

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:

<https://stuservis.ru/diplomnaya-rabota/234742>

**Тип работы:** Дипломная работа

**Предмет:** Биология

Оглавление

Введение 3

ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА РАСТЕНИЯ 5

1.1. Понятие тяжелых металлов, их влияние на организм растений 5

1.2. Проблема загрязнения почв тяжелыми металлами 8

1.3. Растения как модели для биотестирования почв на содержание тяжелых металлов 13

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ 16

ГЛАВА 3. БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВ ТЕХНОГЕННЫХ ЗОН ГОРОДА МАХАЧКАЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТЕНИЙ 22

3.1 Содержание тяжелых металлов в почвах тестируемых зон города 22

3.2 Биотестирование почв на всхожесть семян растений 24

3.3 Тестирование почв на проростках редиса и кресс-салата 27

3.4 Биотестирование водных вытяжек почв на проростках редиса и кресс-салата 34

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 40

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 44

Введение

В современных условиях природная среда подвержена мощному, разностороннему техногенному загрязнению. Известно, что в связи с жизнедеятельностью человеческой цивилизации синтезируются и попадают в окружающую среду сотни тысяч новых соединений с неясными токсическими свойствами. Поэтому в почве накапливаются различные соединения природного и антропогенного происхождения, вызывающие загрязнение и токсичность.

Методы биотестирования все чаще используются для определения токсических свойств окружающей нас среды: воздуха, воды, почвы, промышленных отходов и материалов. Это связано с несколькими обстоятельствами. Во-первых, эти образования обычно содержат большое количество компонентов, токсикологические свойства которых не всегда характеризуются простой суммой индивидуальных свойств при количественном составе, определяемом аналитическим методом. Во-вторых, окружающая среда часто загрязнена нестабильными взаимодействиями и продуктами разложения, которые более токсичны, чем исходный материал. В-третьих, количество загрязняющих веществ, присутствующих в окружающей среде, значительно превышает количество удовлетворительных физико-химических аналитических методов контроля их содержания на уровне ПДК. Кроме того, поскольку большинство загрязняющих веществ аналитически не определяются из-за недостаточности оборудования, методов и стандартов, комплексные токсикологические характеристики природной среды могут быть получены независимо от состава загрязняющих веществ. Он известен и представлен повсюду.

Проведение экспериментов по влиянию различных поллютантов на растительные популяции в контролируемых условиях решает многие проблемы. Выяснить причины склонности растений к адаптации к разным резистентным и ядовитым веществам, выявить действие одних веществ, исключить влияние других факторов внешней среды, определить смертельную дозу поллютантов и т. д.

Городские почвы являются средой осаждения почти всех загрязняющих веществ и очень полезны для геохимических исследований транспортных и селитебных ландшафтов.

В связи с этим представляется целесообразным разработать комплексный метод биологического тестирования почв с разной интенсивностью автомобильно-транспортного и промышленного воздействия и оценить чувствительность различных тест-реакций к повышенному содержанию тяжелых металлов в почвах в одном и том же тесте. Сравнение чувствительности системы и других тест-систем.

Цель настоящего исследования – это биотестирования токсичности почвенного покрова техногенных зон города с различным по интенсивности автотранспортным и промышленным воздействием с помощью

растительных тест-систем (на примере г. Махачкалы).

Для достижения цели решались следующие задачи:

1. Определение содержания подвижных форм меди, свинца, кадмия, цинка и хрома в почвах техногенных зон исследуемых пунктов г. Махачкалы.
2. Установление наиболее чувствительной тест-системы к загрязнению почв техногенных зон городских территорий.
3. Выявление качественного проявления реакций индикаторных признаков тест-растений на повышенное содержание тяжелых металлов в почвах.
4. Проведение корреляционного анализа и выявление взаимосвязи между содержанием тяжелых металлов в почвах и количественным проявлением тест-откликов модельных растений.

## ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА РАСТЕНИЯ

### 1.1. Понятие тяжелых металлов, их влияние на организм растений

Почва – это источник биологической продукции, она выполняет важнейшую экологическую функцию в масштабах как конкретного биогеоценоза (экосистемные функции), так и всей биосферы (глобальные функции – атмосферные, гидросферные, литосферные, общебиосферные) [Хазиев Ф.Х., 2017].

Особенное внимание следует уделить загрязнению тяжелыми металлами, поскольку данная группа токсикантов практически не выводится из биосферы, аккумулируется и по пищевым цепочкам поднимается к человеку. На все живые организмы тяжелые металлы действуют крайне негативно, вызывая болезни практически всех органов и их систем.

Тяжелыми называются металлы, плотность которых превышает 5 г/см<sup>3</sup>, относительная атомная масса – 40 а.е.м. Это более 40 наименований, среди которых Mn, Co, Fe, Mo, Zn, Cu, Hg, Pb и др. Источниками тяжелых металлов в почвах является деятельность человека. Так, цветная металлургия является источником Pb, Zn, Cu, Hg, Mn, Sb, W, Co, Cd, черная – Ni, Mn, Pb, Cu, Zn, W, Co, энергетика – As, Sb, Se, нефтяная промышленность – Pb, Cu, Ni, Zn, Mn и т.д. [Ларионов Н.М., 2020].

Тяжелые металлы – это одна из самых токсичных групп химических веществ. Именно поэтому крайне важно не допускать попадание тяжелых металлов в организм человека, в том числе с продуктами питания [Кульмакова Н.И., 2017].

Одним из живых организмов, которые страдают от воздействия тяжелых металлов, являются растения. Так, тяжелые металлы тормозят рост растений. В частности, проведенные многочисленные опыты говорят о том, что под влиянием тяжелых металлов у растений снижаются линейные размеры корней, побегов, снижается биомасса. Так, например, Иванов В.Б., Быстрова Е.И., Серегин И.В. инкубировали двухнедельные проростки кукурузы на растворах солей Ag, Pb, Cd, Zn, Cu, Co, Ti, Hg. Уровень токсичности оценивался через прирост корня на 1-е, 2-е и 3-е сутки после начала инкубации, а также через изменение длины боковых корней. Было выