Агробиоценоз Эртильского района	1,82	0,002	0,03	0,06	4,03	1,04	0,76	10,21	56,92
22.	Агробиоценоз Россошанского района	1,05	0,003	0,02	0,10	4,83	3,74	0,94	15,00	37,39
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	1,68	0,002	0,04	0,19	5,94	5,05	1,35	18,42	67,30
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	4,95	0,002	0,05	0,25	7,47	4,84	1,41	22,68	62,32
25.	Улица города Борисоглебск	1,93	0,003	0,04	0,11	3,73	3,90	1,08	13,64	57,49
26.	Улица города Калач	2,05	0,004	0,01	0,10	4,84	4,55	0,84	11,43	48,47
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	1,03	0,002	0,01	0,27	3,85	6,17	0,99	15,42	50,48
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	2,62	0,003	0,03	0,12	3,92	4,78	1,05	19,58	70,03
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	2,07	0,003	0,03	0,11	4,45	1,76	0,86	9,75	52,68
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	4,59	0,004	0,03	0,11	4,79	3,01	1,13	9,94	43,21
31.	Улица города Воронеж	2,53	0,002	0,03	0,12	3,48	4,55	1,32	19,57	76,48
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	4,51	0,003	0,05	0,13	6,36	5,63	1,05	21,69	67,32
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	1,67	0,002	0,05	0,13	5,52	4,64	1,15	12,64	54,37
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	1,19	0,002	0,04	0,10	3,01	3,64	0,94	15,47	50,83

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,95	0,002	0,03	0,10	2,98	3,85	1,05	10,84	54,36
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	3,02	0,003	0,04	0,11	5,27	5,43	1,45	18,45	67,36
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	2,10	0,002	0,04	0,10	4,02	5,26	1,03	15,05	64,48
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,35	0,003	0,04	0,07	3,65	4,16	1,08	17,42	50,39
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,03	0,003	0,02	0,06	2,62	3,02	1,15	10,51	45,76
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	3,62	0,004	0,04	0,08	5,55	4,64	1,41	21,64	59,38
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	2,60	0,003	0,04	0,08	4,64	3,90	1,12	18,43	53,47
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,79	0,003	0,03	0,06	3,83	3,77	0,86	17,53	42,65
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,15	0,003	0,03	0,06	2,90	2,84	0,83	18,41	44,74
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,04	0,004	0,04	0,10	4,68	2,44	1,23	10,53	46,40
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,53	0,004	0,03	0,09	3,02	2,12	1,17	13,60	43,80
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,43	0,002	0,03	0,09	2,67	1,95	0,96	12,08	52,65
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,40	0,002	0,02	0,07	2,03	1,90	0,97	11,90	49,26
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	4,57	0,003	0,04	0,12	5,95	1,89	1,02	30,52	54,38
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	1,35	0,003	0,04	0,11	5,02	1,78	1,06	32,64	40,64
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,46	0,004	0,03	0,10	3,24	1,67	1,15	19,63	42,37
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,41	0,003	0,03	0,10	2,46	1,04	0,85	12,90	48,65
Среднее для Воронежской области		1,53	0,003	0,03	0,10	3,82	2,91	1,03	13,85	48,60
ПДК		6,0	0,1	1,0	0,5	-				

Таблица Г.2 - Содержание ТМиМ в образцах травы полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Концентрация элемента, мг/ кг								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,32	0,005	0,03	0,34	0,93	0,65	0,24	12,69	25,63
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,26	0,004	0,02	0,22	1,32	0,58	0,31	19,10	28,05
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,28	0,005	0,04	0,20	0,72	0,87	0,20	15,47	23,75
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,42	0,005	0,05	0,39	1,92	0,40	0,26	12,64	26,98
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,52	0,006	0,07	0,31	0,83	0,52	0,35	15,64	19,00
6.	Улица города Острогожск	0,47	0,006	0,05	0,43	2,74	1,38	0,41	16,39	36,42
7.	Улица города Семилуки	0,60	0,004	0,08	0,45	1,53	0,99	0,27	21,85	39,61
8.	Улица города Нововоронеж	0,43	0,005	0,11	0,32	0,87	0,70	0,31	15,75	21,25
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,74	0,006	0,13	0,37	1,64	1,52	0,25	21,00	48,92
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,57	0,006	0,02	0,41	0,65	0,59	0,36	23,67	19,47
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,21	0,005	0,09	0,43	2,45	0,68	0,30	18,64	34,17
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,39	0,007	0,10	0,46	3,90	0,75	0,42	24,90	25,19
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,61	0,007	0,14	0,31	0,90	1,36	0,47	33,51	31,70
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,49	0,005	0,09	0,48	3,63	0,50	0,21	24,09	42,84
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,37	0,006	0,13	0,40	3,96	0,65	0,18	19,06	37,13
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,29	0,006	0,07	0,45	2,57	1,39	0,15	15,89	28,00

Продолжение таблицы Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17.	Агробιοοеноз Репьевского района	0,62	0,007	0,09	0,47	2,95	0,87	0,26	23,03	31,09
18.	Агробιοοеноз Воробьевского района	0,36	0,009	0,05	0,30	2,46	0,92	0,19	30,55	16,98
19.	Агробιοοеноз Панинского района	0,53	0,008	0,15	0,39	3,24	1,35	0,29	15,97	37,10
20.	Агробιοοеноз Верхнехавского района	0,73	0,006	0,16	0,43	1,67	0,82	0,20	19,69	32,65
21.	Агробιοοеноз Эртильского района	0,80	0,007	0,05	0,35	3,12	0,23	0,15	23,85	42,50
22.	Агробιοοеноз Россошанского района	0,45	0,008	0,12	0,46	3,44	0,79	0,36	22,07	36,27
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,62	0,009	0,41	0,96	4,21	3,98	0,57	36,54	115,36
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	1,79	0,009	0,31	1,20	5,24	2,97	0,42	45,37	87,43
25.	Улица города Борисоглебск	1,22	0,008	0,26	0,47	2,45	1,84	0,64	26,96	72,94
26.	Улица города Калач	0,93	0,009	0,13	0,45	3,74	2,12	0,41	21,08	59,21
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,52	0,009	0,56	0,90	2,21	2,56	0,72	18,32	87,26
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,85	0,009	0,32	0,57	1,93	2,62	0,51	25,70	96,49
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,71	0,006	0,02	0,52	2,34	0,82	0,16	16,92	32,50
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,95	0,007	0,09	0,55	3,08	1,28	0,31	19,49	28,38
31.	Улица города Воронеж	1,71	0,007	0,54	0,63	2,61	2,86	0,97	42,86	101,64
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	2,04	0,007	0,56	0,73	4,23	2,15	1,16	37,86	81,07
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,75	0,008	0,42	0,65	4,10	1,80	0,53	21,96	59,29
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,54	0,008	0,12	0,43	2,61	0,72	0,26	18,51	36,64
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,54	0,008	0,09	0,41	2,10	0,84	0,17	18,05	32,61
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,46	0,009	0,30	0,54	2,96	1,74	0,95	29,50	80,20
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,81	0,009	0,20	0,42	2,88	1,65	0,72	21,87	63,86
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,51	0,007	0,18	0,34	2,46	1,12	0,46	16,89	62,97
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,50	0,007	0,09	0,31	2,01	0,75	0,23	15,20	60,27
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,84	0,007	0,40	0,42	4,42	1,41	0,83	32,94	91,48
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,04	0,007	0,32	0,41	3,64	1,05	0,61	28,29	80,49
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,54	0,007	0,23	0,31	3,05	0,84	0,49	21,05	64,18
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,38	0,007	0,12	0,24	2,36	0,91	0,25	17,84	52,85
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,97	0,009	0,16	0,42	1,23	0,64	0,39	18,72	39,15
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,66	0,008	0,09	0,36	1,20	0,72	0,21	13,75	44,71
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,68	0,007	0,03	0,31	1,13	0,54	0,32	17,80	41,59
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,56	0,007	0,08	0,31	1,13	0,64	0,28	16,16	35,90
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	1,32	0,009	0,28	0,68	4,26	0,85	0,60	42,82	69,39
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	1,10	0,009	0,13	0,59	4,23	0,64	0,31	21,98	52,10
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,73	0,007	0,15	0,43	2,13	0,54	0,26	18,05	52,70
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,67	0,007	0,10	0,39	1,24	0,59	0,32	17,05	51,64
Среднее для Воронежской области		0,73	0,007	0,17	0,46	2,52	1,17	0,40	22,45	49,39
ПДК		6,0	0,1	1,0	0,5	-				

Таблица Г.3 - Содержание ТМиМ в образцах травы тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Концентрация элемента, мг/ кг								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,26	0,003	0,02	0,24	0,78	0,30	0,21	6,69	19,63
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,32	0,003	0,03	0,18	1,08	0,32	0,18	7,62	21,86
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,22	0,002	0,01	0,19	0,56	0,19	0,16	8,26	26,17
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,27	0,004	0,02	0,20	1,45	0,37	0,19	9,47	25,63
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,42	0,002	0,04	0,17	0,67	0,42	0,49	10,84	19,09
6.	Улица города Острогожск	0,58	0,003	0,03	0,26	2,85	0,50	0,51	12,47	38,53
7.	Улица города Семилуки	0,61	0,004	0,03	0,28	2,61	0,62	0,58	16,91	37,95
8.	Улица города Нововоронеж	0,28	0,002	0,02	0,20	0,95	0,37	0,23	7,48	27,59
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,36	0,003	0,04	0,30	1,53	0,69	0,50	8,52	25,75
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,39	0,004	0,02	0,21	0,77	0,40	0,38	14,83	22,65
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,28	0,003	0,02	0,25	2,06	0,71	0,18	11,17	23,89
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,36	0,004	0,03	0,24	3,57	0,18	0,27	12,63	24,01
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,28	0,003	0,01	0,21	0,59	0,60	0,47	14,15	26,30
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,33	0,003	0,02	0,29	1,60	0,23	0,16	11,92	18,83
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,30	0,003	0,03	0,23	2,49	0,42	0,52	13,07	25,62
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,25	0,004	0,02	0,25	1,78	0,16	0,20	9,38	19,86
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,32	0,003	0,02	0,29	1,56	0,37	0,62	17,52	26,85
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,26	0,003	0,02	0,17	2,10	0,35	0,35	14,28	24,84
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,34	0,003	0,04	0,22	1,89	0,59	0,52	13,53	18,37
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	0,27	0,004	0,05	0,23	0,94	0,61	0,40	18,19	27,47
21.	Агробиоценоз Эртильского района	0,48	0,004	0,04	0,19	1,30	0,58	0,26	16,31	19,53
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,42	0,003	0,04	0,25	2,12	0,53	0,61	15,85	27,52
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	1,27	0,003	0,09	0,61	3,56	2,17	1,27	25,95	48,98
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	2,00	0,004	0,11	0,78	4,85	1,89	1,02	34,71	42,50
25.	Улица города Борисоглебск	1,41	0,004	0,07	0,31	1,60	0,87	0,86	17,85	36,96
26.	Улица города Калач	1,08	0,002	0,05	0,30	2,84	1,16	0,92	28,48	37,70
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,83	0,004	0,04	0,77	2,13	2,39	1,03	19,10	46,15
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	1,13	0,004	0,05	0,45	1,04	1,90	0,83	20,80	49,05
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,28	0,002	0,03	0,38	2,56	0,52	0,32	9,61	27,37
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	1,72	0,005	0,04	0,39	2,40	0,47	0,29	17,31	25,27
31.	Улица города Воронеж	1,80	0,003	0,08	0,43	4,20	2,31	1,62	27,38	55,85
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	2,08	0,005	0,06	0,47	4,65	1,86	0,75	31,49	50,38
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	1,33	0,005	0,04	0,43	3,29	1,67	0,53	19,64	39,65
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,69	0,004	0,02	0,30	2,76	0,93	0,42	17,53	27,51
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,30	0,004	0,02	0,30	2,12	0,91	0,28	14,97	26,37

Продолжение таблицы Г.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	2,37	0,005	0,07	0,40	4,53	1,63	0,65	26,91	48,04
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,85	0,005	0,04	0,33	4,10	1,16	0,56	19,20	45,03
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,26	0,004	0,04	0,27	3,27	0,85	0,41	17,33	35,61
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,49	0,003	0,02	0,20	2,21	0,62	0,30	15,42	28,44
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,86	0,005	0,08	0,27	4,93	0,87	0,79	28,92	46,03
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,50	0,005	0,06	0,25	4,36	0,76	0,72	21,57	43,74
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,18	0,004	0,02	0,17	3,52	0,69	0,53	15,63	37,63
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,70	0,004	0,01	0,17	2,90	0,48	0,37	12,74	29,81
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,76	0,003	0,03	0,30	1,54	0,54	0,45	12,75	29,30
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,42	0,004	0,02	0,30	1,65	0,55	0,38	14,25	23,28
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,31	0,004	0,02	0,27	1,12	0,41	0,40	13,72	17,10
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,37	0,004	0,02	0,20	0,78	0,42	0,31	10,10	22,39
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	1,71	0,004	0,10	0,48	4,34	1,04	0,69	30,51	49,90
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,88	0,004	0,08	0,41	3,62	0,85	0,34	23,04	41,92
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,45	0,004	0,05	0,35	2,29	0,53	0,38	16,53	28,64
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,35	0,004	0,02	0,35	1,96	0,61	0,29	12,08	15,82
Среднее для Воронежской области		0,78	0,004	0,04	0,31	2,36	0,80	0,50	16,60	31,46
ПДК		6,0	0,1	1,0	0,5	-				

Таблица Г.4 - Содержание ТМиМ в образцах травы пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Концентрация элемента, мг/ кг								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,20	0,004	0,03	0,16	1,45	0,29	0,55	6,23	22,98
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,34	0,003	0,02	0,11	3,19	0,44	0,62	8,32	27,92
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,17	0,002	0,03	0,10	1,31	0,26	0,48	7,67	32,65
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,28	0,003	0,02	0,12	2,81	0,52	0,52	9,45	28,07
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,53	0,004	0,07	0,11	1,27	0,72	0,61	11,23	30,80
6.	Улица города Острогожск	0,52	0,004	0,03	0,17	3,85	1,08	0,59	12,04	39,63
7.	Улица города Семилуки	0,47	0,004	0,04	0,20	3,25	1,20	0,63	12,15	41,85
8.	Улица города Нововоронеж	0,23	0,002	0,02	0,15	1,74	0,57	0,56	7,30	27,10
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,40	0,003	0,06	0,23	4,27	1,15	0,67	12,74	47,47
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,32	0,003	0,08	0,12	1,04	0,61	0,72	10,53	21,97
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,17	0,003	0,02	0,17	3,62	0,89	0,54	9,62	32,64
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,23	0,005	0,04	0,18	4,01	0,53	0,65	15,04	29,85
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,38	0,003	0,03	0,12	1,16	0,72	0,83	11,96	34,70
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,32	0,004	0,02	0,25	3,61	0,59	0,43	14,04	38,20
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,28	0,003	0,06	0,15	2,83	0,31	0,60	13,29	38,25

Продолжение таблицы Г.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16.	Агробιοценоз Новохоперского района	0,30	0,003	0,03	0,21	3,18	0,27	0,57	11,05	29,00
17.	Агробιοценоз Репьевского района	0,36	0,003	0,05	0,19	3,74	0,57	0,84	12,28	35,17
18.	Агробιοценоз Воробьевского района	0,26	0,004	0,02	0,11	3,85	0,40	0,67	9,17	27,15
19.	Агробιοценоз Панинского района	0,30	0,005	0,08	0,21	3,97	0,66	0,58	12,27	43,09
20.	Агробιοценоз Верхнехавского района	0,42	0,005	0,07	0,23	2,56	0,85	0,54	15,85	34,52
21.	Агробιοценоз Эртильского района	0,28	0,003	0,04	0,13	3,41	0,61	0,76	12,00	42,80
22.	Агробιοценоз Россошанского района	0,25	0,004	0,06	0,25	3,28	0,77	0,80	16,75	40,50
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	1,45	0,005	0,35	0,37	4,58	3,52	1,36	19,63	87,87
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	1,05	0,005	0,41	0,46	8,46	2,78	1,52	21,50	65,75
25.	Улица города Борисоглебск	0,87	0,004	0,29	0,23	5,22	2,13	0,85	18,42	62,03
26.	Улица города Калач	0,72	0,005	0,10	0,20	5,45	4,05	0,78	14,80	57,20
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	1,24	0,005	0,13	0,53	3,56	3,16	0,95	17,52	63,18
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	1,56	0,005	0,16	0,26	5,20	3,68	1,03	18,35	80,27
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,27	0,004	0,07	0,24	4,17	0,71	0,77	9,53	35,48
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,83	0,004	0,04	0,39	5,50	1,06	0,65	12,08	30,07
31.	Улица города Воронеж	2,59	0,006	0,36	0,32	5,91	4,51	2,29	22,07	89,42
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	2,15	0,005	0,48	0,32	6,43	3,61	1,84	25,86	78,01
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	1,75	0,005	0,35	0,24	5,12	1,41	1,02	18,21	57,21
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,98	0,005	0,11	0,20	4,42	0,81	0,83	14,28	39,53
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,40	0,004	0,07	0,20	3,10	0,64	0,67	13,08	35,05
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,89	0,003	0,27	0,23	6,65	2,55	1,69	23,09	63,06
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,63	0,004	0,14	0,20	6,08	1,82	1,42	19,57	53,37
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,06	0,004	0,09	0,15	4,35	1,91	0,74	14,11	52,81
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,33	0,004	0,10	0,14	3,28	0,85	0,54	12,65	41,07
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	2,24	0,005	0,21	0,17	6,35	2,21	1,43	24,16	59,35
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,84	0,005	0,16	0,15	4,08	1,95	1,20	20,55	52,17
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,32	0,005	0,08	0,12	3,32	1,36	0,98	18,39	49,28
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,90	0,005	0,08	0,11	3,08	0,97	0,71	12,91	35,17
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,92	0,005	0,07	0,26	3,86	0,91	0,83	15,53	58,38
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,57	0,004	0,05	0,20	3,45	0,72	0,64	12,05	41,85
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,39	0,003	0,02	0,16	3,05	0,69	0,63	10,49	36,14
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,41	0,004	0,02	0,11	2,45	0,52	0,67	11,59	39,18
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	1,76	0,005	0,15	0,34	5,45	1,53	0,91	27,37	67,30
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,64	0,005	0,06	0,27	4,65	1,31	0,73	23,90	51,34
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,50	0,004	0,05	0,23	4,25	0,83	0,65	12,21	44,75
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,50	0,004	0,06	0,19	3,36	0,65	0,67	14,25	38,39
Среднее для Воронежской области		0,78	0,004	0,11	0,21	3,89	1,31	0,84	14,69	45,31
ПДК		6,0	0,1	1,0	0,5	-				

Таблица Г.5 - Содержание ТМиМ в образцах листьев подорожника большого (*Plantago major* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Концентрация элемента, мг/ кг								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,67	0,007	0,02	0,32	1,53	2,22	0,38	3,24	18,50
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,46	0,005	0,04	0,30	2,53	1,46	0,51	5,11	21,69
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,56	0,006	0,02	0,24	1,29	1,20	0,27	4,01	26,11
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,75	0,005	0,05	0,27	2,61	2,63	0,64	3,76	30,29
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,63	0,006	0,03	0,25	1,10	3,61	0,71	5,63	18,16
6.	Улица города Острогожск	0,86	0,009	0,11	0,32	3,72	3,02	1,16	6,71	31,72
7.	Улица города Семилуки	0,90	0,009	0,12	0,37	2,83	4,05	1,51	6,29	36,96
8.	Улица города Нововоронеж	0,78	0,007	0,01	0,27	1,96	2,62	0,62	6,04	19,04
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,85	0,006	0,01	0,24	1,40	4,89	0,97	5,28	43,85
10.	Агробиоценоз Лискинского района	1,05	0,007	0,14	0,26	1,28	3,74	0,59	6,49	11,54
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,79	0,006	0,11	0,43	3,02	5,93	0,83	4,30	28,26
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,90	0,009	0,19	0,35	4,29	2,08	0,50	7,47	21,80
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,76	0,006	0,17	0,21	0,96	3,63	0,77	7,04	24,87
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,70	0,006	0,05	0,47	4,19	4,84	0,71	5,13	25,12
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,78	0,006	0,15	0,32	2,70	5,59	0,96	4,38	21,86
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,57	0,007	0,17	0,36	2,18	1,86	0,63	3,97	23,73
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,37	0,006	0,13	0,44	2,62	2,95	1,42	4,68	26,09
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,68	0,009	0,09	0,25	3,48	2,91	0,64	5,58	19,42
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,73	0,006	0,16	0,43	3,79	3,83	0,92	4,44	30,61
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	1,90	0,006	0,19	0,46	2,71	2,73	0,49	6,16	31,08
21.	Агробиоценоз Эртильского района	1,37	0,007	0,10	0,26	4,27	3,71	0,84	4,76	35,16
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,63	0,006	0,13	0,45	4,80	4,74	0,39	7,04	24,02
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	1,08	0,009	0,25	0,87	6,49	10,50	2,16	8,00	42,86
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	3,18	0,009	0,27	0,65	4,84	9,42	1,86	9,87	36,70
25.	Улица города Борисоглебск	1,63	0,008	0,17	0,41	4,40	9,90	1,74	5,81	31,84
26.	Улица города Калач	2,58	0,009	0,18	0,39	4,66	10,38	1,38	6,49	37,17
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	1,78	0,009	0,17	0,78	4,65	7,04	1,59	6,27	30,04
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	2,37	0,007	0,13	0,32	3,21	6,53	1,15	8,70	51,64
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,84	0,007	0,11	0,45	4,24	3,65	0,48	3,89	32,98
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	1,75	0,009	0,17	0,43	5,71	4,82	0,52	7,48	29,52
31.	Улица города Воронеж	1,13	0,009	0,22	0,32	5,46	11,41	3,05	11,51	66,96
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	3,23	0,008	0,17	0,47	7,1	10,39	2,37	12,55	59,02
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	1,14	0,008	0,08	0,43	5,83	5,92	1,16	9,30	42,07
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,79	0,006	0,06	0,36	3,41	4,19	0,63	5,39	37,37
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,56	0,006	0,07	0,34	2,76	3,02	0,46	5,21	29,21

Продолжение таблицы Г.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	3,15	0,008	0,16	0,36	8,90	8,38	2,07	11,41	51,86
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,62	0,006	0,12	0,35	7,22	6,41	1,51	9,54	45,58
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,58	0,006	0,07	0,27	5,34	4,94	0,77	7,27	32,17
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,50	0,007	0,03	0,23	3,09	4,83	0,69	6,84	25,62
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	2,36	0,008	0,19	0,37	8,49	7,60	2,58	9,39	62,83
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,09	0,007	0,12	0,36	7,16	6,47	1,88	8,20	52,95
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,97	0,007	0,08	0,27	3,25	5,27	1,05	7,78	32,86
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,86	0,006	0,06	0,29	3,10	3,66	1,16	5,93	24,90
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,63	0,007	0,05	0,43	5,72	3,74	0,64	5,28	32,07
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,55	0,005	0,03	0,32	5,37	2,95	0,59	4,85	25,62
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,45	0,005	0,03	0,30	3,18	3,62	0,60	5,19	28,64
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,47	0,005	0,01	0,21	2,52	3,05	0,47	4,41	27,97
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	1,56	0,009	0,13	0,43	8,37	4,59	2,35	12,67	48,05
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,53	0,009	0,10	0,42	7,31	3,92	1,28	8,12	39,67
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,50	0,007	0,05	0,39	5,29	2,87	0,87	5,19	32,07
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,50	0,007	0,02	0,36	3,21	3,10	0,64	5,07	29,60
Среднее для Воронежской области		1,12	0,007	0,11	0,37	4,11	4,84	1,07	6,57	33,13
ПДК		6,0	0,1	1,0	0,5		-	-	-	-

Таблица Г.6 - Содержание ТМиМ в образцах листьев крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Концентрация элемента, мг/ кг								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,40	0,007	0,01	0,09	1,58	1,74	0,19	5,13	17,83
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,38	0,005	отс.	0,07	2,56	2,21	0,34	7,78	23,86
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,37	0,005	отс.	0,05	1,79	1,03	0,08	7,30	32,75
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,43	0,007	отс.	0,07	3,46	4,64	0,35	7,37	19,70
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,52	0,007	0,02	0,05	1,27	3,86	0,26	6,29	27,09
6.	Улица города Острогожск	0,50	0,007	0,01	0,08	2,54	5,12	0,10	6,70	23,06
7.	Улица города Семилуки	0,48	0,007	0,01	0,10	3,73	4,17	0,91	7,36	39,06
8.	Улица города Нововоронеж	0,36	0,006	0,02	0,06	1,90	2,73	0,67	8,31	26,35
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,39	0,006	0,01	0,12	4,76	4,14	1,20	8,53	34,86
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,47	0,008	0,02	0,06	1,12	3,85	1,05	6,26	19,08
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,36	0,007	отс.	0,11	3,86	5,16	0,11	7,31	34,72
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,40	0,006	отс.	0,10	4,65	0,85	0,32	9,15	29,83
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,44	0,007	0,01	0,07	1,03	1,86	0,06	10,75	36,60
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,53	0,005	0,02	0,12	4,98	2,39	0,26	8,66	35,51

Продолжение таблицы Г.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,46	0,006	отс.	0,09	5,23	4,30	0,43	11,52	32,01
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,54	0,007	отс.	0,11	3,10	0,96	0,09	9,31	25,17
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,29	0,007	отс.	0,11	4,05	2,86	0,29	8,15	27,39
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,32	0,007	0,01	0,07	4,84	1,53	0,32	11,95	27,53
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,46	0,006	0,02	0,11	4,23	6,73	0,23	8,08	36,63
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	0,43	0,007	0,01	0,12	3,95	4,16	0,37	11,57	38,20
21.	Агробиоценоз Эртильского района	0,94	0,008	0,02	0,07	4,61	1,87	0,08	9,53	31,02
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,53	0,008	0,01	0,11	4,84	3,90	0,16	7,59	36,80
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,45	0,008	0,01	0,25	6,35	13,80	2,87	12,08	57,98
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	2,76	0,009	0,03	0,10	8,89	8,42	0,98	13,64	48,71
25.	Улица города Борисоглебск	1,57	0,008	0,01	0,14	3,51	6,28	1,37	9,02	52,89
26.	Улица города Калач	1,55	0,006	Отс.	0,36	5,86	7,25	0,96	10,26	42,28
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,68	0,009	0,01	0,12	2,45	5,93	1,52	8,74	41,03
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	1,86	0,009	0,01	0,16	2,30	7,47	0,62	9,53	52,05
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,46	0,008	0,01	0,13	3,18	1,20	0,21	7,35	26,06
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,89	0,009	0,01	0,16	3,39	3,62	0,59	8,34	24,76
31.	Улица города Воронеж	1,43	0,009	0,02	0,16	4,24	5,53	3,51	12,70	49,07
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	1,45	0,009	0,03	0,17	5,56	4,75	2,74	14,17	47,94
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,83	0,009	0,02	0,15	5,10	3,94	1,02	9,83	41,06
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,78	0,009	0,01	0,10	3,16	2,97	0,72	6,38	32,97
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,53	0,008	0,01	0,09	3,12	3,74	0,37	7,93	31,03
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,83	0,009	0,02	0,13	4,70	7,35	2,53	10,86	52,05
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,56	0,009	0,01	0,11	4,18	5,28	1,54	6,39	43,50
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,36	0,008	отс.	0,07	4,34	4,85	0,86	7,92	39,59
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,34	0,008	отс.	0,07	4,12	5,62	0,73	5,86	37,40
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,75	0,009	0,02	0,09	8,54	4,64	3,50	10,83	52,90
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,62	0,008	0,01	0,09	7,22	3,92	2,85	9,38	44,00
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,54	0,009	0,01	0,06	6,35	2,86	1,70	7,21	45,91
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,50	0,006	отс.	0,06	5,35	3,59	0,75	7,37	39,27
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,67	0,008	0,01	0,10	4,67	2,72	0,43	7,48	28,84
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,65	0,008	0,01	0,09	4,14	3,86	0,32	6,94	21,97
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,56	0,006	0,01	0,09	3,57	2,27	0,16	6,01	29,64
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,54	0,007	отс.	0,06	3,52	1,60	0,07	7,04	26,93
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	1,89	0,009	0,03	0,18	5,12	4,84	0,26	14,20	47,05
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,86	0,009	0,02	0,16	4,56	3,61	0,15	13,82	45,92
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,78	0,008	отс.	0,12	3,67	2,25	0,07	12,79	41,07
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,69	0,007	отс.	0,10	3,73	1,30	0,12	9,03	36,08
Среднее для Воронежской области		0,75	0,008	0,01	0,11	4,10	4,03	0,81	8,97	35,98
ПДК		6,0	0,1	1,0	0,5	-				

Таблица Г.7 - Содержание ТМиМ в образцах цветков липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Концентрация элемента, мг/ кг								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,12	отс.	отс.	0,01	0,87	0,16	0,21	2,10	12,53
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,07	отс.	отс.	0,01	0,72	0,05	0,12	3,28	21,63
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,13	отс.	отс.	0,01	0,56	0,19	0,08	1,53	17,43
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,11	отс.	отс.	0,01	0,91	0,11	0,28	4,27	23,69
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,09	0,002	0,02	0,02	1,12	0,26	0,30	0,86	28,52
6.	Улица города Острогожск	0,16	отс.	отс.	0,01	1,16	0,38	0,41	1,73	17,53
7.	Улица города Семилуки	0,10	0,002	отс.	0,02	0,98	0,41	0,34	2,18	24,73
8.	Улица города Нововоронеж	0,13	отс.	0,01	0,02	0,47	0,20	0,17	3,51	10,53
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,16	0,002	0,03	0,01	0,83	0,06	0,06	5,53	32,64
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,09	0,002	отс.	0,02	1,14	0,43	0,18	2,64	18,64
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,14	отс.	0,01	0,01	1,24	0,39	0,32	0,69	26,62
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,14	отс.	отс.	0,02	0,79	0,28	0,20	1,58	17,27
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,17	0,002	0,01	0,02	0,93	0,04	0,12	2,99	25,64
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,11	отс.	отс.	0,01	1,07	0,23	0,07	1,64	16,53
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,13	0,002	отс.	0,01	0,98	0,32	0,25	3,09	19,53
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,17	отс.	отс.	0,01	0,79	0,08	0,32	1,72	13,62
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,14	отс.	0,01	0,01	0,91	0,28	0,10	2,05	24,61
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,15	0,002	0,01	0,02	1,19	0,19	0,21	1,10	23,00
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,12	отс.	отс.	0,01	0,68	0,32	0,25	3,52	21,74
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	0,18	отс.	0,02	0,01	0,89	0,50	0,38	3,74	15,64
21.	Агробиоценоз Эртильского района	0,13	0,002	0,01	0,02	1,03	0,18	0,05	4,00	26,93
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,12	отс.	0,01	0,02	1,11	0,07	0,16	2,85	12,18
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,10	0,003	0,04	0,03	1,56	0,28	0,27	6,73	46,95
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,22	0,003	0,05	0,03	1,21	0,39	0,42	4,26	47,91
25.	Улица города Борисоглебск	0,12	0,002	0,02	0,02	0,93	0,58	0,67	5,84	52,48
26.	Улица города Калач	0,15	0,002	отс.	0,02	1,19	0,53	0,53	4,29	42,70
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,16	отс.	0,04	0,03	1,08	0,64	0,78	5,42	57,37
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,18	0,003	0,03	0,03	0,95	0,48	0,88	4,87	78,33
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,09	отс.	отс.	0,02	0,70	0,17	0,22	2,58	26,95
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,21	0,002	0,02	0,02	1,17	0,22	0,16	3,02	31,07
31.	Улица города Воронеж	0,18	0,002	отс.	0,03	0,89	0,99	1,04	8,44	72,10
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,24	0,003	0,05	0,02	1,13	1,08	1,21	9,89	81,36
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,13	0,002	0,05	0,03	0,95	0,60	0,74	4,50	65,74
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,09	0,002	0,03	0,02	0,84	0,23	0,21	3,75	32,70
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,09	0,002	0,01	0,01	0,81	0,21	0,23	3,90	28,58

Продолжение таблицы Г.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,23	0,002	0,04	0,01	1,28	0,96	1,10	8,73	71,95
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,12	0,002	0,03	0,01	1,17	0,75	0,87	6,62	63,26
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,08	0,002	0,03	0,02	0,98	0,68	0,55	4,44	48,55
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,12	0,002	0,02	0,01	0,95	0,32	0,30	4,26	27,30
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,20	0,002	0,04	0,02	0,94	0,89	1,05	7,58	74,44
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,15	0,002	0,04	0,02	0,87	0,67	0,85	6,33	60,27
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,17	0,002	0,03	0,01	0,85	0,45	0,63	6,47	37,42
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,10	0,002	0,03	0,01	0,81	0,54	0,47	4,29	40,43
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,17	отс.	0,03	0,01	0,76	0,25	0,32	2,63	27,75
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,12	отс.	0,03	0,01	0,56	0,15	0,34	2,72	21,04
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,11	отс.	0,01	0,01	0,56	0,23	0,23	2,53	22,72
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,09	отс.	0,01	0,01	0,54	0,32	0,20	1,82	20,05
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,24	отс.	0,05	0,02	1,02	1,18	1,32	8,37	75,85
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,14	отс.	0,04	0,02	0,85	0,58	0,75	5,74	54,77
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,09	отс.	0,01	0,01	0,76	0,32	0,42	3,55	32,00
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,07	отс.	0,01	0,01	0,57	0,12	0,22	3,17	23,53
Среднее для Воронежской области		0,14	0,001	0,02	0,02	0,93	0,39	0,42	3,99	35,62
ПДК		6,0	0,1	1,0	0,5	-				

Таблица Г.8 - Содержание ТМиМ в образцах цветков пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Концентрация элемента, мг/ кг								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,12	отс.	0,02	0,02	2,02	0,14	0,16	3,74	18,50
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,10	отс.	0,03	0,03	1,78	0,25	0,16	5,36	19,60
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,11	отс.	0,01	0,03	1,49	0,06	0,24	4,65	24,10
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,13	0,002	0,04	0,07	2,75	0,15	0,29	7,48	20,25
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,17	отс.	0,02	0,03	2,19	0,19	0,17	8,58	25,26
6.	Улица города Острогожск	0,14	0,003	0,02	0,07	2,71	0,11	0,26	9,60	27,59
7.	Улица города Семилуки	0,17	0,002	0,04	0,06	1,93	0,43	0,20	9,85	25,75
8.	Улица города Нововоронеж	0,12	0,003	0,01	0,09	1,69	0,37	0,11	3,40	19,50
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,18	0,002	0,03	0,05	2,25	0,25	0,17	4,32	26,31
10.	Агробιοценоз Лискинского района	0,19	0,003	0,03	0,08	1,82	0,33	0,29	8,52	18,40
11.	Агробιοценоз Ольховатского района	0,12	отс.	0,02	0,09	1,79	0,29	0,19	6,53	20,11
12.	Агробιοценоз Подгоренского района	0,20	отс.	0,03	0,05	2,37	0,18	0,30	8,50	19,53
13.	Агробιοценоз Петропавловского района	0,18	0,003	0,04	0,04	2,12	0,27	0,15	9,13	22,50
14.	Агробιοценоз Грибановского района	0,22	0,003	0,04	0,10	2,02	0,41	0,31	7,60	25,15
15.	Агробιοценоз Хохольского района	0,18	отс.	0,03	0,02	1,84	0,19	0,21	8,31	25,91

Продолжение таблицы Г.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16.	Агrobiоценоз Новохоперского района	0,20	0,003	0,04	0,06	2,12	0,20	0,24	5,89	19,36
17.	Агrobiоценоз Репьевского района	0,20	отс.	0,03	0,05	2,04	0,37	0,19	6,68	22,63
18.	Агrobiоценоз Воробьевского района	0,16	отс.	0,02	0,06	2,13	0,19	0,15	9,58	20,18
19.	Агrobiоценоз Панинского района	0,10	0,002	0,03	0,11	1,94	0,29	0,12	4,65	25,80
20.	Агrobiоценоз Верхнехавского района	0,18	0,003	0,04	0,09	1,85	0,32	0,19	8,42	19,37
21.	Агrobiоценоз Эргильского района	0,17	0,002	0,02	0,07	1,78	0,41	0,20	6,79	24,91
22.	Агrobiоценоз Россошанского района	0,13	отс.	0,02	0,05	2,57	0,24	0,32	8,20	20,03
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,14	0,003	0,07	0,04	3,48	0,64	0,43	10,64	55,72
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,33	0,003	0,08	0,04	4,07	0,48	0,46	9,42	42,60
25.	Улица города Борисоглебск	0,17	0,003	0,06	0,03	2,22	0,52	0,32	8,49	33,08
26.	Улица города Калач	0,20	0,003	0,05	0,09	3,60	0,63	0,39	8,70	40,90
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,19	0,003	0,06	0,04	1,76	0,87	0,53	9,52	41,72
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,18	0,002	0,03	0,04	1,68	0,59	0,50	10,15	48,94
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,22	отс.	0,04	0,03	2,49	0,35	0,19	5,19	24,81
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,30	0,003	0,05	0,09	2,94	0,60	0,38	10,63	21,95
31.	Улица города Воронеж	0,25	0,002	0,06	0,07	3,07	0,92	0,58	11,54	53,20
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,27	0,002	0,07	0,10	3,72	0,85	0,53	13,92	45,83
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,25	0,003	0,07	0,06	3,34	0,78	0,48	10,64	31,70
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,19	0,003	0,04	0,03	2,52	0,51	0,22	8,27	21,96
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,19	0,003	0,04	0,03	2,05	0,43	0,22	8,05	25,80
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,25	0,002	0,05	0,09	3,85	0,94	0,53	12,84	40,40
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,22	0,003	0,05	0,06	3,03	0,74	0,42	10,99	31,75
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,20	0,003	0,03	0,04	2,73	0,63	0,38	9,42	29,60
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,17	0,003	0,03	0,02	2,01	0,59	0,30	7,49	28,00
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,27	0,003	0,06	0,06	2,85	0,83	0,48	10,97	42,07
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,24	0,003	0,05	0,06	2,71	0,63	0,44	11,37	40,06
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,21	0,003	0,04	0,03	2,23	0,62	0,46	8,50	36,62
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,20	0,003	0,04	0,02	1,72	0,62	0,39	8,36	25,74
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,17	0,003	0,03	0,04	2,14	0,35	0,34	8,99	32,08
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,16	отс.	0,03	0,04	1,93	0,29	0,32	7,98	30,96
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,14	отс.	0,02	0,02	1,72	0,25	0,33	8,26	27,63
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,16	отс.	0,02	0,02	1,75	0,24	0,32	7,33	23,71
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,25	0,002	0,03	0,12	2,85	0,84	0,58	12,80	49,04
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,19	0,003	0,03	0,10	2,73	0,64	0,38	9,52	32,10
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,14	0,003	0,02	0,07	2,01	0,38	0,32	8,10	26,09
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,14	0,002	0,02	0,04	2,00	0,27	0,34	8,35	23,57
Среднее для Воронежской области		0,19	0,002	0,04	0,06	2,36	0,44	0,32	8,47	29,38
ПДК		6,0	0,1	1,0	0,5	-	-	-	-	-

Таблица Г.9 - Содержание ТМиМ в образцах корней одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Концентрация элемента, мг/ кг								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	1,87	0,003	0,03	0,12	0,93	3,45	4,28	4,89	28,61
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	1,76	0,004	0,04	0,09	0,87	4,50	5,26	4,62	23,66
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	1,49	0,003	0,02	0,10	0,67	3,92	4,90	6,43	35,19
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	1,10	0,004	0,04	0,12	1,03	3,56	7,38	5,28	27,78
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	1,94	0,004	0,06	0,11	1,74	4,81	8,17	7,02	20,17
6.	Улица города Острогожск	2,53	0,003	0,09	0,17	1,95	5,08	7,86	8,49	45,90
7.	Улица города Семилуки	2,82	0,005	0,11	0,20	1,72	6,11	5,56	6,39	56,25
8.	Улица города Нововоронеж	1,12	0,004	0,12	0,14	1,99	4,30	6,33	4,17	29,04
9.	ВЛЭ (Каширский район)	2,35	0,003	0,16	0,20	2,13	6,09	5,12	7,30	38,27
10.	Агробиоценоз Лискинского района	2,63	0,003	0,07	0,13	1,20	5,14	7,26	8,48	20,80
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,95	0,004	0,09	0,20	1,58	7,05	4,97	6,90	37,10
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	1,71	0,005	0,05	0,19	1,83	4,10	6,16	6,09	36,16
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	2,74	0,003	0,07	0,12	1,82	4,97	7,81	7,85	28,40
14.	Агробиоценоз Грибановского района	2,72	0,004	0,12	0,15	0,91	6,25	4,90	8,16	33,86
15.	Агробиоценоз Хохольского района	1,49	0,003	0,08	0,21	1,96	6,99	7,13	9,05	48,28
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	1,34	0,003	0,10	0,23	1,28	3,13	8,25	6,72	28,18
17.	Агробиоценоз Репьевского района	1,51	0,003	0,13	0,20	1,83	4,33	5,88	5,80	43,29
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	1,08	0,004	0,15	0,15	2,03	3,98	8,55	6,81	31,22
19.	Агробиоценоз Панинского района	3,02	0,004	0,17	0,22	1,29	4,87	6,30	4,95	54,61
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	2,63	0,003	0,11	0,25	1,92	4,03	4,85	6,31	39,35
21.	Агробиоценоз Эртильского района	2,73	0,005	0,10	0,12	1,70	5,77	6,97	7,80	44,23
22.	Агробиоценоз Россошанского района	2,84	0,004	0,09	0,21	1,98	6,00	7,34	8,45	37,15
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	3,83	0,006	0,15	0,43	2,85	12,57	13,58	10,57	97,45
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	4,83	0,006	0,18	0,56	4,14	11,41	9,67	12,64	79,97
25.	Улица города Борисоглебск	2,85	0,005	0,15	0,21	2,36	10,95	7,45	8,54	72,84
26.	Улица города Калач	3,04	0,005	0,12	0,21	2,80	12,34	6,08	9,48	62,86
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	2,10	0,005	0,14	0,68	2,91	9,01	11,02	9,58	78,59
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	3,09	0,005	0,09	0,24	2,68	8,52	8,37	8,36	92,75
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	2,04	0,004	0,13	0,21	2,07	5,66	7,14	7,02	42,75
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	4,36	0,006	0,14	0,23	2,57	6,84	6,06	8,60	38,61
31.	Улица города Воронеж	2,39	0,005	0,12	0,25	2,85	14,04	14,81	11,64	79,48
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	3,27	0,006	0,17	0,27	3,83	12,29	10,09	13,07	77,41
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	2,53	0,006	0,17	0,25	3,06	7,65	7,58	9,53	57,82
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	1,95	0,004	0,11	0,18	2,98	6,21	5,94	6,74	45,96
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	1,37	0,004	0,10	0,19	2,02	5,03	4,59	6,40	44,98

Продолжение таблицы Г.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	2,80	0,005	0,12	0,24	3,35	9,88	8,75	10,78	62,09
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	2,46	0,006	0,04	0,18	2,94	7,64	9,00	9,75	57,27
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	2,02	0,006	0,03	0,14	2,78	6,23	6,54	8,30	54,00
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,49	0,005	0,03	0,12	2,34	5,54	5,85	8,59	52,89
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	2,50	0,006	0,13	0,16	2,73	9,74	9,75	11,86	84,37
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	2,15	0,006	0,09	0,15	2,32	7,49	10,28	10,75	78,20
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,74	0,005	0,10	0,12	1,73	6,53	9,20	10,05	71,46
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,86	0,005	0,08	0,11	1,47	4,75	8,77	9,54	49,66
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,47	0,004	0,09	0,20	2,17	4,93	6,58	7,53	48,63
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,13	0,003	0,08	0,20	2,04	4,95	5,14	6,44	43,85
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,04	0,003	0,08	0,15	1,73	4,68	5,70	6,72	41,90
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,17	0,003	0,08	0,15	1,28	4,19	6,10	5,60	42,07
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	2,64	0,004	0,13	0,37	2,84	6,43	11,80	14,63	64,28
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	1,94	0,005	0,09	0,32	2,52	5,90	6,37	10,53	53,08
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	1,73	0,004	0,05	0,25	2,24	4,17	5,12	5,84	45,97
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	1,52	0,004	0,05	0,20	2,36	4,11	5,70	5,79	50,64
Среднее для Воронежской области		2,19	0,004	0,10	0,21	2,12	6,43	7,34	8,09	50,18
ПДК		6,0	0,1	1,0	0,5	-				

Таблица Г.10 - Содержание ТМиМ в образцах корней лопуха большого (*Arctium lappa* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Концентрация элемента, мг/ кг								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,59	0,004	0,04	0,26	2,16	2,32	3,53	7,84	29,08
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,88	0,003	0,02	0,20	2,76	3,09	2,17	8,29	33,96
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,63	0,003	0,03	0,14	2,08	2,67	3,21	9,52	35,74
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,87	0,004	0,07	0,18	2,14	5,72	3,51	10,63	37,95
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	1,14	0,004	0,12	0,17	1,05	4,96	4,60	8,84	25,63
6.	Улица города Острогожск	2,17	0,005	0,11	0,25	2,94	6,76	5,37	11,60	45,74
7.	Улица города Семилуки	1,86	0,004	0,14	0,27	3,15	5,23	6,17	9,34	44,17
8.	Улица города Нововоронеж	1,74	0,005	0,02	0,19	1,86	3,90	3,12	6,46	26,83
9.	ВЛЭ (Каширский район)	2,08	0,004	0,12	0,34	3,78	6,10	3,93	7,75	32,05
10.	Агробиоценоз Лискинского района	2,27	0,005	0,15	0,20	1,37	5,32	5,74	8,88	27,47
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	1,54	0,004	0,17	0,30	3,14	6,14	3,84	9,16	34,91
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	2,17	0,003	0,11	0,30	3,76	3,00	5,82	7,58	30,07
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	2,72	0,003	0,10	0,17	1,57	3,24	6,54	8,59	29,58
14.	Агробиоценоз Грибановского района	2,56	0,004	0,15	0,31	4,20	3,52	7,40	10,64	36,90
15.	Агробиоценоз Хохольского района	2,21	0,005	0,09	0,21	4,04	5,86	2,48	8,40	41,90

Продолжение таблицы Г.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16.	Агrobiоценоз Новохоперского района	2,17	0,004	0,07	0,20	3,65	2,88	3,69	7,44	29,01
17.	Агrobiоценоз Репьевского района	2,08	0,005	0,17	0,28	4,15	4,16	4,06	9,35	31,02
18.	Агrobiоценоз Воробьевского района	1,12	0,005	0,10	0,16	3,78	3,09	5,26	8,49	21,04
19.	Агrobiоценоз Панинского района	2,00	0,004	0,16	0,31	2,85	7,13	3,71	10,56	44,18
20.	Агrobiоценоз Верхнехавского района	2,16	0,004	0,15	0,36	2,74	5,32	6,20	9,38	39,39
21.	Агrobiоценоз Эргильского района	2,02	0,003	0,09	0,20	3,52	3,03	4,88	10,03	48,17
22.	Агrobiоценоз Россошанского района	2,59	0,004	0,17	0,31	4,04	5,22	5,10	7,84	37,22
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	4,11	0,005	0,22	0,60	4,57	13,36	12,52	12,24	76,37
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	4,88	0,005	0,27	0,81	5,94	10,27	9,53	15,00	62,01
25.	Улица города Борисоглебск	2,32	0,005	0,15	0,29	4,14	8,50	8,80	8,96	59,04
26.	Улица города Калач	2,73	0,005	0,12	0,25	3,12	9,38	7,05	9,45	55,39
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	1,15	0,006	0,07	0,67	2,84	7,12	9,06	7,75	60,28
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	3,81	0,006	0,08	0,42	3,51	9,20	6,29	9,22	70,36
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	2,76	0,005	0,10	0,32	3,72	3,33	5,25	5,31	39,01
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	4,44	0,004	0,15	0,40	3,91	4,87	4,36	9,63	28,69
31.	Улица города Воронеж	3,11	0,005	0,11	0,47	3,12	7,46	13,85	12,25	67,37
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	3,66	0,004	0,28	0,53	2,97	6,09	8,63	15,78	57,49
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	2,05	0,005	0,25	0,46	2,84	4,99	7,69	11,53	42,08
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	2,01	0,004	0,08	0,41	2,08	3,80	4,51	8,90	36,84
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	1,15	0,005	0,10	0,34	2,14	3,78	3,86	9,27	35,01
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	3,18	0,003	0,17	0,29	3,74	9,23	6,63	13,04	63,72
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	2,89	0,004	0,12	0,27	3,12	7,07	7,80	11,55	55,17
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	2,01	0,004	0,12	0,23	2,98	6,31	6,31	9,75	41,05
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	1,52	0,003	0,04	0,18	2,94	5,38	3,85	9,59	32,98
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	3,01	0,005	0,12	0,27	4,04	6,18	9,65	14,81	61,05
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	2,56	0,005	0,17	0,25	3,87	4,88	7,02	12,98	56,15
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	2,08	0,005	0,12	0,21	2,98	3,94	7,67	10,64	51,59
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	1,97	0,005	0,09	0,15	3,15	3,42	4,26	9,49	42,77
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	2,01	0,003	0,07	0,31	2,70	4,79	3,52	9,75	45,84
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,72	0,003	0,04	0,27	2,54	4,86	4,09	8,60	41,73
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,41	0,003	0,04	0,25	2,42	3,38	3,86	8,25	37,16
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	1,38	0,003	0,04	0,20	2,16	3,60	4,78	8,09	37,39
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	3,09	0,004	0,22	0,43	3,82	7,35	9,63	16,62	53,04
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	2,14	0,004	0,24	0,41	3,51	5,07	5,72	14,23	49,63
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	1,06	0,003	0,18	0,37	3,26	4,20	4,12	10,56	42,46
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	1,01	0,003	0,17	0,31	3,17	3,75	4,22	8,79	39,95
Среднее для Воронежской области		2,17	0,004	0,12	0,31	3,14	5,38	5,78	9,97	43,21
ПДК		6,0	0,1	1,0	0,5	-				

Таблица Г.11 - Коэффициенты корреляции содержания ТМиМ в ВСП и ЛРС

№ п/п	ЛРС	Коэффициенты корреляции								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1.	Трава горца птичьего (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	0,94	0,00	0,66	0,92	0,74	0,81	0,52	0,86	0,73
2.	Трава полыни горькой (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	0,79	0,27	0,51	0,86	0,71	0,82	0,72	0,70	0,97
3.	Трава тысячелистника обыкновенного (<i>Achillea millefolium</i> L.)	0,87	-0,09	0,59	0,86	0,72	0,84	0,86	0,87	0,83
4.	Трава пустырника пятилопастного (<i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.)	0,68	0,26	0,74	0,86	0,78	0,87	0,82	0,86	0,91
5.	Листья подорожника большого (<i>Plantago major</i> L.)	0,80	0,37	0,53	0,82	0,55	0,79	0,85	0,80	0,78
6.	Листья крапивы двудомной (<i>Urtica dioica</i> L.)	0,74	0,38	0,44	0,41	0,74	0,78	0,78	0,68	0,89
7.	Цветки липы сердцевидной (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	0,66	-0,01	0,51	0,60	0,50	0,53	0,66	0,68	0,84
8.	Цветки пижмы обыкновенной (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)	0,82	-0,01	0,60	0,05	0,78	0,70	0,70	0,80	0,91
9.	Корни одуванчика лекарственного (<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg)	0,74	0,14	0,48	0,85	0,70	0,80	0,81	0,81	0,94
10.	Корни лопуха большого (<i>Arctium lappa</i> L.)	0,78	0,33	0,82	0,85	0,63	0,80	0,85	0,77	0,91
Общее среднее		0,78	0,16	0,59	0,71	0,68	0,77	0,76	0,78	0,87

Таблица Г.12 - Сводные данные о средних значениях содержания ТМиМ в образцах изучаемых видов ЛРС

№ п/п	ЛРС	Концентрация элемента, мг/ кг								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1.	Трава горца птичьего (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	1,53	0,003	0,03	0,10	3,82	2,91	1,03	13,85	48,60
2.	Трава полыни горькой (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	0,73	0,007	0,17	0,46	2,52	1,17	0,40	22,45	49,39
3.	Трава тысячелистника обыкновенного (<i>Achillea millefolium</i> L.)	0,78	0,004	0,04	0,31	2,36	0,80	0,50	16,60	31,46
4.	Трава пустырника пятилопастного (<i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.)	0,78	0,004	0,11	0,21	3,89	1,31	0,84	14,69	45,31
5.	Листья подорожника большого (<i>Plantago major</i> L.)	1,12	0,007	0,11	0,37	4,11	4,84	1,07	6,57	33,13
6.	Листья крапивы двудомной (<i>Urtica dioica</i> L.)	0,75	0,008	0,01	0,11	4,10	4,03	0,81	8,97	35,98
7.	Цветки липы сердцевидной (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	0,14	0,001	0,02	0,02	0,93	0,39	0,42	3,99	35,62
8.	Цветки пижмы обыкновенной (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)	0,19	0,002	0,04	0,06	2,36	0,44	0,32	8,47	29,38
9.	Корни одуванчика лекарственного (<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg)	2,19	0,004	0,10	0,21	2,12	6,43	7,34	8,09	50,18
10.	Корни лопуха большого (<i>Arctium lappa</i> L.)	2,17	0,004	0,12	0,31	3,14	5,38	5,78	9,97	43,21

Приложение Д

Таблица Д.1 - КН ТМиМ в образцах травы горца птичьего (*Polygonum aviculare* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	КН элементов								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,06	0,05	0,50	0,07	0,78	0,36	0,25	1,32	2,13
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,12	0,15	0,00	0,06	0,48	0,50	0,40	1,13	1,99
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,07	0,20	0,33	0,09	0,65	0,30	0,49	1,37	1,49
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,26	0,05	0,33	0,09	0,40	0,10	0,22	1,14	1,24
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,11	0,05	0,13	0,08	0,80	0,14	0,14	0,57	1,77
6.	Улица города Острогожск	0,12	0,07	0,00	0,09	0,37	0,14	0,14	0,57	1,14
7.	Улица города Семилуки	0,13	0,15	0,20	0,08	0,39	0,07	0,11	0,37	1,10
8.	Улица города Нововоронеж	0,17	0,04	0,00	0,08	0,91	0,22	0,20	1,32	2,69
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,14	0,04	0,08	0,08	0,19	0,26	0,09	0,66	0,64
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,12	0,04	0,09	0,08	1,12	0,23	0,11	0,64	2,02
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,15	0,03	0,04	0,09	0,52	0,15	0,14	0,89	1,23
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,26	0,10	0,08	0,08	0,31	0,23	0,17	0,46	1,70
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,17	0,04	0,08	0,09	1,16	0,23	0,14	0,40	1,47
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,16	0,10	0,14	0,08	0,32	0,62	0,26	0,58	1,49
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,42	0,07	0,06	0,09	0,32	0,43	0,10	0,86	1,37
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,27	0,30	0,05	0,09	0,61	0,27	0,26	1,22	2,39
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,23	0,03	0,12	0,08	0,79	0,26	0,10	0,99	1,76
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,17	0,05	0,10	0,08	0,59	0,34	0,12	0,60	2,07
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,10	0,03	0,08	0,09	0,43	0,19	0,12	1,15	1,22
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	0,15	0,03	0,10	0,07	0,81	0,17	0,20	0,52	2,04
21.	Агробиоценоз Эртильского района	0,14	0,02	0,09	0,08	0,31	0,22	0,17	0,68	1,22
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,16	0,02	0,08	0,08	0,33	0,44	0,11	0,52	1,50
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,17	0,02	0,08	0,07	0,21	0,11	0,07	0,36	0,44
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,14	0,03	0,07	0,08	0,08	0,13	0,08	0,36	0,48
25.	Улица города Борисоглебск	0,16	0,06	0,09	0,10	0,25	0,15	0,10	0,55	0,60
26.	Улица города Калач	0,15	0,20	0,08	0,09	0,16	0,11	0,09	0,29	0,60
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,14	0,01	0,11	0,07	0,72	0,17	0,08	0,41	0,54
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,15	0,02	0,25	0,07	0,93	0,11	0,09	0,68	0,53
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,17	0,02	0,19	0,08	0,53	0,10	0,12	1,23	1,42
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,14	0,03	0,14	0,07	0,31	0,12	0,18	0,35	1,67
31.	Улица города Воронеж	0,16	0,01	0,16	0,07	0,57	0,13	0,06	0,51	0,62
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,17	0,03	0,07	0,07	0,17	0,22	0,07	0,37	0,72
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,13	0,03	0,09	0,08	0,21	0,14	0,09	0,41	0,62
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,12	0,10	0,19	0,09	0,27	0,20	0,12	0,79	1,10

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,12	0,10	0,15	0,09	0,37	0,20	0,21	0,56	1,79
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,12	0,15	0,12	0,08	0,13	0,20	0,14	0,43	0,64
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,12	0,10	0,14	0,09	0,13	0,19	0,09	0,42	0,65
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,10	0,15	0,31	0,09	0,16	0,18	0,11	0,55	0,58
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,10	0,15	0,22	0,08	0,22	0,15	0,14	0,33	0,58
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,14	0,20	0,15	0,08	0,15	0,20	0,09	0,47	0,51
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,14	0,15	0,17	0,09	0,18	0,19	0,08	0,44	0,51
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,14	0,30	0,16	0,10	0,22	0,20	0,07	0,49	0,46
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,11	0,30	0,18	0,11	0,50	0,14	0,07	0,67	0,60
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,10	0,20	0,31	0,09	0,97	0,15	0,16	0,38	0,85
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,13	0,40	0,33	0,09	0,77	0,17	0,19	0,51	0,86
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,12	0,20	0,75	0,11	0,78	0,13	0,15	0,41	1,02
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,12	0,20	0,50	0,10	0,67	0,17	0,15	0,55	1,34
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,23	0,01	0,13	0,13	0,21	0,10	0,08	0,47	0,60
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,22	0,05	0,18	0,15	0,32	0,13	0,11	0,56	0,49
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,12	0,06	0,07	0,24	0,32	0,16	0,28	0,46	0,57
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,14	0,15	0,08	0,83	0,39	0,11	0,38	0,41	0,75
Среднее для Воронежской области		0,14	0,05	0,11	0,09	0,27	0,16	0,12	0,51	0,82

Таблица Д.2 - КН ТМиМ в образцах травы полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	КН элементов								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,08	0,13	1,50	0,38	0,42	0,17	0,08	3,85	2,23
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,06	0,20	0,29	0,35	0,23	0,13	0,14	2,58	1,62
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,06	0,50	1,33	0,36	0,25	0,30	0,11	2,26	0,93
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,13	0,13	0,83	0,50	0,29	0,04	0,05	1,76	1,19
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,06	0,10	0,44	0,48	0,54	0,03	0,06	1,13	1,12
6.	Улица города Острогожск	0,06	0,20	0,26	0,47	0,25	0,06	0,06	1,00	0,85
7.	Улица города Семилуки	0,06	0,20	0,80	0,40	0,18	0,04	0,03	0,79	0,78
8.	Улица города Нововоронеж	0,10	0,06	5,50	0,43	0,39	0,08	0,07	3,37	1,53
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,06	0,12	0,52	0,26	0,08	0,11	0,03	2,63	0,74
10.	Агробιοценоз Лискинского района	0,07	0,12	0,06	0,56	0,45	0,06	0,04	1,33	2,03
11.	Агробιοценоз Ольховатского района	0,12	0,07	0,36	0,43	0,27	0,05	0,06	2,00	1,13
12.	Агробιοценоз Подгоренского района	0,12	0,23	0,42	0,50	0,28	0,17	0,06	0,92	0,95
13.	Агробιοценоз Петропавловского района	0,13	0,10	0,54	0,46	0,67	0,16	0,05	1,13	1,10
14.	Агробιοценоз Грибановского района	0,08	0,25	1,29	0,37	0,31	0,12	0,05	1,34	1,20
15.	Агробιοценоз Хохольского района	0,11	0,20	0,72	0,49	0,33	0,10	0,03	1,23	0,89

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,07	0,60	0,33	0,42	0,53	0,55	0,04	1,51	1,57
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,19	0,08	0,53	0,40	0,48	0,12	0,03	2,46	1,47
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,13	0,15	0,50	0,46	0,34	0,23	0,04	1,31	1,15
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,08	0,08	0,63	0,31	0,30	0,10	0,03	1,55	0,77
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	0,06	0,07	0,53	0,32	0,34	0,08	0,03	0,73	1,12
21.	Агробиоценоз Эртильского района	0,06	0,06	0,16	0,49	0,24	0,05	0,03	1,59	0,91
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,07	0,06	0,50	0,38	0,24	0,09	0,04	0,77	1,45
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,06	0,08	0,79	0,34	0,15	0,09	0,03	0,71	0,75
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,05	0,15	0,44	0,39	0,05	0,08	0,03	0,73	0,68
25.	Улица города Борисоглебск	0,10	0,16	0,55	0,42	0,16	0,07	0,06	1,09	0,76
26.	Улица города Калач	0,07	0,45	1,00	0,40	0,13	0,05	0,04	0,54	0,73
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,07	0,06	6,22	0,24	0,41	0,07	0,06	0,48	0,93
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,05	0,06	2,67	0,35	0,46	0,06	0,05	0,90	0,73
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,06	0,04	0,13	0,36	0,28	0,05	0,02	2,13	0,88
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,03	0,06	0,43	0,35	0,20	0,05	0,05	0,69	1,10
31.	Улица города Воронеж	0,11	0,04	2,84	0,38	0,42	0,08	0,04	1,12	0,82
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,08	0,08	0,82	0,38	0,11	0,09	0,08	0,64	0,86
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,06	0,10	0,72	0,38	0,15	0,06	0,04	0,72	0,68
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,05	0,40	0,57	0,37	0,23	0,04	0,03	0,95	0,79
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,07	0,40	0,45	0,37	0,26	0,04	0,03	0,93	1,07
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,06	0,45	0,88	0,40	0,08	0,06	0,09	0,69	0,76
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,05	0,45	0,69	0,38	0,09	0,06	0,06	0,60	0,65
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,04	0,35	1,38	0,42	0,11	0,05	0,05	0,53	0,73
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,05	0,35	1,00	0,41	0,17	0,04	0,03	0,47	0,77
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,07	0,35	1,48	0,44	0,12	0,06	0,05	0,71	0,78
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,05	0,35	1,33	0,47	0,14	0,05	0,04	0,68	0,76
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,04	0,70	1,21	0,49	0,17	0,05	0,04	0,59	0,69
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,04	0,70	0,71	0,44	0,40	0,05	0,02	0,65	0,71
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,09	0,45	1,23	0,37	0,25	0,04	0,05	0,67	0,71
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,16	0,80	1,00	0,37	0,31	0,06	0,03	0,51	0,88
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,18	0,70	0,75	0,36	0,33	0,04	0,05	0,60	0,81
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,17	0,70	2,00	0,46	0,37	0,06	0,04	0,75	0,98
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,07	0,04	0,93	0,75	0,15	0,05	0,05	0,65	0,76
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,18	0,15	0,59	0,79	0,27	0,04	0,03	0,38	0,62
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,19	0,10	0,33	1,02	0,21	0,05	0,06	0,42	0,71
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,22	0,35	0,25	3,25	0,20	0,06	0,14	0,54	0,80
Среднее для Воронежской области		0,07	0,12	0,74	0,41	0,18	0,07	0,05	0,83	0,83

Таблица Д.3 - КН ТМиМ в образцах травы тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	КН элементов								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,06	0,08	1,00	0,27	0,35	0,08	0,07	2,03	1,71
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,07	0,15	0,43	0,29	0,19	0,07	0,08	1,03	1,26
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,05	0,20	0,33	0,35	0,20	0,07	0,09	1,21	1,02
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,08	0,10	0,33	0,26	0,22	0,04	0,04	1,32	1,13
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,05	0,03	0,25	0,27	0,44	0,02	0,08	0,78	1,12
6.	Улица города Острогожск	0,08	0,10	0,16	0,28	0,26	0,02	0,07	0,76	0,90
7.	Улица города Семилуки	0,06	0,20	0,30	0,25	0,31	0,02	0,05	0,61	0,75
8.	Улица города Нововоронеж	0,06	0,02	1,00	0,27	0,43	0,04	0,05	1,60	1,99
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,03	0,06	0,16	0,21	0,08	0,05	0,06	1,07	0,39
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,05	0,08	0,06	0,29	0,53	0,04	0,04	0,83	2,36
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,16	0,04	0,08	0,25	0,23	0,06	0,03	1,20	0,79
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,11	0,13	0,13	0,26	0,26	0,04	0,04	0,47	0,90
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,06	0,04	0,04	0,31	0,44	0,07	0,05	0,48	0,91
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,05	0,15	0,29	0,22	0,14	0,05	0,04	0,66	0,53
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,09	0,10	0,17	0,28	0,21	0,06	0,07	0,84	0,61
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,06	0,40	0,10	0,24	0,37	0,06	0,05	0,89	1,11
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,10	0,03	0,12	0,25	0,25	0,05	0,06	1,87	1,27
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,09	0,05	0,20	0,26	0,29	0,09	0,07	0,61	1,68
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,05	0,03	0,17	0,18	0,17	0,05	0,06	1,31	0,38
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	0,02	0,04	0,17	0,17	0,19	0,06	0,06	0,68	0,94
21.	Агробиоценоз Эртильского района	0,04	0,04	0,13	0,26	0,10	0,12	0,06	1,09	0,42
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,06	0,02	0,17	0,21	0,15	0,06	0,07	0,55	1,10
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,13	0,03	0,17	0,22	0,13	0,05	0,07	0,50	0,32
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,06	0,07	0,15	0,25	0,05	0,05	0,06	0,56	0,33
25.	Улица города Борисоглебск	0,11	0,08	0,15	0,28	0,11	0,03	0,08	0,72	0,39
26.	Улица города Калач	0,08	0,10	0,38	0,27	0,09	0,03	0,10	0,73	0,46
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,11	0,03	0,44	0,20	0,40	0,07	0,09	0,50	0,49
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,06	0,03	0,42	0,28	0,25	0,04	0,07	0,73	0,37
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,02	0,01	0,19	0,26	0,30	0,03	0,04	1,21	0,74
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,05	0,04	0,19	0,25	0,15	0,02	0,05	0,62	0,98
31.	Улица города Воронеж	0,11	0,02	0,42	0,26	0,68	0,07	0,07	0,71	0,45
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,08	0,06	0,09	0,25	0,12	0,07	0,05	0,53	0,54
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,11	0,06	0,07	0,25	0,12	0,05	0,04	0,64	0,45
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,07	0,20	0,10	0,26	0,25	0,05	0,05	0,90	0,59
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,04	0,20	0,10	0,27	0,26	0,05	0,06	0,77	0,87

Продолжение таблицы Д.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,10	0,25	0,21	0,30	0,12	0,06	0,06	0,63	0,45
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,10	0,25	0,14	0,30	0,13	0,04	0,05	0,53	0,46
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,09	0,20	0,31	0,33	0,15	0,04	0,04	0,55	0,41
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,05	0,15	0,22	0,26	0,18	0,03	0,04	0,48	0,36
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,07	0,25	0,30	0,28	0,13	0,04	0,05	0,62	0,39
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,08	0,25	0,25	0,29	0,17	0,04	0,05	0,52	0,41
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,09	0,40	0,11	0,27	0,20	0,04	0,04	0,44	0,41
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,06	0,40	0,06	0,31	0,50	0,02	0,03	0,46	0,40
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,07	0,15	0,23	0,26	0,32	0,03	0,06	0,46	0,53
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,10	0,40	0,22	0,31	0,42	0,04	0,06	0,53	0,46
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,08	0,40	0,50	0,32	0,33	0,03	0,06	0,47	0,33
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,11	0,40	0,50	0,30	0,26	0,04	0,05	0,47	0,61
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,08	0,02	0,33	0,53	0,15	0,06	0,05	0,47	0,55
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,14	0,07	0,36	0,55	0,23	0,06	0,04	0,40	0,50
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,12	0,06	0,11	0,83	0,22	0,05	0,09	0,39	0,38
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,12	0,20	0,05	2,92	0,31	0,06	0,13	0,38	0,24
Среднее для Воронежской области		0,07	0,06	0,17	0,27	0,16	0,05	0,06	0,61	0,53

Таблица Д.4 - КН ТМиМ в образцах травы пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	КН элементов								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,05	0,10	1,50	0,18	0,65	0,07	0,18	1,89	2,00
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,08	0,15	0,29	0,18	0,55	0,10	0,29	1,12	1,61
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,04	0,20	1,00	0,18	0,46	0,09	0,26	1,12	1,27
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,09	0,08	0,33	0,15	0,42	0,05	0,11	1,31	1,24
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,06	0,07	0,44	0,17	0,82	0,04	0,10	0,81	1,81
6.	Улица города Острогожск	0,07	0,13	0,16	0,18	0,36	0,05	0,08	0,73	0,93
7.	Улица города Семилуки	0,05	0,20	0,40	0,18	0,39	0,05	0,06	0,44	0,82
8.	Улица города Нововоронеж	0,05	0,02	1,00	0,20	0,78	0,07	0,13	1,56	1,95
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,03	0,06	0,24	0,16	0,21	0,08	0,08	1,60	0,72
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,04	0,06	0,24	0,16	0,71	0,06	0,08	0,59	2,29
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,10	0,04	0,08	0,17	0,40	0,07	0,10	1,03	1,08
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,07	0,17	0,17	0,20	0,29	0,12	0,09	0,56	1,12
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,08	0,04	0,12	0,18	0,86	0,09	0,08	0,40	1,20
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,05	0,20	0,29	0,19	0,31	0,14	0,11	0,78	1,07
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,08	0,10	0,33	0,19	0,23	0,05	0,09	0,86	0,91
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,07	0,30	0,14	0,20	0,66	0,11	0,14	1,05	1,62

Продолжение таблицы Д.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17.	Агробιοценоз Репьевского района	0,11	0,03	0,29	0,16	0,60	0,08	0,08	1,31	1,67
18.	Агробιοценоз Воробьевского района	0,09	0,07	0,20	0,17	0,53	0,10	0,13	0,39	1,84
19.	Агробιοценоз Панинского района	0,04	0,05	0,33	0,17	0,36	0,05	0,07	1,19	0,90
20.	Агробιοценоз Верхнехавского района	0,04	0,06	0,23	0,17	0,53	0,08	0,08	0,59	1,19
21.	Агробιοценоз Эртильского района	0,02	0,03	0,13	0,18	0,26	0,13	0,17	0,80	0,92
22.	Агробιοценоз Россошанского района	0,04	0,03	0,25	0,21	0,23	0,09	0,10	0,58	1,62
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,14	0,04	0,67	0,13	0,16	0,08	0,07	0,38	0,57
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,03	0,08	0,58	0,15	0,09	0,07	0,09	0,34	0,51
25.	Улица города Борисоглебск	0,07	0,08	0,62	0,21	0,35	0,08	0,08	0,75	0,65
26.	Улица города Калач	0,05	0,25	0,77	0,18	0,18	0,09	0,09	0,38	0,70
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,17	0,03	1,44	0,14	0,67	0,09	0,08	0,46	0,67
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,09	0,03	1,33	0,16	1,23	0,08	0,09	0,64	0,61
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,02	0,03	0,44	0,17	0,49	0,04	0,11	1,20	0,96
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,02	0,03	0,19	0,25	0,35	0,04	0,10	0,43	1,16
31.	Улица города Воронеж	0,16	0,04	1,89	0,19	0,96	0,13	0,11	0,58	0,73
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,08	0,06	0,71	0,17	0,17	0,14	0,12	0,44	0,83
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,14	0,06	0,60	0,14	0,19	0,04	0,08	0,59	0,65
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,10	0,25	0,52	0,17	0,39	0,04	0,10	0,73	0,85
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,05	0,20	0,35	0,18	0,38	0,03	0,13	0,67	1,15
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,08	0,15	0,79	0,17	0,17	0,09	0,16	0,54	0,60
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,09	0,20	0,48	0,18	0,19	0,06	0,13	0,54	0,54
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,08	0,20	0,69	0,19	0,19	0,08	0,07	0,45	0,61
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,03	0,20	1,11	0,18	0,27	0,04	0,07	0,39	0,52
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,08	0,25	0,78	0,18	0,17	0,10	0,09	0,52	0,51
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,10	0,25	0,67	0,17	0,16	0,10	0,09	0,49	0,49
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,10	0,50	0,42	0,19	0,19	0,07	0,08	0,51	0,53
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,08	0,50	0,47	0,20	0,53	0,05	0,06	0,47	0,47
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,09	0,25	0,54	0,23	0,80	0,05	0,11	0,56	1,06
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,14	0,40	0,56	0,20	0,88	0,06	0,10	0,45	0,83
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,11	0,30	0,50	0,19	0,89	0,05	0,10	0,36	0,70
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,12	0,40	0,50	0,16	0,81	0,05	0,11	0,54	1,07
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,09	0,02	0,50	0,37	0,19	0,08	0,07	0,42	0,74
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,10	0,08	0,27	0,36	0,30	0,09	0,08	0,41	0,61
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,13	0,06	0,11	0,55	0,42	0,08	0,16	0,29	0,60
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,17	0,20	0,15	1,58	0,54	0,07	0,30	0,45	0,59
Среднее для Воронежской области		0,07	0,07	0,47	0,19	0,27	0,07	0,10	0,54	0,76

Таблица Д.5 - КН ТМиМ в образцах листьев подорожника большого (*Plantago major* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	КН элементов								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,16	0,18	1,00	0,36	0,68	0,57	0,13	0,98	1,61
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,11	0,25	0,57	0,48	0,44	0,32	0,24	0,69	1,25
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,12	0,60	0,67	0,44	0,45	0,42	0,15	0,59	1,02
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,23	0,13	0,83	0,35	0,39	0,26	0,13	0,52	1,34
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,07	0,10	0,19	0,39	0,71	0,21	0,11	0,41	1,07
6.	Улица города Острогожск	0,11	0,30	0,58	0,35	0,34	0,13	0,16	0,41	0,74
7.	Улица города Семилуки	0,09	0,45	1,20	0,33	0,34	0,15	0,14	0,23	0,73
8.	Улица города Нововоронеж	0,18	0,08	0,50	0,36	0,88	0,32	0,14	1,29	1,37
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,07	0,12	0,04	0,17	0,07	0,35	0,12	0,66	0,66
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,13	0,14	0,41	0,36	0,88	0,39	0,06	0,36	1,20
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,46	0,09	0,44	0,43	0,34	0,47	0,15	0,46	0,94
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,28	0,30	0,79	0,38	0,31	0,46	0,07	0,28	0,82
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,16	0,09	0,65	0,31	0,71	0,43	0,08	0,24	0,86
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,11	0,30	0,71	0,36	0,35	1,16	0,18	0,29	0,70
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,22	0,20	0,83	0,40	0,22	0,85	0,14	0,28	0,52
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,13	0,70	0,81	0,34	0,45	0,74	0,16	0,38	1,33
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,11	0,07	0,76	0,37	0,42	0,41	0,14	0,50	1,24
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,25	0,15	0,90	0,38	0,48	0,73	0,13	0,24	1,31
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,11	0,06	0,67	0,34	0,35	0,30	0,11	0,43	0,64
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	0,16	0,07	0,63	0,34	0,56	0,26	0,08	0,23	1,07
21.	Агробиоценоз Эртильского района	0,10	0,06	0,31	0,36	0,33	0,79	0,18	0,32	0,75
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,09	0,05	0,54	0,38	0,33	0,56	0,05	0,24	0,96
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,11	0,08	0,48	0,31	0,23	0,23	0,11	0,16	0,28
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,09	0,15	0,38	0,21	0,05	0,25	0,11	0,16	0,29
25.	Улица города Борисоглебск	0,13	0,16	0,36	0,37	0,29	0,39	0,17	0,24	0,33
26.	Улица города Калач	0,18	0,45	1,38	0,35	0,16	0,24	0,15	0,17	0,46
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,24	0,06	1,89	0,20	0,87	0,19	0,13	0,17	0,32
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,14	0,05	1,08	0,20	0,76	0,15	0,10	0,30	0,39
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,07	0,05	0,69	0,31	0,50	0,20	0,07	0,49	0,89
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,05	0,08	0,81	0,27	0,37	0,20	0,08	0,27	1,14
31.	Улица города Воронеж	0,07	0,06	1,16	0,19	0,89	0,32	0,14	0,30	0,54
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,12	0,09	0,25	0,25	0,19	0,41	0,16	0,21	0,63
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,09	0,10	0,14	0,25	0,22	0,18	0,09	0,30	0,48
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,08	0,30	0,29	0,31	0,30	0,23	0,08	0,28	0,81
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,07	0,30	0,35	0,30	0,34	0,16	0,09	0,27	0,96

Продолжение таблицы Д.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,13	0,40	0,47	0,27	0,23	0,31	0,20	0,27	0,49
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,09	0,30	0,41	0,32	0,23	0,23	0,14	0,26	0,46
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,04	0,30	0,54	0,33	0,24	0,21	0,08	0,23	0,37
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,05	0,35	0,33	0,30	0,26	0,23	0,08	0,21	0,33
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,09	0,40	0,70	0,39	0,23	0,33	0,16	0,20	0,54
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,06	0,35	0,50	0,41	0,28	0,32	0,13	0,20	0,50
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,08	0,70	0,42	0,43	0,18	0,28	0,08	0,22	0,35
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,08	0,60	0,35	0,54	0,53	0,19	0,09	0,22	0,33
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,15	0,35	0,38	0,38	1,18	0,22	0,08	0,19	0,58
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,13	0,50	0,33	0,33	1,37	0,24	0,10	0,18	0,51
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,12	0,50	0,75	0,35	0,93	0,24	0,09	0,18	0,56
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,14	0,50	0,25	0,31	0,83	0,28	0,07	0,20	0,76
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,08	0,04	0,43	0,47	0,30	0,25	0,18	0,19	0,53
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,09	0,15	0,45	0,56	0,47	0,28	0,13	0,14	0,47
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,13	0,10	0,11	0,93	0,52	0,27	0,21	0,12	0,43
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,17	0,35	0,05	3,00	0,51	0,33	0,29	0,16	0,46
Среднее для Воронежской области		0,11	0,12	0,48	0,33	0,29	0,27	0,12	0,24	0,56

Таблица Д.6 - КН ТМиМ в образцах листьев крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	КН элементов								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,10	0,18	0,50	0,10	0,71	0,45	0,06	1,55	1,55
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,09	0,25	0,00	0,11	0,44	0,48	0,16	1,05	1,38
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,08	0,50	0,00	0,09	0,63	0,36	0,04	1,07	1,28
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,13	0,18	0,00	0,09	0,52	0,45	0,07	1,03	0,87
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,06	0,12	0,13	0,08	0,82	0,22	0,04	0,45	1,59
6.	Улица города Острогожск	0,07	0,23	0,05	0,09	0,23	0,22	0,01	0,41	0,54
7.	Улица города Семилуки	0,05	0,35	0,10	0,09	0,45	0,16	0,09	0,27	0,77
8.	Улица города Нововоронеж	0,08	0,07	1,00	0,08	0,85	0,33	0,15	1,78	1,90
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,03	0,12	0,04	0,09	0,24	0,29	0,14	1,07	0,53
10.	Агробιοценоз Лискинского района	0,06	0,16	0,06	0,08	0,77	0,40	0,11	0,35	1,99
11.	Агробιοценоз Ольховатского района	0,21	0,10	0,00	0,11	0,43	0,41	0,02	0,78	1,15
12.	Агробιοценоз Подгоренского района	0,12	0,20	0,00	0,11	0,34	0,19	0,04	0,34	1,12
13.	Агробιοценоз Петропавловского района	0,10	0,10	0,04	0,10	0,76	0,22	0,01	0,36	1,27
14.	Агробιοценоз Грибановского района	0,09	0,25	0,29	0,09	0,42	0,57	0,06	0,48	0,99
15.	Агробιοценоз Хохольского района	0,13	0,20	0,00	0,11	0,43	0,65	0,06	0,74	0,77
16.	Агробιοценоз Новохоперского района	0,12	0,70	0,00	0,10	0,64	0,38	0,02	0,88	1,41

Продолжение таблицы Д.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17.	Агробιοценоз Репьевского района	0,09	0,08	0,00	0,09	0,65	0,39	0,03	0,87	1,30
18.	Агробιοценоз Воробьевского района	0,12	0,12	0,10	0,11	0,66	0,38	0,06	0,51	1,86
19.	Агробιοценоз Панинского района	0,07	0,06	0,08	0,09	0,39	0,52	0,03	0,78	0,76
20.	Агробιοценоз Верхнехавского района	0,04	0,08	0,03	0,09	0,81	0,40	0,06	0,43	1,31
21.	Агробιοценоз Эртильского района	0,07	0,07	0,06	0,10	0,35	0,40	0,02	0,64	0,66
22.	Агробιοценоз Россошанского района	0,08	0,06	0,04	0,09	0,33	0,46	0,02	0,26	1,47
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,04	0,07	0,02	0,09	0,22	0,31	0,15	0,23	0,38
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,08	0,15	0,04	0,03	0,09	0,22	0,06	0,22	0,38
25.	Улица города Борисоглебск	0,13	0,16	0,02	0,13	0,23	0,25	0,13	0,37	0,55
26.	Улица города Калач	0,11	0,30	0,00	0,32	0,20	0,17	0,11	0,26	0,52
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,09	0,06	0,11	0,03	0,46	0,16	0,13	0,23	0,44
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,11	0,06	0,08	0,10	0,54	0,17	0,06	0,33	0,39
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,04	0,06	0,06	0,09	0,38	0,07	0,03	0,93	0,70
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,03	0,08	0,05	0,10	0,22	0,15	0,09	0,30	0,96
31.	Улица города Воронеж	0,09	0,06	0,11	0,10	0,69	0,16	0,16	0,33	0,40
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,05	0,10	0,04	0,09	0,15	0,19	0,18	0,24	0,51
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,07	0,11	0,03	0,09	0,19	0,12	0,08	0,32	0,47
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,08	0,45	0,05	0,09	0,28	0,16	0,09	0,33	0,71
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,07	0,40	0,05	0,08	0,38	0,19	0,07	0,41	1,02
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,07	0,45	0,06	0,10	0,12	0,27	0,24	0,25	0,49
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,03	0,45	0,03	0,10	0,13	0,19	0,14	0,18	0,44
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,03	0,40	0,00	0,09	0,19	0,21	0,08	0,25	0,46
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,03	0,40	0,00	0,09	0,34	0,27	0,09	0,18	0,48
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,07	0,45	0,07	0,09	0,23	0,20	0,22	0,23	0,45
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,03	0,40	0,04	0,10	0,28	0,19	0,20	0,22	0,42
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,04	0,90	0,05	0,10	0,36	0,15	0,13	0,20	0,50
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,05	0,60	0,00	0,11	0,92	0,18	0,06	0,27	0,52
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,06	0,40	0,08	0,09	0,97	0,16	0,05	0,27	0,53
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,16	0,80	0,11	0,09	1,06	0,31	0,05	0,26	0,43
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,15	0,60	0,25	0,11	1,04	0,15	0,03	0,20	0,58
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,16	0,70	0,00	0,09	1,16	0,14	0,01	0,33	0,73
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,09	0,04	0,10	0,20	0,18	0,26	0,02	0,22	0,52
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,14	0,15	0,09	0,21	0,29	0,25	0,02	0,24	0,55
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,20	0,11	0,00	0,29	0,36	0,21	0,02	0,30	0,55
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,23	0,35	0,00	0,83	0,60	0,14	0,05	0,29	0,56
Среднее для Воронежской области		0,07	0,13	0,05	0,10	0,28	0,23	0,09	0,33	0,60

Таблица Д.7 - КН ТМиМ в образцах цветков липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	КН элементов								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,03	0,00	0,00	0,01	0,39	0,04	0,07	0,64	1,09
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,02	0,00	0,00	0,02	0,13	0,01	0,06	0,44	1,25
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,03	0,00	0,00	0,02	0,20	0,07	0,04	0,22	0,68
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,03	0,00	0,00	0,01	0,14	0,01	0,06	0,59	1,04
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,01	0,03	0,13	0,03	0,73	0,01	0,05	0,06	1,68
6.	Улица города Острогожск	0,02	0,00	0,00	0,01	0,11	0,02	0,06	0,11	0,41
7.	Улица города Семилуки	0,01	0,10	0,00	0,02	0,12	0,02	0,03	0,08	0,49
8.	Улица города Нововоронеж	0,03	0,00	0,50	0,03	0,21	0,02	0,04	0,75	0,76
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,01	0,04	0,12	0,01	0,04	0,00	0,01	0,69	0,49
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,01	0,04	0,00	0,03	0,78	0,04	0,02	0,15	1,95
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,08	0,00	0,04	0,01	0,14	0,03	0,06	0,07	0,88
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,04	0,00	0,00	0,02	0,06	0,06	0,03	0,06	0,65
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,04	0,03	0,04	0,03	0,69	0,00	0,01	0,10	0,89
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,02	0,00	0,00	0,01	0,09	0,05	0,02	0,09	0,46
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,04	0,07	0,00	0,01	0,08	0,05	0,04	0,20	0,47
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,04	0,00	0,00	0,01	0,16	0,03	0,08	0,16	0,76
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,04	0,00	0,06	0,01	0,15	0,04	0,01	0,22	1,17
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,05	0,03	0,10	0,03	0,16	0,05	0,04	0,05	1,56
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,02	0,00	0,00	0,01	0,06	0,02	0,03	0,34	0,45
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	0,02	0,00	0,07	0,01	0,18	0,05	0,06	0,14	0,54
21.	Агробиоценоз Эртильского района	0,01	0,02	0,03	0,03	0,08	0,04	0,01	0,27	0,58
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,02	0,00	0,04	0,02	0,08	0,01	0,02	0,10	0,49
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,01	0,03	0,08	0,01	0,05	0,01	0,01	0,13	0,30
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,01	0,05	0,07	0,01	0,01	0,01	0,03	0,07	0,37
25.	Улица города Борисоглебск	0,01	0,04	0,04	0,02	0,06	0,02	0,06	0,24	0,55
26.	Улица города Калач	0,01	0,10	0,00	0,02	0,04	0,01	0,06	0,11	0,52
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,02	0,00	0,44	0,01	0,20	0,02	0,06	0,14	0,61
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,01	0,02	0,25	0,02	0,22	0,01	0,08	0,17	0,59
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,01	0,00	0,00	0,01	0,08	0,01	0,03	0,32	0,73
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,01	0,02	0,10	0,01	0,08	0,01	0,03	0,11	1,20
31.	Улица города Воронеж	0,01	0,01	0,00	0,02	0,14	0,03	0,05	0,22	0,58
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,01	0,03	0,07	0,01	0,03	0,04	0,08	0,17	0,86
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,01	0,03	0,09	0,02	0,04	0,02	0,06	0,15	0,75
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,01	0,10	0,14	0,02	0,07	0,01	0,03	0,19	0,71
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,01	0,10	0,05	0,01	0,10	0,01	0,05	0,20	0,94

Продолжение таблицы Д.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,01	0,10	0,12	0,01	0,03	0,04	0,10	0,20	0,68
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,01	0,10	0,10	0,01	0,04	0,03	0,08	0,18	0,64
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,01	0,10	0,23	0,02	0,04	0,03	0,05	0,14	0,56
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,01	0,10	0,22	0,01	0,08	0,02	0,04	0,13	0,35
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,01	0,10	0,15	0,02	0,03	0,04	0,07	0,16	0,64
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,01	0,10	0,17	0,02	0,03	0,03	0,06	0,15	0,57
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,01	0,20	0,16	0,02	0,05	0,02	0,05	0,18	0,40
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,01	0,20	0,18	0,02	0,14	0,03	0,04	0,16	0,54
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,02	0,00	0,23	0,01	0,16	0,02	0,04	0,09	0,51
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,03	0,00	0,33	0,01	0,14	0,01	0,06	0,10	0,42
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,03	0,00	0,25	0,01	0,16	0,02	0,04	0,09	0,44
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,03	0,00	0,25	0,01	0,18	0,03	0,03	0,08	0,55
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,01	0,00	0,17	0,02	0,04	0,06	0,10	0,13	0,83
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,02	0,00	0,18	0,03	0,05	0,04	0,08	0,10	0,65
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,02	0,00	0,02	0,02	0,07	0,03	0,10	0,08	0,43
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,02	0,00	0,03	0,08	0,09	0,01	0,10	0,10	0,36
Среднее для Воронежской области		0,01	0,02	0,08	0,01	0,06	0,02	0,05	0,15	0,60

Таблица Д.8 - КН ТМиМ в образцах цветков пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	КН элементов								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,03	0,00	1,00	0,02	0,90	0,04	0,05	1,13	1,61
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,02	0,00	0,43	0,05	0,31	0,05	0,07	0,72	1,13
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,02	0,00	0,33	0,05	0,52	0,02	0,13	0,68	0,94
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,04	0,05	0,67	0,09	0,41	0,01	0,06	1,04	0,89
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,02	0,00	0,13	0,05	1,42	0,01	0,03	0,62	1,49
6.	Улица города Острогожск	0,02	0,10	0,11	0,08	0,25	0,00	0,04	0,58	0,65
7.	Улица города Семилуки	0,02	0,10	0,40	0,05	0,23	0,02	0,02	0,36	0,51
8.	Улица города Нововоронеж	0,03	0,03	0,50	0,12	0,76	0,04	0,02	0,73	1,41
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,01	0,04	0,12	0,04	0,11	0,02	0,02	0,54	0,40
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,02	0,06	0,09	0,11	1,25	0,03	0,03	0,48	1,92
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,07	0,00	0,08	0,09	0,20	0,02	0,03	0,70	0,67
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,06	0,00	0,13	0,05	0,17	0,04	0,04	0,32	0,73
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,04	0,04	0,15	0,06	1,57	0,03	0,01	0,31	0,78
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,04	0,15	0,57	0,08	0,17	0,10	0,08	0,42	0,70
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,05	0,00	0,17	0,02	0,15	0,03	0,03	0,54	0,62
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,05	0,30	0,19	0,06	0,44	0,08	0,06	0,56	1,08

Продолжение таблицы Д.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17.	Агробιοценоз Репьевского района	0,06	0,00	0,18	0,04	0,33	0,05	0,02	0,71	1,07
18.	Агробιοценоз Воробьевского района	0,06	0,00	0,20	0,09	0,29	0,05	0,03	0,41	1,37
19.	Агробιοценоз Панинского района	0,01	0,02	0,13	0,09	0,18	0,02	0,01	0,45	0,54
20.	Агробιοценоз Верхнехавского района	0,02	0,03	0,13	0,07	0,38	0,03	0,03	0,31	0,67
21.	Агробιοценоз Эртильского района	0,01	0,02	0,06	0,10	0,14	0,09	0,04	0,45	0,53
22.	Агробιοценоз Россошанского района	0,02	0,00	0,08	0,04	0,18	0,03	0,04	0,29	0,80
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,01	0,03	0,13	0,01	0,12	0,01	0,02	0,21	0,36
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,01	0,05	0,11	0,01	0,04	0,01	0,03	0,15	0,33
25.	Улица города Борисоглебск	0,01	0,06	0,13	0,03	0,15	0,02	0,03	0,34	0,35
26.	Улица города Калач	0,01	0,15	0,38	0,08	0,12	0,01	0,04	0,22	0,50
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,03	0,02	0,67	0,01	0,33	0,02	0,04	0,25	0,44
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,01	0,01	0,25	0,02	0,40	0,01	0,04	0,35	0,37
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,02	0,00	0,25	0,02	0,29	0,02	0,03	0,65	0,67
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,01	0,03	0,24	0,06	0,19	0,02	0,06	0,38	0,85
31.	Улица города Воронеж	0,02	0,01	0,32	0,04	0,50	0,03	0,03	0,30	0,43
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,01	0,02	0,10	0,05	0,10	0,03	0,04	0,24	0,49
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,02	0,04	0,12	0,04	0,12	0,02	0,04	0,35	0,36
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,02	0,15	0,19	0,03	0,22	0,03	0,03	0,42	0,47
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,02	0,15	0,20	0,03	0,25	0,02	0,04	0,41	0,85
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,01	0,10	0,15	0,07	0,10	0,03	0,05	0,30	0,38
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,01	0,15	0,17	0,05	0,10	0,03	0,04	0,30	0,32
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,01	0,15	0,23	0,05	0,12	0,03	0,04	0,30	0,34
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,02	0,15	0,33	0,03	0,17	0,03	0,04	0,23	0,36
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,01	0,15	0,22	0,06	0,08	0,04	0,03	0,24	0,36
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,01	0,15	0,21	0,07	0,10	0,03	0,03	0,27	0,38
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,02	0,30	0,21	0,05	0,13	0,03	0,04	0,24	0,39
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,02	0,30	0,24	0,04	0,29	0,03	0,03	0,30	0,34
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,02	0,15	0,23	0,04	0,44	0,02	0,04	0,32	0,58
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,04	0,00	0,33	0,04	0,49	0,02	0,05	0,30	0,61
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,04	0,00	0,50	0,02	0,50	0,02	0,05	0,28	0,54
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,05	0,00	0,50	0,03	0,58	0,02	0,05	0,34	0,64
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,01	0,01	0,10	0,13	0,10	0,05	0,05	0,20	0,54
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,03	0,05	0,14	0,13	0,17	0,04	0,04	0,16	0,38
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,04	0,04	0,04	0,17	0,20	0,04	0,08	0,19	0,35
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,05	0,10	0,05	0,33	0,32	0,03	0,15	0,27	0,36
Среднее для Воронежской области		0,02	0,03	0,16	0,05	0,16	0,03	0,04	0,31	0,49

Таблица Д.9 - КН ТМиМ в образцах корней одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg)

№ п/п	Территория заготовки образцов	КН элементов								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,46	0,08	1,50	0,13	0,42	0,88	1,43	1,48	2,49
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,41	0,20	0,57	0,15	0,15	0,97	2,44	0,62	1,36
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,31	0,30	0,67	0,18	0,24	1,37	2,66	0,94	1,37
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,34	0,10	0,67	0,15	0,15	0,35	1,55	0,73	1,22
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,22	0,07	0,38	0,17	1,13	0,28	1,30	0,51	1,19
6.	Улица города Острогожск	0,33	0,10	0,47	0,18	0,18	0,22	1,08	0,52	1,07
7.	Улица города Семилуки	0,29	0,25	1,10	0,18	0,21	0,23	0,52	0,23	1,11
8.	Улица города Нововоронеж	0,25	0,04	6,00	0,19	0,89	0,52	1,43	0,89	2,09
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,19	0,06	0,64	0,14	0,11	0,43	0,61	0,92	0,58
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,34	0,06	0,21	0,18	0,82	0,54	0,78	0,47	2,17
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,56	0,06	0,36	0,20	0,18	0,56	0,91	0,74	1,23
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,53	0,17	0,21	0,21	0,13	0,92	0,84	0,23	1,36
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,59	0,04	0,27	0,18	1,35	0,59	0,78	0,27	0,98
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,44	0,20	1,71	0,12	0,08	1,49	1,21	0,45	0,95
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,43	0,10	0,44	0,26	0,16	1,06	1,02	0,59	1,15
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,30	0,30	0,48	0,22	0,26	1,24	2,05	0,64	1,58
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,47	0,03	0,76	0,17	0,30	0,60	0,59	0,62	2,05
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,39	0,07	1,50	0,23	0,28	1,00	1,68	0,29	2,11
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,44	0,04	0,71	0,18	0,12	0,38	0,73	0,48	1,14
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	0,23	0,03	0,37	0,19	0,39	0,38	0,76	0,24	1,35
21.	Агробиоценоз Эртильского района	0,21	0,05	0,31	0,17	0,13	1,24	1,52	0,52	0,95
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,42	0,03	0,38	0,18	0,14	0,71	0,88	0,29	1,49
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,38	0,05	0,29	0,15	0,10	0,28	0,72	0,21	0,63
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,14	0,10	0,25	0,18	0,04	0,30	0,58	0,20	0,62
25.	Улица города Борисоглебск	0,23	0,10	0,32	0,19	0,16	0,43	0,71	0,35	0,76
26.	Улица города Калач	0,22	0,25	0,92	0,19	0,09	0,29	0,67	0,24	0,77
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,29	0,03	1,56	0,18	0,54	0,25	0,91	0,25	0,83
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,18	0,03	0,75	0,15	0,63	0,20	0,74	0,29	0,70
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,17	0,03	0,81	0,14	0,24	0,31	0,98	0,88	1,15
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,13	0,05	0,67	0,15	0,17	0,28	0,96	0,31	1,49
31.	Улица города Воронеж	0,15	0,03	0,63	0,15	0,46	0,40	0,68	0,30	0,64
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,12	0,07	0,25	0,14	0,10	0,49	0,67	0,22	0,82
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,20	0,08	0,29	0,15	0,11	0,24	0,57	0,31	0,66
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,19	0,20	0,52	0,15	0,27	0,34	0,73	0,34	0,99
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,17	0,20	0,50	0,17	0,25	0,26	0,90	0,33	1,48

Продолжение таблицы Д.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,11	0,25	0,35	0,18	0,09	0,37	0,83	0,25	0,59
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,14	0,30	0,14	0,16	0,09	0,27	0,81	0,27	0,58
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,15	0,30	0,23	0,17	0,12	0,27	0,64	0,26	0,63
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,14	0,25	0,33	0,16	0,19	0,27	0,72	0,27	0,67
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,09	0,30	0,48	0,17	0,07	0,43	0,62	0,25	0,72
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,11	0,30	0,38	0,17	0,09	0,37	0,73	0,26	0,74
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,14	0,50	0,53	0,19	0,10	0,35	0,70	0,28	0,77
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,17	0,50	0,47	0,20	0,25	0,24	0,69	0,35	0,66
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,14	0,20	0,69	0,18	0,45	0,30	0,84	0,27	0,89
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,28	0,30	0,89	0,20	0,52	0,40	0,83	0,24	0,87
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,28	0,30	2,00	0,18	0,50	0,31	0,89	0,23	0,81
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,35	0,30	2,00	0,22	0,42	0,38	0,97	0,26	1,14
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,13	0,02	0,43	0,41	0,10	0,35	0,92	0,22	0,71
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,31	0,08	0,41	0,43	0,16	0,41	0,66	0,18	0,63
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,45	0,06	0,11	0,60	0,22	0,40	1,25	0,14	0,62
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,50	0,20	0,13	1,67	0,38	0,44	2,57	0,18	0,78
Среднее для Воронежской области		0,21	0,07	0,44	0,18	0,15	0,36	0,84	0,30	0,84

Таблица Д.10 - КН ТМиМ в образцах корней лопуха большого (*Arctium lappa* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	КН элементов								
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	0,14	0,10	2,00	0,29	0,96	0,59	1,18	2,38	2,53
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,20	0,15	0,29	0,32	0,48	0,67	1,00	1,12	1,96
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,13	0,30	1,00	0,25	0,73	0,93	1,74	1,39	1,40
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,27	0,10	1,17	0,23	0,32	0,56	0,74	1,48	1,67
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,13	0,07	0,75	0,27	0,68	0,28	0,73	0,64	1,51
6.	Улица города Острогожск	0,28	0,17	0,58	0,27	0,27	0,29	0,74	0,70	1,07
7.	Улица города Семилуки	0,19	0,20	1,40	0,24	0,38	0,20	0,58	0,34	0,87
8.	Улица города Нововоронеж	0,39	0,06	1,00	0,25	0,83	0,47	0,71	1,38	1,93
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,16	0,08	0,48	0,24	0,19	0,43	0,47	0,97	0,48
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,29	0,10	0,44	0,27	0,94	0,56	0,62	0,50	2,87
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,90	0,06	0,68	0,30	0,35	0,48	0,70	0,98	1,16
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,67	0,10	0,46	0,33	0,27	0,67	0,79	0,28	1,13
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,59	0,04	0,38	0,25	1,16	0,39	0,65	0,29	1,02
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,41	0,20	2,14	0,24	0,36	0,84	1,83	0,59	1,03
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,63	0,17	0,50	0,26	0,33	0,89	0,35	0,54	1,00
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,49	0,40	0,33	0,19	0,75	1,14	0,92	0,71	1,63

Продолжение таблицы Д.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17.	Агробiocенoз Репьевского района	0,65	0,06	1,00	0,24	0,67	0,57	0,41	1,00	1,47
18.	Агробiocенoз Воробьевского района	0,40	0,08	1,00	0,25	0,52	0,77	1,03	0,36	1,42
19.	Агробiocенoз Панинского района	0,29	0,04	0,67	0,25	0,26	0,55	0,43	1,02	0,92
20.	Агробiocенoз Верхнехавского района	0,19	0,04	0,50	0,27	0,56	0,51	0,97	0,35	1,35
21.	Агробiocенoз Эртильского района	0,15	0,03	0,28	0,28	0,27	0,65	1,06	0,67	1,03
22.	Агробiocенoз Россошанского района	0,38	0,03	0,71	0,26	0,28	0,61	0,61	0,27	1,49
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,41	0,04	0,42	0,22	0,16	0,30	0,66	0,24	0,49
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,14	0,08	0,38	0,26	0,06	0,27	0,57	0,24	0,48
25.	Улица города Борисоглебск	0,19	0,10	0,32	0,26	0,28	0,34	0,84	0,36	0,62
26.	Улица города Калач	0,19	0,25	0,92	0,22	0,10	0,22	0,77	0,24	0,68
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,16	0,04	0,78	0,18	0,53	0,19	0,75	0,20	0,64
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,22	0,04	0,67	0,26	0,83	0,21	0,56	0,32	0,53
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,23	0,04	0,63	0,22	0,44	0,18	0,72	0,67	1,05
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,13	0,03	0,71	0,25	0,25	0,20	0,69	0,34	1,11
31.	Улица города Воронеж	0,20	0,03	0,58	0,28	0,51	0,21	0,64	0,32	0,55
32.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,14	0,04	0,41	0,28	0,08	0,24	0,58	0,27	0,61
33.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,16	0,06	0,43	0,27	0,11	0,16	0,58	0,38	0,48
34.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,20	0,20	0,38	0,35	0,19	0,21	0,55	0,46	0,80
35.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском районе	0,14	0,25	0,50	0,30	0,26	0,19	0,76	0,48	1,15
36.	0 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,13	0,15	0,50	0,22	0,09	0,34	0,63	0,31	0,60
37.	100 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,16	0,20	0,41	0,25	0,10	0,25	0,70	0,32	0,56
38.	200 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,15	0,20	0,92	0,28	0,13	0,27	0,62	0,31	0,48
39.	300 м от автомагистрали А144 в Аннинском районе	0,15	0,15	0,44	0,24	0,24	0,26	0,47	0,30	0,42
40.	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,11	0,25	0,44	0,28	0,11	0,27	0,62	0,32	0,52
41.	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,13	0,25	0,71	0,29	0,15	0,24	0,50	0,31	0,53
42.	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,16	0,50	0,63	0,33	0,17	0,21	0,59	0,30	0,56
43.	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Павловском районе	0,18	0,50	0,53	0,28	0,54	0,17	0,33	0,35	0,57
44.	0 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,19	0,15	0,54	0,27	0,56	0,29	0,45	0,35	0,84
45.	100 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,42	0,30	0,44	0,28	0,65	0,39	0,66	0,32	0,82
46.	200 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,38	0,30	1,00	0,29	0,71	0,22	0,61	0,28	0,72
47.	300 м от дороги обычного типа в Богучарском районе	0,41	0,30	1,00	0,30	0,71	0,33	0,76	0,38	1,02
48.	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,15	0,02	0,73	0,47	0,14	0,40	0,75	0,25	0,58
49.	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,35	0,07	1,09	0,55	0,22	0,36	0,59	0,25	0,59
50.	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,28	0,04	0,40	0,88	0,32	0,40	1,01	0,25	0,57
51.	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги	0,33	0,15	0,43	2,58	0,51	0,40	1,90	0,28	0,62
Среднее для Воронежской области		0,20	0,07	0,55	0,27	0,22	0,30	0,66	0,37	0,72

Приложение Е

Таблица Е.1 - Результаты определений УА РН в образцах ВСП

№ п/п	Территория заготовки образца	Тип почвы	УА РН, Бк/кг					ЭУА природных РН, Бк/кг
			Искусственные РН		Природные РН			
			Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	дерновые лесные	6,8±3,2	51,7±14,7	32,1±10,6	312±42	5,4±2,4	86,3
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	пойменно-лесные серые глееватые	5,3±1,9	24,1±12,6	32,1±6,8	437±26	5,2±1,9	80,4
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	темно-серые лесные	5,0±2,7	20,7±9,0	30,5±4,9	407±30	4,1±1,2	96,0
4.	Село Елань-Колено Новохоперского р-на	аллювиальные засоленные	4,7±1,6	25,9±12,9	36,8±8,4	461±41	6,7±3,0	91,7
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого р-на	черноземы обыкновенные	9,1±2,5	49,8±14,6	30,2±11,6	481±63	9,1±4,5	117,0
6.	Улица города Острогожск	черноземы солонцеватые	7,1±3,9	49,8±17,9	41,1±4,8	597±26	9,8±3,7	103,4
7.	Улица города Семилуки	черноземы солонцеватые	7,8±3,0	59,2±20,5	35,9±5,0	508±50	11,0±4,2	105,7
8.	Улица города Нововоронеж	черноземы выщелочные	4,2±2,0	58,1±22,4	40,6±6,8	487±19	9,1±2,5	95,0
9.	ВЛЭ (Каширский р-н)	черноземы выщелочные	6,7±3,2	59,7±16,4	32,3±7,0	478±37	10,0±4,8	71,5
10.	Агробиоценоз Лискинского р-на	черноземы обыкновенные	4,3±2,7	43,7±13,9	25,1±9,3	342±41	8,1±3,6	111,9
11.	Агробиоценоз Ольховатского р-на	черноземы обыкновенные	6,0±3,6	41,4±15,2	45,2±6,1	494±30	8,7±3,2	115,9
12.	Агробиоценоз Подгоренского р-на	черноземы обыкновенные	6,8±2,2	40,7±10,7	42,5±11,7	583±26	8,2±4,4	108,6
13.	Агробиоценоз Петропавловского р-на	черноземы обыкновенные	5,4±1,7	26,4±11,0	37,1±10,0	567±33	9,3±3,8	102,9
14.	Агробиоценоз Грибановского р-на	черноземы солонцеватые	5,7±2,0	23,8±11,5	39,8±7,5	459±40	9,8±3,5	114,3
15.	Агробиоценоз Хохольского р-на	черноземы обыкновенные	7,9±3,7	51,9±16,9	40,9±4,6	569±37	9,9±4,6	104,4
16.	Агробиоценоз Новохоперского р-на	черноземы обыкновенные	6,2±2,8	24,7±10,9	39,1±10,2	478±51	10,5±3,3	99,9
17.	Агробиоценоз Репьевского р-на	черноземы обыкновенные	7,8±3,6	50,8±11,1	34,9±10,5	508±39	8,8±3,7	94,9
18.	Агробиоценоз Воробьевского р-на	черноземы обыкновенные	5,3±1,9	21,5±16,8	35,9±9,7	442±44	8,4±2,8	103,5
19.	Агробиоценоз Панинского р-на	черноземы обыкновенные	7,1±2,0	42,9±16,1	38,8±8,8	481±35	9,8±3,0	104,5
20.	Агробиоценоз Верхнехавского р-на	черноземы обыкновенные	8,3±4,5	53,1±16,9	39,9±7,4	489±26	8,6±2,6	103,1
21.	Агробиоценоз Эртильского р-на	черноземы обыкновенные	8,7±3,7	30,9±15,7	38,9±9,5	479±34	9,4±3,5	114,2
22.	Агробиоценоз Россошанского р-на	черноземы обыкновенные	6,7±2,7	43,4±12,9	41,1±10,7	583±29	8,3±3,9	114,9
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	черноземы обыкновенные	6,4±2,8	40,7±12,0	41,6±9,0	578±46	8,8±3,7	80,9
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский р-н)	черноземы обыкновенные	5,2±1,8	23,8±10,1	28,9±8,2	381±55	9,0±4,6	87,4
25.	Улица города Борисоглебск	черноземы типичные	5,3±3,0	24,9±10,5	31,1±6,1	428±32	8,4±2,8	105,6
26.	Улица города Калач	черноземы обыкновенные	6,8±2,9	24,8±9,6	37,8±8,5	537±24	8,1±3,6	177,1
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	аллювиальные луговые оглеенные суглинистые	6,4±1,8	74,7±13,0	63,8±9,8	895±38	13,6±4,9	157,9

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (г. Воронеж)	аллювиальные луговые оглеенные суглинистые	7,0±3,8	72,1±19,8	55,2±7,7	807±56	13,5±5,0	154,9
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	серые лесостепные среднесуглинистые	7,4±3,9	70,5±23,7	52,9±8,0	809±61	13,3±4,7	89,6
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж	аллювиальные засоленные	5,9±2,7	45,9±12,6	35,8±7,4	390±23	8,0±3,6	153,9
31.	Улица города Воронеж	урбано-дерново-лесные песчаные	8,0±3,3	70,8±17,5	52,3±9,5	811±48	12,9±5,9	84,0
32.	Автомагистраль М4 «Дон» в Рамонском р-не	серые лесостепные среднесуглинистые	6,8±1,5	53,9±19,7	33,3±10,3	367±42	7,7±3,6	83,9
33.	Автомагистраль А144 в Аннинском р-не	черноземы обыкновенные	5,3±2,6	51,9±14,8	41,4±7,9	456±23	4,6±3,7	99,5
34.	Автомагистраль М4 «Дон» в Павловском р-не	черноземы обыкновенные	4,6±1,8	42,6±16,8	28,6±6,8	352±32	7,0±2,7	99,7
35.	Дорога обычного типа в Богучарском р-не	черноземы обыкновенные	5,3±2,5	20,5±9,6	39,0±7,9	411±25	9,3±4,0	76,0
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	серые лесные суглинистые	7,2±3,1	34,5±13,8	33,5±7,9	367±27	7,8±3,6	97,0
Среднее для Воронежской области		-	6,4	42,9	38,5	506	8,9	99,0
Среднемировые значения (по Ф.А. Тихомирову, 1988 г.)			-	-	32	450	38	
Среднемировые значения (по М.И. Луневу и П.М. Орлову, 2009 г.)			-	-	26	460	26	
Среднее значение по России (по М.И. Луневу и П.М. Орлову, 2009 г.)			-	-	22	460	28	

Таблица Е.2 - Результаты определений УА РН в образцах травы горца птичьего (*Polygonum aviculare* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	УА РН, Бк/кг					Сумма показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения	ЭУА природных РН, Бк/кг
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	3,8±1,7	52,3±16,7	6,0±2,4	423±59	2,4±1,1	0,15	48,27
2.	Территория Хоперского государственного заповедника	2,4±2,0	20,6±14,8	6,2±2,1	526±78	2,9±1,4	0,06	58,3
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	2,4±1,9	22,1±13,9	1,3±1,0	603±93	2,0±1,3	0,07	57,96
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	2,1±1,2	27,4±10,1	5,0±2,1	550±64	2,5±1,0	0,08	58,5
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	3,8±2,4	54,2±19,6	7,2±2,9	617±83	3,8±1,6	0,15	68,69
6.	Улица города Острогоск	3,6±2,6	57,1±16,8	10,4±3,8	702±98	4,2±1,9	0,16	80,9

Продолжение таблицы Е.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7.	Улица города Семилуки	3,8±1,6	58,1±11,3	8,7±2,8	706±79	6,0±1,8	0,16	80,85
8.	Улица города Нововоронеж	2,1±1,9	63,2±20,8	7,8±2,6	627±70	4,5±2,0	0,17	71,07
9.	ВЛЭ (Каширский район)	3,0±2,7	64,0±10,0	6,5±2,5	631±95	5,2±2,1	0,18	70,44
10.	Агробиоценоз Лискинского района	2,0±1,3	47,4±14,9	6,0±2,3	495±68	4,0±1,8	0,13	56,35
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	3,4±2,9	45,9±23,1	9,6±2,8	660±34	3,8±1,6	0,13	75,68
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	3,6±2,7	43,0±21,8	3,0±1,9	742±50	3,9±1,5	0,13	74,58
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	2,5±1,8	30,4±13,9	5,2±1,3	798±45	4,7±2,2	0,09	83,28
14.	Агробиоценоз Грибановского района	2,5±1,3	30,7±13,8	5,7±1,8	601±39	5,0±1,8	0,09	66,5
15.	Агробиоценоз Хохольского района	4,2±1,2	62,0±16,2	7,6±2,0	720±47	5,2±2,9	0,18	79,88
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	4,0±2,4	27,5±18,0	4,0±1,8	611±40	6,0±2,5	0,09	66,19
17.	Агробиоценоз Репьевского района	5,0±3,7	60,0±21,3	3,4±1,5	718±35	3,7±1,5	0,18	72,74
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	2,1±1,7	20,7±9,0	6,0±2,9	635±48	3,7±1,9	0,06	68,65
19.	Агробиоценоз Панинского района	4,0±1,9	46,3±14,8	7,2±1,8	680±67	4,5±2,3	0,14	75,06
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	4,2±1,8	62,1±23,9	6,5±2,9	637±54	5,1±2,8	0,18	70,88
21.	Агробиоценоз Эртильского района	4,6±1,9	31,0±13,9	8,4±3,2	686±51	5,2±2,3	0,10	77,86
22.	Агробиоценоз Россошанского района	3,3±2,8	48,5±17,3	8,9±1,8	730±48	3,8±1,5	0,14	81,07
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	3,6±2,9	49,9±14,9	8,1±2,5	790±83	4,2±1,7	0,14	85,83
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	2,9±1,9	25,1±10,4	4,7±1,9	517±49	5,1±2,3	0,08	57,74
25.	Улица города Борисоглебск	2,9±1,8	26,8±11,2	4,2±2,0	611±47	3,9±1,9	0,08	64,35
26.	Улица города Калач	3,7±2,0	27,5±10,5	5,3±1,3	781±53	4,2±1,8	0,09	81,38
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	3,8±2,0	83,2±29,4	14,0±3,9	1143±62	6,5±3,1	0,23	127,57
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	4,2±3,2	80,2±30,2	9,6±3,7	1197±60	7,2±2,8	0,22	127,41
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	4,7±3,1	80,6±14,9	9,2±2,8	1117±72	6,9±3,0	0,23	119,39
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	4,0±3,0	48,2±15,3	8,0±3,2	502±46	3,9±1,7	0,14	59,48
31.	Улица города Воронеж	4,5±1,8	75,1±19,6	9,2±3,0	1142±63	7,2±2,8	0,21	121,94
32.	Автоматрираль М4 «Дон» в Рамонском районе	3,2±1,7	59,4±21,8	4,5±2,1	488±63	3,0±1,3	0,16	52,77
33.	Автоматрираль А144 в Аннинском районе	3,8±2,8	59,9±13,6	7,2±3,0	635±53	2,2±1,0	0,17	68,71
34.	Автоматрираль М4 «Дон» в Павловском районе	3,2±1,9	45,7±26,1	3,6±1,7	508±46	3,4±1,6	0,13	53,8
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	3,8±1,7	20,9±9,3	5,0±2,3	603±40	5,6±2,2	0,07	66,37
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	5,0±2,9	36,2±12,7	5,2±2,4	501±39	4,5±1,9	0,12	56,35
Среднее для Воронежской области		3,5	47,0	6,6	690	4,5	0,14	74,63
Требования НД		200	400	-	-	-	<1	

Таблица Е.3 - Результаты определений УА РН в образцах травы полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	УА РН, Бк/кг					Сумма показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения	ЭУА природных РН, Бк/кг
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова	5,0±1,2	80,6±5,9	6,5±3,5	518±64	4,0±2,3	0,23	59,07
2.	Территория Хоперского государственного заповедника	4,1±0,8	51,1±8,3	7,2±2,8	637±69	4,2±1,8	0,15	70,89
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	3,8±1,6	30,2±9,2	5,4±4,9	510±48	3,1±0,9	0,09	56,02
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	3,9±1,5	27,6±1,7	7,8±5,3	640±52	4,1±1,3	0,09	71,84
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	5,2±2,0	91,0±4,9	6,2±1,9	711±58	7,0±2,0	0,25	79,05
6.	Улица города Острогожск	5,1±0,9	87,5±5,3	17,0±3,9	835±63	6,4±3,1	0,24	103,65
7.	Улица города Семилуки	4,6±2,1	79,6±8,4	13,4±6,0	896±74	7,5±3,2	0,22	105,56
8.	Улица города Нововоронеж	3,7±1,8	82,8±5,9	5,0±4,1	787±60	6,7±1,5	0,23	84,03
9.	ВЛЭ (Каширский район)	5,5±1,2	110,2±8,2	5,2±2,8	936±73	7,7±2,0	0,30	98,7
10.	Агробиоценоз Лискинского района	2,4±0,6	82,8±5,0	4,5±1,6	676±58	6,0±0,5	0,22	72,69
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	5,2±2,1	75,6±6,3	13,0±5,9	835±75	6,1±2,9	0,22	98,15
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	5,5±1,6	70,1±9,4	11,0±3,0	968±69	6,1±3,6	0,20	107,52
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	4,2±1,2	43,1±3,0	8,7±5,1	918±78	6,7±4,1	0,13	100,63
14.	Агробиоценоз Грибановского района	4,7±2,1	38,5±2,8	9,6±4,8	857±73	7,2±2,4	0,12	96,81
15.	Агробиоценоз Хохольского района	6,0±1,5	69,7±4,9	6,2±2,7	936±77	7,4±1,4	0,20	99,7
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	4,8±1,6	28,1±5,8	7,5±1,7	888±64	7,5±1,1	0,09	97,17
17.	Агробиоценоз Репьевского района	6,4±2,1	85,9±5,5	7,8±5,3	914±61	5,0±2,4	0,25	97,4
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	3,7±1,2	40,0±6,0	9,8±6,2	835±66	7,2±1,5	0,12	95,09
19.	Агробиоценоз Панинского района	5,7±2,3	90,1±12,8	7,2±3,5	876±59	6,2±3,1	0,25	94,4
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	7,2±2,4	104,7±13,8	5,4±2,4	814±76	6,4±3,7	0,30	86,68
21.	Агробиоценоз Эртильского района	7,2±2,8	58,8±5,9	7,7±4,5	912±79	7,5±2,5	0,18	99,59
22.	Агробиоценоз Россошанского района	5,2±1,8	74,7±7,0	7,8±3,0	883±80	6,2±2,6	0,21	95,81
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	4,9±2,0	68,5±4,4	7,9±3,9	876±90	6,7±1,4	0,20	95,81
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	3,7±1,7	40,4±2,9	4,6±1,4	514±59	6,0±1,7	0,12	58,24
25.	Улица города Борисоглебск	3,9±2,3	45,0±8,3	9,0±5,8	698±67	6,9±3,2	0,13	81,42
26.	Улица города Калач	5,5±1,8	47,2±6,2	10,1±7,3	885±60	7,2±4,6	0,15	99,98
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	4,8±1,3	114,4±3,8	16,1±8,0	1488±90	10,2±1,3	0,31	165,05
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	5,7±2,9	108,5±10,8	11,5±3,8	1315±85	10,5±4,9	0,30	143,8
29.	На удалении 0-100 м от Воронежского водохранилища	5,9±1,5	99,8±7,5	12,1±5,5	1276±100	10,1±3,2	0,28	140,67
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж им. Петра I	4,9±1,9	69,2±8,4	10,7±6,8	720±87	7,0±4,4	0,20	85,71

Продолжение таблицы Е.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
31.	Улица города Воронеж	5,2±0,6	120,4±9,5	9,8±3,3	1256±109	9,5±1,7	0,33	135,28
32.	Автоматрираль М4 «Дон» в Рамонском районе	5,1±1,3	96,7±6,7	11,5±6,2	715±68	5,0±2,0	0,27	84,3
33.	Автоматрираль А144 в Аннинском районе	3,7±1,1	104,5±12,2	10,7±4,9	818±93	3,2±1,8	0,28	90,73
34.	Автоматрираль М4 «Дон» в Павловском районе	2,9±0,4	81,7±16,4	8,4±4,2	686±81	4,8±2,1	0,22	77,46
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	3,9±0,9	38,7±5,9	7,2±3,9	697±73	7,0±3,0	0,12	79,09
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	4,9±1,7	68,8±3,7	5,6±4,1	665±65	5,9±2,1	0,20	73,03
Среднее для Воронежской области		4,8	72,4	8,8	844	6,6	0,21	93,92
Требования НД		200	400	-	-	-	<1	

Таблица Е.4 - Результаты определений УА РН в образцах травы тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	УА РН, Бк/кг					Сумма показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения	ЭУА природных РН, Бк/кг
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова	3,6±1,3	52,3±10,4	3,2±2,3	316±42	3,7±2,1	0,15	36,3
2.	Территория Хоперского государственного заповедника	3,2±1,6	22,1±7,7	3,4±1,9	408±53	3,2±1,9	0,07	44,34
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	3,0±0,9	20,4±11,9	3,6±2,0	390±37	2,7±0,8	0,07	42,48
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	2,8±0,7	26,7±8,6	2,6±1,0	483±56	3,7±1,0	0,08	50,55
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	5,1±2,6	47,2±17,8	5,3±2,8	415±54	4,4±1,8	0,14	48,64
6.	Улица города Острогожск	4,0±2,3	50,4±15,0	4,8±0,8	518±74	4,7±2,3	0,15	57,56
7.	Улица города Семилуки	4,1±1,8	57,7±10,7	2,6±1,9	607±69	5,6±2,0	0,16	63,61
8.	Улица города Нововоронеж	3,0±1,3	59,1±20,6	3,0±0,7	491±55	6,2±3,5	0,16	54,29
9.	ВЛЭ (Каширский район)	3,2±0,8	59,6±16,0	3,5±2,7	534±64	5,8±1,7	0,17	58,41
10.	Агробиоценоз Лискинского района	2,8±1,4	44,1±18,5	7,7±1,7	408±59	4,1±1,1	0,12	50,83
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	3,4±1,0	40,5±10,5	3,2±2,7	513±52	5,3±2,4	0,12	55,63
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	3,6±0,6	36,8±13,9	3,8±2,2	597±68	4,3±1,5	0,11	62,97
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	3,2±1,3	27,8±12,1	3,4±1,6	590±68	6,1±1,9	0,09	63,62
14.	Агробиоценоз Грибановского района	3,0±0,9	24,1±9,0	3,6±2,2	511±63	5,7±2,4	0,08	56,37
15.	Агробиоценоз Хохольского района	4,9±1,5	53,7±19,3	2,8±1,9	621±67	5,2±1,5	0,16	64,73
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	3,4±1,9	23,8±10,5	3,7±0,6	512±59	5,6±1,9	0,08	56,49
17.	Агробиоценоз Репьевского района	4,7±1,3	53,5±12,4	5,6±1,1	529±58	6,3±2,2	0,16	61,19
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	3,2±1,3	18,4±10,0	6,7±2,3	438±65	6,7±1,7	0,06	54,83
19.	Агробиоценоз Панинского района	4,0±1,9	46,3±9,6	6,2±1,9	497±72	5,8±2,0	0,14	58,59

Продолжение таблицы Е.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	4,9±2,3	57,4±12,9	3,5±0,8	524±64	7,0±3,2	0,17	58,71
21.	Агробиоценоз Эртильского района	4,9±1,9	32,3±7,8	5,8±1,3	505±57	6,2±3,0	0,11	59,19
22.	Агробиоценоз Россошанского района	3,6±1,9	40,7±15,6	4,2±2,3	567±64	4,4±1,8	0,12	60,89
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	3,7±1,4	42,1±7,4	4,3±1,9	583±75	4,9±2,4	0,12	62,96
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	3,5±1,2	25,3±8,5	4,6±1,7	415±57	4,5±1,5	0,08	47,83
25.	Улица города Борисоглебск	3,2±0,9	22,1±11,9	4,5±2,7	455±68	5,7±2,0	0,07	52,5
26.	Улица города Калач	3,7±1,5	27,5±9,3	3,1±3,1	555±73	5,2±1,9	0,09	59,18
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	3,6±2,5	78,6±27,5	3,2±2,0	941±87	6,8±2,6	0,21	95,65
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	4,0±2,3	75,3±14,6	8,2±1,5	948±78	7,2±3,5	0,21	103,18
29.	На удалении 0-100 м от Воронежского водохранилища	4,0±1,6	76,1±26,9	8,8±3,2	882±80	7,7±2,9	0,21	98,52
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж им. Петра I	3,0±2,0	52,7±25,0	4,2±3,0	418±56	4,2±2,6	0,15	47,28
31.	Улица города Воронеж	4,9±1,6	75,1±20,3	7,6±1,2	715±79	7,0±3,0	0,21	81,23
32.	Автомостраль М4 «Дон» в Рамонском районе	4,3±1,2	55,6±17,5	6,5±2,5	406±45	4,1±1,5	0,16	49,09
33.	Автомостраль А144 в Аннинском районе	3,1±0,8	56,6±12,8	7,7±2,5	442±64	3,0±2,0	0,16	52,79
34.	Автомостраль М4 «Дон» в Павловском районе	2,8±0,4	44,8±17,5	6,4±2,8	376±50	4,1±1,7	0,13	46,26
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	3,4±1,5	23,4±12,6	7,6±1,2	407±59	5,2±2,7	0,08	51,71
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	5,3±0,9	35,9±14,2	6,8±3,0	380±45	4,9±1,8	0,12	47,94
Среднее для Воронежской области		3,7	44,1	4,9	525	5,2	0,13	58,79
Требования НД		200	400	-	-	-	<1	

Таблица Е.5 - Результаты определений УА РН в образцах травы пустыльника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	УА РН, Бк/кг					Сумма показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения	ЭУА природных РН, Бк/кг
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Территория Воронежского государственного заповедника	4,1±0,9	96,7±13,7	8,2±4,1	615±57	3,2±1,3	0,26	69,21
2.	Территория Хоперского государственного заповедника	3,2±1,8	43,3±21,8	8,4±3,2	813±89	3,1±0,7	0,12	87,19
3.	Территория Теллермановского леса	3,3±0,6	37,8±11,9	6,3±1,5	814±68	2,8±0,9	0,11	84,25
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	3,0±1,5	42,5±14,0	7,5±1,6	893±85	4,0±1,0	0,12	94,12
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	4,1±1,1	86,7±10,5	7,2±2,5	898±90	5,2±2,1	0,24	95,38
6.	Улица города Острогожск	3,6±1,0	78,3±7,0	8,3±4,3	893±97	5,9±2,6	0,21	97,06
7.	Улица города Семилуки	5,5±0,8	95,2±8,9	7,0±3,0	936±103	6,7±1,3	0,27	100,04
8.	Улица города Нововоронеж	3,0±1,4	98,9±16,8	8,7±2,8	908±105	6,2±1,9	0,26	99,23
9.	ВЛЭ (Каширский район)	4,6±0,9	101,3±13,4	7,2±1,9	838±76	5,6±0,9	0,28	90,38

Продолжение таблицы Е.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10.	Агробиоценоз Лискинского района	3,1±1,3	102,7±21,7	6,9±2,4	715±58	4,3±1,5	0,27	77,62
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	3,5±1,0	81,1±14,9	9,3±3,5	918±92	4,4±1,0	0,22	99,11
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	3,7±1,9	80,1±12,8	9,7±4,1	983±76	4,2±2,1	0,22	105,28
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	4,0±2,3	57,4±7,9	7,5±2,8	1015±108	5,4±1,9	0,16	106,5
14.	Агробиоценоз Грибановского района	4,2±1,8	43,2±19,0	7,8±3,0	898±78	5,0±0,8	0,13	95,96
15.	Агробиоценоз Хохольского района	3,9±1,2	105,7±20,6	8,2±4,4	1112±114	5,2±1,6	0,28	115,94
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	3,3±0,9	57,2±12,5	7,3±3,9	814±79	5,7±2,0	0,16	88,45
17.	Агробиоценоз Репьевского района	4,5±1,3	89,5±9,7	7,4±3,8	961±89	4,2±0,9	0,25	100,31
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	2,9±1,4	43,8±17,5	6,7±4,0	905±92	4,4±1,8	0,12	94,56
19.	Агробиоценоз Панинского района	3,7±1,8	87,4±17,4	7,5±4,5	941±87	5,3±1,4	0,24	99,74
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	3,9±0,9	97,3±12,8	6,7±3,2	950±86	5,0±2,0	0,26	99,21
21.	Агробиоценоз Эртильского района	4,3±1,3	65,1±7,8	5,9±0,9	883±90	5,2±0,7	0,18	92,34
22.	Агробиоценоз Россошанского района	4,0±1,0	83,5±12,9	6,8±1,3	1180±100	4,7±1,8	0,23	119,74
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	4,1±2,0	47,2±21,9	8,3±2,4	1115±109	4,9±1,7	0,14	116,04
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	3,2±1,7	45,3±20,1	6,7±3,0	715±85	4,7±2,3	0,13	77,76
25.	Улица города Борисоглебск	3,2±1,4	42,3±19,6	6,2±2,7	821±89	4,3±1,9	0,12	86,25
26.	Улица города Калач	4,1±1,7	50,1±8,8	7,9±3,7	979±99	3,7±0,7	0,15	102,08
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	4,2±1,4	116,8±13,0	10,4±3,8	1341±106	7,4±1,8	0,31	141,61
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	3,7±1,9	126,5±16,3	12,1±4,7	1258±115	7,6±1,5	0,33	136,55
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	3,8±2,0	120,1±21,4	9,3±3,7	1197±108	7,0±0,9	0,32	126,82
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	3,5±0,9	87,3±14,2	5,4±2,2	706±87	5,3±1,2	0,24	75,86
31.	Улица города Воронеж	7,6±1,2	134,1±22,9	12,9±3,0	1214±107	7,2±1,9	0,37	133,23
32.	Автомагистраль М4 «Дон» в Рамонском районе	4,3±0,7	87,9±8,0	6,1±4,1	696±78	3,8±2,3	0,24	74,37
33.	Автомагистраль А144 в Аннинском районе	3,0±1,3	106,7±12,2	7,8±5,2	893±95	2,9±0,8	0,28	93,41
34.	Автомагистраль М4 «Дон» в Павловском районе	3,0±0,8	80,9±12,9	5,5±0,8	718±89	4,3±1,6	0,22	76,07
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	3,4±1,5	50,3±16,3	6,3±1,8	810±84	4,9±1,3	0,14	85,99
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	4,1±1,3	65,9±15,4	6,7±2,2	732±93	4,7±1,8	0,19	79,29
Среднее для Воронежской области		3,9	78,8	7,7	919	5,0	0,22	97,69
Требования НД		200	400	-	-	-	<1	

Таблица Е.6 - Результаты определений УА РН в образцах листьев подорожника большого (*Plantago major* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	УА РН, Бк/кг					Сумма показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения	ЭУА природных РН, Бк/кг
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова	6,4±1,8	115,9±15,9	12,4±3,7	416±57	4,8±2,1	0,32	58,36
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	6,0±2,4	77,3±23,8	11,7±4,2	539±89	4,2±1,7	0,22	67,92
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	6,1±1,5	63,9±9,7	14,3±5,7	606±64	3,9±0,6	0,19	77,03
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	5,8±0,8	69,9±12,9	10,8±4,8	682±82	7,3±1,9	0,20	82,72
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	10,4±1,6	123,3±17,9	9,8±3,9	689±85	8,6±2,1	0,36	83,35
6.	Улица города Острогожск	7,8±2,8	128,1±13,0	11,7±2,0	853±90	8,9±1,3	0,36	100,88
7.	Улица города Семилуки	8,9±1,4	163,1±21,9	9,3±4,1	716±102	10,1±0,9	0,45	86,63
8.	Улица города Нововоронеж	5,4±1,3	136,8±14,8	14,7±5,5	635±54	9,2±1,8	0,37	85,46
9.	ВЛЭ (Каширский район)	7,6±0,8	153,7±15,0	15,4±6,0	614±72	9,6±0,7	0,42	84,88
10.	Агробиоценоз Лискинского района	4,8±1,6	129,6±8,9	12,3±4,7	556±80	8,3±1,6	0,35	74,33
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	5,9±1,7	136,1±11,0	13,0±3,9	718±54	8,4±1,6	0,37	89,92
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	7,2±2,3	118,9±9,2	14,2±2,9	831±51	8,3±0,5	0,33	101,55
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	6,3±1,3	79,5±8,0	14,5±4,8	854±78	8,7±2,6	0,23	104,41
14.	Агробиоценоз Грибановского района	6,4±2,7	61,3±8,4	17,4±5,9	704±60	10,2±1,7	0,19	96,18
15.	Агробиоценоз Хохольского района	7,8±1,9	142,9±22,1	16,5±5,0	918±54	10,1±1,8	0,40	114,17
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	6,8±3,7	63,1±7,4	17,1±3,0	679±75	10,6±1,2	0,19	93,94
17.	Агробиоценоз Репьевского района	8,2±0,8	138,6±22,5	18,4±4,3	751±62	8,7±2,2	0,39	100,21
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	5,3±1,5	64,3±16,0	19,5±6,1	653±97	8,2±0,9	0,19	92,32
19.	Агробиоценоз Панинского района	8,4±1,8	89,5±13,7	12,6±3,4	689±65	8,7±2,1	0,27	87,09
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	8,7±1,9	115,4±16,3	18,4±2,5	911±100	8,2±0,8	0,33	114,11
21.	Агробиоценоз Эртильского района	8,9±0,6	81,2±11,8	13,3±4,9	937±85	9,3±1,7	0,25	110,92
22.	Агробиоценоз Россошанского района	7,2±1,1	105,7±21,8	16,5±3,7	983±94	8,0±2,6	0,30	117,92
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	7,1±1,9	117,4±14,6	13,9±4,2	861±59	8,1±1,4	0,33	103,66
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	6,5±1,5	65,3±7,5	14,2±3,6	499±67	9,0±2,9	0,20	72,37
25.	Улица города Борисоглебск	6,7±1,1	54,1±10,5	12,1±3,0	673±73	7,6±1,1	0,17	83,9
26.	Улица города Калач	7,5±0,9	59,8±16,9	11,7±2,9	835±97	7,3±2,6	0,19	97,66
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	7,2±2,0	167,3±13,6	20,6±4,7	1072±108	10,2±0,8	0,45	133,46
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	7,4±1,5	157,6±11,4	18,5±2,9	1157±110	10,1±2,1	0,43	138,28
29.	На удалении 0-100 м от Воронежского водохранилища	8,3±1,7	140,6±20,8	17,3±2,8	1116±98	9,8±1,7	0,39	132,73

Продолжение таблицы Е.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж им. Петра I	6,2±1,0	89,1±9,1	16,4±4,9	531±52	7,4±2,5	0,25	76,51
31.	Улица города Воронеж	9,3±2,3	146,3±24,7	11,5±4,0	1197±99	9,3±1,3	0,41	131,98
32.	Автомагистраль М4 «Дон» в Рамонском районе	7,2±1,7	97,6±11,5	10,6±5,2	534±68	7,0±0,9	0,28	68,84
33.	Автомагистраль А144 в Аннинском районе	5,4±2,5	116,8±20,7	13,7±3,8	678±72	4,5±1,7	0,32	83,33
34.	Автомагистраль М4 «Дон» в Павловском районе	6,7±1,8	103,4±21,9	9,7±4,9	511±81	6,5±1,6	0,29	65,1
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	5,9±1,0	57,1±15,7	9,6±2,8	609±73	8,4±2,6	0,17	75,69
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	7,7±2,0	98,4±9,5	11,1±3,0	497±56	7,2±2,1	0,28	66,36
Среднее для Воронежской области		7,1	106,6	14,0	742	8,2	0,30	93,17
Требования НД		200	400	-	-	-	<1	

Таблица Е.7 - Результаты определений УА РН в образцах листьев крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	УА РН, Бк/кг					Сумма показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения	ЭУА природных РН, Бк/кг
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова	7,2±1,8	57,9±27,3	11,4±3,5	514±54	5,7±2,4	0,18	66,78
2.	Территория Хоперского государственного заповедника	6,4±2,6	30,4±10,9	10,8±2,9	617±76	5,5±1,9	0,11	75,07
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	5,5±1,9	29,7±15,2	12,3±4,1	634±80	4,8±2,8	0,10	77,85
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	5,2±2,0	34,3±14,0	17,4±5,0	732±48	7,4±1,5	0,11	95,9
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	10,2±0,8	60,1±23,9	14,5±2,8	767±86	10,3±2,6	0,20	98,18
6.	Улица города Острогжск	7,6±1,3	72,3±21,0	17,9±3,5	869±76	10,2±2,0	0,22	111,68
7.	Улица города Семилуки	8,3±1,8	74,5±18,6	14,1±4,8	877±77	10,9±3,5	0,23	108,16
8.	Улица города Нововоронеж	4,5±2,4	77,9±24,7	18,6±3,0	793±90	9,7±3,7	0,22	105,25
9.	ВЛЭ (Каширский район)	6,9±1,5	74,1±17,9	16,5±2,5	787±86	10,4±2,6	0,22	102,68
10.	Агробиоценоз Лискинского района	4,0±1,2	69,5±21,5	14,1±4,2	591±64	9,3±2,1	0,19	80,82
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	6,1±3,2	67,4±13,2	19,6±5,7	786±87	9,8±3,7	0,20	106,02
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	7,2±1,8	64,3±18,6	17,4±3,8	853±64	9,4±2,5	0,20	108,79
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	5,6±2,7	41,9±10,5	15,9±4,9	876±95	9,8±3,6	0,13	109,31
14.	Агробиоценоз Грибановского района	5,9±1,8	36,2±21,8	16,3±2,7	839±92	10,3±3,5	0,12	107
15.	Агробиоценоз Хохольского района	7,8±2,6	74,3±17,4	17,3±5,9	891±74	10,1±2,0	0,22	112,78
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	6,9±1,7	38,1±10,6	19,0±6,1	832±90	10,7±2,8	0,13	110,28
17.	Агробиоценоз Репьевского района	8,4±2,0	65,3±24,7	14,5±5,9	905±102	9,5±3,0	0,21	109,8
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	6,2±1,4	29,4±13,8	17,6±6,8	814±97	9,7±4,0	0,10	105,84

Продолжение таблицы Е.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
19.	Агробиоценоз Панинского района	7,9±2,8	57,5±17,0	18,3±2,7	839±93	10,3±1,8	0,18	109,6
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	9,6±1,7	72,3±19,1	17,2±5,3	876±100	9,2±2,7	0,23	110,4
21.	Агробиоценоз Эртильского района	10,1±3,3	51,6±12,4	19,1±1,9	816±54	9,8±3,9	0,18	108,07
22.	Агробиоценоз Россошанского района	6,9±3,0	60,4±16,0	18,5±5,2	903±69	9,1±2,7	0,19	114,42
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	6,7±1,8	58,1±21,1	18,9±3,0	917±74	9,7±1,6	0,18	116,8
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	5,4±1,0	37,2±17,3	12,6±4,9	679±85	9,5±3,5	0,12	86,99
25.	Улица города Борисоглебск	5,7±3,0	34,5±18,1	15,7±2,8	705±93	9,3±2,3	0,11	93,16
26.	Улица города Калач	7,0±2,7	32,7±14,9	14,2±3,5	891±91	9,2±2,9	0,12	107,85
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	6,8±2,7	96,1±29,0	19,9±6,2	1211±63	11,9±3,4	0,27	146,76
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	7,4±1,9	99,3±21,8	18,3±2,9	1176±52	11,3±4,2	0,29	140,93
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	7,9±3,0	97,1±18,1	18,7±4,0	939±68	10,9±2,8	0,28	119,72
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	5,9±2,5	66,8±19,7	14,2±5,0	618±79	9,4±4,0	0,20	83,48
31.	Улица города Воронеж	8,3±1,9	99,5±25,6	18,9±2,6	1014±103	10,7±1,8	0,29	126,53
32.	Автомостраль М4 «Дон» в Рамонском районе	6,9±3,7	74,1±15,5	10,7±3,7	539±48	7,9±3,5	0,22	70,32
33.	Автомостраль А144 в Аннинском районе	5,6±2,7	65,7±14,9	12,9±3,9	714±90	5,6±2,9	0,19	86,63
34.	Автомостраль М4 «Дон» в Павловском районе	5,2±1,6	63,1±19,0	11,3±4,7	553±52	7,8±2,2	0,18	72,26
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	5,9±2,3	33,5±16,1	14,4±2,9	609±47	9,6±4,1	0,11	83,13
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	7,4±1,9	48,5±12,1	14,8±5,9	512±83	8,8±3,8	0,18	74,12
Среднее для Воронежской области		6,8	59,6	15,9	791	9,3	0,18	101,2
Требования НД		200	400	-	-	-	<1	

Таблица Е.8 - Результаты определений УА РН в образцах цветков липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	УА РН, Бк/кг					Сумма показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения	ЭУА природных РН, Бк/кг
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова	2,6±0,8	26,3±1,8	4,6±1,6	325±54	2,8±0,9	0,08	38,03
2.	Территория Хоперского государственного	2,1±0,6	10,1±2,6	4,2±2,8	416±32	2,4±0,6	0,04	45,3
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	2,5±1,0	8,5±1,0	5,3±2,0	419±67	2,3±1,1	0,03	46,9
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	2,7±1,3	9,6±0,6	5,7±2,7	451±41	3,7±0,6	0,04	51,7
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	3,0±0,6	17,2±17	6,3±1,9	493±38	5,4±0,9	0,06	57,96
6.	Улица города Острогжск	3,1±0,8	17,4±1,4	5,9±2,7	610±50	4,7±0,4	0,06	67,27
7.	Улица города Семилуки	2,8±0,6	19,2±2,0	6,2±3,5	445±67	5,2±1,2	0,06	53,31

Продолжение таблицы Е.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8.	Улица города Нововоронеж	2,5±0,7	19,5±2,1	5,2±1,8	459±52	4,9±0,7	0,06	52,97
9.	ВЛЭ (Каширский район)	2,1±0,5	20,7±1,7	4,7±0,6	442±42	4,7±0,5	0,06	50,59
10.	Агробιοценоз Лискинского района	2,1±0,9	14,3±2,4	5,2±1,9	369±59	4,0±0,9	0,05	43,97
11.	Агробιοценоз Ольховатского района	2,2±1,2	13,5±1,6	6,7±2,8	483±67	3,9±0,8	0,04	56,08
12.	Агробιοценоз Подгоренского района	2,7±1,1	12,7±1,2	6,9±3,6	493±66	4,5±0,5	0,05	57,84
13.	Агробιοценоз Петропавловского района	2,0±0,6	13,4±1,9	7,3±2,8	515±84	4,6±1,0	0,04	60,44
14.	Агробιοценоз Грибановского района	2,1±1,0	14,2±1,1	5,7±0,9	483±54	4,9±0,4	0,05	55,78
15.	Агробιοценоз Хохольского района	2,6±0,7	21,5±2,0	6,0±3,9	517±76	4,7±0,8	0,07	59,03
16.	Агробιοценоз Новохоперского района	2,3±0,9	10,3±0,9	6,3±2,7	497±48	5,2±0,3	0,04	58,12
17.	Агробιοценоз Репьевского района	2,5±0,5	19,7±1,8	5,7±3,5	462±60	3,9±0,7	0,06	52,89
18.	Агробιοценоз Воробьевского района	2,1±0,8	13,9±1,4	5,9±4,0	485±44	3,7±0,9	0,05	55,02
19.	Агробιοценоз Панинского района	2,4±1,1	20,4±2,7	4,9±1,7	499±77	4,0±0,6	0,06	55,28
20.	Агробιοценоз Верхнехавского района	2,9±1,0	22,1±1,6	4,7±2,0	523±48	4,1±0,8	0,07	57,28
21.	Агробιοценоз Эртильского района	3,1±1,3	12,3±2,3	6,2±3,6	505±63	4,3±1,0	0,05	57,81
22.	Агробιοценоз Россошанского района	2,3±0,9	18,2±1,5	6,1±4,2	529±68	3,7±0,4	0,06	59,24
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	2,1±0,5	15,6±1,8	7,3±3,6	461±105	3,9±0,5	0,05	54,88
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	2,0±0,8	9,9±0,7	4,1±2,7	409±76	4,0±0,4	0,03	46,14
25.	Улица города Борисоглебск	2,0±0,4	8,3±2,1	3,8±1,9	483±72	4,0±0,9	0,03	52,41
26.	Улица города Калач	2,1±0,9	9,1±1,9	3,9±2,4	501±59	3,2±0,6	0,03	53,36
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	2,7±0,3	21,3±2,9	6,9±3,0	596±65	6,1±0,5	0,07	68,71
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	2,9±0,8	20,9±1,5	7,2±3,6	573±84	6,6±0,9	0,07	67,53
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	2,8±1,0	19,6±0,7	7,6±3,9	511±37	5,9±1,0	0,06	61,77
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	2,7±1,8	18,1±1,7	4,6±2,7	432±92	3,2±0,3	0,06	48,06
31.	Улица города Воронеж	2,6±1,2	20,5±2,6	6,7±2,5	578±85	5,0±0,5	0,06	65,73
32.	Автоматгистраль М4 «Дон» в Рамонском районе	2,1±1,0	17,2±1,3	5,5±2,1	476±71	3,8±0,9	0,05	53,79
33.	Автоматгистраль А144 в Аннинском районе	2,0±0,4	16,7±1,9	5,2±2,9	489±63	2,0±0,7	0,05	52,77
34.	Автоматгистраль М4 «Дон» в Павловском районе	2,1±1,0	15,3±2,0	4,3±1,5	413±59	3,2±0,8	0,05	45,96
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	2,3±0,7	9,5±1,7	4,7±1,2	429±86	3,6±0,5	0,04	48,32
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	2,4±1,1	14,7±2,4	4,1±1,0	434±83	3,1±0,9	0,05	47,49
Среднее для Воронежской области		2,4	15,9	5,6	478	4,1	0,05	54,44
Требования НД		200	400	-	-	-	<1	

Таблица Е.9 - Результаты определений УА РН в образцах цветков пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	УА РН, Бк/кг					Сумма показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения	ЭУА природных РН, Бк/кг
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Территория Воронежского государственного заповедника	3,2±0,8	38,3±4,2	6,7±1,9	284±45	3,0±0,9	0,11	37,27
2.	Территория Хоперского государственного заповедника	3,1±0,5	18,7±3,9	6,2±1,5	315±32	3,1±0,5	0,06	39,51
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	3,0±0,4	19,4±1,9	6,3±2,4	376±63	2,8±0,4	0,06	44,83
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	2,8±0,7	21,2±4,8	6,4±3,0	384±28	3,0±0,6	0,07	45,88
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	5,6±0,4	27,6±3,8	6,0±2,4	415±72	3,8±0,8	0,10	48,95
6.	Улица города Острогужск	4,1±0,6	29,5±4,2	7,8±3,9	511±73	3,9±1,0	0,09	60,03
7.	Улица города Семилуки	4,3±0,7	36,4±6,3	7,6±2,7	486±80	4,1±0,5	0,11	57,72
8.	Улица города Нововоронеж	2,6±0,5	41,2±4,2	8,3±3,6	415±53	3,7±0,7	0,12	51,84
9.	ВЛЭ (Каширский район)	4,2±0,6	37,5±5,2	6,0±1,7	408±43	4,0±0,6	0,11	48,52
10.	Агробиоценоз Лискинского района	2,4±0,4	29,6±3,0	5,7±3,0	297±62	3,6±0,7	0,09	37,74
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	4,1±0,8	30,0±4,2	5,2±2,2	473±52	3,7±0,4	0,10	53,03
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	4,4±0,6	31,2±4,0	5,0±1,9	549±48	3,6±0,6	0,10	59,51
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	3,8±0,8	21,8±3,8	7,4±2,9	532±63	3,9±0,8	0,07	61,4
14.	Агробиоценоз Грибановского района	3,9±0,9	16,3±2,8	7,2±3,3	422±61	4,3±0,5	0,06	51,64
15.	Агробиоценоз Хохольского района	5,1±1,0	34,5±4,5	7,9±1,6	521±72	4,2±1,0	0,11	61,36
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	3,7±0,6	20,2±1,9	7,6±3,7	434±70	4,5±1,2	0,07	53,44
17.	Агробиоценоз Репьевского района	3,9±0,8	34,1±4,0	8,1±2,5	502±61	4,0±0,7	0,10	59,71
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	3,2±0,5	16,3±2,7	6,8±3,1	427±34	3,7±0,8	0,06	50,97
19.	Агробиоценоз Панинского района	3,8±0,7	29,1±2,8	6,2±4,4	444±65	3,6±0,6	0,09	51,62
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	4,5±0,6	30,4±5,2	6,0±2,0	423±73	3,9±0,7	0,10	49,77
21.	Агробиоценоз Эртильского района	4,7±0,6	22,1±4,8	5,9±3,8	425±70	4,2±0,5	0,08	50,12
22.	Агробиоценоз Россошанского района	4,0±0,8	27,9±3,4	5,4±2,2	487±64	3,7±0,6	0,09	54,55
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	4,0±0,4	26,1±3,3	5,6±1,7	509±65	3,8±0,6	0,09	56,89
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	3,0±0,7	15,4±1,8	4,2±1,2	367±48	4,0±0,7	0,05	42,49
25.	Улица города Борисоглебск	3,2±0,4	16,2±1,5	5,7±2,0	395±83	4,5±0,5	0,06	47,46
26.	Улица города Калач	4,2±0,9	17,5±3,9	5,9±3,3	518±45	4,1±0,8	0,06	58,39
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	4,0±1,0	52,1±5,9	7,3±1,8	627±90	5,7±0,9	0,15	71,62
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	4,5±1,2	48,4±3,0	6,9±2,6	601±83	5,2±1,2	0,14	68,26
29.	На удалении 0-100 м от Воронежского водохранилища	4,4±0,5	42,6±5,7	7,2±1,7	594±67	5,1±1,0	0,13	67,92
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	3,2±0,4	28,4±4,1	5,4±2,8	387±75	4,1±0,3	0,09	45,95
31.	Улица города Воронеж	5,0±0,7	46,2±2,8	7,6±3,8	611±49	5,7±0,6	0,14	70,57

Продолжение таблицы Е.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
32.	Автомостраль М4 «Дон» в Рамонском районе	4,0±0,7	37,2±6,2	3,8±2,2	374±60	3,8±0,8	0,11	42,4
33.	Автомостраль А144 в Аннинском районе	2,8±0,5	35,4±6,3	5,7±3,6	418±73	2,9±0,3	0,10	47,93
34.	Автомостраль М4 «Дон» в Павловском районе	2,1±0,6	29,7±3,5	5,3±2,8	333±58	3,4±0,4	0,08	40,26
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	3,1±0,8	17,6±4,6	6,1±1,6	472±45	3,8±0,5	0,06	54,21
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	4,3±0,6	25,5±2,7	6,0±3,1	364±56	3,4±0,7	0,09	43,96
Среднее для Воронежской области		3,8	29,2	6,3	447	3,9	0,09	52,44
Требования НД		200	400	-	-	-	<1	

Таблица Е.10 - Результаты определений УА РН в образцах корней одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg)

№ п/п	Территория заготовки образцов	УА РН, Бк/кг					Сумма показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения	ЭУА природных РН, Бк/кг
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Территория Воронежского государственного заповедника	10,6±2,1	50,4±6,9	10,2±1,9	329±36	5,9±1,3	0,18	48,77
2.	Территория Хоперского государственного заповедника	9,8±1,9	20,1±2,9	10,4±2,8	460±51	6,7±1,9	0,10	61,62
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	9,3±1,6	20,2±7,1	10,7±3,1	412±48	5,3±0,8	0,10	56,29
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	8,2±1,8	26,1±5,5	11,2±2,6	472±31	7,8±2,1	0,11	64,84
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	16,4±2,3	46,5±7,9	9,9±3,8	476±58	10,4±2,0	0,20	66,11
6.	Улица города Острогожск	14,0±1,9	49,9±2,5	12,8±4,0	611±44	11,2±0,9	0,19	82,83
7.	Улица города Семилуки	14,7±2,5	57,6±8,0	11,3±1,9	493±24	13,6±1,5	0,22	72,66
8.	Улица города Нововоронеж	8,0±1,5	58,4±6,5	12,4±4,5	489±41	12,3±2,4	0,19	72,43
9.	ВЛЭ (Каширский район)	11,6±2,3	57,4±5,1	10,6±2,6	493±38	12,7±3,2	0,20	70,85
10.	Агробиоценоз Лискинского района	8,2±2,0	44,6±4,8	9,8±3,1	361±51	9,3±3,7	0,15	54,53
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	11,0±2,3	40,2±3,6	13,3±2,2	513±19	9,6±2,5	0,16	73,06
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	11,4±1,9	43,1±6,1	13,2±4,2	611±59	9,9±1,8	0,16	82,05
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	11,0±2,6	29,3±3,8	12,4±3,7	527±61	10,7±2,6	0,13	74,25
14.	Агробиоценоз Грибановского района	11,4±3,1	22,1±5,3	14,7±2,9	503±47	10,9±2,1	0,11	75,28
15.	Агробиоценоз Хохольского района	13,7±2,9	54,3±2,9	15,2±4,1	684±31	10,7±3,4	0,20	92,02
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	11,7±1,6	22,7±3,8	14,1±3,0	522±39	12,4±3,0	0,12	77,71
17.	Агробиоценоз Репьевского района	14,6±3,0	57,4±6,8	12,4±2,8	516±45	10,8±1,8	0,22	73,36
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	10,1±2,1	23,1±4,0	13,3±4,4	491±31	12,9±3,2	0,11	74,38
19.	Агробиоценоз Панинского района	13,9±1,9	40,2±4,3	13,4±4,2	462±39	13,1±3,7	0,17	72,1
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	15,8±1,5	55,7±5,8	14,7±3,7	439±52	11,3±1,9	0,22	69,92
21.	Агробиоценоз Эртильского района	16,8±3,3	30,4±6,1	15,6±2,5	497±40	12,4±2,5	0,16	77,41

Продолжение таблицы Е.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
22.	Агробιοценоз Россошанского района	11,9±2,0	48,8±2,7	16,1±3,1	563±25	12,6±2,9	0,18	84,2
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	12,4±2,8	41,3±6,6	17,6±4,0	590±39	12,1±1,8	0,17	88,08
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	10,0±2,4	24,3±3,0	11,1±2,9	427±43	9,9±0,9	0,11	62,76
25.	Улица города Борисоглебск	10,2±1,9	25,1±5,1	12,8±4,6	435±50	10,6±1,5	0,11	66,39
26.	Улица города Калач	12,3±3,2	23,8±5,8	12,6±3,1	528±37	11,2±2,8	0,12	75,1
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	11,9±1,6	76,3±4,4	26,4±1,7	876±67	14,9±2,0	0,25	128,06
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	13,4±2,5	78,1±5,5	25,7±3,3	853±51	14,2±2,9	0,26	124,38
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	13,6±2,2	75,1±7,2	22,1±4,9	866±36	13,6±3,9	0,26	120,27
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	10,2±3,0	49,9±3,6	16,4±3,5	457±41	9,1±2,1	0,18	71,55
31.	Улица города Воронеж	15,4±1,8	69,8±4,5	21,1±5,0	767±59	13,8±1,9	0,25	110,26
32.	Автоматгистраль М4 «Дон» в Рамонском районе	12,1±2,6	54,3±6,2	12,3±3,8	497±44	10,1±3,3	0,20	70,82
33.	Автоматгистраль А144 в Аннинском районе	9,4±1,0	52,7±5,8	13,7±1,9	506±33	6,9±1,6	0,18	70,25
34.	Автоматгистраль М4 «Дон» в Павловском районе	9,8±1,7	44,3±6,1	10,8±3,9	418±37	10,2±2,2	0,16	61,86
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	9,9±2,1	18,8±3,5	14,1±2,6	452±48	12,6±2,4	0,10	71,61
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	13,8±2,7	37,1±5,0	14,7±3,9	397±38	10,6±2,5	0,16	65,44
Среднее для Воронежской области		12,0	43,6	14,1	528	10,9	0,17	76,76
Требования НД		200	400	-	-	-	<1	

Таблица Е.11- Результаты определений УА РН в образцах корней лопуха большого (*Arctium lappa* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	УА РН, Бк/кг					Сумма показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения	ЭУА природных РН, Бк/кг
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Территория Воронежского государственного заповедника	10,4±3,7	57,1±7,4	12,1±4,9	308±67	9,4±5,3	0,19	52,85
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	11,2±4,1	28,1±3,9	11,3±3,8	461±53	9,6±5,0	0,13	65,78
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	11,6±5,3	27,3±5,8	14,6±6,1	418±70	7,2±2,2	0,13	63,8
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	10,8±3,8	29,4±8,0	18,4±2,0	451±46	11,4±3,1	0,13	75,91
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	16,7±4,0	57,3±3,9	14,3±4,1	428±75	18,0±4,6	0,23	75,11
6.	Улица города Острогжск	13,9±5,3	53,2±8,5	20,1±3,8	590±89	19,4±5,8	0,20	98,63
7.	Улица города Семилуки	15,2±2,9	59,8±4,0	19,4±4,5	510±94	20,1±7,5	0,23	91,22
8.	Улица города Нововоронеж	9,0±4,1	60,1±9,5	20,3±2,7	483±56	18,7±4,9	0,20	88,56
9.	ВЛЭ (Каширский район)	12,9±5,0	58,6±4,3	17,4±4,8	498±64	20,3±7,3	0,21	87,74
10.	Агробιοценоз Лискинского района	8,2±2,5	51,0±7,5	12,1±3,8	356±49	15,6±4,9	0,17	63,37
11.	Агробιοценоз Ольховатского района	13,1±4,9	42,9±5,8	24,3±2,9	474±67	18,9±6,2	0,17	93,15

Продолжение таблицы Е.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12.	Агробιοοοеноз Подгоренского района	14,6±5,1	43,7±6,8	22,1±5,1	614±73	20,0±2,8	0,18	103,99
13.	Агробιοοοеноз Петропавловского района	10,0±3,9	29,6±3,0	19,6±4,0	553±81	16,1±1,8	0,12	91,35
14.	Агробιοοοеноз Грибановского района	11,2±5,8	27,8±4,1	16,4±3,8	493±62	19,8±6,3	0,13	85,49
15.	Агробιοοοеноз Хохольского района	15,7±2,9	57,3±5,6	23,1±5,9	550±70	19,6±7,9	0,22	99,13
16.	Агробιοοοеноз Новохоперского района	13,1±4,0	29,2±4,8	18,3±4,5	510±23	20,4±5,4	0,14	90,09
17.	Агробιοοοеноз Репьевского района	15,2±3,9	57,3±3,9	14,8±3,0	497±70	15,9±4,0	0,22	79,87
18.	Агробιοοοеноз Воробьевского района	11,0±5,1	27,1±2,9	19,3±6,2	450±93	17,3±7,4	0,12	82,89
19.	Агробιοοοеноз Панинского района	13,9±4,0	46,8±5,0	16,4±3,1	518±29	18,6±3,8	0,19	86,54
20.	Агробιοοοеноз Верхнехавского района	15,7±3,8	54,3±2,6	21,1±6,9	511±93	18,9±4,0	0,21	92,32
21.	Агробιοοοеноз Эртильского района	16,3±2,2	37,1±4,9	21,4±5,0	484±64	19,4±3,7	0,17	90,78
22.	Агробιοοοеноз Россошанского района	13,1±4,9	46,2±6,1	19,1±3,8	563±80	17,2±6,3	0,18	92,7
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	13,9±5,5	41,7±3,9	21,6±4,2	541±36	17,0±5,0	0,17	93,77
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	10,1±6,0	28,3±6,2	15,3±5,1	434±45	19,4±6,21	0,12	78,35
25.	Улица города Борисоглебск	9,6±3,7	29,9±4,4	16,1±3,7	453±62	15,4±8,4	0,12	77,1
26.	Улица города Калач	12,1±5,1	30,7±5,1	18,8±5,3	571±48	17,6±2,8	0,14	93,43
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	12,8±4,7	75,8±3,0	32,3±4,3	918±90	21,8±1,8	0,25	146,41
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	14,3±5,3	70,1±5,9	29,4±2,9	943±53	20,6±2,0	0,25	143,69
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	13,6±5,9	73,2±6,3	22,2±4,0	913±41	20,1±4,9	0,25	131,13
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	10,8±3,7	46,7±7,0	20,4±3,2	411±50	15,9±7,1	0,17	79,41
31.	Улица города Воронеж	15,6±5,1	68,8±3,5	27,4±5,0	891±24	20,5±1,8	0,25	136,31
32.	Автоматгистраль М4 «Дон» в Рамонском районе	13,3±1,9	54,7±5,6	15,6±7,3	421±31	14,7±2,9	0,20	72,87
33.	Автоматгистраль А144 в Аннинском районе	10,9±3,6	58,3±8,3	16,9±6,2	461±47	9,8±7,5	0,20	73,26
34.	Автоматгистраль М4 «Дон» в Павловском районе	10,2±4,1	49,6±5,2	14,0±5,8	411±58	14,5±3,0	0,18	69,69
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	10,3±3,5	26,1±2,1	19,3±6,0	472±63	18,6±4,1	0,12	86,17
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	13,8±4,2	36,6±3,0	17,2±3,2	389±52	15,7±6,9	0,16	73,07
Среднее для Воронежской области		12,6	46,4	19,0	526	17,0	0,18	89,05
Требования НД		200	400	-	-	-	<1	

Таблица Е.12 - Коэффициенты корреляции между УА РН в ВСП и ЛРС

№ п/п	ЛРС	Радиоизотоп				
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226
1.	Трава горца птичьего (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	0,77	0,99	0,71	0,97	0,94
2.	Трава полыни горькой (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	0,86	0,93	0,60	0,93	0,94
3.	Трава тысячелистника обыкновенного (<i>Achillea millefolium</i> L.)	0,89	0,99	0,12	0,95	0,83
4.	Трава пустырника пятилопастного (<i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.)	0,62	0,94	0,76	0,94	0,94
5.	Листья подорожника большого (<i>Plantago major</i> L.)	0,92	0,91	0,50	0,92	0,88
6.	Листья крапивы двудомной (<i>Urtica dioica</i> L.)	0,97	0,97	0,69	0,90	0,92
7.	Цветки липы сердцевидной (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	0,63	0,84	0,64	0,79	0,91
8.	Цветки пижмы обыкновенной (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)	0,90	0,97	0,37	0,91	0,91
9.	Корни одуванчика лекарственного (<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg)	0,96	0,99	0,90	0,96	0,88
10.	Корни лопуха большого (<i>Arctium lappa</i> L.)	0,93	0,99	0,90	0,97	0,87
	Общее среднее	0,85	0,95	0,62	0,92	0,90

Таблица Ж.1 - КН РН в образцах травы горца птичьего (*Polygonum aviculare* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Радиоизотоп				
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова	0,56	1,01	0,19	1,36	0,44
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,45	0,85	0,19	1,20	0,56
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,48	1,07	0,04	1,48	0,49
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,45	1,06	0,14	1,19	0,37
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,42	1,09	0,24	1,28	0,42
6.	Улица города Острогожск	0,51	1,15	0,25	1,18	0,43
7.	Улица города Семилуки	0,49	0,98	0,24	1,39	0,55
8.	Улица города Нововоронеж	0,50	1,09	0,19	1,29	0,49
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,45	1,07	0,20	1,32	0,52
10.	Агробιοценоз Лискинского района	0,47	1,08	0,24	1,45	0,49
11.	Агробιοценоз Ольховатского района	0,57	1,11	0,21	1,34	0,44
12.	Агробιοценоз Подгоренского района	0,53	1,06	0,07	1,27	0,48
13.	Агробιοценоз Петропавловского района	0,46	1,15	0,14	1,41	0,51
14.	Агробιοценоз Грибановского района	0,44	1,29	0,14	1,31	0,51
15.	Агробιοценоз Хохольского района	0,53	1,19	0,19	1,27	0,53
16.	Агробιοценоз Новохоперского района	0,65	1,11	0,10	1,28	0,57
17.	Агробιοценоз Репьевского района	0,64	1,18	0,10	1,41	0,42
18.	Агробιοценоз Воробьевского района	0,40	0,96	0,17	1,44	0,44
19.	Агробιοценоз Панинского района	0,56	1,08	0,15	1,41	0,46
20.	Агробιοценоз Верхнехавского района	0,51	1,17	0,13	1,30	0,59
21.	Агробιοценоз Эртильского района	0,53	1,00	0,22	1,43	0,55
22.	Агробιοценоз Россошанского района	0,49	1,12	0,21	1,25	0,46
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,56	1,23	0,19	1,37	0,48
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,56	1,05	0,16	1,36	0,57
25.	Улица города Борисоглебск	0,55	1,08	0,14	1,43	0,46
26.	Улица города Калач	0,54	1,11	0,14	1,45	0,52
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,59	1,11	0,26	1,28	0,48
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,60	1,11	0,19	1,48	0,53
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,64	1,14	0,19	1,38	0,52
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,68	1,05	0,22	1,29	0,49
31.	Улица города Воронеж	0,56	1,06	0,19	1,41	0,56
32.	Автоматгистраль М4 «Дон» в Рамонском районе	0,47	1,10	0,14	1,33	0,39
33.	Автоматгистраль А144 в Аннинском районе	0,73	1,15	0,17	1,39	0,47
34.	Автоматгистраль М4 «Дон» в Павловском районе	0,70	1,08	0,13	1,45	0,49
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	0,70	1,02	0,13	1,46	0,60
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	0,69	1,05	0,16	1,74	0,58
Среднее для Воронежской области		0,55	1,09	0,17	1,36	0,50

Таблица Ж.2 - КН РН в образцах травы полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Радиоизотоп				
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова	0,74	1,56	0,20	1,66	0,74
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,77	2,12	0,22	1,46	0,81
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,76	1,46	0,18	1,25	0,76
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,83	1,07	0,21	1,39	0,61
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,57	1,83	0,21	1,48	0,77
6.	Улица города Острогжск	0,72	1,76	0,41	1,40	0,65
7.	Улица города Семилуки	0,59	1,34	0,37	1,76	0,68
8.	Улица города Нововоронеж	0,88	1,43	0,12	1,62	0,74
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,82	1,85	0,16	1,96	0,77
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,56	1,89	0,18	1,98	0,74
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,87	1,83	0,29	1,69	0,70
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,81	1,72	0,26	1,66	0,74
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,78	1,63	0,23	1,62	0,72
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,82	1,62	0,24	1,87	0,73
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,76	1,34	0,15	1,64	0,75
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,77	1,14	0,18	1,86	0,71
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,82	1,69	0,22	1,80	0,57
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,70	1,86	0,27	1,89	0,86
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,80	2,10	0,15	1,82	0,63
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	0,87	1,97	0,11	1,66	0,74
21.	Агробиоценоз Эртильского района	0,83	1,90	0,20	1,90	0,80
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,78	1,72	0,18	1,51	0,75
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,77	1,68	0,19	1,52	0,76
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,71	1,70	0,16	1,35	0,67
25.	Улица города Борисоглебск	0,74	1,81	0,29	1,63	0,82
26.	Улица города Калач	0,81	1,90	0,27	1,65	0,89
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,75	1,53	0,30	1,66	0,75
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,81	1,50	0,23	1,63	0,78
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,80	1,42	0,25	1,58	0,76
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,83	1,51	0,30	1,85	0,88
31.	Улица города Воронеж	0,65	1,70	0,21	1,55	0,74
32.	Автоматрираль М4 «Дон» в Рамонском районе	0,75	1,79	0,35	1,94	0,65
33.	Автоматрираль А144 в Аннинском районе	0,71	2,01	0,26	1,79	0,68
34.	Автоматрираль М4 «Дон» в Павловском районе	0,63	1,92	0,29	1,95	0,69
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	0,72	1,90	0,18	1,69	0,75
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	0,68	1,99	0,17	1,96	0,76
Среднее для Воронежской области		0,76	1,70	0,23	1,68	0,74

Таблица Ж.3 - КН РН в образцах травы тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Радиоизотоп				
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова	0,53	1,01	0,10	1,01	0,69
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,60	0,92	0,11	0,93	0,62
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,60	0,99	0,12	0,96	0,66
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,60	1,03	0,07	1,05	0,55
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,56	0,95	0,18	0,86	0,48
6.	Улица города Острогжск	0,56	1,01	0,12	0,87	0,48
7.	Улица города Семилуки	0,53	0,97	0,07	1,19	0,51
8.	Улица города Нововоронеж	0,71	1,02	0,07	1,01	0,68
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,48	1,00	0,11	1,12	0,58
10.	Агробιοценоз Лискинского района	0,65	1,01	0,31	1,19	0,51
11.	Агробιοценоз Ольховатского района	0,57	0,98	0,07	1,04	0,61
12.	Агробιοценоз Подгоренского района	0,53	0,90	0,09	1,02	0,52
13.	Агробιοценоз Петропавловского района	0,59	1,05	0,09	1,04	0,66
14.	Агробιοценоз Грибановского района	0,53	1,01	0,09	1,11	0,58
15.	Агробιοценоз Хохольского района	0,62	1,03	0,07	1,09	0,53
16.	Агробιοценоз Новохоперского района	0,55	0,96	0,09	1,07	0,53
17.	Агробιοценоз Репьевского района	0,60	1,05	0,16	1,04	0,72
18.	Агробιοценоз Воробьевского района	0,60	0,86	0,19	0,99	0,80
19.	Агробιοценоз Панинского района	0,56	1,08	0,13	1,03	0,59
20.	Агробιοценоз Верхнехавского района	0,59	1,08	0,07	1,07	0,81
21.	Агробιοценоз Эртильского района	0,56	1,05	0,15	1,05	0,66
22.	Агробιοценоз Россошанского района	0,54	0,94	0,10	0,97	0,53
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,58	1,03	0,10	1,01	0,56
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,67	1,06	0,16	1,09	0,50
25.	Улица города Борисоглебск	0,60	0,89	0,14	1,06	0,68
26.	Улица города Калач	0,54	1,11	0,08	1,03	0,64
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,56	1,05	0,06	1,05	0,50
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,57	1,04	0,16	1,17	0,53
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,54	1,08	0,18	1,09	0,58
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,51	1,15	0,12	1,07	0,53
31.	Улица города Воронеж	0,61	1,06	0,16	0,88	0,54
32.	Автоматгистраль М4 «Дон» в Рамонском районе	0,63	1,03	0,20	1,10	0,53
33.	Автоматгистраль А144 в Аннинском районе	0,60	1,09	0,19	0,97	0,64
34.	Автоматгистраль М4 «Дон» в Павловском районе	0,61	1,05	0,22	1,07	0,59
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	0,63	1,15	0,19	0,99	0,56
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	0,74	1,04	0,20	1,12	0,63
Среднее для Воронежской области		0,59	1,02	0,13	1,06	0,59

Таблица Ж.4 - КН РН в образцах травы пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Радиоизотоп				
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова	0,60	1,87	0,26	1,97	0,59
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,60	1,80	0,26	1,86	0,60
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,66	1,83	0,21	2,00	0,68
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,64	1,64	0,20	1,94	0,60
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,45	1,74	0,24	1,87	0,57
6.	Улица города Острогжск	0,51	1,57	0,20	1,50	0,60
7.	Улица города Семилуки	0,71	1,61	0,19	1,84	0,61
8.	Улица города Нововоронеж	0,71	1,70	0,21	1,86	0,68
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,69	1,70	0,22	1,75	0,56
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,72	2,35	0,27	2,09	0,53
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	0,58	1,96	0,21	1,86	0,51
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	0,54	1,97	0,23	1,69	0,51
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	0,74	2,17	0,20	1,79	0,58
14.	Агробиоценоз Грибановского района	0,74	1,82	0,20	1,96	0,51
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,49	2,04	0,20	1,95	0,53
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	0,53	2,32	0,17	1,70	0,54
17.	Агробиоценоз Репьевского района	0,58	1,76	0,21	1,89	0,48
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	0,55	2,04	0,19	2,05	0,52
19.	Агробиоценоз Панинского района	0,52	2,04	0,15	1,96	0,54
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	0,47	1,83	0,13	1,94	0,58
21.	Агробиоценоз Эртильского района	0,49	2,11	0,15	1,84	0,55
22.	Агробиоценоз Россошанского района	0,60	1,92	0,16	2,02	0,57
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,64	1,16	0,20	1,93	0,56
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,62	1,90	0,23	1,88	0,52
25.	Улица города Борисоглебск	0,60	1,70	0,20	1,92	0,51
26.	Улица города Калач	0,60	2,02	0,21	1,82	0,46
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,66	1,56	0,19	1,50	0,54
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,53	1,75	0,24	1,56	0,56
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,51	1,70	0,19	1,48	0,53
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,59	1,90	0,15	1,81	0,66
31.	Улица города Воронеж	0,95	1,89	0,27	1,50	0,56
32.	Автоматгистраль М4 «Дон» в Рамонском районе	0,63	1,63	0,18	1,89	0,49
33.	Автоматгистраль А144 в Аннинском районе	0,58	2,06	0,19	1,95	0,62
34.	Автоматгистраль М4 «Дон» в Павловском районе	0,65	1,90	0,19	2,05	0,61
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	0,63	2,47	0,16	1,97	0,53
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	0,57	1,90	0,20	2,16	0,60
Среднее для Воронежской области		0,61	1,87	0,20	1,85	0,56

Таблица Ж.5 - КН РН в образцах листьев подорожника большого (*Plantago major* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Радиоизотоп				
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова	0,94	2,24	0,39	1,33	0,89
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	1,13	3,21	0,36	1,23	0,81
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	1,22	3,09	0,47	1,49	0,95
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	1,23	2,70	0,29	1,48	1,09
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	1,14	2,48	0,32	1,43	0,95
6.	Улица города Острогжск	1,10	2,57	0,28	1,43	0,91
7.	Улица города Семилуки	1,14	2,76	0,26	1,41	0,92
8.	Улица города Нововоронеж	1,29	2,35	0,36	1,30	1,01
9.	ВЛЭ (Каширский район)	1,13	2,57	0,48	1,28	0,96
10.	Агробιοценоз Лискинского района	1,12	2,97	0,49	1,63	1,02
11.	Агробιοценоз Ольховатского района	0,98	3,29	0,29	1,45	0,97
12.	Агробιοценоз Подгоренского района	1,06	2,92	0,33	1,43	1,01
13.	Агробιοценоз Петропавловского района	1,17	3,01	0,39	1,51	0,94
14.	Агробιοценоз Грибановского района	1,12	2,58	0,44	1,53	1,04
15.	Агробιοценоз Хохольского района	0,99	2,75	0,40	1,61	1,02
16.	Агробιοценоз Новохоперского района	1,10	2,55	0,41	1,42	1,01
17.	Агробιοценоз Репьевского района	1,05	2,73	0,53	1,48	0,99
18.	Агробιοценоз Воробьевского района	1,00	2,99	0,54	1,48	0,98
19.	Агробιοценоз Панинского района	1,18	2,09	0,26	1,43	0,89
20.	Агробιοценоз Верхнехавского района	1,05	2,17	0,37	1,86	0,95
21.	Агробιοценоз Эртильского района	1,02	2,63	0,34	1,96	0,99
22.	Агробιοценоз Россошанского района	1,07	2,44	0,38	1,69	0,96
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	1,11	2,88	0,33	1,49	0,92
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	1,25	2,74	0,49	1,31	1,00
25.	Улица города Борисоглебск	1,26	2,17	0,39	1,57	0,90
26.	Улица города Калач	1,10	2,41	0,31	1,55	0,90
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	1,13	2,24	0,38	1,20	0,75
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	1,06	2,19	0,37	1,43	0,75
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	1,12	1,99	0,36	1,38	0,74
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	1,05	1,94	0,46	1,36	0,93
31.	Улица города Воронеж	1,16	2,07	0,24	1,48	0,72
32.	Автоматгистраль М4 «Дон» в Рамонском районе	1,06	1,81	0,32	1,45	0,91
33.	Автоматгистраль А144 в Аннинском районе	1,04	2,25	0,33	1,48	0,96
34.	Автоматгистраль М4 «Дон» в Павловском районе	1,46	2,43	0,34	1,46	0,93
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	1,09	2,80	0,25	1,48	0,90
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	1,07	2,84	0,33	1,47	0,92
Среднее для Воронежской области		1,12	2,55	0,37	1,47	0,93

Таблица Ж.6 - КН РН в образцах листьев крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Радиоизотоп				
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника	1,06	1,12	0,36	1,65	1,06
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	1,21	1,26	0,34	1,41	1,06
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	1,10	1,43	0,40	1,56	1,17
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	1,11	1,32	0,47	1,59	1,10
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	1,12	1,21	0,48	1,59	1,13
6.	Улица города Острогожск	1,07	1,45	0,44	1,46	1,04
7.	Улица города Семилуки	1,06	1,26	0,39	1,73	0,99
8.	Улица города Нововоронеж	1,07	1,34	0,46	1,63	1,07
9.	ВЛЭ (Каширский район)	1,03	1,24	0,51	1,65	1,04
10.	Агробиоценоз Лискинского района	0,93	1,59	0,56	1,73	1,15
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	1,02	1,63	0,43	1,59	1,13
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	1,06	1,58	0,41	1,46	1,15
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	1,04	1,59	0,43	1,54	1,05
14.	Агробиоценоз Грибановского района	1,04	1,52	0,41	1,83	1,05
15.	Агробиоценоз Хохольского района	0,99	1,43	0,42	1,57	1,02
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	1,11	1,54	0,45	1,74	1,02
17.	Агробиоценоз Репьевского района	1,08	1,29	0,42	1,78	1,08
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	1,17	1,37	0,49	1,84	1,15
19.	Агробиоценоз Панинского района	1,11	1,34	0,38	1,74	1,05
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	1,16	1,36	0,34	1,79	1,07
21.	Агробиоценоз Эртильского района	1,16	1,67	0,49	1,70	1,04
22.	Агробиоценоз Россошанского района	1,03	1,39	0,43	1,55	1,10
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	1,05	1,43	0,45	1,59	1,10
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	1,04	1,56	0,44	1,78	1,06
25.	Улица города Борисоглебск	1,08	1,39	0,50	1,65	1,11
26.	Улица города Калач	1,03	1,32	0,38	1,66	1,14
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	1,06	1,29	0,37	1,35	0,88
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	1,06	1,38	0,36	1,46	0,84
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	1,07	1,38	0,39	1,16	0,82
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	1,00	1,46	0,40	1,58	1,18
31.	Улица города Воронеж	1,04	1,41	0,40	1,25	0,83
32.	Автоматрираль М4 «Дон» в Рамонском районе	1,01	1,37	0,32	1,46	1,03
33.	Автоматрираль А144 в Аннинском районе	1,08	1,27	0,31	1,56	1,19
34.	Автоматрираль М4 «Дон» в Павловском районе	1,13	1,48	0,40	1,58	1,11
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	1,09	1,64	0,37	1,48	1,03
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	1,03	1,40	0,44	1,51	1,13
Среднее для Воронежской области		1,07	1,41	0,42	1,59	1,06

Таблица Ж.7 - КН РН в образцах цветков липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Радиоизотоп				
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова	0,38	0,51	0,14	1,04	0,52
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,40	0,42	0,13	0,95	0,46
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,50	0,41	0,17	1,03	0,56
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,57	0,37	0,15	0,98	0,55
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,33	0,35	0,21	1,02	0,59
6.	Улица города Острогжск	0,44	0,35	0,14	1,02	0,48
7.	Улица города Семилуки	0,36	0,32	0,17	0,88	0,47
8.	Улица города Нововоронеж	0,60	0,34	0,13	0,94	0,54
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,31	0,35	0,15	0,92	0,47
10.	Агробιοценоз Лискинского района	0,49	0,33	0,21	1,08	0,49
11.	Агробιοценоз Ольховатского района	0,37	0,33	0,15	0,98	0,45
12.	Агробιοценоз Подгоренского района	0,40	0,31	0,16	0,85	0,55
13.	Агробιοценоз Петропавловского района	0,37	0,51	0,20	0,91	0,49
14.	Агробιοценоз Грибановского района	0,37	0,60	0,14	1,05	0,50
15.	Агробιοценоз Хохольского района	0,33	0,41	0,15	0,91	0,47
16.	Агробιοценоз Новохоперского района	0,37	0,42	0,15	1,04	0,50
17.	Агробιοценоз Репьевского района	0,32	0,39	0,16	0,91	0,44
18.	Агробιοценоз Воробьевского района	0,40	0,65	0,16	1,10	0,44
19.	Агробιοценоз Панинского района	0,34	0,48	0,10	1,04	0,41
20.	Агробιοценоз Верхнехавского района	0,35	0,42	0,09	1,07	0,48
21.	Агробιοценоз Эртильского района	0,36	0,40	0,16	1,05	0,46
22.	Агробιοценоз Россошанского района	0,34	0,42	0,14	0,91	0,45
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,33	0,38	0,18	0,80	0,44
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,38	0,42	0,14	1,07	0,44
25.	Улица города Борисоглебск	0,38	0,33	0,12	1,13	0,48
26.	Улица города Калач	0,31	0,37	0,10	0,93	0,40
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,42	0,29	0,13	0,67	0,45
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,41	0,29	0,14	0,71	0,49
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,38	0,28	0,16	0,63	0,44
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,46	0,39	0,13	1,11	0,40
31.	Улица города Воронеж	0,33	0,29	0,14	0,71	0,39
32.	Автоматрираль М4 «Дон» в Рамонском районе	0,31	0,32	0,17	1,29	0,49
33.	Автоматрираль А144 в Аннинском районе	0,38	0,32	0,13	1,07	0,43
34.	Автоматрираль М4 «Дон» в Павловском районе	0,46	0,36	0,15	1,18	0,46
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	0,43	0,47	0,12	1,04	0,39
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	0,33	0,42	0,12	1,28	0,40
Среднее для Воронежской области		0,39	0,39	0,15	0,98	0,47

Таблица Ж.8 - КН РН в образцах цветков пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Радиоизотоп				
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова	0,47	0,74	0,21	0,91	0,56
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	0,58	0,78	0,19	0,72	0,60
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	0,60	0,94	0,21	0,92	0,68
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	0,60	0,82	0,17	0,83	0,45
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	0,62	0,55	0,20	0,86	0,42
6.	Улица города Острогожск	0,58	0,59	0,19	0,86	0,40
7.	Улица города Семилуки	0,55	0,61	0,21	0,96	0,37
8.	Улица города Нововоронеж	0,62	0,71	0,20	0,85	0,41
9.	ВЛЭ (Каширский район)	0,63	0,63	0,19	0,85	0,40
10.	Агробιοценоз Лискинского района	0,56	0,68	0,23	0,87	0,44
11.	Агробιοценоз Ольховатского района	0,68	0,72	0,12	0,96	0,43
12.	Агробιοценоз Подгоренского района	0,65	0,77	0,12	0,94	0,44
13.	Агробιοценоз Петропавловского района	0,70	0,83	0,20	0,94	0,42
14.	Агробιοценоз Грибановского района	0,68	0,68	0,18	0,92	0,44
15.	Агробιοценоз Хохольского района	0,65	0,66	0,19	0,92	0,42
16.	Агробιοценоз Новохоперского района	0,60	0,82	0,18	0,91	0,43
17.	Агробιοценоз Репьевского района	0,50	0,67	0,23	0,99	0,45
18.	Агробιοценоз Воробьевского района	0,60	0,76	0,19	0,97	0,44
19.	Агробιοценоз Панинского района	0,54	0,68	0,13	0,92	0,37
20.	Агробιοценоз Верхнехавского района	0,54	0,57	0,12	0,87	0,45
21.	Агробιοценоз Эртильского района	0,54	0,72	0,15	0,89	0,45
22.	Агробιοценоз Россошанского района	0,60	0,64	0,13	0,84	0,45
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	0,63	0,64	0,13	0,88	0,43
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	0,58	0,65	0,15	0,96	0,44
25.	Улица города Борисоглебск	0,60	0,65	0,18	0,92	0,54
26.	Улица города Калач	0,62	0,71	0,16	0,96	0,51
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	0,63	0,70	0,14	0,70	0,42
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	0,64	0,67	0,14	0,74	0,39
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	0,59	0,60	0,15	0,73	0,38
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	0,54	0,62	0,15	0,99	0,51
31.	Улица города Воронеж	0,63	0,65	0,16	0,75	0,44
32.	Автомагистраль М4 «Дон» в Рамонском районе	0,59	0,69	0,11	1,02	0,49
33.	Автомагистраль А144 в Аннинском районе	0,54	0,68	0,14	0,91	0,62
34.	Автомагистраль М4 «Дон» в Павловском районе	0,46	0,70	0,19	0,95	0,49
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	0,57	0,86	0,16	1,15	0,41
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	0,60	0,74	0,18	1,07	0,44
Среднее для Воронежской области		0,59	0,70	0,17	0,90	0,46

Таблица Ж.9 - КН РН в образцах корней одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Радиоизотоп				
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова	1,56	0,97	0,32	1,05	1,09
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	1,85	0,83	0,32	1,05	1,29
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	1,86	0,98	0,35	1,01	1,29
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	1,74	1,01	0,30	1,02	1,16
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	1,80	0,93	0,33	0,99	1,14
6.	Улица города Острогжск	1,97	1,00	0,31	1,02	1,14
7.	Улица города Семилуки	1,88	0,97	0,31	0,97	1,24
8.	Улица города Нововоронеж	1,90	1,01	0,31	1,00	1,35
9.	ВЛЭ (Каширский район)	1,73	0,96	0,33	1,03	1,27
10.	Агробиоценоз Лискинского района	1,91	1,02	0,39	1,06	1,15
11.	Агробиоценоз Ольховатского района	1,83	0,97	0,29	1,04	1,10
12.	Агробиоценоз Подгоренского района	1,68	1,06	0,31	1,05	1,21
13.	Агробиоценоз Петропавловского района	2,04	1,11	0,33	0,93	1,15
14.	Агробиоценоз Грибановского района	2,00	0,93	0,37	1,10	1,11
15.	Агробиоценоз Хохольского района	1,73	1,05	0,37	1,20	1,08
16.	Агробиоценоз Новохоперского района	1,89	0,92	0,33	1,09	1,18
17.	Агробиоценоз Репьевского района	1,87	1,13	0,36	1,02	1,23
18.	Агробиоценоз Воробьевского района	1,91	1,07	0,37	1,11	1,54
19.	Агробиоценоз Панинского района	1,96	0,94	0,27	0,96	1,34
20.	Агробиоценоз Верхнехавского района	1,90	1,05	0,29	0,90	1,31
21.	Агробиоценоз Эртильского района	1,93	0,98	0,40	1,04	1,32
22.	Агробиоценоз Россошанского района	1,78	1,12	0,37	0,97	1,52
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	1,94	1,01	0,42	1,02	1,38
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	1,92	1,02	0,38	1,12	1,10
25.	Улица города Борисоглебск	1,92	1,01	0,41	1,02	1,26
26.	Улица города Калач	1,81	0,96	0,33	0,98	1,38
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	1,86	1,02	0,49	0,98	1,10
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	1,91	1,08	0,51	1,06	1,05
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	1,84	1,07	0,46	1,07	1,02
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	1,73	1,09	0,46	1,17	1,14
31.	Улица города Воронеж	1,93	0,99	0,45	0,95	1,07
32.	Автомагистраль М4 «Дон» в Рамонском районе	1,78	1,01	0,37	1,35	1,31
33.	Автомагистраль А144 в Аннинском районе	1,81	1,02	0,33	1,10	1,47
34.	Автомагистраль М4 «Дон» в Павловском районе	2,13	1,04	0,38	1,19	1,46
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	1,83	0,92	0,36	1,10	1,35
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	1,92	1,07	0,44	1,17	1,36
Среднее для Воронежской области		1,86	1,01	0,37	1,05	1,24

Таблица Ж.10 - КН РН в образцах корней лопуха большого (*Arctium lappa* L.)

№ п/п	Территория заготовки образцов	Радиоизотоп				
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226
1.	Территория Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова	1,53	1,10	0,38	0,99	1,74
2.	Территория Хоперского государственного природного заповедника	2,11	1,17	0,35	1,05	1,85
3.	Территория Теллермановского леса (Борисоглебский район)	2,32	1,32	0,48	1,03	1,76
4.	Село Елань-Колено Новохоперского района	2,30	1,14	0,50	0,98	1,70
5.	Село Нижнедевицк Нижнедевицкого района	1,84	1,15	0,47	0,89	1,98
6.	Улица города Острогжск	1,96	1,07	0,49	0,99	1,98
7.	Улица города Семилуки	1,95	1,01	0,54	1,00	1,83
8.	Улица города Нововоронеж	2,14	1,03	0,50	0,99	2,05
9.	ВЛЭ (Каширский район)	1,93	0,98	0,54	1,04	2,03
10.	Агробιοценоз Лискинского района	1,91	1,17	0,48	1,04	1,93
11.	Агробιοценоз Ольховатского района	2,18	1,04	0,54	0,96	2,17
12.	Агробιοценоз Подгоренского района	2,15	1,07	0,52	1,05	2,44
13.	Агробιοценоз Петропавловского района	1,85	1,12	0,53	0,98	1,73
14.	Агробιοценоз Грибановского района	1,96	1,17	0,41	1,07	2,02
15.	Агробιοценоз Хохольского района	1,99	1,10	0,56	0,97	1,98
16.	Агробιοценоз Новохоперского района	2,11	1,18	0,43	1,07	1,94
17.	Агробιοценоз Репьевского района	1,95	1,13	0,42	0,98	1,81
18.	Агробιοценоз Воробьевского района	2,08	1,26	0,54	1,02	2,06
19.	Агробιοценоз Панинского района	1,96	1,09	0,34	1,08	1,90
20.	Агробιοценоз Верхнехавского района	1,89	1,02	0,42	1,04	2,20
21.	Агробιοценоз Эртильского района	1,87	1,20	0,55	1,01	2,06
22.	Агробιοценоз Россошанского района	1,96	1,06	0,44	0,97	2,07
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения» (Россошанский район)	2,17	1,02	0,52	0,94	1,93
24.	Вблизи ООО «Бормаш» (Поворинский район)	1,94	1,19	0,53	1,14	2,16
25.	Улица города Борисоглебск	1,81	1,20	0,52	1,06	1,83
26.	Улица города Калач	1,78	1,24	0,50	1,06	2,17
27.	Вблизи ТЭЦ-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж)	2,00	1,01	0,60	1,03	1,60
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж)	2,04	0,97	0,59	1,17	1,53
29.	На удалении 0-100 м от низовья Воронежского водохранилища	1,84	1,04	0,46	1,13	1,51
30.	Вблизи международного аэропорта Воронеж имени Петра I	1,83	1,02	0,57	1,05	1,99
31.	Улица города Воронеж	1,95	0,97	0,58	1,10	1,59
32.	Автоматрираль М4 «Дон» в Рамонском районе	1,96	1,01	0,47	1,14	1,91
33.	Автоматрираль А144 в Аннинском районе	2,10	1,12	0,41	1,01	2,09
34.	Автоматрираль М4 «Дон» в Павловском районе	2,22	1,17	0,49	1,17	2,07
35.	Дорога обычного типа в Богучарском районе	1,91	1,28	0,49	1,15	2,00
36.	Железнодорожные пути Юго-Восточной железной дороги	1,92	1,06	0,51	1,15	2,01
Среднее для Воронежской области		1,98	1,11	0,49	1,04	1,93

Приложение И

Таблица И.1 - Результаты количественного определения ВРПС в листьях подорожника большого

N	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	y	N	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	y
1.	1,0	80	1	15	25	10	9,88	33.	2,0	60	2	15	35	15	13,42
2.	1,0	80	2	15	25	10	16,37	34.	2,0	60	3	15	35	15	16,1
3.	1,0	80	3	15	25	10	20,25	35.	2,0	70	1	15	35	15	6,85
4.	1,0	80	1	15	25	15	10,92	36.	2,0	70	2	15	35	15	13,96
5.	1,0	80	2	15	25	15	15,58	37.	2,0	70	3	15	35	15	17,2
6.	1,0	80	3	15	25	15	19,67	38.	2,0	80	1	15	35	15	8,7
7.	1,0	80	1	15	25	20	8,29	39.	2,0	80	2	15	35	15	15,49
8.	1,0	80	2	15	25	20	14,42	40.	2,0	80	3	15	35	15	20,34
9.	1,0	80	3	15	25	20	18,81	41.	1,0	80	1	10	15	10	8,68
10.	1,0	80	1	15	15	10	7,18	42.	1,0	80	2	10	15	10	15,02
11.	1,0	80	2	15	15	10	13,54	43.	1,0	80	3	10	15	10	20,18
12.	1,0	80	3	15	15	10	16,22	44.	1,0	80	1	20	25	10	10,05
13.	1,0	80	1	20	35	10	11,73	45.	1,0	80	2	20	25	10	17,84
14.	1,0	80	2	20	35	10	18,04	46.	1,0	80	3	20	25	10	22,17
15.	1,0	80	3	20	35	10	22,68	47.	1,0	80	1	15	35	15	12,13
16.	1,0	80	1	15	35	10	8,87	48.	1,0	80	2	15	35	15	20,68
17.	1,0	80	2	15	35	10	15,21	49.	1,0	80	3	15	35	15	24,55
18.	1,0	80	3	15	35	10	20,94	50.	1,0	70	3	15	35	15	22,17
19.	0,5	60	1	15	35	15	9,45	51.	1,0	70	3	20	25	20	18,96
20.	0,5	60	2	15	35	15	17,13	52.	1,0	70	3	20	35	15	20,25
21.	0,5	60	3	15	35	15	22,57	53.	1,0	70	3	20	35	20	19,31
22.	0,5	70	1	15	35	15	11,29	54.	0,5	80	3	20	15	10	18,49
23.	0,5	70	2	15	35	15	19,35	55.	1,0	80	3	20	15	10	17,38
24.	0,5	70	3	15	35	15	23,39	56.	1,0	80	3	20	35	10	23,77
25.	0,5	80	1	15	35	10	10,21	57.	1,0	80	3	20	25	10	21,54
26.	0,5	80	2	15	35	10	18,56	58.	1,0	80	3	20	15	15	19,92
27.	0,5	80	3	15	35	10	21,94	59.	1,0	80	3	15	15	20	18,04
28.	1,0	60	1	15	35	15	8,17	60.	0,5	80	3	15	35	15	23,50
29.	1,0	60	2	15	35	15	16,32	61.	1,0	80	3	15	35	20	21,42
30.	1,0	60	3	15	35	15	20,02	62.	1,0	80	3	20	25	15	20,87
31.	1,0	70	1	15	35	10	11,08	63.	1,0	80	3	15	25	20	19,1
32.	1,0	70	2	15	35	10	18,51	64.	0,5	80	3	20	35	10	21,91

Таблица И.2 - Результаты количественного определения ВРПС в корнях одуванчика лекарственного

N	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	y	N	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	y
1.	1,0	80	1	40	25	10	5,25	33.	0,5	80	3	40	35	5	16,74
2.	1,0	80	2	40	25	10	12,91	34.	2,0	60	3	40	35	10	12,03
3.	1,0	80	3	40	25	10	17,63	35.	2,0	70	1	40	35	10	6,57
4.	1,0	80	1	40	25	15	4,84	36.	2,0	70	2	40	35	10	12,65
5.	1,0	80	2	40	25	15	11,52	37.	2,0	70	3	40	35	10	17,19
6.	1,0	80	3	40	25	15	16,1	38.	2,0	80	1	40	35	10	5,45
7.	1,0	80	1	40	25	20	6,77	39.	2,0	80	2	40	35	10	14,28
8.	1,0	80	2	40	25	20	10,65	40.	2,0	80	3	40	35	10	21,37
9.	1,0	80	3	40	25	20	14,91	41.	0,5	80	1	30	35	10	12,34
10.	1,0	80	1	40	15	10	6,08	42.	0,5	80	2	30	35	10	19,39
11.	1,0	80	2	40	15	10	12,44	43.	0,5	80	3	30	35	10	25,45
12.	1,0	80	3	40	15	10	17,36	44.	0,5	80	3	40	15	10	23,14
13.	1,0	80	1	50	35	10	14,25	45.	0,5	80	3	40	25	10	29,52
14.	1,0	80	2	50	35	10	23,72	46.	0,5	80	3	50	25	10	24,63
15.	1,0	80	3	50	35	10	28,56	47.	1,0	70	3	40	35	10	20,81
16.	1,0	80	1	40	35	10	15,35	48.	1,0	80	2	50	35	10	21,36
17.	1,0	80	2	40	35	10	22,18	49.	0,5	80	1	50	35	10	17,17

18.	1,0	80	3	40	35	10	27,74	50.	1,0	70	3	50	35	15	22,25
19.	0,5	60	1	40	35	10	5,7	51.	0,5	80	3	40	15	20	19,08
20.	0,5	60	2	40	35	10	13,15	52.	0,5	80	3	40	35	15	27,09
21.	0,5	60	3	40	35	10	18,39	53.	1,0	70	3	50	35	20	26,72
22.	0,5	70	1	40	35	10	11,64	54.	0,5	80	2	50	35	10	24,51
23.	0,5	70	2	40	35	10	18,37	55.	1,0	80	3	50	25	10	22,19
24.	0,5	70	3	40	35	10	23,29	56.	1,0	80	3	50	35	10	29,48
25.	0,5	80	1	40	35	10	16,95	57.	1,0	80	3	50	35	15	23,84
26.	0,5	80	2	40	35	10	23,63	58.	0,5	80	3	40	15	15	25,6
27.	0,5	80	3	40	35	10	32,89	59.	0,5	80	3	40	25	20	21,75
28.	1,0	60	1	40	35	10	5,04	60.	0,5	80	3	50	35	10	29,42
29.	1,0	60	2	40	35	10	9,25	61.	1,0	80	3	50	35	20	25,56
30.	1,0	60	3	40	35	10	14,37	62.	0,5	80	3	40	25	15	24,38
31.	0,5	80	3	40	15	5	10,65	63.	0,5	80	3	40	35	20	23,52
32.	0,5	80	3	40	25	5	14,63	64.	1,0	80	3	40	35	20	22,91

Таблица И.3 - Результаты количественного определения ВРПС в корнях лопуха большого

N	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	y	N	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	y
1.	1,0	80	1	30	25	20	15,68	33.	2,0	60	2	30	35	30	5,31
2.	1,0	80	2	30	25	20	23,95	34.	2,0	60	3	30	35	30	9,14
3.	1,0	80	3	30	25	20	31,2	35.	2,0	70	1	30	35	30	4,48
4.	0,5	80	1	30	25	30	17,72	36.	2,0	70	2	30	35	30	8,65
5.	0,5	80	2	30	25	30	25,19	37.	2,0	70	3	30	35	30	13,09
6.	0,5	80	3	30	25	30	32,54	38.	2,0	80	1	30	35	30	4,85
7.	0,5	80	1	30	25	40	12,61	39.	2,0	80	2	30	35	30	9,24
8.	0,5	80	2	30	25	40	21,39	40.	2,0	80	3	30	35	30	17,03
9.	0,5	80	3	30	25	40	29,42	41.	1,0	80	1	20	15	20	8,61
10.	1,0	80	1	30	15	20	8,17	42.	1,0	80	2	20	15	20	15,49
11.	1,0	80	2	30	15	20	16,26	43.	1,0	80	3	20	15	20	24,07
12.	1,0	80	3	30	15	20	26,88	44.	0,5	80	1	20	35	30	14,03
13.	0,5	80	1	40	35	30	24,65	45.	0,5	80	2	20	35	30	21,49
14.	0,5	80	2	40	35	30	36,45	46.	0,5	80	3	20	35	30	32,46
15.	0,5	80	3	40	35	30	40,29	47.	0,5	80	1	30	35	20	15,28
16.	1,0	80	1	30	35	30	11,73	48.	0,5	80	2	30	35	20	24,37
17.	1,0	80	2	30	35	30	16,93	49.	0,5	80	3	30	35	20	35,05
18.	1,0	80	3	30	35	30	22,04	50.	1,0	70	3	40	25	30	27,54
19.	0,5	60	1	30	35	30	10,05	51.	1,0	70	3	30	25	40	19,86
20.	0,5	60	2	30	35	30	19,41	52.	1,0	70	3	40	35	30	23,72
21.	0,5	60	3	30	35	30	28,14	53.	1,0	70	3	40	35	40	20,29
22.	0,5	70	1	30	35	30	10,79	54.	0,5	80	3	30	15	20	28,43
23.	0,5	70	2	30	35	30	20,53	55.	1,0	80	3	40	15	20	29,3
24.	0,5	70	3	30	35	30	32,48	56.	1,0	80	3	40	35	20	35,08
25.	0,5	80	1	30	35	30	20,91	57.	0,5	80	3	30	25	20	48,40
26.	0,5	80	2	30	35	30	33,05	58.	0,5	80	3	30	15	30	26,85
27.	0,5	80	3	30	35	30	39,57	59.	0,5	80	3	30	15	40	24,42
28.	1,0	60	1	30	35	30	5,18	60.	0,5	80	3	30	35	20	47,53
29.	1,0	60	2	30	35	30	10,43	61.	1,0	80	3	40	35	40	39,1
30.	1,0	60	3	30	35	30	16,91	62.	1,0	80	3	40	25	30	32,64
31.	1,0	70	1	30	35	20	11,22	63.	1,0	80	3	40	25	40	28,17
32.	1,0	70	2	30	35	20	18,78	64.	0,5	80	3	30	35	40	30,06

Таблица И.4 - Расчетные значения у по уравнению регрессии для листьев подорожника большого

№ опыта	Урасчетн	№ опыта	Урасчетн	№ опыта	Урасчетн	№ опыта	Урасчетн
1.	9,92	18.	22,63	35.	8,05	52.	21,17
2.	15,35	19.	10,72	36.	13,48	53.	20,81
3.	20,78	20.	16,15	37.	18,91	54.	19,98
4.	9,56	21.	21,58	38.	9,00	55.	18,77
5.	14,99	22.	11,67	39.	14,43	56.	22,48
6.	20,42	23.	17,10	40.	19,86	57.	20,63
7.	9,20	24.	22,53	41.	8,22	58.	18,41
8.	14,63	25.	12,98	42.	13,64	59.	18,20
9.	20,06	26.	18,41	43.	19,07	60.	23,48
10.	8,07	27.	23,84	44.	9,77	61.	21,91
11.	13,50	28.	9,52	45.	15,20	62.	20,27
12.	18,92	29.	14,95	46.	20,63	63.	20,06
13.	11,63	30.	20,37	47.	11,42	64.	23,69
14.	17,06	31.	10,83	48.	16,85		
15.	22,48	32.	16,26	49.	22,27		
16.	11,78	33.	12,53	50.	21,32		
17.	17,21	34.	17,96	51.	18,96		

Таблица И.5 - Расчетные значения у по уравнению регрессии для корней одуванчика лекарственного

№ опыта	Урасчетн	№ опыта	Урасчетн	№ опыта	Урасчетн	№ опыта	Урасчетн
1.	8,32	18.	24,52	35.	4,34	52.	26,69
2.	14,22	19.	7,23	36.	10,24	53.	23,27
3.	20,12	20.	13,13	37.	16,14	54.	23,66
4.	8,23	21.	19,03	38.	8,21	55.	22,90
5.	14,13	22.	11,10	39.	14,11	56.	27,30
6.	20,03	23.	17,00	40.	20,01	57.	27,22
7.	8,15	24.	22,90	41.	12,18	58.	17,89
8.	14,05	25.	14,97	42.	18,08	59.	22,21
9.	19,95	26.	20,87	43.	23,98	60.	29,56
10.	3,92	27.	26,77	44.	17,97	61.	27,14
11.	9,82	28.	4,98	45.	22,37	62.	22,29
12.	15,72	29.	10,88	46.	25,16	63.	26,61
13.	15,50	30.	16,78	47.	20,65	64.	24,35
14.	21,40	31.	18,05	48.	21,40		
15.	27,30	32.	22,45	49.	17,76		
16.	12,72	33.	26,85	50.	21,15		
17.	18,62	34.	12,27	51.	17,81		

Таблица И.6 - Расчетные значения у по уравнению регрессии для корней лопуха большого

№ опыта	Урасчетн	№ опыта	Урасчетн	№ опыта	Урасчетн	№ опыта	Урасчетн
1.	13,87	18.	30,13	35.	1,73	52.	29,34
2.	21,99	19.	9,43	36.	6,40	53.	26,28
3.	30,12	20.	17,55	37.	14,53	54.	32,40
4.	16,16	21.	25,68	38.	3,18	55.	31,16
5.	24,28	22.	14,33	39.	11,30	56.	37,30
6.	32,41	23.	22,46	40.	19,43	57.	35,47
7.	13,10	24.	30,58	41.	6,68	58.	29,34
8.	21,22	25.	19,23	42.	14,81	59.	26,28
9.	29,35	26.	27,36	43.	22,93	60.	38,54
10.	10,79	27.	35,48	44.	15,12	61.	31,18
11.	18,92	28.	4,08	45.	23,24	62.	31,17
12.	27,04	29.	12,20	46.	31,37	63.	28,11
13.	23,34	30.	20,33	47.	22,29	64.	32,42
14.	31,47	31.	12,04	48.	30,42		
15.	39,60	32.	20,16	49.	38,54		
16.	13,88	33.	1,50	50.	26,27		
17.	22,01	34.	9,63	51.	19,10		

Таблица И.7 - Компонентный состав ЭМ травы полыни горькой различных мест заготовки

№ п/п	Время удерживания, мин	Название компонента	Место заготовки сырья			
			Воронежский заповедник	Агроценоз Верхнехавского р-на	ОАО «Минудобрения»	Трасса М4
			Окраска ЭМ			
			Оранжевая	Темно-коричневая	Светло-желтая	Коричнево-синяя
Массовая доля в образце (от общей суммы), %						
1	2	3	4	5	6	7
1.	3,847	3-гексанон	-	-	-	0,27
2.	7,688	1-циклопентилэтил-2-фенилацетат	-	0,37	-	-
3.	7,991	3,5-диметилотан	0,14	-	0,16	-
4.	8,026	12-метил-1,5,9,11-тридекатетраен	0,4	-	-	0,2
5.	8,082	15-хлоро-13-оксабициклопентадекан	-	0,29	-	0,29
6.	8,195	4,5-диэтилотан	0,62	0,25	0,44	-
7.	8,347	1-метилэтилбензен	-	0,59	-	-
8.	8,429	4-карен	-	-	1,02	0,39
9.	8,494	α -пинен	-	-	-	0,2
10.	8,564	α -фелландрен	3,03	1,13	1,73	-
11.	8,629	1-хлоротетрадекан	-	0,44	-	-
12.	8,789	2,6-диметилотан	0,19	0,12	0,23	-
13.	9,049	α -фенхен	-	0,15	0,52	0,17
14.	10,085	β -фелландрен	9,37	1,79	0,96	0,94
15.	10,935	β -мирцен	15,79	5,14	8,16	1,76
16.	11,950	1-п-ментен	1,24	0,22	0,63	-
17.	12,340	<i>n</i> -цимен	2,17	1,23	3,46	0,33
18.	12,522	эукалиттол	1,77	1,13	14,44	1,09
19.	14,312	γ -терпинен	2,16	0,45	1,39	0,24
20.	15,145	1,2-оксолиналоол	0,87	1,46	-	2,52
21.	16,155	линалоола оксид	-	1,2	0,71	-
22.	16,198	α -терпинеол	0,87	-	0,65	-
23.	16,948	β -туйон	24,95	5,16	13,68	20,54
24.	17,546	α - туйон	11,04	9,76	6,62	7,62
25.	17,889	геранилвиниловый эфир	-	0,2	-	0,21
26.	18,435	2-циклогексен-1-ол	0,18	-	0,15	-
27.	18,782	сабинила ацетат	-	0,94	0,62	0,34
28.	18,830	3-циклогексен-1-карбинол	0,27	-	-	-
29.	19,532	1,2-эпоксициклододекан	0,4	0,34	-	0,22
30.	19,809	тетрагидроактинидиолид	0,48	-	-	-
31.	19,840	эндо-борнеол	-	0,09	1,41	-
32.	20,369	терпинен-4-ол	5,13	1,67	3,04	2,14
33.	20,993	α -терпинеол	-	0,13	0,41	0,31
34.	21,284	9,10-диметилтрициклодекан-9,10-диол	-	-	-	0,19
35.	21,929	3-карен	0,83	-	0,64	-
36.	23,577	изовербинила ацетат	-	-	0,57	-
37.	24,626	миртенилацетат	0,6	42,81	2,72	9,63
38.	27,019	копаен	0,27	0,16	0,95	0,29
39.	27,253	β -боурбонен	0,27	0,33	0,91	0,69
40.	27,500	β -элемен	-	0,11	0,26	0,43
41.	27,773	α -акоренол	-	-	0,14	-
42.	27,912	4-гидрокси- β -ионон	-	0,08	-	0,14
43.	28,181	кариофиллен	1,46	0,82	0,54	0,93
44.	28,450	лавандуол	-	0,34	0,72	1,17
45.	29,091	1,5,9,9-тетраметил-1,4,7-циклоундекатриен	0,14	0,09	-	0,12
46.	29,343	ледена оксид	-	-	-	0,21
47.	29,824	β -копаен	0,32	-	-	-

Проложение таблицы И.7

1	2	3	4	5	6	7
48.	29,950	леден	0,75	0,23	1,16	-
49.	30,162	фарнезола ацетат	-	-	1,6	3,3
50.	30,180	линалил изобутират	-	0,65	-	-
51.	30,210	неролидила ацетат	0,28	-	-	-
52.	30,669	2-этил-4-метил-1,3-пентадиенилбензен	1,9	4,62	10,04	-
53.	30,956	<i>α-мууролен</i>	0,2	0,17	0,42	0,31
54.	31,216	5,5-диметил-4-(3-метил-1,3-бутадиенил)-1-оксаспирооктан	0,29	0,25	-	0,19
55.	31,393	2-(п-хлорофенил)-изопропилиденециклопропан	-	-	0,24	-
56.	31,653	аромадендрена оксид	-	-	0,18	-
57.	32,178	спатуленол	0,32	0,37	1,44	-
58.	32,243	цитронеллила сенециоат	-	-	-	16,01
59.	32,273	кариофиллена оксид	3,53	5,66	-	-
60.	32,408	<i>нерил-2-метилбутаноат</i>	0,67	2,01	13,01	17,83
61.	32,872	метил-фарнезол	-	0,49	0,59	-
62.	33,015	<i>α</i> -изометил ионон	-	0,25	0,3	0,44
63.	33,115	2-этил-4-метил-1,3-пентадиенилбензен	0,15	0,45	0,68	0,23
64.	34,025	<i>γ</i> -селинен	0,58	2,27	-	0,47
65.	35,261	андроста-1,4,6-триен-3,17-дион	0,14	-	0,24	-
66.	35,599	хамазулен	-	0,72	-	1,08
67.	36,180	2,6,10-триметилтетрадекан	-	-	0,13	-
68.	38,057	гексагидрофарнезил ацетон	-	-	-	0,55
69.	38,616	геранил- <i>α</i> -терпен	-	-	-	0,17
70.	39,041	<i>кедрен-13-ол</i>	0,17	0,09	0,34	0,79
71.	39,561	7,9-дитертбутил-1-оксаспиро(4,5)дека-6,9-диен-2,8-дион	0,74	0,15	0,7	0,25
72.	40,316	<i>геранил-п-цимен</i>	1,65	0,37	0,35	0,9
73.	41,165	нуциферол	2,44	0,72	-	1,35
74.	41,269	<i>α</i> -куркумен	-	1,11	-	2,03
Всего идентифицировано			98,77	98,98	99,30	99,48

Таблица И.8 - Компонентный состав ЭМ травы тысячелистника обыкновенного различных мест заготовки

№ п/п	Время удерживания, мин	Название компонента	Место заготовки образца				
			Воронежский заповедник	Агроценоз Лискинского р-на	Агроценоз Верхнехавского р-на	ОАО «Минудобрения»	Железная дорога
			Окраска ЭМ				
			Голубая	Темно-синяя	Насыщенно-голубая	Без цвета	Светло-голубая
Массовая доля в образце (от общей суммы), %							
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	8,380	<i>α</i> -пинен	1,86	7,97	6,24	1,88	3,05
2.	8,400	5-метиллиналоол	0,09	-	0,28	-	0,82
3.	8,455	4,5-диметилоктан	-	-	0,32	-	-
4.	8,521	гомокамфин	0,14	-	-	0,50	18,62
5.	8,833	3,6-диметилоктан	-	0,26	0,22	-	-
6.	8,941	<i>α</i> -гурьонен	0,55	0,16	0,22	-	-
7.	9,249	камфен	1,12	0,90	0,78	0,86	0,53
8.	9,791	кумол	0,25	1,07	0,21	-	0,29
9.	10,276	<i>β</i> -фелландрен	8,80	-	-	-	-
10.	10,387	<i>β</i> -мирцен	-	0,28	0,31	-	-
11.	10,853	2,3-дегидро-1,8-цинеол	0,14	-	-	0,56	0,05
12.	11,023	<i>β</i> -пинен	3,03	23,67	14,85	6,04	2,83
13.	11,430	<i>α</i> -фелландрен	0,59	1,79	1,41	0,58	0,88

Проложение таблицы И.8

1	2	3	4	5	6	7	8
14.	11,975	п-мент-1-ен	-	0,92	-	0,36	0,35
15.	12,002	4-карен	2,14	-	0,73	-	-
16.	12,394	п-цимен	-	1,33	1,51	0,72	1,60
17.	12,414	бензен-2-этил-1,3-диметил	1,49	-	-	-	-
18.	12,500	метил-β-ионол	-	-	-	-	0,09
19.	12,752	эукалиптол (1,8-цинеол)	11,42	13,58	10,47	23,75	14,84
20.	13,909	β-оцимен	0,12	-	-	0,10	-
21.	14,386	γ-терпинен	2,73	1,61	1,26	0,62	0,55
22.	14,846	цис-2-ментенол	0,27	0,07	0,16	0,32	0,2
23.	16,220	γ-пиронен	-	-	-	0,18	0,18
24.	17,036	борнеол	-	1,37	2,68	5,19	2,76
25.	17,326	1,2,6-гексанетриол	0,14	-	-	-	-
26.	17,659	туйон	-	-	0,09	3,64	0,1
27.	17,858	1,6-диметилдекалин	-	0,90	-	-	-
28.	18,128	α-камфоленаль	0,11	-	0,17	-	-
29.	18,635	пинокарвилацетат	-	-	-	0,66	0,14
30.	18,930	камфора	8,86	7,10	8,93	12,00	3,36
31.	19,046	вербенол	-	-	0,20	0,64	0,08
32.	19,414	транс-4,5-эпоксикаран	-	-	-	-	0,07
33.	19,707	пинокарвон	0,73	0,17	0,35	0,38	0,06
34.	20,018	8-гидроксинеоментол	1,52	-	-	0,49	-
35.	20,287	лавандулол	0,81	-	-	4,72	-
36.	20,425	терпинен 4-ацетат	-	2,35	2,85	-	2,38
37.	20,521	терпинен-4-ол	5,17	-	1,96	4,58	-
38.	20,716	миртеналь	0,12	-	0,32	0,64	-
39.	20,867	п-цимен-8-ол	-	-	0,05	-	-
40.	21,071	α-терпинеол	2,95	1,53	-	3,06	3,77
41.	21,218	миртенол	0,60	0,10	0,41	0,92	-
42.	21,482	борнилацетат	2,15	0,36	0,35	1,66	-
43.	21,504	лавандулил ацетат	0,73	-	0,39	-	-
44.	21,630	тухосанон	-	-	0,2	-	-
45.	21,730	пиперитол	-	-	-	-	0,09
46.	21,852	транс-3(10)-карен-2-ол	2,53	-	0,04	0,13	-
47.	22,007	грандисоль	-	-	0,20	-	-
48.	22,563	карвеол	0,37	-	-	-	0,11
49.	22,749	изогераниол	0,78	-	-	-	-
50.	22,957	д-карвон	0,19	-	0,07	-	-
51.	23,286	сабин-кетон	0,15	-	0,43	0,46	-
52.	23,347	цис-пиперитол	-	0,14	-	0,33	-
53.	23,516	транс-пинан	0,26	-	0,05	0,26	-
54.	23,629	цис-вербенилацетат	-	-	0,22	-	-
55.	23,762	β-кубебен	-	1,87	-	-	-
56.	23,850	аскаридол	-	-	-	0,11	-
57.	24,115	4-туйен-2α-ацетат	0,24	-	-	0,40	-
58.	24,529	ментол	-	-	0,05	-	-
59.	24,708	α-копаен	0,42	0,40	0,60	0,18	0,59
60.	24,813	тимол	0,14	-	-	-	0,60
61.	25,032	мента-1,8-диен-9-ол	0,34	-	-	-	0,09
62.	25,166	транс-4-туйанол	0,2	-	-	-	-
63.	25,957	о-мент-8-ен	0,18	-	0,05	-	-
64.	26,044	транс-карвейлацетат	0,16	-	0,16	-	-
65.	26,269	лонгипинен	-	-	-	0,11	-
66.	26,347	α-яланген	0,08	-	-	-	-
67.	26,583	цедреанол	0,32	-	0,72	-	-
68.	26,768	циклоизозативен	0,31	-	0,77	-	-
69.	26,833	2-карен	0,81	0,36	0,35	-	-
70.	27,300	β-боурбонен	0,62	0,52	0,39	0,69	0,57
71.	27,617	алло-аромадендрен	-	0,45	0,23	0,43	0,69
72.	27,786	цис-жасмон	-	-	0,07	-	-
73.	27,800	сесквизионеол	-	-	-	0,37	-
74.	27,990	α-акоренол	0,15	0,60	-	0,11	0,18
75.	28,219	γ-муролен	-	-	0,28	-	0,33
76.	28,259	кариофиллен	3,73	5,32	4,10	3,08	5,48
77.	28,506	6-эпи-β-кубебен	4,90	0,22	2,10	0,91	2,44

Проложение таблицы И.8

1	2	3	4	5	6	7	8
78.	28,823	β-копаен	0,40	0,34	0,29	0,14	0,11
79.	28,983	α-метилюнон	-	0,30	-	-	-
80.	29,132	гумулен	0,75	0,8	0,73	0,47	0,86
81.	29,230	β-куркумен	-	0,04	-	-	-
82.	29,331	аллоаромадендрен	0,29	-	-	-	0,39
83.	29,456	β-каларен	0,30	-	-	-	-
84.	29,621	σ-кадинен	0,89	1,52	1,88	-	1,17
85.	30,223	кубедол	-	-	0,35	-	-
86.	30,284	диэпи-α-кедрен	0,84	-	-	-	-
87.	30,384	α-муролен	0,14	0,48	0,22	-	0,28
88.	30,456	β-элемен	1,06	-	-	-	0,15
89.	30,622	β-бисаболен	0,07	-	-	-	-
90.	30,704	4-эпикубедол	0,19	0,23	0,81	0,44	0,71
91.	31,173	γ-химахален	0,08	-	-	-	-
92.	31,264	β-гуаиен	0,06	0,03	-	-	0,44
93.	31,398	α-калакорен	0,05	0,08	0,07	-	-
94.	31,580	β-элебол	0,23	-	-	-	-
95.	31,679	γ-костол	-	-	-	-	0,15
96.	31,961	перувиол	-	-	0,42	-	-
97.	32,225	копаборнеол	0,47	-	0,48	-	0,67
98.	32,464	ледена оксид	0,06	0,52	0,33	0,59	0,27
99.	32,582	ледол	2,90	-	0,47	0,45	5,33
100.	32,733	3-изопропил-6,7-диметилтрицикло [4.4.0.0 (2,8)] декан-9,10-диол	-	-	0,56	-	-
101.	32,854	эпиглобулол	1,12	1,85	4,41	-	0,47
102.	32,959	кариофиллена оксид	2,00	2,88	4,73	5,38	8,40
103.	33,043	трицикло [5.2.2.0 (1,6)] ундекан-3-ол	0,19	-	-	-	-
104.	33,403	диэписендрена-1-оксид	0,44	0,35	-	0,60	-
105.	33,493	коримболон	-	-	-	0,43	-
106.	33,598	4,4-диметилтетрацикло- (6,3,2,0) (2,5) 0 (1,8) тридекан-9-ол	0,53	-	-	0,96	1,11
107.	33,620	β-эудесмол	-	-	-	-	0,86
108.	33,712	α-кадинол	-	-	-	-	1,03
109.	33,765	τ-мууролол	0,22	0,24	-	-	-
110.	33,812	лонгивербинон	-	-	0,69	1,02	-
111.	33,899	α-копаен-11-ол	1,28	0,17	0,46	-	-
112.	33,982	селина-6-ен-4-ол	0,86	-	1,21	2,05	1,13
113.	34,003	селина-4 (15), 7 (11) -диен	-	-	0,12	-	-
114.	34,060	изоаромадендрена эпоксид	-	0,20	-	-	0,41
115.	34,190	аллоаромадендрена оксид	0,27	-	0,46	-	-
116.	34,346	спатуленол	2,16	1,22	2,12	2,37	2,36
117.	34,719	лонгипинокарвеол	1,98	-	0,11	0,97	2,20
118.	34,840	цис-α-бисаболена эпоксид	0,26	-	0,26	-	0,28
119.	35,525	транс-геранилгераниол	0,14	-	0,15	-	0,3
120.	35,625	хамазулен	1,71	8,42	4,77	-	0,31
121.	36,352	кедрен-13-ол	0,49	-	0,18	0,30	0,41
122.	36,535	ноненол	-	-	0,11	-	-
123.	37,116	аромадендрена оксид	0,07	-	0,33	-	-
124.	37,844	4- (3,3-диметил-бут-1-инил) -4-гидрокси-2,6,6-триметилциклогекс-2-енон	-	-	-	0,22	0,23
125.	38,079	гексагидрофарнезила ацетон	0,17	-	0,23	-	-
126.	38,868	эудесма-4,11-диен-2-ол	-	-	1,02	-	-
127.	39,605	7,9-ди-трет-бутил-1-оксапино [4.5] дека-6,9-диен-2,8-дион	-	-	-	0,32	0,30
128.	39,861	дигидроксантин	0,05	-	-	-	-
129.	40,307	геранил-α-терпинен	0,53	-	-	-	-
130.	41,278	геранил-п-цимен	0,18	0,12	0,43	-	0,08
131.	41,920	эстафиатин	0,07	-	-	-	-
132.	42,702	фитол	0,06	-	0,08	-	0,12
133.	43,372	транс-фарнезол	0,06	-	0,08	-	-
134.	43,480	2-цис-геранилгераниол	-	-	-	-	0,15
135.	43,988	1-гептатриакотанол	0,07	0,03	-	-	0,10
136.	54,952	β-бетазона ацетат	-	0,32	-	-	-
Всего идентифицировано			99,17	97,51	97,36	99,53	99,35

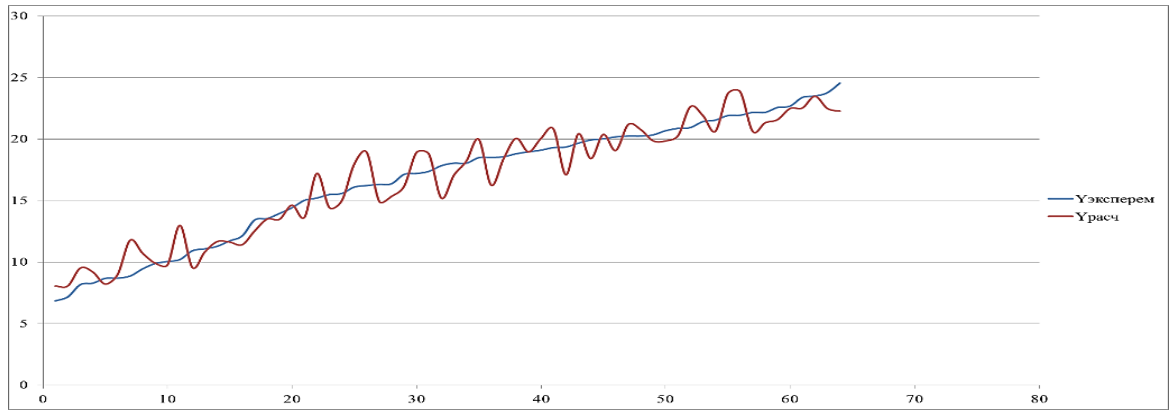


Рисунок И.1 - Диаграмма зависимости $U_{\text{эксперем}}$ и $U_{\text{расч}}$ для значений листьев подорожника большого

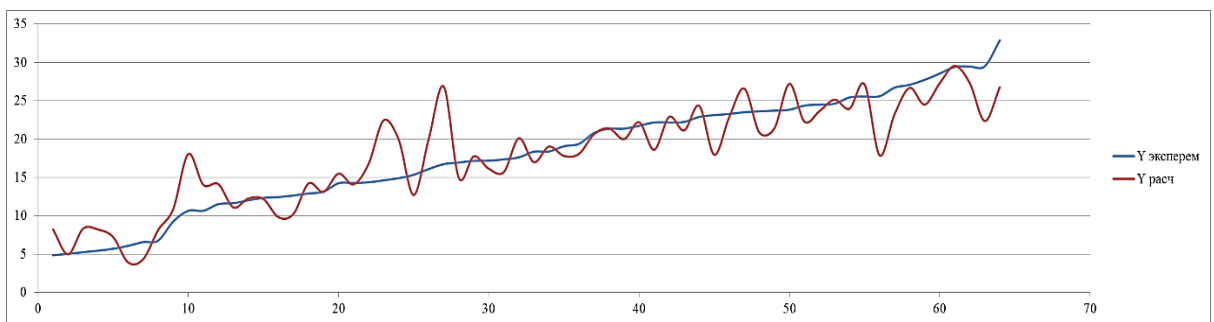


Рисунок И.2 - Диаграмма зависимости $u_{\text{эксперем}}$ и $u_{\text{расч}}$ для значений корней одуванчика лекарственного

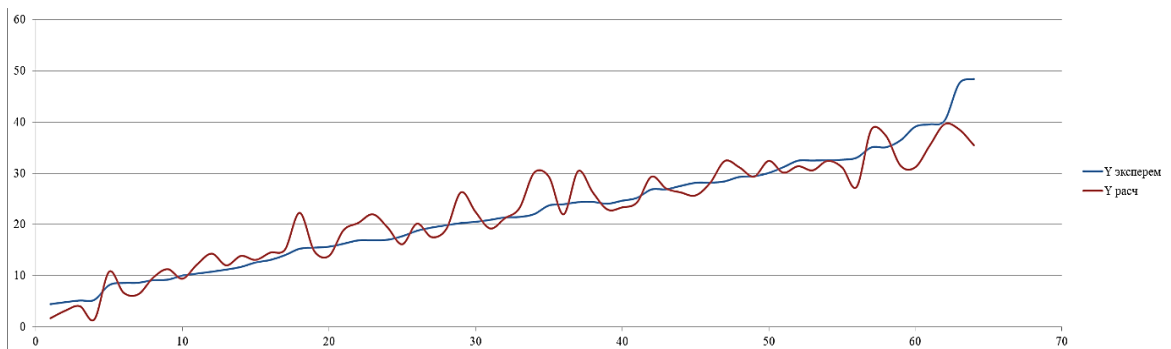


Рисунок И.3 - Диаграмма зависимости $u_{\text{эксперем}}$ и $u_{\text{расч}}$ для значений корней лопуха большого

Продолжение таблицы К.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Титан	0,029	0,011	0,198	0,028	0,021	0,059	0,029	0,161	0,114	0,012
Торий	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Тулий	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Уран	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Цезий	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Церий	0,00007	0,00020	0,01025	0,00041	0,00079	0,00188	0,00150	0,00757	0,00683	0,00101
Цирконий	0,0004	0,0002	0,0072	0,0002	0,0006	0,0012	0,0009	0,0042	0,0028	0,0008
Эрбий	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Всего	1,678	0,984	7,655	3,774	1,130	2,758	2,796	3,494	5,981	1,095

Таблица К.2 - Доля элемента в общем элементном комплексе водных извлечений, %

Элемент	Цветки пижмы обыкновенной	Цветки липы сердцевидной	Листья подорожника большого	Листья крапивы двудомной	Трава тысячелистника обыкновенного	Трава пустырника пятилопастного	Трава полыни горькой	Трава горца птичьего	Корни лопуха большого	Корни одуванчика лекарственного
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Макроэлементы										
Калий	74,73	68,53	67,86	61,12	75,93	72,59	75,41	75,99	75,08	62,72
Кальций	4,88	13,15	18,81	23,27	6,02	13,22	10,20	7,87	4,82	9,59
Натрий	0,25	0,42	1,12	0,36	0,27	0,26	0,23	4,31	13,31	9,08
Магний	5,71	7,29	4,57	8,04	4,43	5,02	3,10	5,65	2,16	4,17
Фосфор	13,43	8,87	6,28	2,35	11,30	7,89	9,82	4,37	3,41	14,76
Всего	98,99	98,25	98,62	94,95	97,96	98,96	98,77	98,19	98,78	98,71
Эссенциальные микроэлементы										
Ванадий	0,0008	0,0002	0,0010	0,0002	0,0006	0,0004	0,0002	0,0025	0,0017	0,0008
Железо	0,0356	0,0686	0,2119	0,1167	0,0480	0,0531	0,0677	0,2073	0,1334	0,0812
Кобальт	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0008	0,0004	0,0006
Кремний	0,5300	1,1181	0,4961	4,6534	1,7260	0,7217	0,7389	0,8588	0,3024	0,9616
Литий	0,0023	0,0002	0,0009	<0,0001	0,0014	0,0004	0,0001	0,0011	0,0013	0,0014
Никель	0,0017	0,0024	0,0017	0,0022	0,0040	0,0024	0,0036	0,0065	0,0055	0,0077
Марганец	0,0711	0,0337	0,0405	0,0659	0,0503	0,0476	0,0455	0,0278	0,0207	0,0283

Продолжение таблицы К.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Рубидий	0,0823	0,0303	0,0224	0,0142	0,0410	0,0171	0,1115	0,0344	0,0219	0,0248
Самарий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Серебро	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Скандий	<0,0001	<0,0001	0,0003	0,0002	0,0002	0,0003	0,0004	0,0005	0,0003	0,0022
Стронций	0,0138	0,0617	0,0771	0,0931	0,0302	0,0397	0,0193	0,0298	0,0907	0,0627
Сурьма	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Таллий	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001
Тантал	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Теллур	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тербий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Титан	0,0019	0,0013	0,0094	0,0011	0,0016	0,0027	0,0017	0,0107	0,0050	0,0015
Торий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тулий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Уран	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Цезий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Церий	<0,0001	<0,0001	0,0005	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0005	0,0003	0,0001
Цирконий	<0,0001	<0,0001	0,0003	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001
Эрбий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего	0,11	0,11	0,36	0,15	0,09	0,13	0,16	0,23	0,26	0,13

Таблица К.3 - Степень экстракции элементов из ЛРС в водное извлечение, %

Элемент	Цветки пижмы обыкновенной	Цветки липы сердцевидной	Листья подорожника большого	Листья крапивы двудомной	Трава тысячелистника обыкновенного	Трава пустырника пятилопастного	Трава полыни горькой	Трава горца птичьего	Корни лопуха большого	Корни одуванчика лекарственного
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Всего	35,95	22,31	34,15	33,04	39,42	37,27	38,96	40,77	47,26	42,66
Макроэлементы										
Калий	38,49	35,69	53,46	58,35	67,49	51,32	49,83	53,38	53,33	55,28
Кальций	13,64	7,96	16,36	22,61	7,11	16,92	17,45	16,90	16,59	32,30
Натрий	97,17	94,41	90,03	84,80	89,95	98,62	98,87	95,34	99,39	77,69

Продолжение таблицы К.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Диспрозий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Европий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Золото	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Иттербий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Иттрий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лантан	2,58	1,65	7,28	0,66	5,69	7,49	7,70	7,64	7,34	2,83
Лютеций	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Неодим	2,25	1,91	6,67	0,72	5,00	6,68	6,69	6,73	6,68	2,43
Ниобий	-	-	-	-	0,84	-	-	-	-	0,18
Олово	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Празеодим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Рубидий	51,87	81,76	66,27	16,74	55,79	64,42	69,16	69,08	67,55	59,59
Самарий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Серебро	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Скандий	7,78	5,00	9,68	9,23	2,38	7,67	13,32	22,22	11,18	35,29
Стронций	7,61	8,85	13,80	15,05	4,78	13,12	13,37	13,36	13,04	29,82
Сурьма	9,29	20,00	7,75	4,06	13,91	7,13	7,30	7,68	10,57	16,32
Таллий	28,57	58,33	56,84	16,22	15,63	60,00	62,50	61,19	58,53	34,29
Тантал	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Теллур	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тербий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Титан	3,23	0,95	3,07	8,59	1,68	3,06	3,08	2,92	3,11	0,45
Торий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тулий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Уран	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Цезий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Церий	3,94	2,44	10,35	3,42	6,08	10,44	10,02	10,51	10,33	2,20
Цирконий	10,29	1,55	3,56	1,46	2,95	3,46	3,44	3,43	3,53	1,26
Эрбий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего	21,02	5,81	4,79	10,98	4,88	7,78	13,20	3,55	4,66	2,15

Таблица К.4 - Степень перехода элементов в цепочке «почва-ЛРС-водное извлечение», %

Элемент	Цветки пижмы обыкновенной	Цветки липы сердцевидной	Листья подорожника большого	Листья крапивы двудомной	Трава тысячелистника обыкновенного	Трава пустырника пятилопастного	Трава полыни горькой	Трава горца птичьего	Корни лопуха большого	Корни одуванчика лекарственного
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Всего	3,46	1,96	4,78	5,77	2,94	4,93	3,90	3,44	5,17	1,85
Макроэлементы										
Калий	108,10	56,10	135,73	147,62	93,43	149,61	123,06	109,29	162,43	48,57
Кальций	3,77	5,75	20,09	30,01	3,96	14,55	8,88	6,04	5,57	3,97
Натрий	1,15	1,08	7,13	2,74	1,06	1,69	1,22	19,72	91,61	21,45
Магний	19,70	14,25	21,82	46,36	13,02	24,68	12,08	19,41	11,16	7,70
Фосфор	279,45	104,38	180,51	81,78	200,00	233,86	230,60	90,45	106,14	164,38
Всего	38,96	21,88	53,68	62,52	32,80	55,50	43,85	38,43	58,15	21,06
Эссенциальные микроэлементы										
Ванадий	0,15	0,03	0,27	0,06	0,11	0,11	0,04	0,49	0,49	0,09
Железо	0,03	0,03	0,23	0,15	0,03	0,06	0,06	0,16	0,16	0,03
Кобальт	0,60	0,26	2,53	0,90	0,70	1,12	0,77	3,48	3,04	1,48
Кремний	0,02	0,03	0,03	0,34	0,06	0,05	0,04	0,04	0,02	0,02
Литий	4,12	0,19	2,29	0,04	2,12	0,89	0,23	1,99	3,38	1,29
Никель	11,30	9,13	15,67	24,35	22,61	22,25	26,66	42,48	54,13	27,39
Марганец	2,92	0,78	2,31	4,51	1,76	2,78	2,11	1,12	1,28	0,62
Медь	38,71	23,87	50,76	15,16	22,26	44,73	102,10	41,03	40,43	20,00
Молибден	1,61	2,33	11,91	11,03	17,24	4,16	6,06	3,44	4,97	1,95
Селен	0,02	0,06	0,95	1,22	0,06	0,24	0,45	0,21	0,94	2,00
Хром	3,33	3,10	20,47	19,29	7,38	6,11	6,32	13,72	17,49	28,57
Цинк	102,50	103,33	158,26	114,17	115,83	117,52	238,18	153,26	68,97	30,83
Всего	0,03	0,03	0,05	0,34	0,07	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03
Нормируемые в ЛРС токсичные микроэлементы										
Кадмий	4,78	4,78	26,30	13,26	10,43	5,61	48,35	36,48	74,91	44,78
Мышьяк	0,94	0,46	12,24	6,44	7,82	8,97	10,65	3,14	13,98	9,89
Ртуть	<2,00									
Свинец	0,73	2,48	4,00	1,13	0,85	1,21	2,94	3,34	6,02	0,95
Всего	0,78	2,10	5,56	2,13	2,15	2,63	4,52	3,43	7,73	2,76
Другие токсичные и малоизученные микроэлементы										
Алюминий	<0,01	<0,01	0,11	<0,01	<0,01	0,02	0,01	0,07	0,09	0,01
Барий	0,16	0,38	6,96	3,21	0,14	3,39	0,57	0,54	1,87	0,52

Продолжение таблицы К.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Бериллий	<0,05									
Вольфрам	0,18	0,27	2,28	2,82	0,86	0,18	2,90	1,14	0,42	0,81
Висмут	1,36	6,00	5,09	1,36	2,91	0,72	2,56	3,38	5,14	3,36
Гадолиний	<0,23									
Галлий	0,14	0,07	0,66	0,09	0,13	0,16	0,15	0,44	0,48	0,13
Гафний	<0,13									
Германий	<0,09									
Гольмий	<1,39									
Диспрозий	<0,45									
Европий	<0,62									
Золото	<1,67									
Иттербий	<0,46									
Итрий	<0,30									
Лантан	<0,01	<0,01	0,21	<0,01	0,02	0,04	0,03	0,14	0,14	0,04
Лютеций	<1,25									
Неодим	<0,01	0,01	0,19	<0,01	0,03	0,05	0,03	0,14	0,15	0,05
Ниобий	<0,01									
Олово	<0,08									
Празеодим	<0,02									
Рубидий	19,84	4,13	7,47	5,71	8,41	5,81	30,37	8,18	7,89	3,21
Самарий	<0,12									
Серебро	<5,26									
Скандий	<0,01	<0,01	0,14	0,12	0,04	0,14	0,14	0,14	0,14	0,36
Стронций	2,88	7,26	22,25	32,33	5,34	11,72	4,57	6,13	28,20	6,99
Сурьма	0,32	0,54	1,29	0,32	0,78	0,54	1,09	0,64	0,54	0,76
Таллий	0,52	0,61	2,35	0,52	0,22	1,80	0,43	3,57	3,82	1,57
Тантал	<0,20									
Теллур	<7,00									
Тербий	<0,91									
Титан	0,01	<0,01	0,08	0,01	0,01	0,02	0,01	0,07	0,05	0,01
Торий	<0,06									
Тулий	<0,25									
Уран	<0,16									
Цезий	<0,17									
Церий	<0,01	0,01	0,27	0,01	0,02	0,05	0,04	0,20	0,18	0,03
Цирконий	<0,01	<0,01	0,09	<0,01	0,01	0,02	0,01	0,05	0,04	0,01
Эрбий	<0,42									
Всего	0,05	0,03	0,22	0,11	0,03	0,08	0,08	0,10	0,17	0,03

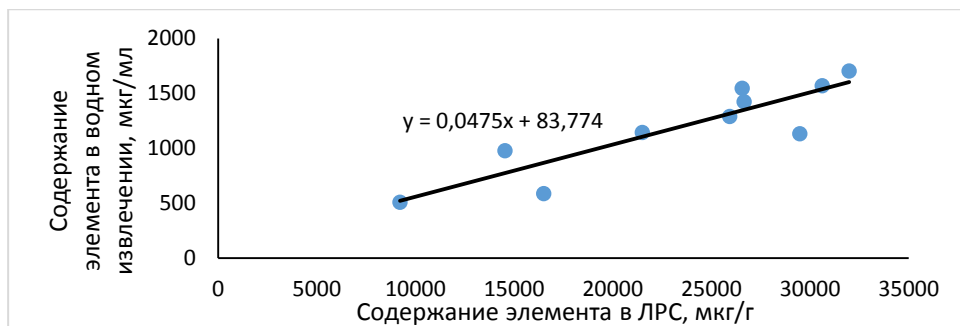


Рисунок К.1 - Зависимость содержания калия в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

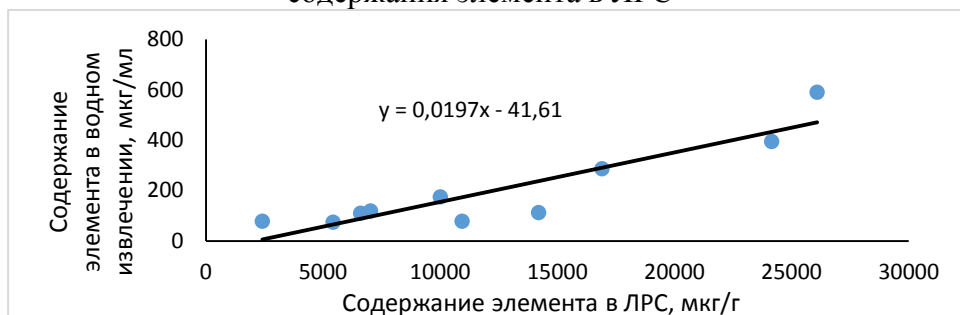


Рисунок К.2 - Зависимость содержания кальция в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

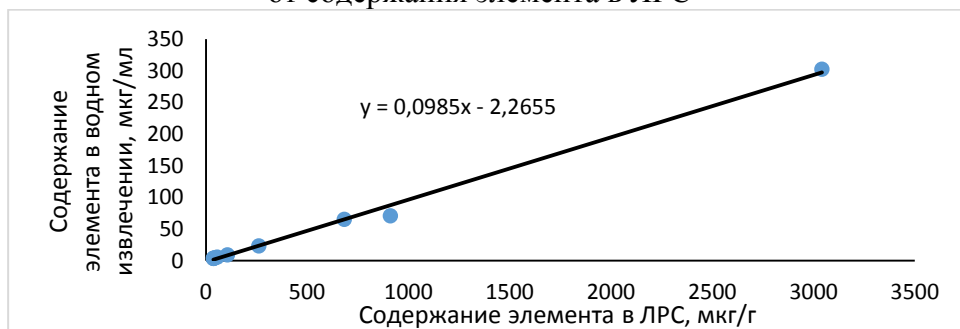


Рисунок К.3 - Зависимость содержания натрия в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

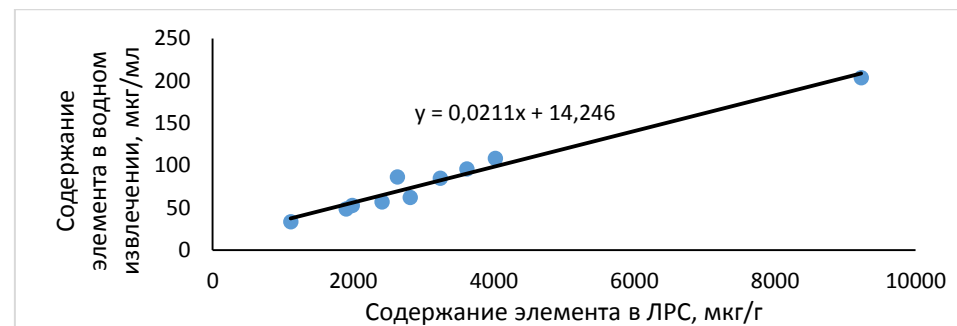


Рисунок К.4 - Зависимость содержания магния в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

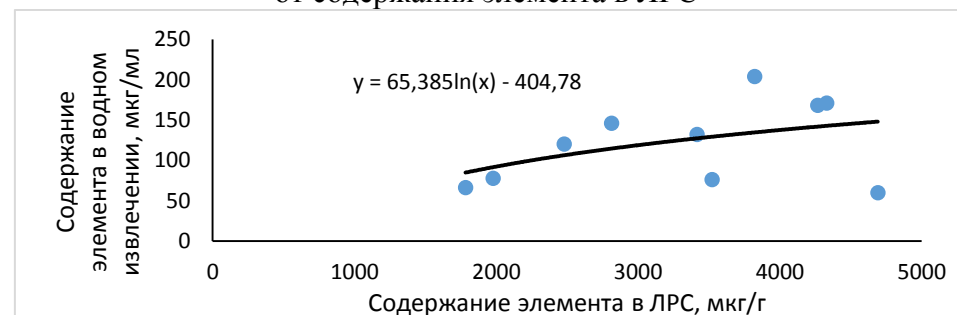


Рисунок К.5 - Зависимость содержания фосфора в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

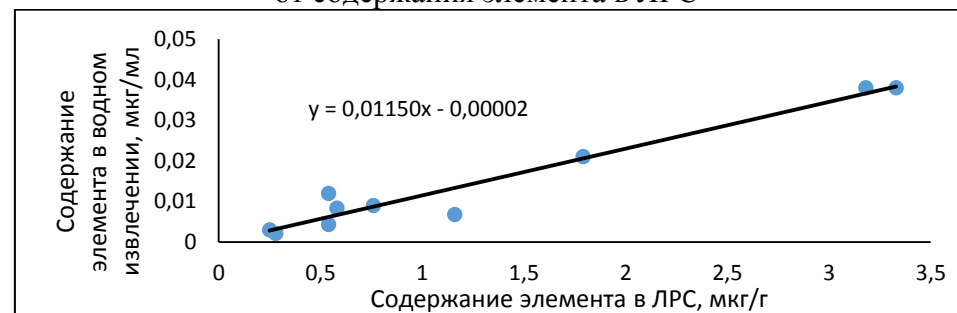


Рисунок К.6 - Зависимость содержания ванадия в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

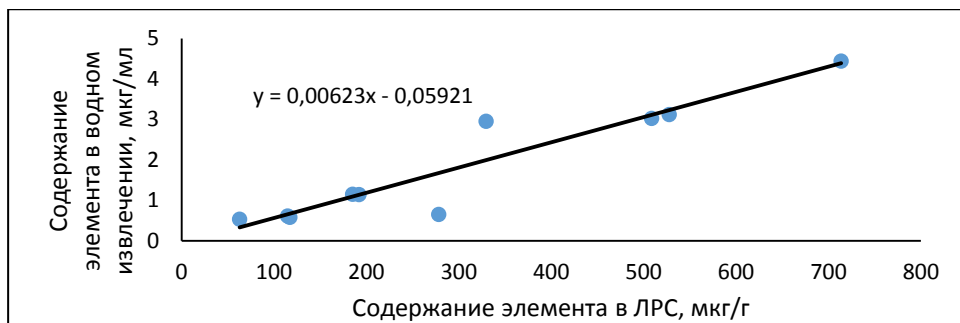


Рисунок К.7 - Зависимость содержания железа в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

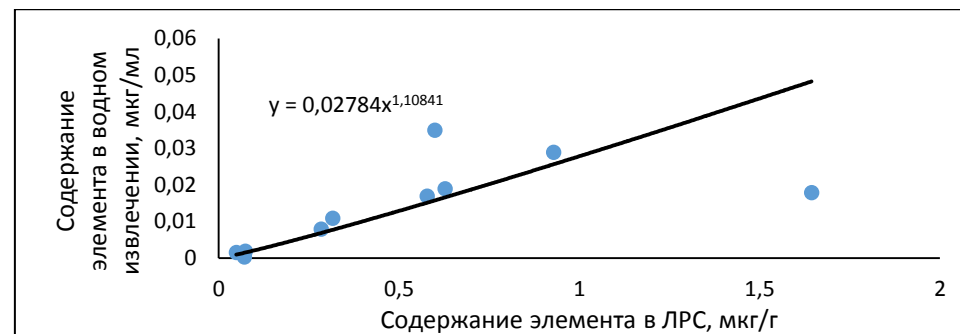


Рисунок К.10 - Зависимость содержания лития в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

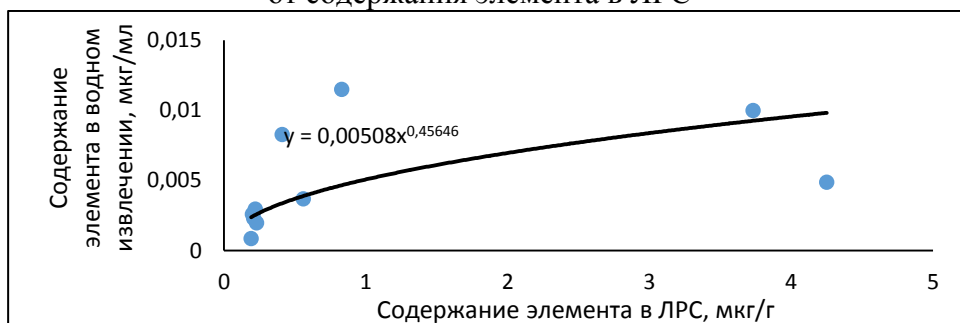


Рисунок К.8 - Зависимость содержания кобальта в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

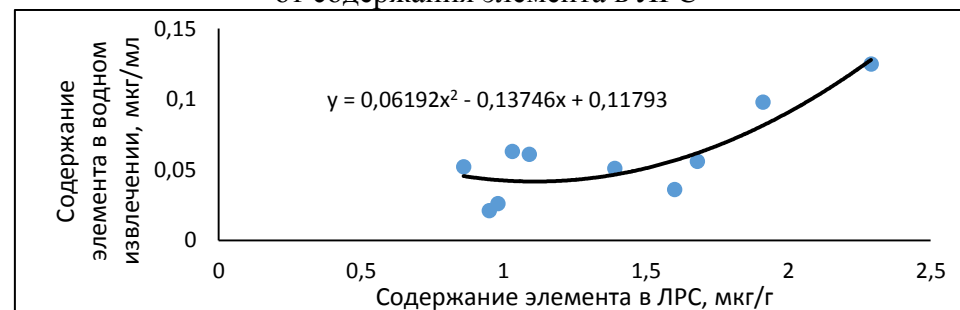


Рисунок К.11 - Зависимость содержания никеля в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

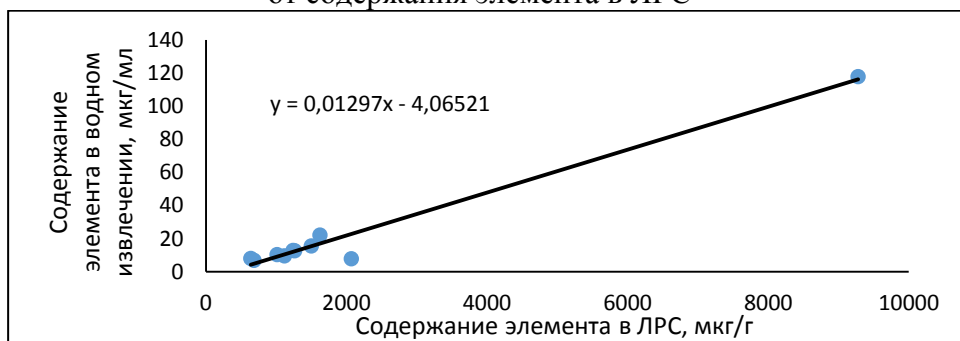


Рисунок К.9 - Зависимость содержания кремния в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

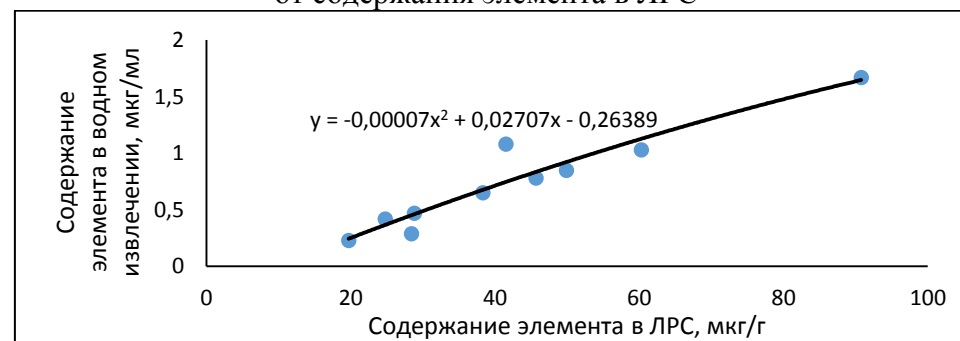


Рисунок К.12 - Зависимость содержания марганца в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

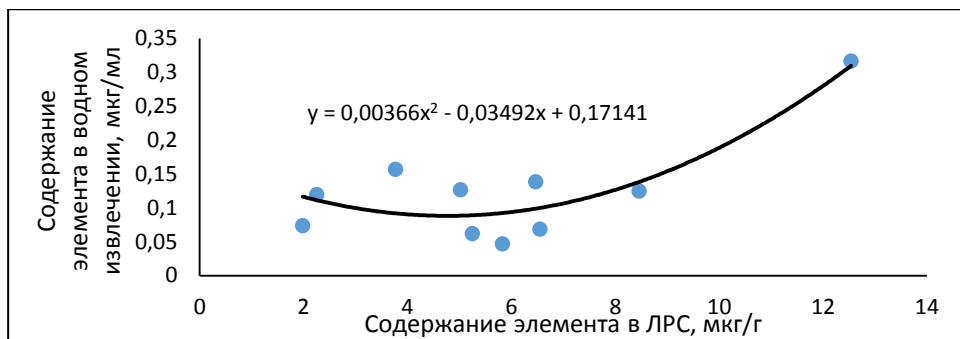


Рисунок К.13 - Зависимость содержания меди в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

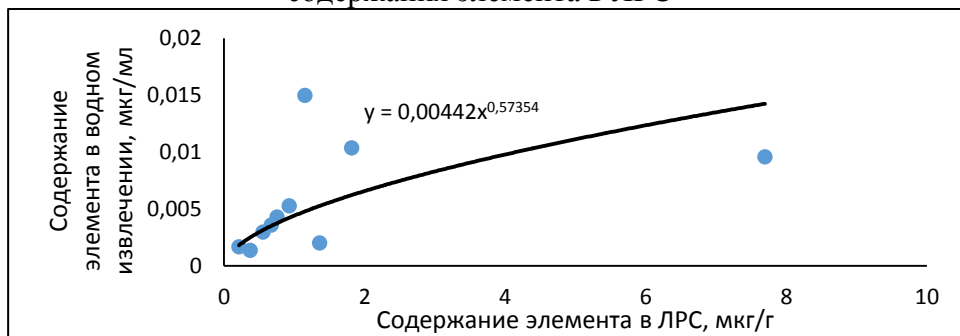


Рисунок К.14 - Зависимость содержания молибдена в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

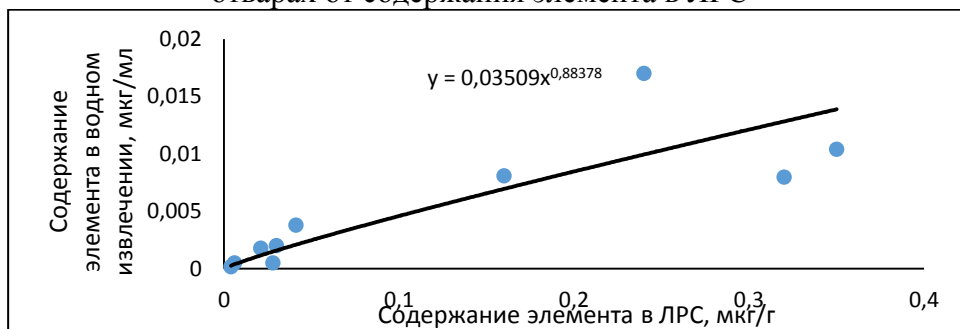


Рисунок К.15 - Зависимость содержания селена в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

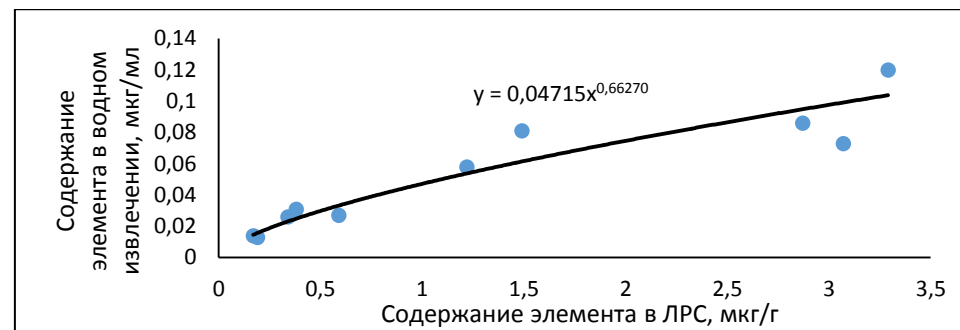


Рисунок К.16 - Зависимость содержания хрома в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

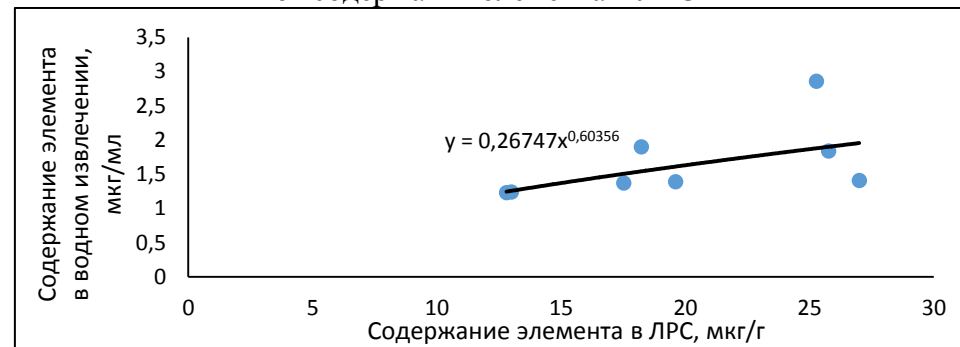


Рисунок К.17 - Зависимость содержания цинка в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

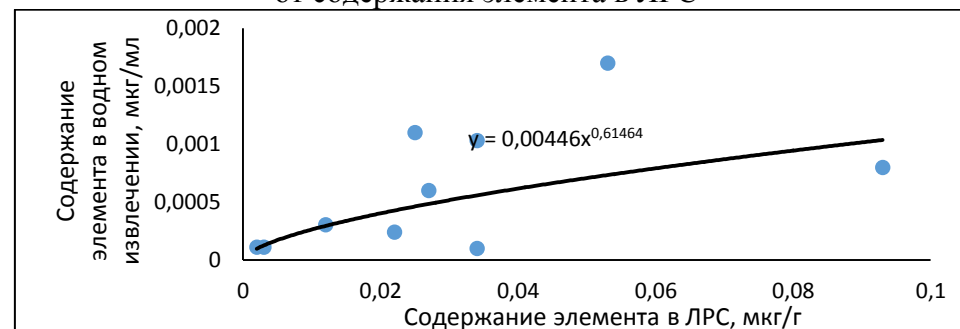


Рисунок К.18 - Зависимость содержания кадмия в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

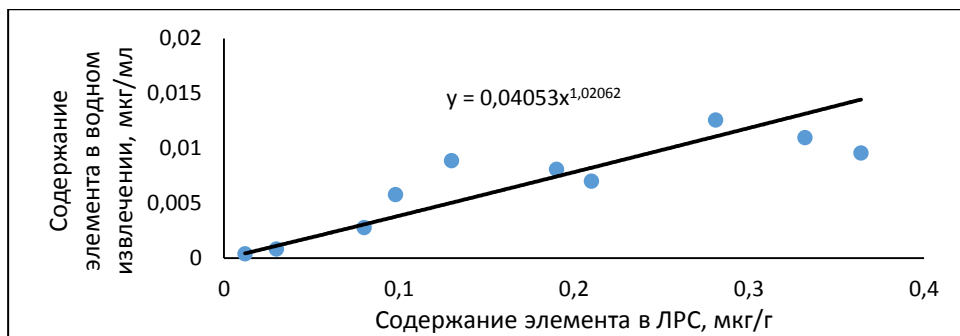


Рисунок К.19 - Зависимость содержания мышьяка в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

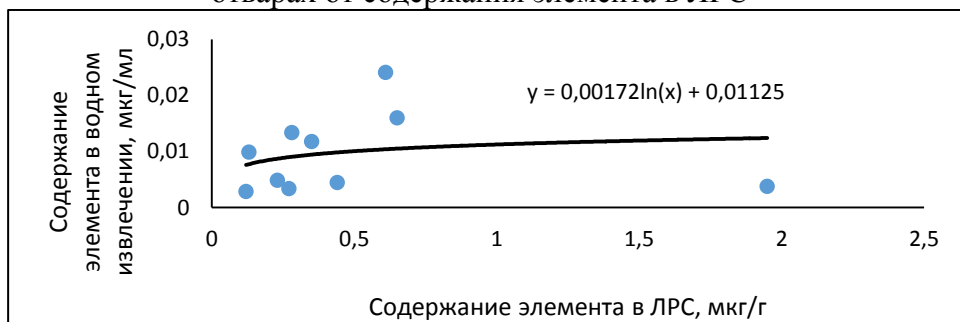


Рисунок К.20 - Зависимость содержания свинца в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

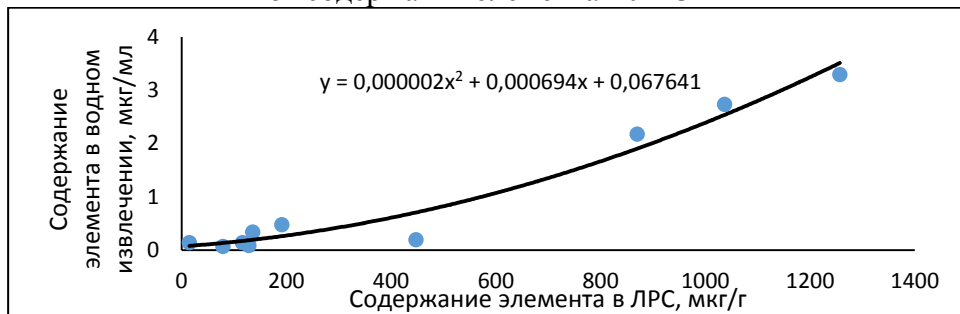


Рисунок К.21 - Зависимость содержания алюминия в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

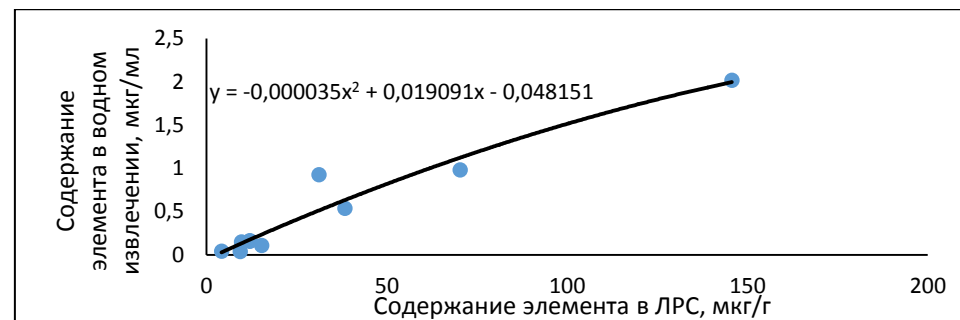


Рисунок К.22 - Зависимость содержания бария в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

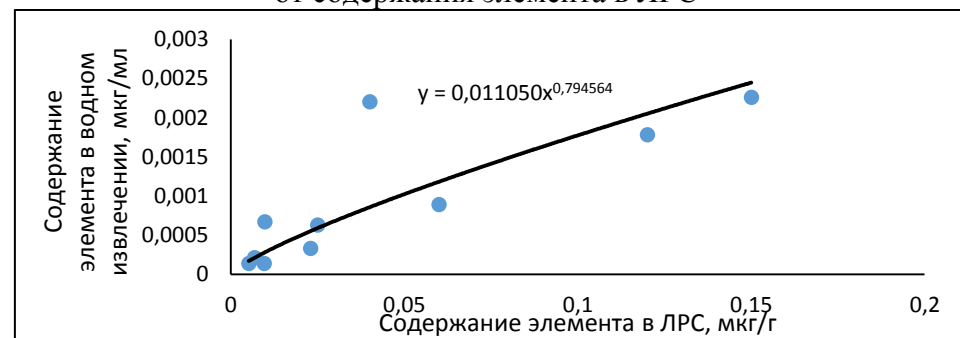


Рисунок К.23 - Зависимость содержания вольфрама в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

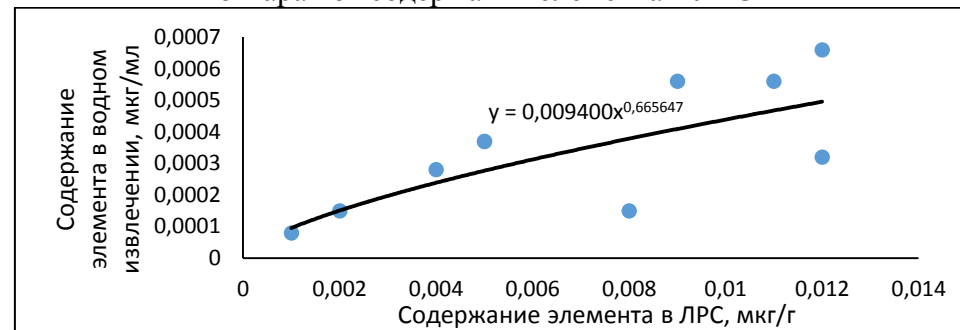


Рисунок К.24 - Зависимость содержания висмута в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

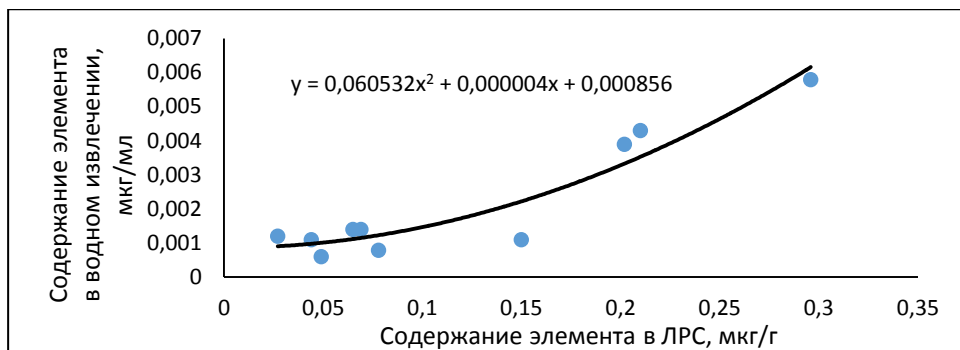


Рисунок К.25 - Зависимость содержания галлия в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

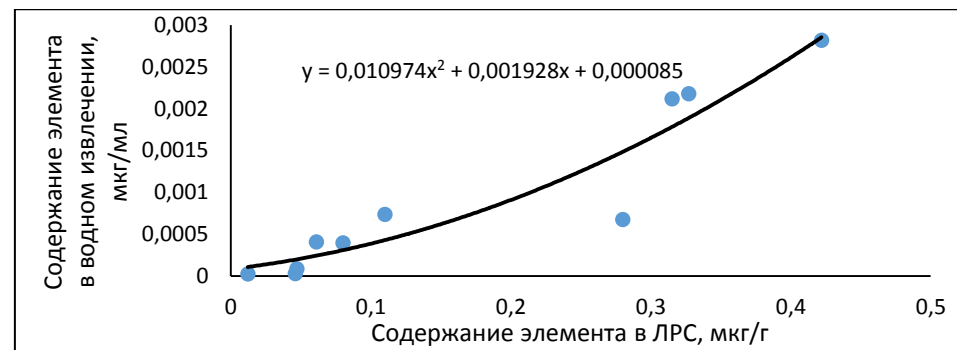


Рисунок К.28 - Зависимость содержания рубидия в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

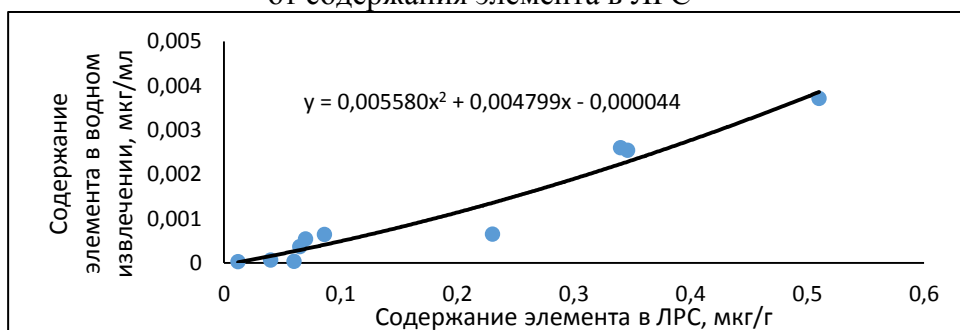


Рисунок К.26 - Зависимость содержания лантана в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

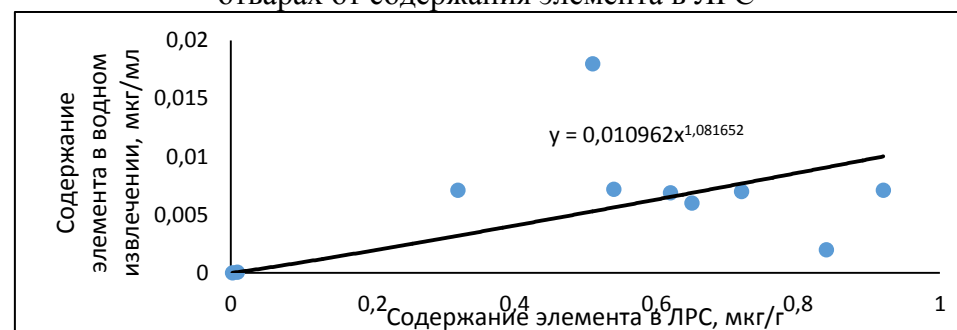


Рисунок К.29 - Зависимость содержания скандия в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

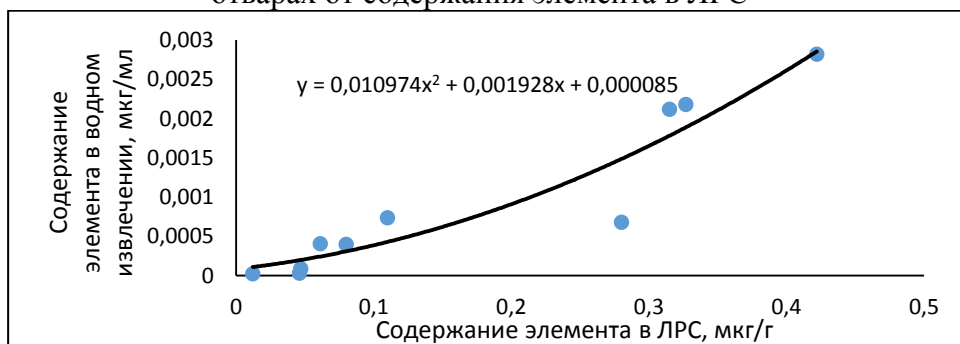


Рисунок К.27 - Зависимость содержания неодима в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

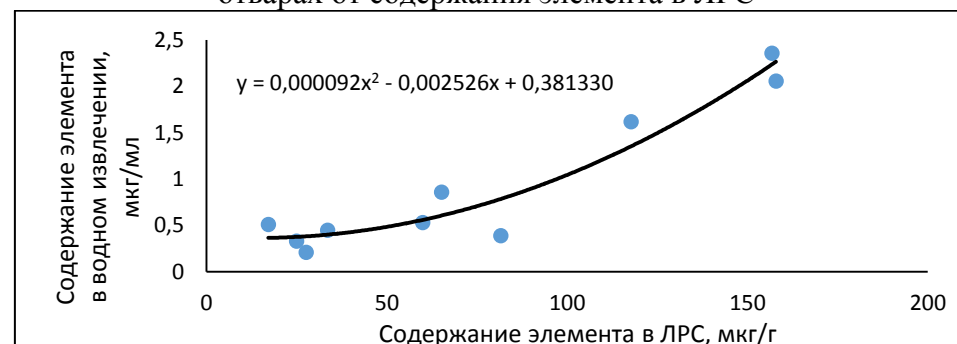


Рисунок К.30 - Зависимость содержания стронция в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

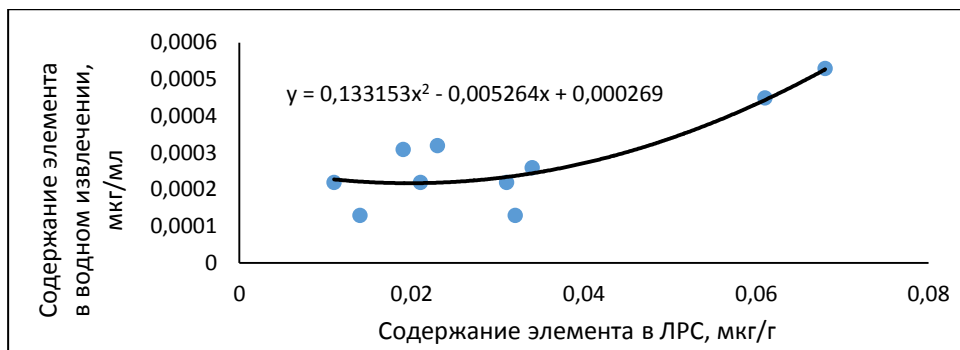


Рисунок К.31 - Зависимость содержания сурьмы в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

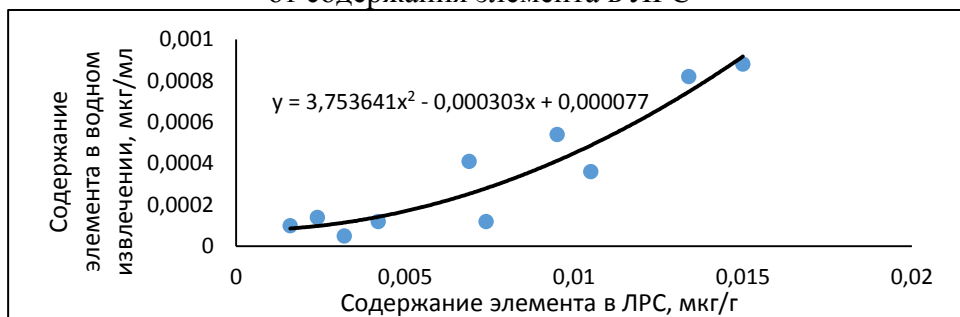


Рисунок К.32 - Зависимость содержания таллия в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

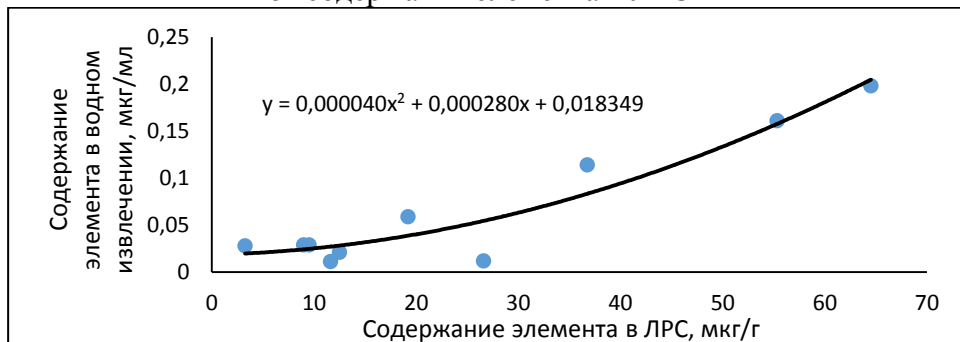


Рисунок К.33 - Зависимость содержания титана в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

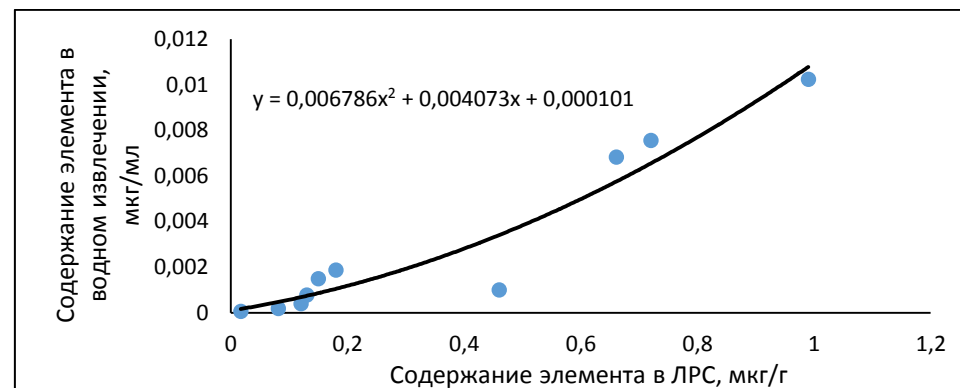


Рисунок К.34 - Зависимость содержания церия в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

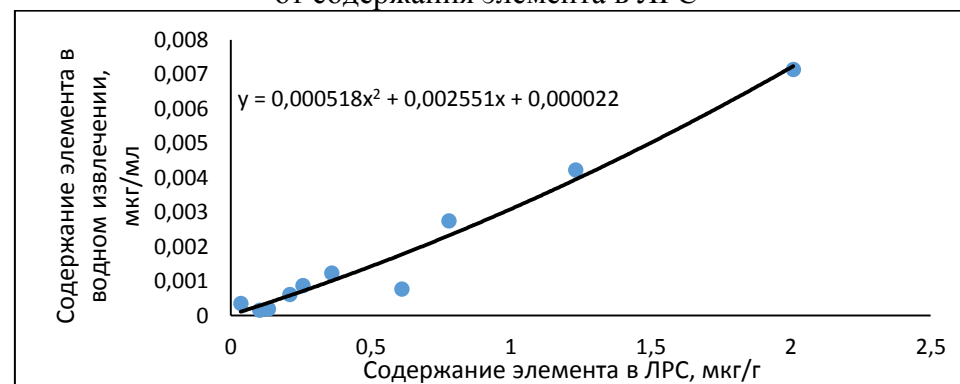


Рисунок К.35 - Зависимость содержания циркония в настоях и отварах от содержания элемента в ЛРС

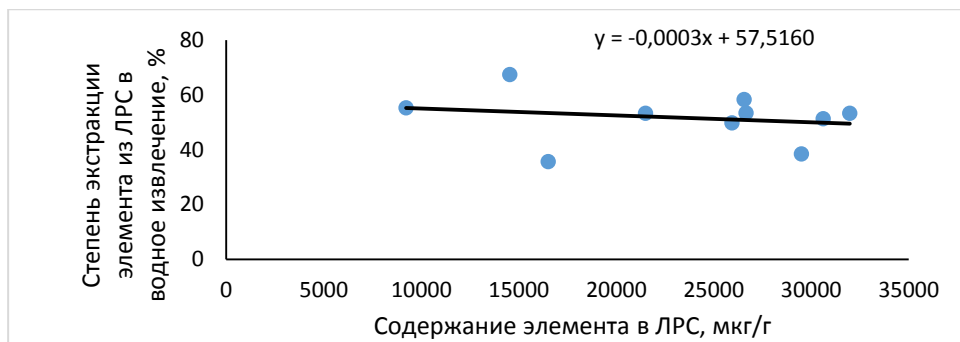


Рисунок К.36 - Зависимость степени экстракции калия в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

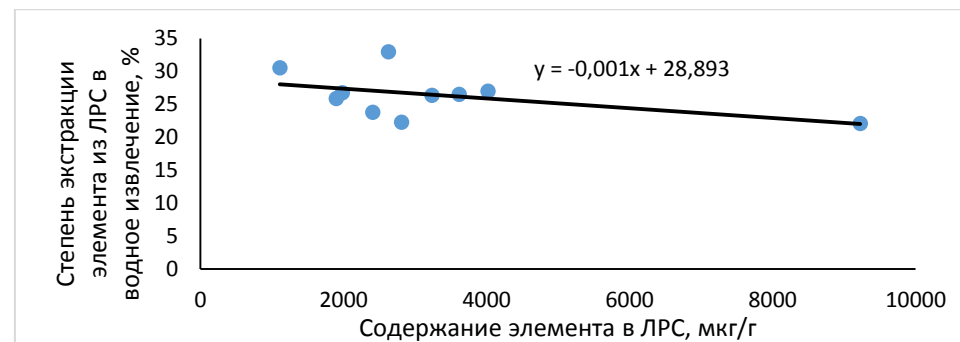


Рисунок К.39 - Зависимость степени экстракции магния в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

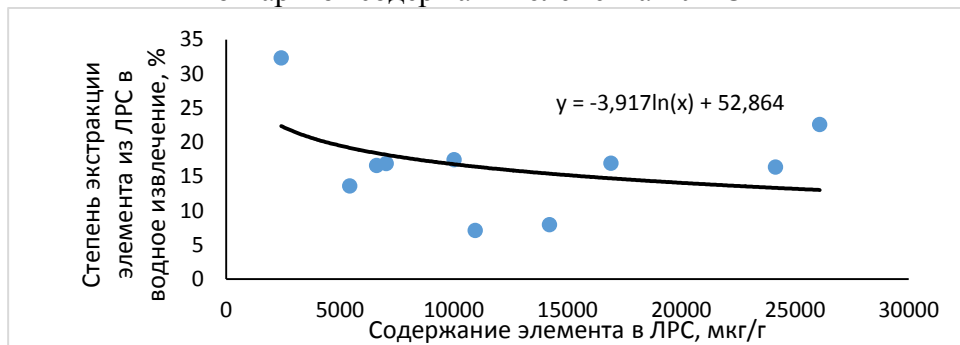


Рисунок К.37 - Зависимость степени экстракции кальция в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

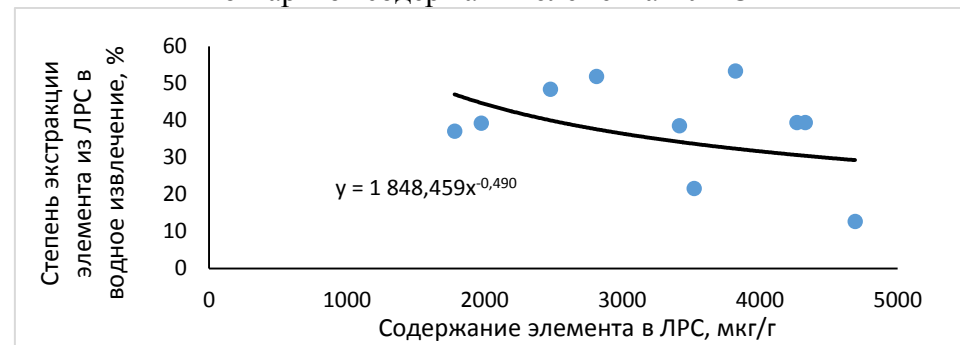


Рисунок К.40 - Зависимость степени экстракции фосфора в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

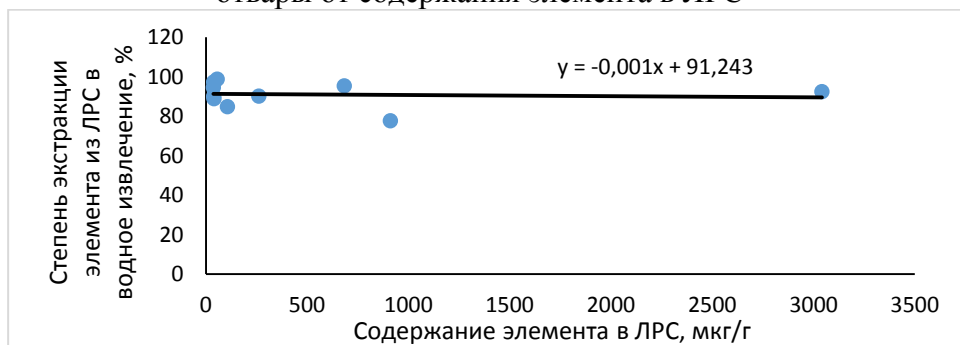


Рисунок К.38 - Зависимость степени экстракции натрия в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

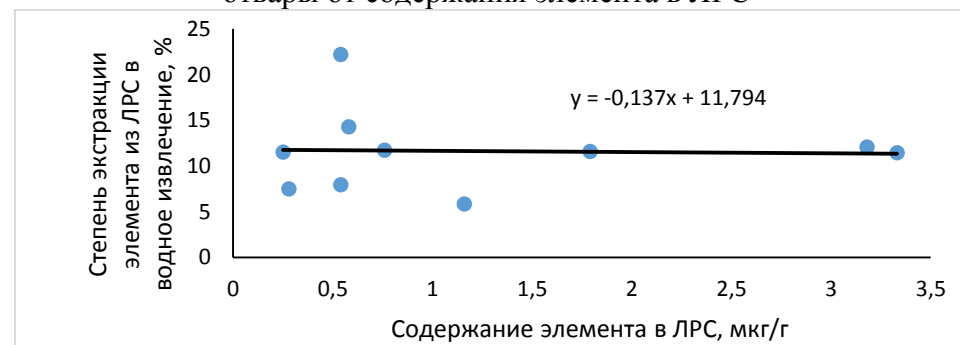


Рисунок К.41 - Зависимость степени экстракции ванадия в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

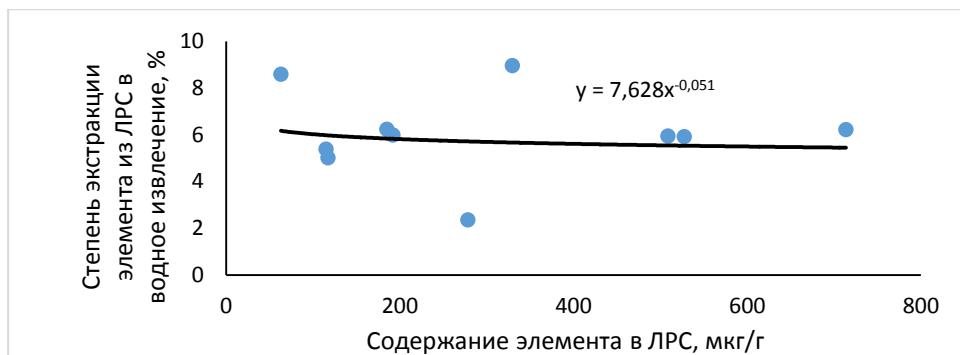


Рисунок К.42 - Зависимость степени экстракции железа в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

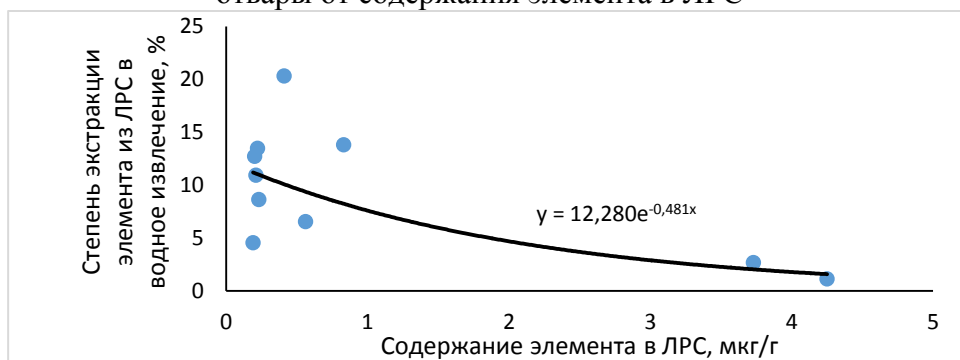


Рисунок К.43 - Зависимость степени экстракции кобальта в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

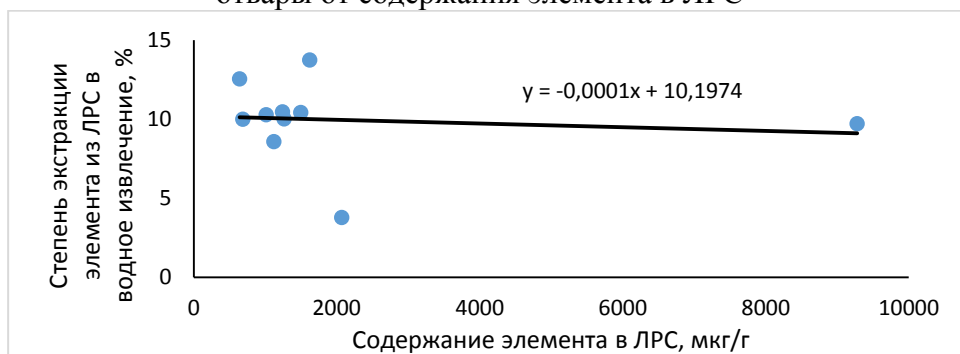


Рисунок К.44 - Зависимость степени экстракции кремния в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

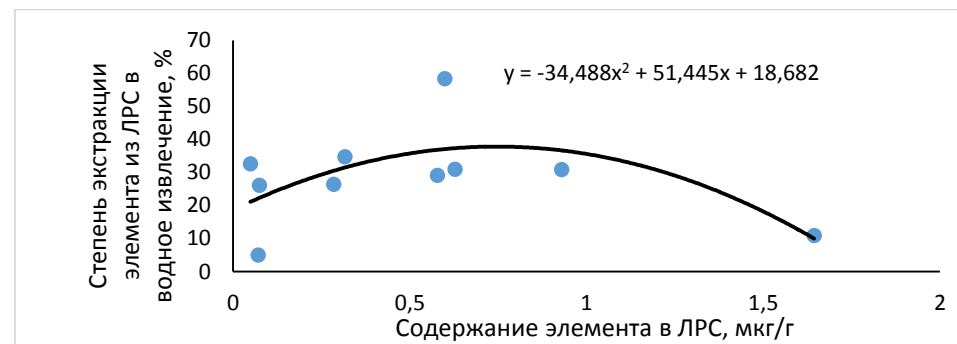


Рисунок К.45 - Зависимость степени экстракции лития в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

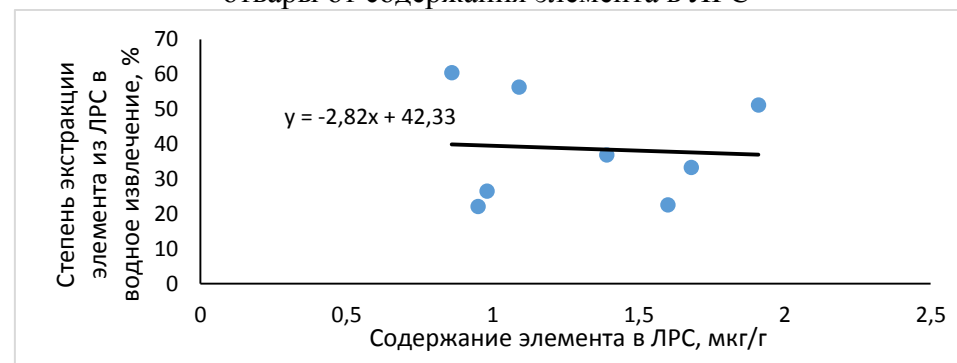


Рисунок К.46 - Зависимость степени экстракции никеля в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

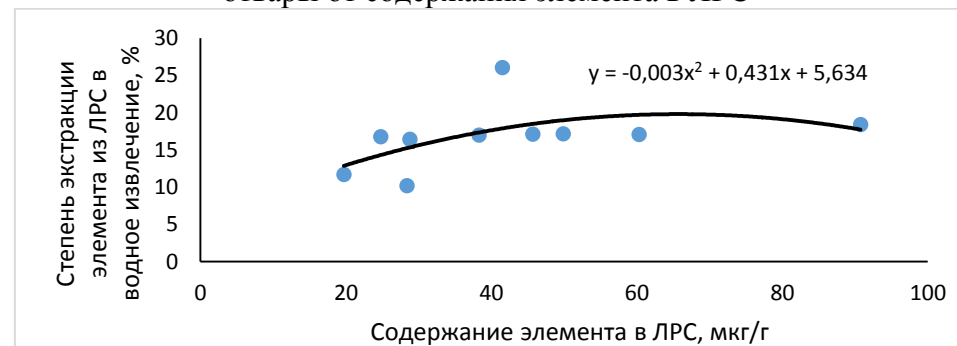


Рисунок К.47 - Зависимость степени экстракции марганца в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

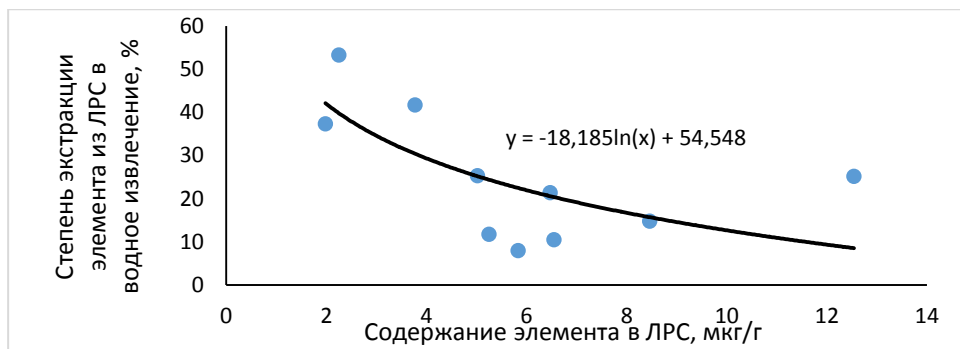


Рисунок К.48 - Зависимость степени экстракции меди в настои и отвары от содержания элемента в ЛРС

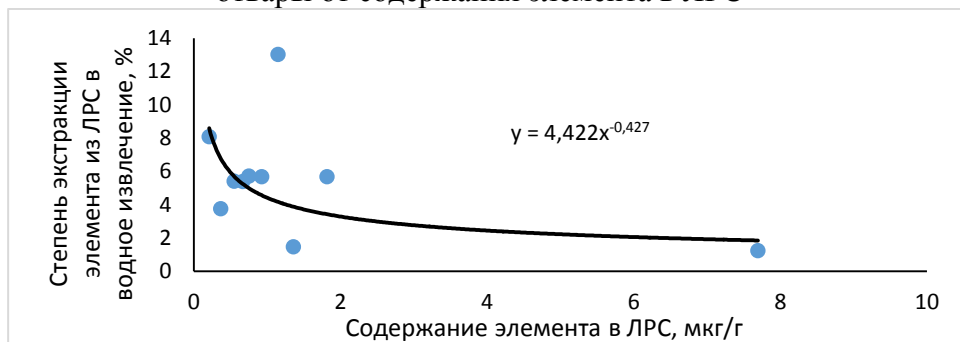


Рисунок К.49 - Зависимость степени экстракции молибдена в настои и отвары от содержания элемента в ЛРС

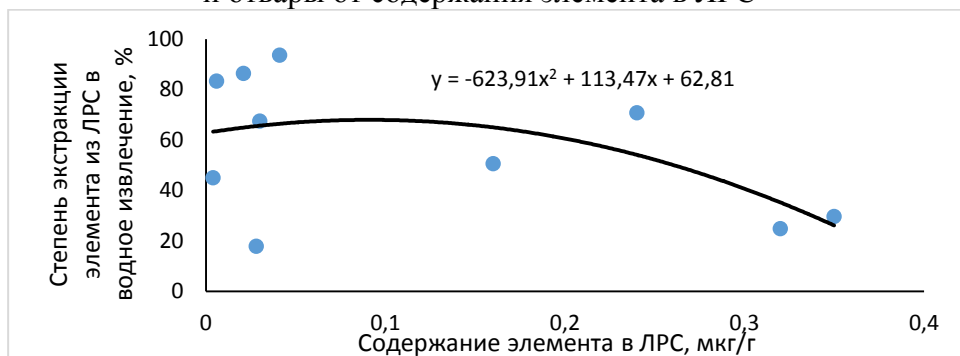


Рисунок К.50 - Зависимость степени экстракции селена в настои и отвары от содержания элемента в ЛРС

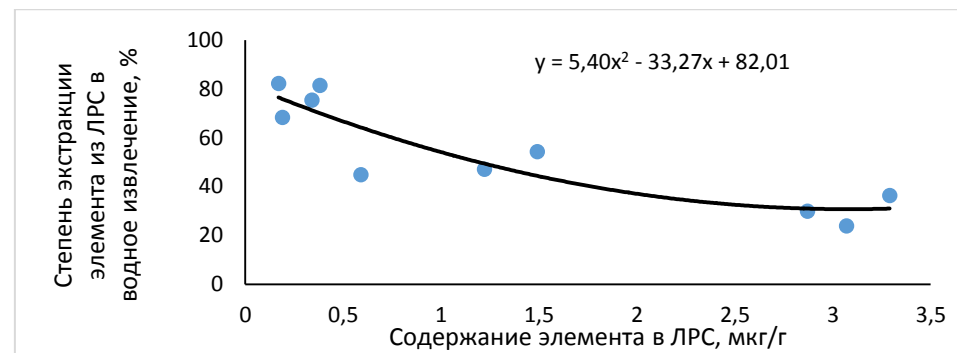


Рисунок К.51 - Зависимость степени экстракции хрома в настои и отвары от содержания элемента в ЛРС

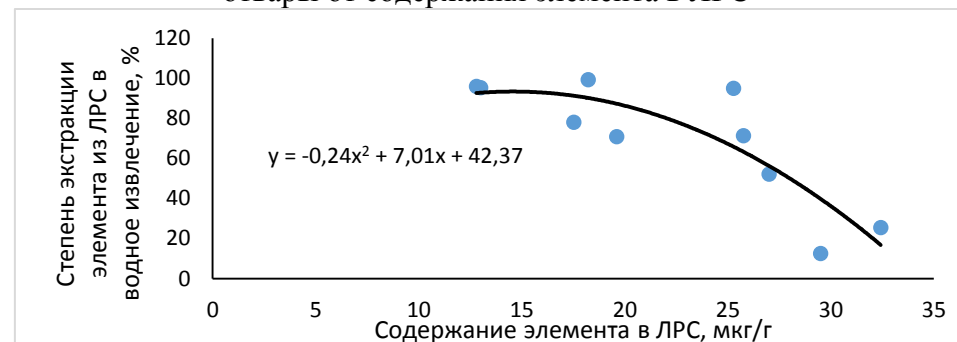


Рисунок К.52 - Зависимость степени экстракции цинка в настои и отвары от содержания элемента в ЛРС

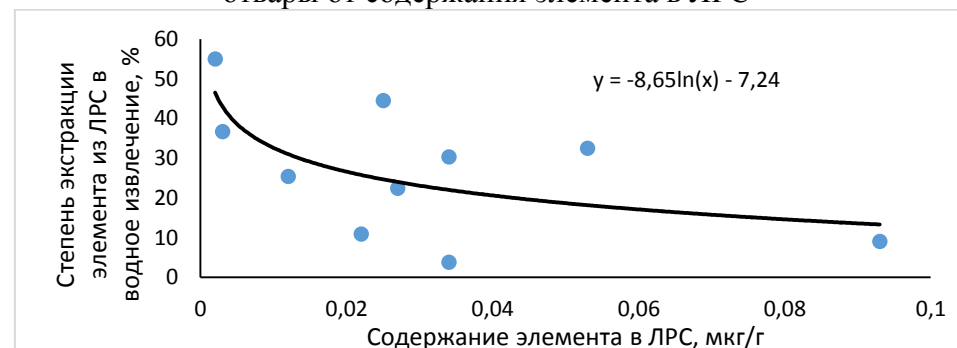


Рисунок К.53 - Зависимость степени экстракции кадмия в настои и отвары от содержания элемента в ЛРС

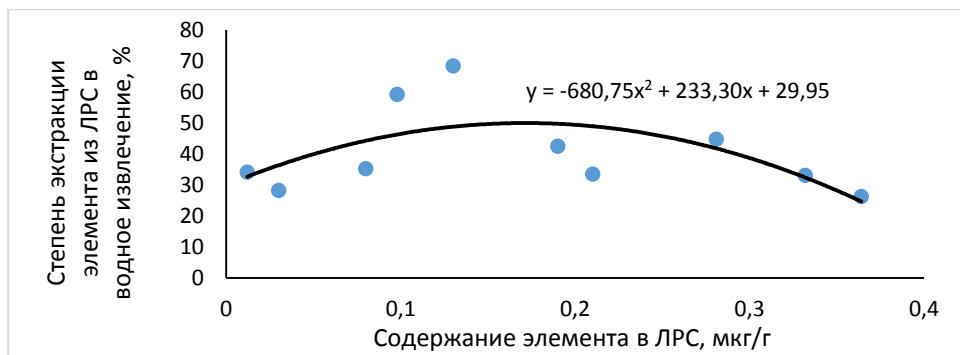


Рисунок К.54 - Зависимость степени экстракции мышьяка в настои и отвары от содержания элемента в ЛРС

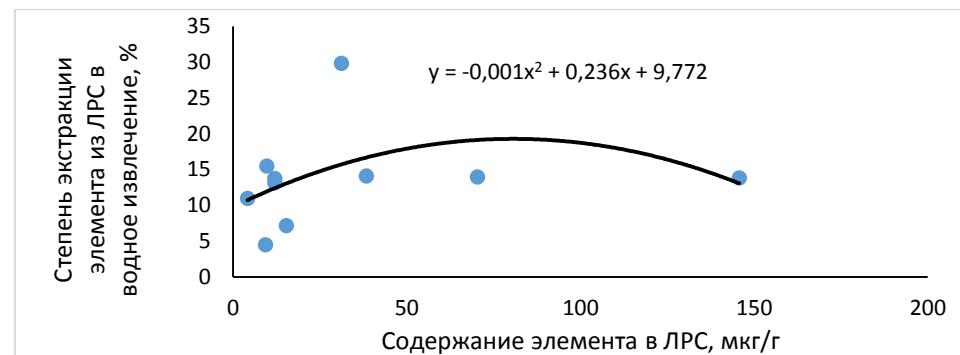


Рисунок К.57 - Зависимость степени экстракции бария в настои и отвары от содержания элемента в ЛРС

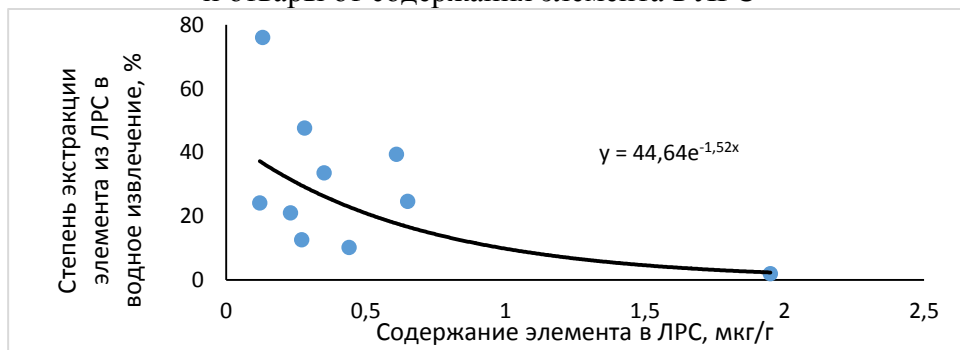


Рисунок К.55 - Зависимость степени экстракции свинца в настои и отвары от содержания элемента в ЛРС

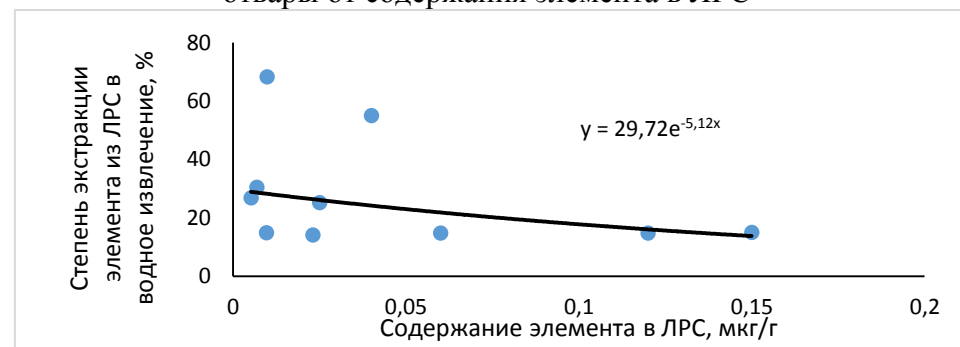


Рисунок К.58 - Зависимость степени экстракции вольфрама в настои и отвары от содержания элемента в ЛРС

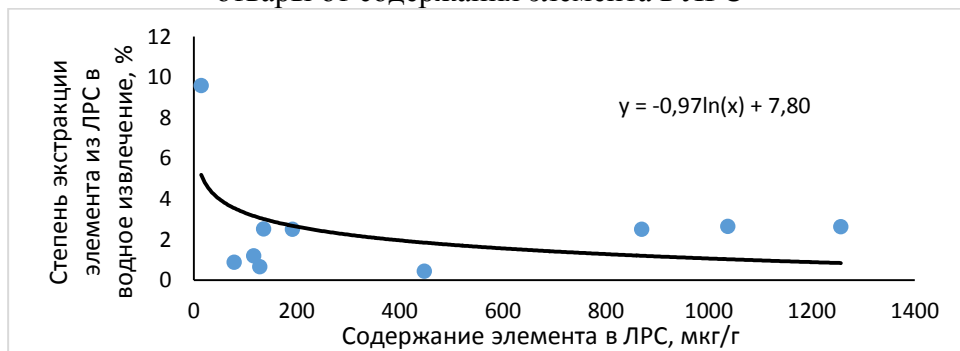


Рисунок К.56 - Зависимость степени экстракции алюминия в настои и отвары от содержания элемента в ЛРС

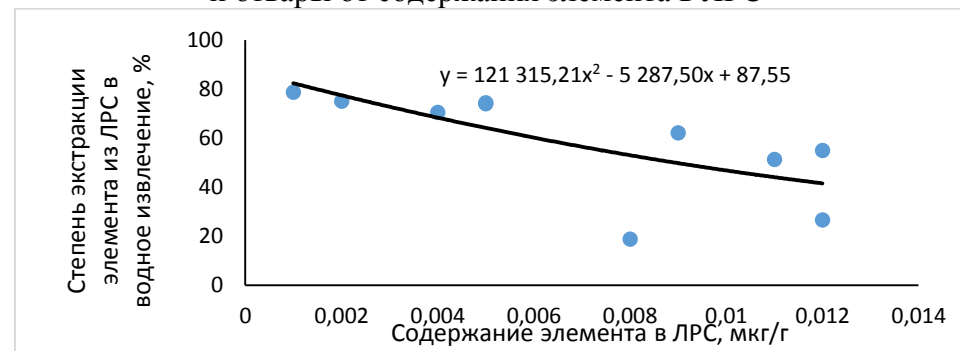


Рисунок К.59 - Зависимость степени экстракции висмута в настои и отвары от содержания элемента в ЛРС

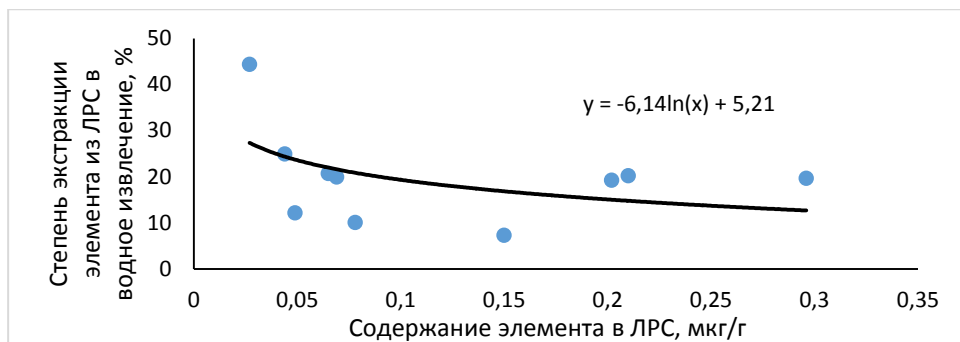


Рисунок К.60 - Зависимость степени экстракции галлия в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

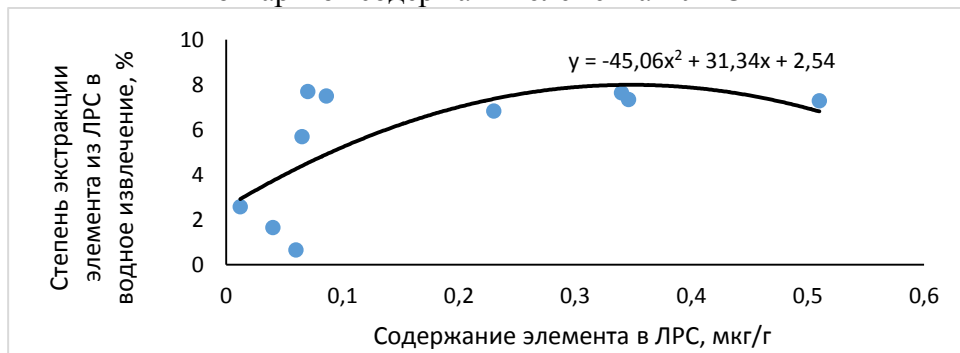


Рисунок К.61 - Зависимость степени экстракции лантана в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

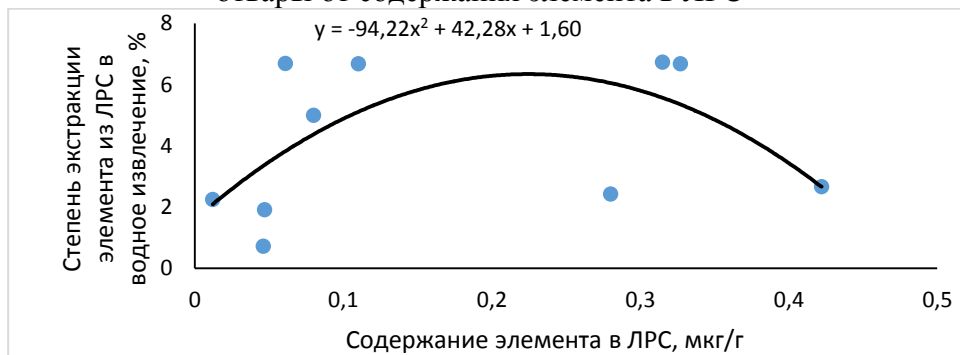


Рисунок К.62 - Зависимость степени экстракции неодима в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

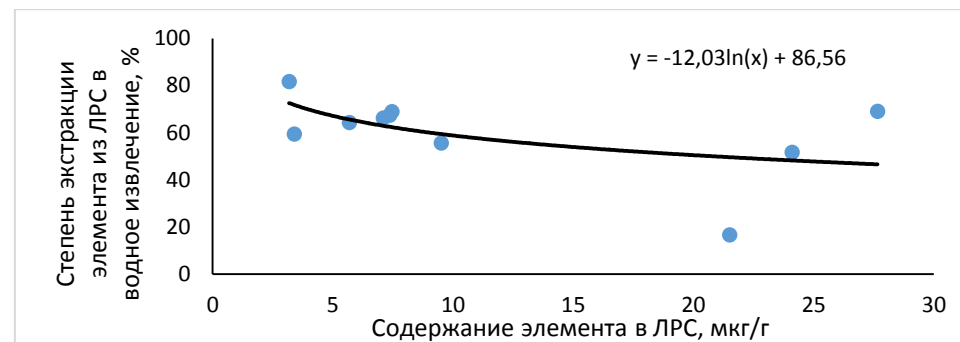


Рисунок К.63 - Зависимость степени экстракции рубидия в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

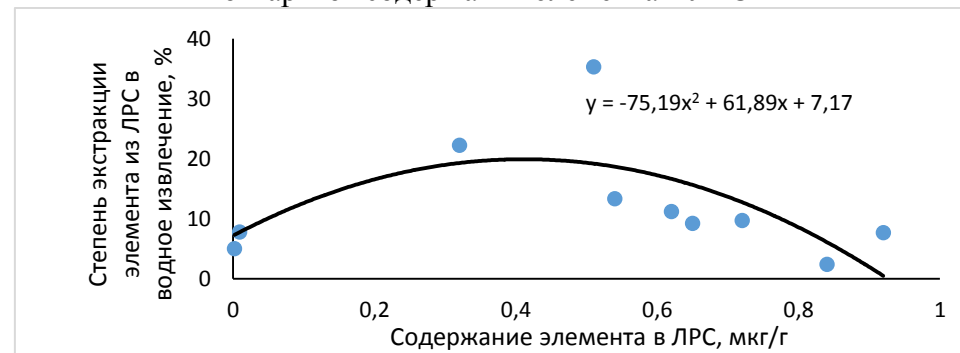


Рисунок К.64 - Зависимость степени экстракции скандия в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

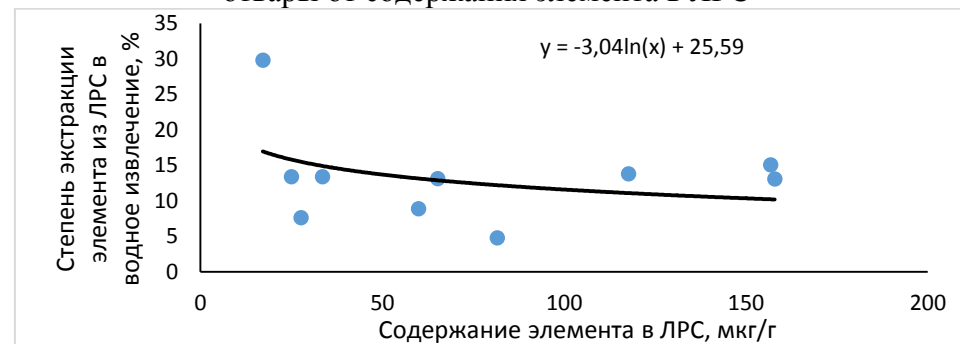


Рисунок К.65 - Зависимость степени экстракции стронция в настое и отвары от содержания элемента в ЛРС

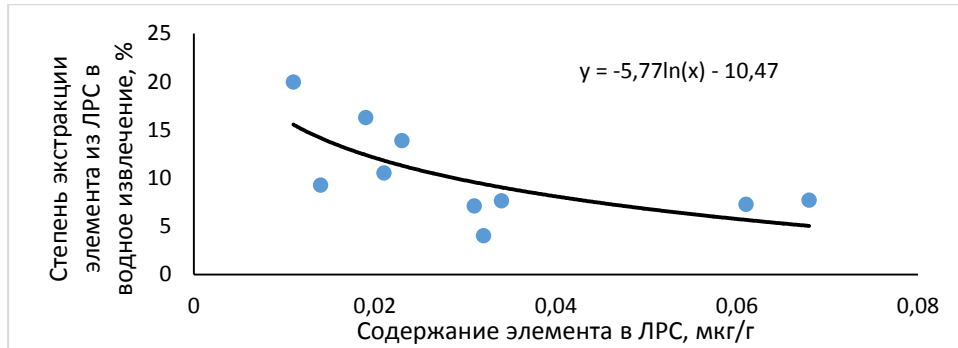


Рисунок К.66 - Зависимость степени экстракции сурьмы в настое и отварах от содержания элемента в ЛРС

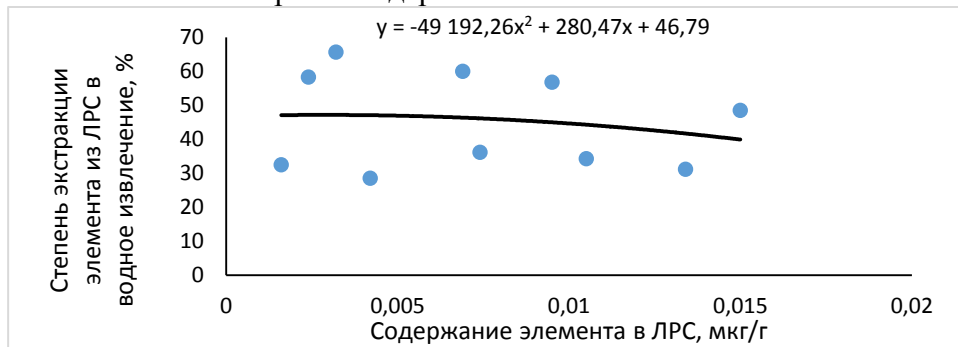


Рисунок К.67 - Зависимость степени экстракции таллия в настое и отварах от содержания элемента в ЛРС

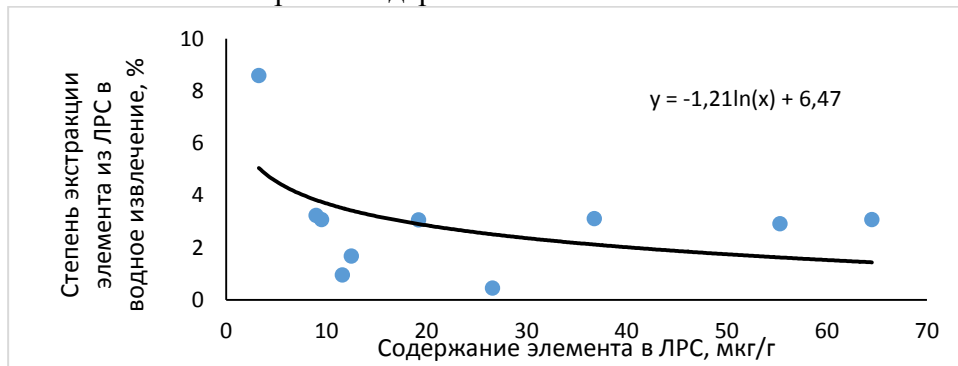


Рисунок К.68 - Зависимость степени экстракции титана в настое и отварах от содержания элемента в ЛРС

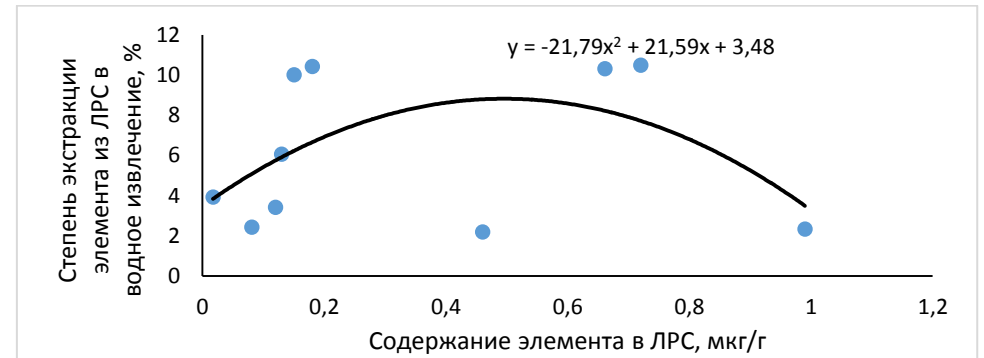


Рисунок К.69 - Зависимость степени экстракции церия в настое и отварах от содержания элемента в ЛРС

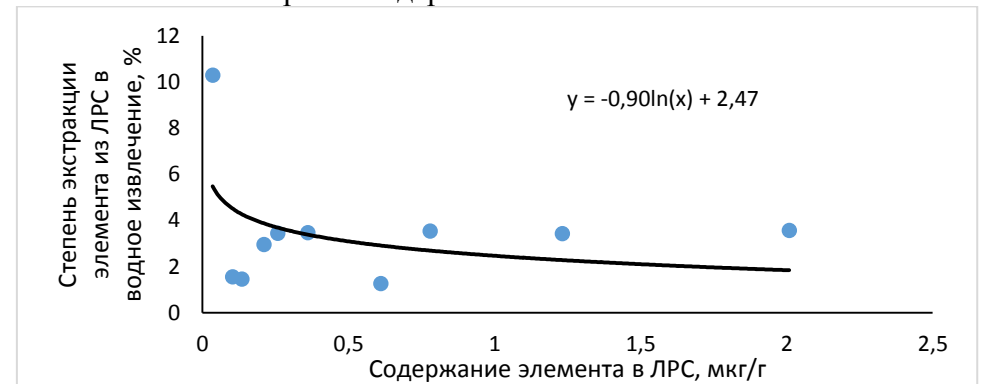


Рисунок К.70 - Зависимость степени экстракции циркония в настое и отварах от содержания элемента в ЛРС

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2530501

**СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ
ПОЛИСАХАРИДОВ ИЗ ЛИСТЬЕВ ПОДОРОЖНИКА
БОЛЬШОГО**

Патентообладатель(ли): **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Воронежский государственный университет" (ФГБОУ ВПО "ВГУ") (RU)**

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013110215

Приоритет изобретения **06 марта 2013 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **14 августа 2014 г.**

Срок действия патента истекает **06 марта 2033 г.**

Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2604934

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ
ПОЛИСАХАРИДОВ ИЗ КОРНЕЙ ЛОПУХА
ОБЫКНОВЕННОГО

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Воронежский государственный университет" (ФГБОУ ВПО "ВГУ") (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2015116412

Приоритет изобретения 29 апреля 2015 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 23 ноября 2016 г.

Срок действия патента истекает 29 апреля 2035 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.И. Ивлиев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2635996

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ
ПОЛИСАХАРИДОВ ИЗ КОРНЕЙ ОДУВАНЧИКА
ЛЕКАРСТВЕННОГО

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный университет" (ФГБОУ ВО "ВГУ") (RU)*

Авторы: *Дьякова Нина Алексеевна (RU), Самылина Ирина Александровна (RU), Сливкин Алексей Иванович (RU), Гапонов Сергей Петрович (RU), Мындра Анна Андреевна (RU)*

Заявка № 2016114356

Приоритет изобретения 13 апреля 2016 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 17 ноября 2017 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 13 апреля 2036 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Излиев Г.П. Излиев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2712554

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИНУЛИНА ИЗ
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный университет" (ФГБОУ ВО "ВГУ") (RU)*

Авторы: *Дьякова Нина Алексеевна (RU), Мындра Анна Андреевна (RU), Сливкин Алексей Иванович (RU)*

Заявка № 2019115734

Приоритет изобретения 22 мая 2019 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 30 января 2020 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 22 мая 2039 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Извиев Г.П. Извиев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2765503

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИНУЛИНА ИЗ
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный университет" (ФГБОУ ВО "ВГУ") (RU)*

Авторы: *Дьякова Нина Алексеевна (RU), Сливкин Алексей Иванович (RU), Селиванова Юлия Александровна (RU)*

Заявка № 2021117912

Приоритет изобретения 16 июня 2021 г.

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 31 января 2022 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 16 июня 2041 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г. П. Ившин



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2022620086

Удельная активность естественных и искусственных
радионуклидов в лекарственном растительном сырье
Воронежской области

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный университет» (ФГБОУ
ВО «ВГУ»)* (RU)

Автор(ы): *Дьякова Нина Алексеевна* (RU)

Заявка № 2021623319

Дата поступления 27 декабря 2021 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 12 января 2022 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Иелиев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2022620085

**Загрязнение верхних слоев почв Воронежской области
тяжелыми металлами, мышьяком, естественными и
искусственными радионуклидами**

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный университет» (ФГБОУ
ВО «ВГУ»)* (RU)

Автор(ы): *Дьякова Нина Алексеевна* (RU)

Заявка № 2021623320

Дата поступления 27 декабря 2021 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 12 января 2022 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2022617857

Программа проверки однородности содержания
экотоксикантов в лекарственном растительном сырье
по критерию Кохрена

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный университет» (ФГБОУ
ВО «ВГУ»)* (RU)

Автор(ы): *Дьякова Нина Алексеевна* (RU)

Заявка № 2022616975

Дата поступления 18 апреля 2022 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 26 апреля 2022 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего
образования
«Воронежский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Университетская пл., 1, Воронеж, 394018.
 Тел. (473) 220-75-21. Факс (473) 220-87-55.
 E-mail: office@main.vsu.ru
 http://www.vsu.ru
 ОКПО 02068120, ОГРН 1023601560510
 ИНН/КПП 3666029505/366601001

Генеральному директору ФГБУ
 «НЦЭСМП» МИНЗДРАВА РФ
 доктору медицинских наук
 Олиферу Ю.В.

16.12.2021 № 1500-212
 На № _____ от _____ 20

Фармацевтический факультет ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» направляет для рассмотрения на предмет включения в нормативную документацию проект дополнения к ОФС.1.5.1.0001.15 «Лекарственное растительное сырье», разработанный сотрудниками кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» в результате проведения научных исследований.

Декан фармацевтического факультета
 ФГБОУ ВО ВГУ,
 заведующий кафедрой фармацевтической химии
 и фармацевтической технологии,
 д.фарм.н., проф.

 А.И. Сливкин

Первый проректор - проректор по учебной работе
 ФГБОУ ВО ВГУ
 д.фарм.н., проф.


 КАНЦЕЛЯРИЯ
 ФГБУ «НЦЭСМП» Минздрава России
 21 ДЕК 2021
 23030
 Е.Е. Чупандина
 Вх. № _____



федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего образования
 Воронежский государственный университет
 (ФГБОУ ВО «ВГУ»)
 А.И. Сливкина,
 Е.Е. Чупандина
 Вер. Елисейченко по картам
 16.12.2021
 подпись, расшифровка подписи



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего
образования
«Воронежский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Университетская пл., 1, Воронеж, 394018.
 Тел. (473) 220-75-21. Факс (473) 220-87-55.
 E-mail: office@main.vsu.ru
 http://www.vsu.ru
 ОКПО 02068120, ОГРН 1023601560510
 ИНН/КПП 3666029505/366601001

Генеральному директору ФГБУ
 «НЦЭСМП» МИНЗДРАВА РФ
 доктору медицинских наук
 Олиферу Ю.В.

16.12.2021 № 1500-213
 На № _____ от _____ 20

Фармацевтический факультет ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» направляет для рассмотрения на предмет включения в нормативную документацию проект дополнения к ФС.2.5.0086.18 «Одуванчика лекарственного корня», разработанный совместно сотрудниками кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» в результате проведения научных исследований.

Декан фармацевтического факультета
 ФГБОУ ВО ВГУ,
 заведующий кафедрой фармацевтической химии
 и фармацевтической технологии,
 д.фарм.н., проф.

А.И. Сливкин

первый проректор - проректор по учебной работе
 ФГБОУ ВО ВГУ,
 д.фарм.н., проф.



Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Воронежский государственный университет»
 (ФГБОУ ВО «ВГУ»)
 Сливкина А.И.
 Чупандиной В.В.
 начальник отдела кадров
 О.И. Зверева
 20

Е.Е. Чупандина
 КАНЦЕЛЯРИЯ
 ФГБУ «НЦЭСМП» Минздрава России
 21 ДЕК 2021
 Вх. № 29549



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего
образования
«Воронежский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Университетская пл., 1, Воронеж, 394018.
 Тел. (473) 220-75-21. Факс (473) 220-87-55.
 E-mail: office@main.vsu.ru
 http://www.vsu.ru
 ОКПО 02068120, ОГРН 1023601560510
 ИНН/КПП 3666029505/366601001

16.12.2021 № 1500-214
 На № _____ от _____ 20__

Генеральному директору ФГБУ
 «НЦЭСМП» МИНЗДРАВА РФ
 доктору медицинских наук
 Олиферу Ю.В.

Фармацевтический факультет ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» направляет для рассмотрения на предмет включения в нормативную документацию проект дополнения к ОФС.1.5.3.0001.15 «Определение содержания радионуклидов в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратов», разработанный совместно сотрудниками кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» в результате проведения научных исследований.

Декан фармацевтического факультета
 ФГБОУ ВО ВГУ,
 заведующий кафедрой фармацевтической химии
 и фармацевтической технологии,
 д.фарм.н., проф.

А.И. Сливкин

Первый проректор - проректор по учебной работе
 ФГБОУ ВО ВГУ
 д.фарм.н., проф.



Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Воронежский государственный университет»
 (ФГБОУ ВО «ВГУ»)
 Сливкина А.И.
 Чупандиной Е.Е.
 начальник отдела кадров
 О.И. Зверева
 09.12.21
 подпись: цифровая подпись

Е.Е. Чупандина





МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего
образования
«Воронежский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Университетская пл., 1, Воронеж, 394018.
 Тел. (473) 220-75-21. Факс (473) 220-87-55.
 E-mail: office@main.vsu.ru
 http://www.vsu.ru
 ОКПО 02068120, ОГРН 1023601560510
 ИНН/КПП 3666029505/366601001

16.12.2021 № 1500-215
 На № _____ от _____ 20__

Генеральному директору ФГБУ
 «НЦЭСМП» МИНЗДРАВА РФ
 доктору медицинских наук
 Олиферу Ю.В.

Фармацевтический факультет ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» направляет для рассмотрения на предмет включения в нормативную документацию проект дополнения к ФС.2.5.0025.15 «Лопуха корни», разработанный совместно сотрудниками кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» в результате проведения научных исследований.

Декан фармацевтического факультета
 ФГБОУ ВО ВГУ,
 заведующий кафедрой фармацевтической химии
 и фармацевтической технологии,
 д.фарм.н., проф.

А.И. Сливкин

Первый проректор - проректор по учебной работе
 ФГБОУ ВО ВГУ
 д.фарм.н., проф.

Е.Е. Чупандина





МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего
образования
«Воронежский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Университетская пл., 1, Воронеж, 394018.
 Тел. (473) 220-75-21. Факс (473) 220-87-55.
 E-mail: office@main.vsu.ru
 http://www.vsu.ru
 ОКПО 02068120, ОГРН 1023601560510
 ИНН/КПП 3666029505/366601001

Генеральному директору ФГБУ
 «НЦЭСМП» МИНЗДРАВА РФ
 доктору медицинских наук
 Олиферу Ю.В.

16.12.2021 № 1500-216
 На № _____ от _____ 20__

Фармацевтический факультет ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» направляет для рассмотрения на предмет включения в нормативную документацию проект дополнения к ФС.2.5.0032.15 «Подорожника большого листа», разработанный совместно сотрудниками кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» в результате проведения научных исследований.

Декан фармацевтического факультета
 ФГБОУ ВО ВГУ,
 заведующий кафедрой фармацевтической химии
 и фармацевтической технологии,
 д.фарм.н., проф.

А.И. Сливкин

первый проректор - проректор по учебной работе
 ФГБОУ ВО ВГУ
 д.фарм.н., проф.

Е.Е. Чупандина



Проекты дополнений по разделам ОФС

Определение содержания радионуклидов в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах	ОФС.1.5.3.0001.15 Взамен ОФС 42-0011-03
--	--

Определение соответствия ЛРС/ЛРП требованиям радиационной безопасности (дополнение)

Эффективная удельная активность ($A_{эфф}$) - суммарная удельная активность радионуклидов в материале, определяемая с учетом их биологического воздействия на организм человека.

Для определения в ЛРС/ЛРП эффективной удельной активности ($A_{эфф}$ ЛРС/ЛРП) природных радионуклидов необходимо количественно измерить удельные активности калия-40, радия-226, тория-232.

В качестве результатов измерений удельных активностей природных радионуклидов в пробе ЛРС/ЛРП принимают средние арифметические значения удельных активностей каждого радионуклида ($A_{ср}$) по пяти навескам.

$$A_{ср} = 1/n * \sum_{i=1}^n A_i$$

где, $i=1, 2, \dots, n$ – номер навески.

Абсолютную погрешность определения величины удельной активности (ΔA) вычисляют по формуле:

$$\Delta A = 1,7 * \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^n A_i^2 - A_{ср}^2}{n-1} + a\right)}$$

где a - абсолютная погрешность определения удельной активности радионуклида в навесках пробы, оцениваемая в соответствии с методикой выполнения измерений на радиометрической установке.

Расчет эффективной удельной активности $A_{эфф}$ производится по формуле:

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,3A_{Th} + 0,09A_K,$$

где A_{Ra} и A_{Th} - удельные активности радия-226 и тория-232, находящихся в радиоактивном равновесии с остальными членами уранового и ториевого рядов (Бк/кг);

A_K - удельная активность калия-40 (Бк/кг);

1,3 и 0,09 - взвешивающие коэффициенты для тория-232 и калия-40, соответственно по отношению к радю-226, которые представляют собой безразмерные множители, на которые умножаются накопленные в ЛРС/ЛРП эквивалентные дозы природных радионуклидов, чтобы оценить вклад их облучения в общую удельную активность образца.

Абсолютную погрешность определения значений $A_{эфф}$ вычисляют по формуле:

$$\Delta A_{эфф} = \sqrt{(\Delta A_{Ra}^2 + 1,7 * \Delta A_{Th}^2 + 0,007 * A_K^2)}$$

За результат определения удельной активности природных радионуклидов в ЛРС/ЛРП принимают значение $A_{эфф \text{ ЛРС/ЛРП}}$, определяемое по формуле:

$$A_{эфф \text{ ЛРС/ЛРП}} = A_{эфф} + \Delta A_{эфф}$$

Эффективная удельная активность не должна превышать 165 Бк/кг.

Данные рекомендации носят ориентировочный характер и нуждаются в дополнительных исследованиях лекарственного растительного сырья и препаратов на их основе других регионов РФ.

Проекты дополнений по разделам ОФС

Лекарственное растительное сырье

ОФС.1.5.1.0001.15

ПРОИЗВОДСТВО

Предлагаем добавить: Заготовку дикорастущего лекарственного растительного сырья, а также культивирование лекарственного растительного сырья осуществляют вдали от транспортных магистралей, на расстоянии от автомагистралей в условиях лесной природной зоны – не менее 230 м, в условиях лесостепной зоны – не менее 300 м, в условиях степной зоны, лишенной древесной и кустарниковой растительности, - не менее 660 м, вдали от автомобильных дорог обычного типа – не менее 160 м, вдали от железнодорожных магистралей – не менее 130 м.

Данные рекомендации носят ориентировочный характер и нуждаются в дополнительных исследованиях лекарственного растительного сырья и препаратов на их основе других регионов РФ.

Проекты дополнений по разделам ФС

Одуванчика лекарственного корни	ФС. 2.5.0086.18
<i>Taraxaci officinalis radices</i>	Взамен ГФ XI, вып. 2, ст. 69

Собранные в начале осени¹ в период увядания листьев, очищенные от корневой шейки, отмытые от земли и высушенные корни дикорастущего многолетнего травянистого растения одуванчика лекарственного - *Taraxacum officinale* Wigg., сем. астровых - *Asteraceae*.

Количественное определение. *Цельное сырье, измельченное сырье:* содержание суммы гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов - не менее 25 %; экстрактивных веществ, извлекаемых водой - не менее 40 %.

Сумма гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов. Аналитическую пробу сырья измельчают до размера частиц 0,2 - 0,5 мм. Около 1 г (точная навеска) измельченного сырья помещают в колбу вместимостью 25 мл, прибавляют 10 мл воды очищенной, нагретой до температуры кипения, помещают в ультразвуковую ванну с частотой 35 КГц при температуре 80 °С, экстрагируют 40 мин. Экстракцию повторяют ещё 2 раза, прибавляя по 10 мл воды. Водные извлечения объединяют и фильтруют в мерную колбу вместимостью 50 мл через 10 слоев марли, вложенной в стеклянную воронку диаметром 5 см и предварительно промытой водой очищенной. Фильтр промывают водой и доводят объем раствора до метки (раствор А). 5 мл раствора А помещают в коническую колбу на 25 мл, доводят 95 % спиртом этиловым до метки, перемешивают, охлаждают в морозильной камере при температуре -18°С в течение 1 ч. Затем содержимое колбы фильтруют через предварительно высушенный и взвешенный беззольный бумажный фильтр, проложенный в стеклянный фильтр ПОР 16 с диаметром 40 мм, под вакуумом при остаточном давлении 0,4-0,8 атм. Осадок на фильтре

последовательно промывают 15 мл раствора 95 % спирта этилового в воде очищенной (3:1), 10 мл смеси этилацетата и 95 % спирта этилового (1:1). Фильтр с осадком сушат сначала на воздухе, затем при температуре 100 - 105 °С до постоянной массы. Содержание суммы гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов в пересчёте на абсолютно сухое сырьё вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 100000}{m \cdot (100 - W)} \cdot (1)$$

где m_1 - масса высушенного фильтра, г;
 m_2 - масса высушенного фильтра с осадком, г;
 m — навеска сырья, г;
 W — потеря в массе сырья при высушивании, %.

Проекты дополнений по разделам ФС

Лопуха корни	ФС.2.5.0025.15
<i>Arctii radices</i>	Взамен ФС 42-0143-05

Собранные поздней осенью¹, очищенные от остатков стеблей, листьев, тонких корней, отмытые от земли, разрезанные на куски и высушенные корни двулетних травянистых растений лопуха большого – *Arctium lappa* L., лопуха паутинистого (войлочного) – *Arctium tomentosum* Mill., лопуха малого – *Arctium minus* (Mill.) Bernh., сем. астровых – *Asteraceae*.

Количественное определение. *Цельное сырье, измельченное сырье, порошок: сумма водорастворимых полисахаридов в пересчете на фруктозу – не менее 8 %; содержание суммы гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов - не менее 25 %; экстрактивных веществ, извлекаемых водой, – не менее 35 %.*

Сумма водорастворимых полисахаридов в пересчете на фруктозу.

Приготовление растворов.

Хлористоводородной кислоты раствор 30 %. Смешивают хлористоводородную кислоту концентрированную с водой в соотношении (5:1).

Резорцина раствор спиртовой 0,1 %. 0,1 г резорцина растворяют в 70 мл спирта 96 % в мерной колбе вместимостью 100 мл, доводят объем спиртом 96 % до метки и перемешивают. Срок годности раствора не более 10 сут при хранении в прохладном и защищенном от света месте.

Аналитическую пробу сырья измельчают до величины частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями размером 1 мм. Около 1,0 г (точная навеска) измельченного сырья помещают в колбу со шлифом вместимостью

250 мл, прибавляют 60 мл воды и нагревают на плитке в течение 30 мин. Полученное извлечение охлаждают до комнатной температуры и фильтруют через бумажный фильтр в мерную колбу вместимостью 200 мл, избегая попадания сырья на фильтр. Экстракцию повторяют еще дважды, каждый раз используя по 30 мл воды: первый раз в течение 30 мин, а второй – в течение 15 мин.

Сырье переносят на бумажный фильтр, промывают колбу, а затем промывают остаток на фильтре, используя каждый раз по 10 мл воды. К полученному извлечению прибавляют 2 мл свинца ацетата раствора 10 %, перемешивают и оставляют на 10 мин. Затем прибавляют 2 мл натрия фосфорнокислого двузамещенного раствора 5 %, перемешивают и оставляют на 5 мин. Затем доводят объем раствора водой до метки и перемешивают. Раствор фильтруют через бумажный фильтр, отбрасывая первые 10–15 мл фильтрата (раствор А).

5,0 мл раствор А помещают в мерную колбу вместимостью 100 мл, доводят объем раствора водой до метки и перемешивают (раствор Б).

В мерную колбу вместимостью 25 мл помещают 5 мл резорцина раствора спиртового 0,1 %, прибавляют 5,0 мл раствора Б, доводят объем хлористоводородной кислоты раствором 30 % до метки и перемешивают (раствор В).

В мерную колбу вместимостью 25 мл помещают 5 мл резорцина раствора спиртового 0,1 %, прибавляют 5 мл воды, доводят объем хлористоводородной кислоты раствором 30 % до метки и перемешивают (раствор сравнения).

Колбы с раствором сравнения и раствором В нагревают на водяной бане при температуре 80 °С в течение 20 мин, охлаждают, доводят объем извлечений в колбах тем же растворителем до метки.

Оптическую плотность раствора В измеряют на спектрофотометре при длине волны 482 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм относительно раствора сравнения.

Содержание суммы водорастворимых полисахаридов в пересчете на фруктозу вычисляют с использованием удельного показателя поглощения продуктов реакции фруктозы с резорцином в кислой среде, в абсолютно сухом сырье в процентах (X) по формуле:

$$X = \frac{A \cdot 200 \cdot 100 \cdot 25 \cdot 100}{A_{1\text{см}}^{1\%} \cdot a \cdot 5 \cdot 5 \cdot (100 - W)},$$

где A_0 – оптическая плотность раствора В;

$A_{1\text{см}}^{1\%}$ – удельный показатель поглощения продуктов реакции фруктозы с резорцином в кислой среде при длине волны 482 нм, равный 298;

a – навеска сырья, г;

W – влажность сырья, %.

Сумма гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов.

Аналитическую пробу сырья измельчали до размера частиц 0,2 - 0,5 мм. Около 1 г (точная навеска) измельченного сырья помещали в колбу вместимостью 50 мл, прибавляли 30 мл воды очищенной, нагретой до температуры кипения, помещали в ультразвуковую ванну с частотой 35 КГц при температуре 80 °С, экстрагировали 30 мин. Экстракцию повторяли ещё 2 раза, прибавляя по 30 мл воды. Водные извлечения объединяли и фильтровали в мерную колбу вместимостью 100 мл через 10 слоев марли, вложенной в стеклянную воронку диаметром 5 см и предварительно промытой водой очищенной. Фильтр промывали водой и доводили объём раствора до метки (раствор А). 25 мл раствора А помещали в коническую колбу на 100 мл, прибавляли 75 мл 95 % спирта этилового, перемешивали, охлаждали в морозильной камере при температуре -18°С в течение 1 ч. Затем содержимое колбы фильтровали через предварительно высушенный и взвешенный беззольный бумажный фильтр, проложенный в стеклянный фильтр ПОР 16 с диаметром 40 мм, под вакуумом при остаточном давлении 0,4-0,8 атм. Осадок на фильтре последовательно промывали 15 мл раствора 95 % спирта этилового в воде очищенной (3:1), 10 мл смеси этилацетата и 95 % спирта этилового (1:1).

Фильтр с осадком сушили сначала на воздухе, затем при температуре 100 - 105 °С до постоянной массы. Содержание гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов в пересчёте на абсолютно сухое сырьё вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) * 40000}{m * (100 - W)},$$

где m_1 - масса высушенного фильтра, г;
 m_2 - масса высушенного фильтра с осадком, г;
 m — навеска сырья, г;
 W — потеря в массе сырья при высушивании, %.

Экстрактивные вещества. В соответствии с требованиями ОФС «Определение содержания экстрактивных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах» (метод 1, экстрагент – вода).

Примечание. Определение суммы водорастворимых полисахаридов в пересчете на фруктозу, суммы гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов и экстрактивных веществ, извлекаемых водой, проводят для сырья, предназначенного для производства лекарственных растительных препаратов (пачки, фильтр-пакеты).

Проекты дополнений по разделам ФС

<p>—</p> <p>Подорожника большого листа</p> <p><i>Plantaginis majoris folia</i></p>	<p>ФС.2.5.0032.15</p> <p>Взамен ГФ XI, вып. 2, ст. 20</p> <p>(изм. № 1 от 16.06.1999)</p>
---	--

Определение основных групп биологически активных веществ

1. К 10 мл раствора А (см. раздел «Количественное определение. Сумма гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов») прибавляют 30 мл спирта 96 % и перемешивают; появляются хлопьевидные сгустки, выпадающие в осадок при стоянии (водорастворимые полисахариды).

2. Раствор с осадком фильтруют через стеклянный фильтр ПОР-16, осадок с фильтра переносят в колбу вместимостью 50 мл с помощью натрия гидроксида раствора 0,1 М. К 1 мл полученного раствора прибавляют 0,25 мл карбазола раствора 0,5 % и 5 мл серной кислоты концентрированной, перемешивают и нагревают на кипящей водяной бане в течение 10 мин; появляется красно-фиолетовое окрашивание (галактуроновая кислота).

Количественное определение. *Цельное сырьё, измельченное сырьё, порошок:* сумма гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов – не менее 12 %; экстрактивных веществ, извлекаемых спиртом 70 %, – не менее 20 %.

Сумма гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов.

Аналитическую пробу сырья измельчают до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром 1 мм. Около 1,0 г (точная навеска) измельченного сырья помещают в колбу вместимостью 50 мл, прибавляли 15 мл воды очищенной, нагретой до температуры кипения. Колбу помещают в

ультразвуковую ванну с частотой 35 КГц, при температуре 80 °С, экстрагируют 15 мин. Экстракцию повторяют ещё 2 раза. Водные извлечения объединяют и фильтруют в мерную колбу вместимостью 50 мл через 10 слоев марли, вложенной в стеклянную воронку диаметром 5 см и предварительно промытой водой очищенной. Фильтр промывают водой и доводят объём раствора до метки (раствор А). 25 мл раствора А помещают в коническую колбу на 100 мл, прибавляли 75 мл 95 % спирта этилового, перемешивают, подогревают на водяной бане до 30 °С в течение 5 мин. Через 30 минут содержимое колбы фильтруют через предварительно высушенный и взвешенный беззольный бумажный фильтр, проложенный в стеклянный фильтр ПОР 16 с диаметром 40 мм, под вакуумом при остаточном давлении 0,4-0,8 атм. Осадок на фильтре последовательно промывают 15 мл раствора 95 % спирта этилового в воде очищенной (3:1), 10 мл смеси этилацетата и 95 % спирта этилового (1:1). Фильтр с осадком высушивают сначала на воздухе, затем при температуре 100-105 °С до постоянной.

Содержание суммы гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов в пересчёте на абсолютно сухое сырьё вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 20000}{m \cdot (100 - W)},$$

где m_1 - масса высушенного фильтра, г;

m_2 – масса высушенного фильтра с осадком, г;

m — навеска сырья, г;

W — потеря в массе сырья при высушивании, %.

Примечание. Определение суммы гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов проводят для сырья, предназначенного для производства лекарственных растительных препаратов (пачки, фильтр-пакеты); определение экстрактивных веществ, извлекаемых спиртом 70 %, проводят для сырья, предназначенного для производства настойки, экстракта.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. главного врач ФБУЗ «Центр гигиены
и эпидемиологии в Воронежской
области» д.м.н. профессорН.П. Мамчик
2021г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ № 21-2021

г. Воронеж

09.12.2021 г.

внедрения в производственный процесс Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»

Объект внедрения: Результаты исследований по эколого-гигиенической оценке верхних слоев почв и лекарственного растительного сырья, заготовленного на территории агро- и урбоценозов Воронежской области.

Автор внедрения: доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьякова Н.А.

Источник информации: результаты научно-исследовательской работы доцента кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьяковой Н.А., опубликованные в рецензируемых научных журналах, материалах международных и всероссийских конференций.

Место внедрения: Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области».

Результаты внедрения: Полученные экспериментальные данные по эколого-гигиенической оценке качества верхних слоев почв агро- и урбоценозов Воронежской области, а также лекарственного растительного сырья региона на предмет накопления в нем биологически активных веществ и основных поллютантов (тяжелых металлов и мышьяка, хлорорганических пестицидов, естественных и искусственных радионуклидов), внедрены в деятельность Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области».

Эффективность внедрения: Впервые для Воронежской области проведено комплексное исследование качества лекарственного растительного сырья, заготовленного более чем в 50 различных агро- и урбоценозах, на предмет накопления основных биологически активных веществ и загрязняющих веществ (тяжелых металлов и мышьяка, пестицидов, радионуклидов). Проведенные для Воронежской области исследования по оценке качества лекарственного растительного сырья позволили оценить общее состояние растительных ресурсов региона, выявить объекты хозяйственной деятельности, оказывающие наиболее неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Полученные результаты ввиду комплексности исследования позволяют экстраполировать их на сельскохозяйственные культуры, что крайне актуально для Воронежской области как важного сельскохозяйственного региона страны.

Зав. отделом информационных технологий
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»,
д.б.н., профессор

О.В. Клепиков



АКТ ВНЕДРЕНИЯ № 22-С

г. Воронеж

02.06.2022 г.

внедрения в производственный процесс Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»

Объект внедрения: Методические рекомендации по заготовке лекарственного растительного сырья в Воронежской области.

Автор внедрения: доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьякова Н.А.

Источник информации: Методические рекомендации по заготовке лекарственного растительного сырья в Воронежской области / Н.А. Дьякова; под ред. А.И. Сливкина. – Воронеж : Издательский Дом ВГУ, 2022. – 160 с.

Место внедрения: Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области».

Результаты внедрения: Полученные экспериментальные данные по эколого-гигиенической оценке качества верхних слоев почв агро- и урбоценозов Воронежской области, а также лекарственного растительного сырья региона на предмет накопления в нем основных загрязняющих веществ (тяжелых металлов и мышьяка, хлорорганических пестицидов, радионуклидов), внедрены в деятельность Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области».

Эффективность внедрения: В «Методических рекомендациях по заготовке лекарственного растительного сырья Воронежской области» обобщены результаты экологических исследований в сравнении с литературными данными по загрязнению лекарственного растительного сырья Воронежской области наиболее токсичными тяжелыми металлами и мышьяком, пестицидами и радионуклидами. Проведенные для Воронежской области исследования по оценке качества лекарственного растительного сырья позволили оценить общее состояние растительных ресурсов региона, выявить объекты хозяйственной деятельности, оказывающие наиболее неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Полученные результаты комплексных эколого-фармакогностических исследований лекарственного растительного сырья региона открывают значительные перспективы для культивирования и заготовки дикорастущего ЛРС в Воронежской области. Результаты исследования ввиду их комплексности позволяют проводить экстраполяцию на сельскохозяйственные культуры, что крайне актуально для Воронежской области как важного сельскохозяйственного региона страны.

Зав. отделом информационных технологий
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»,
д.б.н., профессор

О.В. Клепиков

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель
Управления Роспотребнадзора
по Воронежской области,
кандидат медицинских наук



Механтьев И.И.

20 21 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

**результатов научно-исследовательской работы
доцента кафедры фармацевтической химии и фармацевтической
технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «ВГУ»
Дьяковой Нины Алексеевны
в деятельность Управления Роспотребнадзора по Воронежской области**

Экспертная комиссия Управления Роспотребнадзора по Воронежской области (приказ Управления от 23.03.2020 №184) в составе:

заместителя руководителя, кандидата медицинских наук, Ласточкиной Г.В. (председатель);

заместителя руководителя, кандидата медицинских наук, Фуфаевой О.А. (член комиссии);

начальника отдела санитарного надзора, кандидата медицинских наук, Шукелайть А.Б. (член комиссии);

заместителя начальника отдела санитарного надзора, кандидата медицинских наук, Масайловой Л.А. (член комиссии);

главного специалиста-эксперта отдела защиты прав потребителей, кандидата технических наук, Назинцевой Е.А. (член комиссии)

рассмотрев:

результаты исследований по эколого-гигиенической оценке лекарственного растительного сырья, заготовленного на территории Воронежской области,

автора: Дьяковой Н.А.- доцента кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «ВГУ», кандидата биологических наук,

удостоверяет, что результаты данного исследования внедрены в деятельность Управления Роспотребнадзора по Воронежской области (отдела санитарного надзора) и используются при гигиенической оценке условий труда и состояния здоровья работающих сельскохозяйственной отрасли; определения приоритетных факторов производственной среды на предприятиях сельского

хозяйства, которые могут обусловить развитие профессиональных заболеваний у работников, а также – при комплексной оценке воздействия факторов среды обитания на состояние здоровья населения в целях принятия адресных мер по митигации риска для здоровья населения.

Председатель комиссии:

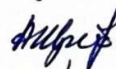


Г.В. Ласточкина

Члены комиссии:



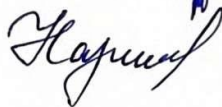
О.А. Фуфаева



А.Б. Шукелайт



Л.А. Масайлова



Е.А. Назинцева

УТВЕРЖДАЮ
Управляющий ООО «Квадрат-С»
ИП Комаров О.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ
в производственный процесс ООО «Квадрат-С»

Объект внедрения: Методические рекомендации по ультразвуковой экстракции и количественному определению суммы водорастворимых полисахаридов из лекарственного растительного сырья.

Авторы внедрения: доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьякова Н.А.

Источник информации: результаты диссертационных исследований доцента кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьяковой Н.А., опубликованные в патентах на изобретения, научных статьях в журналах «Химико-фармацевтический журнал», «Химия растительного сырья».

Результаты внедрения: Данные методические рекомендации являются полезными при выделении из корней одуванчика лекарственного, корней лопуха обыкновенного, корневищ и корней девясила высокого водорастворимых полисахаридов, в частности, инулина, а также при получении и разработке на основе данных биологически активных веществ лекарственных растительных препаратов.

Настоящим ООО «Квадрат-С», находящееся по адресу: 115230, г. Москва, Хлебозаводский проезд, 7 стр. 10; адрес производства: 612711, Кировская область Омутнинский район, пгт. Восточный, ул. Заводская, д. 1, подтверждает проведение технологических и аналитических испытаний и возможность внедрения методических рекомендаций по ультразвуковой экстракции и количественному определению суммы водорастворимых полисахаридов из лекарственного растительного сырья. Представленные методики характеризуется точностью, правильностью, устойчивостью, линейностью, значительно повышают выход водорастворимого полисахаридного комплекса из лекарственного растительного сырья и сокращают длительность технологического процесса. Данные методические рекомендации представляют большой практический интерес в области экстракции и количественного определения суммы водорастворимых полисахаридов из лекарственного растительного сырья.

Начальник ОКК
Бузмакова О.В.

Начальник опытного производственного участка
Бугаёв Ф.С.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор КП ВО
«Воронежфармация»О.А. Селютин
« 14 » 2021 г.**АКТ ВНЕДРЕНИЯ**

в производственный процесс КП ВО «Воронежфармация» результатов научно-исследовательской работы

Объект внедрения: методические рекомендации по ультразвуковой экстракции водой очищенной биологически активных веществ из корней одуванчика лекарственного, корней и листьев лопуха обыкновенного, листьев подорожника большого

Авторы внедрения: доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьякова Н.А.

Источник информации: результаты научно-исследовательской работы доцента кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьяковой Н.А., представленные в патентах на изобретения и рецензируемых научных профильных журналах.

Место внедрения: с января 2020 года в производственный процесс КП ВО «Воронежфармация».

Результаты внедрения: Методики характеризуются хорошей воспроизводимостью, относительной аппаратурной и технологической простотой выполнения.

Эффективность внедрения: методические рекомендации по ультразвуковой экстракции водой очищенной биологически активных веществ из корней одуванчика лекарственного, корней и листьев лопуха обыкновенного, листьев подорожника большого позволяют значительно сократить время, расходуемое на получение настоев и отваров из данных видов лекарственного растительного сырья.

Руководитель службы организации
фармацевтической деятельности
и контроля качества
лекарственных средств

С.Г. Федосеева

УТВЕРЖДАЮ

Директор БУ ВО
«Воронежский центр контроля
качества и сертификации
лекарственных средств»

Ю.И. Головкин
2021 г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

в производственный процесс БУ ВО «Воронежский центр контроля качества и сертификации лекарственных средств» результатов научно-исследовательской работы

Объект внедрения: методические рекомендации по ультразвуковой экстракции и количественному определению суммы водорастворимых полисахаридов корней одуванчика лекарственного, корней и листьев лопуха обыкновенного, листьев подорожника большого.

Авторы внедрения: доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьякова Н.А.

Источник информации: результаты научно-исследовательской работы доцента кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьяковой Н.А., представленные в патентах на изобретения, научных журналах, материалах международных и всероссийских конференций.

Место внедрения: с февраля 2020 года в производственный процесс БУ ВО «Воронежский центр контроля качества и сертификации лекарственных средств».

Результаты внедрения: Методические рекомендации по ультразвуковой экстракции и количественному определению суммы водорастворимых полисахаридов, содержащихся в лекарственном растительном сырье, характеризуются относительной простотой выполнения и хорошей воспроизводимостью.

Эффективность внедрения: Методические рекомендации по ультразвуковой экстракции и количественному определению суммы водорастворимых полисахаридов корней одуванчика лекарственного, корней и листьев лопуха обыкновенного, листьев подорожника большого вдвое сокращают время, расходуемое на анализ, а также на 10-12% повышают выход биологически активных веществ.

Начальник отдела контроля качества
БУ ВО "Воронежский ЦКК и СЛС", к.ф.н.

 В.А. Чумакова



УТВЕРЖДАЮ

Директор бюджетного учреждения
Воронежской области «Воронежский центр
контроля качества и сертификации
лекарственных средств»

Юлия Ивановна Головки

« 11 » _____ 2022 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ № 44

г. Воронеж

внедрения в производственный процесс бюджетного учреждения Воронежской области
«Воронежский центр контроля качества и сертификации лекарственных средств» результатов
научно-исследовательской работы

Объект внедрения: Методические рекомендации по заготовке лекарственного растительного сырья в Воронежской области.

Автор внедрения: доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьякова Н.А.


Источник информации: результаты научных исследований Дьяковой Н.А., представленные в «Методических рекомендациях по заготовке лекарственного растительного сырья в Воронежской области».

Место внедрения: Бюджетное учреждение Воронежской области «Воронежский центр контроля качества и сертификации лекарственных средств»

Результаты внедрения: В «Методических рекомендациях по заготовке лекарственного растительного сырья Воронежской области» обобщены результаты собственных исследований в сравнении с литературными данными по загрязнению лекарственного растительного сырья Воронежской области наиболее опасными экотоксикантами - тяжелыми металлами и мышьяком, хлорорганическими пестицидами, природными и техногенными радионуклидами.

Эффективность внедрения: Некачественное растительное сырье и получаемые из него препараты являются важными источниками поступления различных экотоксикантов в организм человека. Фитопрепараты на отечественном фармацевтическом рынке пользуются высоким спросом, что объясняется их хорошим терапевтическим эффектом и относительной безвредностью. Так, согласно актуальным данным Регистра лекарственных средств РФ на июль 2021 года, насчитывается более 2,1 тысяч лекарственных фитопрепаратов, а число биологически активных добавок на основе лекарственного растительного сырья превышает 7,9 тысяч. Переработкой лекарственных растений в России осуществляют более 100 предприятий. Потребность фармацевтической промышленности в лекарственном растительном сырье удовлетворяется за счет заготовки дикорастущих лекарственных растений (более 150 видов и более 50% в массовом эквиваленте), культивируемых лекарственных растений в специализированных хозяйствах (более 50 видов), а также за счет поступления импортного сырья. Воронежская область по климатическим и почвенным показателям в целом идеально подходит для выращивания и заготовки дикорастущих лекарственных растений. Проведенные экологические исследования лекарственного растительного сырья позволили выявить, в целом, благополучное состояние растительных ресурсов лекарственных растений в Воронежской области, а также выявить объекты хозяйственной деятельности человека, оказывающие наиболее негативное влияние на качество сырья.

Начальник отдела мониторинга безопасности лекарственных средств
и сертификации систем обеспечения качества
бюджетного учреждения Воронежской области
«Воронежский центр контроля качества
и сертификации лекарственных средств»

 / Сушков Андрей Сергеевич /

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по научной работе
Пятигорского медико-фармацевтического
института – филиала федерального
государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский
университет» Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Л.А. Коновалов Л.А. Коновалов
«01» сентября 2021 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ № 33

г. Пятигорск

внедрения в учебный процесс кафедры фармакогнозии, ботаники и технологии
фитопрепаратов Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ФГБОУ ВО
ВолГМУ МЗ РФ результатов научно-исследовательской работы

Объект внедрения: Методические рекомендации по ультразвуковой экстракции и
количественному определению суммы водорастворимых полисахаридов из лекарственного
растительного сырья.

Авторы внедрения: доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической
технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
университет» Дьякова Н.А.

Источник информации: результаты диссертационных исследований доцента кафедры
фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьяковой Н.А., опубликованные в
патентах на изобретения, научных статьях в журналах «Химико-фармацевтический журнал»,
«Химия растительного сырья».

Место внедрения: с сентября 2020 года при проведении учебных и научно-исследовательских
работ у студентов, обучающихся по специальности 33.05.01 «Фармация» и аспирантов,
обучающимися по специальности 33.06.01 «Фармация» (профиль подготовки – 14.04.02
«Фармацевтическая химия, фармакогнозия») Пятигорского медико-фармацевтического
института – филиала федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский
университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Результаты внедрения: Данные методические рекомендации являются полезными для
студентов и аспирантов при проведения учебных и научно-исследовательских работ по
стандартизации и оценке качества корней одуванчика лекарственного, корней и листьев
лопуха обыкновенного, листьев подорожника большого, корневищ и корней девясила
высокого, а также при получении и разработке лекарственных растительных препаратов на
основе указанных видов лекарственного сырья.

Эффективность внедрения: Методика характеризуется высокой точностью, правильностью,
устойчивостью, линейностью, значительно сокращают время экстракции и повышают выход
водорастворимого полисахаридного комплекса из лекарственного растительного сырья.

Профессор каф. фармакогнозии, ботаники и технологии фитопрепаратов
Пятигорского медико-фармацевтического института –
филиала ФГБОУ ВО ВолГМУ МЗ РФ.

д.фарм.н., проф. *Лоновой О.И.* *Лонов* /Попова Ольга Ивановна/

Подпись (и)
Лоновой О.И.
Заверяю: *Татьяна Владимировна*
Начальник отдела кадров
Пятигорского медико-фармацевтического института –
филиала ФГБОУ ВО ВолГМУ Минздрава России

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по научной работе
 Пятигорского медико-фармацевтического института
 – филиала федерального государственного
 бюджетного образовательного учреждения высшего
 образования «Волгоградский государственный
 медицинский университет» Министерства
 здравоохранения Российской Федерации
 Коновалов
 « » 2022 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

г. Пятигорск

внедрения в учебный процесс кафедры фармацевтического товароведения, гигиены и экологии
 Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ МЗ РФ
 результатов научно-исследовательской работы

Объект внедрения: монография «Экологическая оценка сырьевых ресурсов лекарственных растений Воронежской области».

Авторы внедрения: доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьякова Н.А.

Источник информации: результаты диссертационных исследований доцента кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьяковой Н.А., опубликованные в монографии «Экологическая оценка сырьевых ресурсов лекарственных растений Воронежской области».

Место внедрения: с 2022 года при проведении учебных и научно-исследовательских работ у студентов, обучающихся по специальности 33.05.01 «Фармация» и аспирантов, обучающимися по специальности 33.06.01 «Фармация» (профиль подготовки – 14.04.02 «Фармацевтическая химия, фармакогнозия») Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Результаты внедрения: Полученные экспериментальные данные являются полезными для студентов и аспирантов при проведении учебных и научно-исследовательских работ по оценке качества заготавливаемого лекарственного растительного сырья.

Эффективность внедрения: Проведенные в рамках Воронежской области исследования по оценке качества лекарственного растительного сырья, заготовленного в различных с точки зрения антропогенного воздействия районах области, позволяют выявить объекты хозяйственной деятельности человека, оказывающие наиболее неблагоприятное воздействие на флору. Полученные результаты исследований представляется возможным экстраполировать на другие субъекты Российской Федерации, так как площадки, выбранные для заготовки образцов, являются характерными для всех регионов страны.

Зав. каф. фармацевтического товароведения, гигиены и экологии
 Пятигорского медико-фармацевтического института –
 филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ МЗ РФ,
 к.фарм.н., доц.

Шестаков Геннадий Николаевич

Подпись(и)	<i>Владимова Т.А.</i>
Заверяю:	<i>Т.А. Владимова</i>
Начальник отдела кадров	
Пятигорского медико-фармацевтического института филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России	



УТВЕРЖДАЮ



директор по науке, инновациям и
пропаганде ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
университет», д.х.н., доц.

О.А. Козалеров
5 июля 2021 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ № 1500-122

г. Воронеж

5 июля 2021 г.

внедрения в учебный процесс кафедры управления и экономики фармации и фармакогнозии Воронежского государственного университета результатов научно-исследовательской работы

Объект внедрения: методические рекомендации по ультразвуковой экстракции и количественному определению суммы водорастворимых полисахаридов из лекарственного растительного сырья (корней одуванчика лекарственного, корней и листьев лопуха обыкновенного, листьев подорожника большого, корневищ и корней девясила высокого).

Авторы внедрения: доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьякова Н.А.

Источник информации: результаты научно-исследовательской работы доцента кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьяковой Н.А., представленные в патентах на изобретения, научных журналах, а также в материалах международных и всероссийских конференций.

Место внедрения: с сентября 2020 года в учебный процесс кафедры управления и экономики фармации Воронежского государственного университета при изучении дисциплины «Фармакогнозия» и «Фитохимический анализ и стандартизация лекарственного растительного сырья» студентами, обучающимися по специальности 33.05.01 «Фармация»; при изучении дисциплины «Фармакогнозия» ординаторами, обучающимися по специальности 33.08.03 «Фармацевтическая химия и фармакогнозия»; при изучении дисциплин «Особенности фитохимического анализа лекарственного сырья растительного происхождения» и «Методология изучения химического состава лекарственного растительного сырья, установление структуры действующих веществ, разработка методов стандартизации лекарственного растительного сырья и лекарственных форм на его основе» аспирантами, обучающимися по специальности 33.06.01 «Фармация» (профиль подготовки – 14.04.02 «Фармацевтическая химия, фармакогнозия»).

Результаты внедрения: Данные методические рекомендации являются полезными для студентов, ординаторов и аспирантов при проведения учебных и научно-исследовательских работ по стандартизации и оценке качества лекарственного растительного сырья.

Эффективность внедрения: Методика характеризуется относительной простотой выполнения, хорошей воспроизводимостью, сокращают время количественного определения водорастворимых полисахаридов более, чем в два раза, а также значительно (на 10-20%) повышают выход биологически активных веществ.

Зав. каф. управления и экономики фармации
и фармакогнозии ФГБОУ ВО «ВГУ»,
д.фарм.н., проф.



/Чупандина Елена Евгеньевна/

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке, инновациям и
цифровизации ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
университет» д.т.н. доц.
С.А. Ковалев
« 05 » _____ 2021 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ № 1500 - 12

г. Воронеж

5 июня 2021 г.

внедрения в учебный процесс кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии Воронежского государственного университета результатов научно-исследовательской работы

Объект внедрения: Результаты эколого-гигиенической оценки лекарственного растительного сырья Воронежской области.

Авторы внедрения: доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьякова Н.А.

Источник информации: результаты научно-исследовательской работы доцента кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьяковой Н.А., опубликованные в научных журналах и материалах международных и всероссийских конференций.

Место внедрения: с сентября 2020 года в учебном процессе кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии Воронежского государственного университета при изучении дисциплины «Основы экологии и охраны природы» студентами, обучающимися по специальности 33.05.01 «Фармация»; при изучении дисциплины «Экология в фармацевтической отрасли» ординаторами, обучающимися по специальности 33.08.03 «Фармацевтическая химия и фармакогнозия»; при изучении дисциплины «Фармацевтическая экология» ординаторами, обучающимися по специальности 33.08.01 «Фармацевтическая технология»; при изучении дисциплин «Фармацевтическая экология» аспирантами, обучающимися по специальности 33.06.01 «Фармация» (профиль подготовки – 14.04.02 «Фармацевтическая химия, фармакогнозия»).

Результаты внедрения: Полученные экспериментальные данные являются полезными для студентов, ординаторов и аспирантов при проведении учебных и научно-исследовательских работ по эколого-фармакогностической оценке качества лекарственного растительного сырья.

Эффективность внедрения: Проведенные обширные в рамках региона исследования позволяют грамотно планировать места заготовки лекарственного растительного сырья, в частности правильно выбирать удаленность от различных транспортных магистралей и объектов хозяйственной деятельности человека.

Зав. каф. фармацевтической химии и
фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «ВГУ»
д.фарм.н., проф.



Сливкин Алексей Иванович/



АКТ ВНЕДРЕНИЯ № 144 (1500-144)

г. Воронеж

внедрения в учебный процесс кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии Воронежского государственного университета результатов научно-исследовательской работы

Объект внедрения: Методические рекомендации по заготовке лекарственного растительного сырья в Воронежской области.

Авторы внедрения: доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьякова Н.А.

Источник информации: Методические рекомендации по заготовке лекарственного растительного сырья в Воронежской области / Н.А. Дьякова; под ред. А.И. Сливкина. – Воронеж : Издательский Дом ВГУ, 2022. – 160 с.

Место внедрения: в учебном процессе кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии Воронежского государственного университета при изучении дисциплины «Основы экологии и охраны природы» студентами, обучающимися по специальности 33.05.01 «Фармация»; при изучении дисциплины «Экология в фармацевтической отрасли» ординаторами, обучающимися по специальности 33.08.03 «Фармацевтическая химия и фармакогнозия»; при изучении дисциплины «Фармацевтическая экология» ординаторами, обучающимися по специальности 33.08.01 «Фармацевтическая технология»; при изучении дисциплин «Фармацевтическая экология» аспирантами, обучающимися по специальности 33.06.01 «Фармация».

Результаты внедрения: Полученные экспериментальные данные являются полезными для студентов, ординаторов и аспирантов при проведении учебных и научно-исследовательских работ по эколого-фармакогностической оценке качества лекарственного растительного сырья.

Эффективность внедрения: Проведенные обширные в рамках региона исследования позволяют грамотно планировать места заготовки лекарственного растительного сырья, в частности правильно выбирать удаленность от различных транспортных магистралей и объектов хозяйственной деятельности человека.

Зав. каф. фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», д.фарм.н., проф.



А.И. Сливкин
А.И. Сливкин/



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ФГБОУ ВО

ВГМУ им. Н.Н. Бурденко

проф.

В.И. Болотских

«06» июля 2021 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ № 111

г. Воронеж

внедрения в учебный процесс кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации результатов научно-исследовательской работы

Объект внедрения: методические рекомендации по экспрессному способу выделения суммы водорастворимых полисахаридов из лекарственного растительного сырья (корней одуванчика лекарственного, корней и листьев лопуха обыкновенного, листьев подорожника большого, корневищ и корней девясила высокого).

Авторы внедрения: доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьякова Н.А.

Источник информации: результаты научно-исследовательской работы доцента кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Дьяковой Н.А., представленные в патентах на изобретения, научных журналах, а также в материалах международных и всероссийских конференций.

Место внедрения: с сентября 2020 года в учебный процесс кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Результаты внедрения: Данные методические рекомендации являются полезными для студентов, обучающихся по специальности 33.05.01 «Фармация» при проведении учебных и научно-исследовательских работ по стандартизации, оценке качества лекарственного растительного сырья, а также изготовлению и производстве лекарственных растительных препаратов.

Эффективность внедрения: Методика характеризуется относительной простотой выполнения, хорошей воспроизводимостью, сокращают время количественного определения водорастворимых полисахаридов более, чем в два раза, а также значительно (на 10-20%) повышают выход биологически активных веществ.

Зав. кафедрой фармацевтической химии

и фармацевтической технологии фармацевтического факультета

ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко

Рудакова Л.В.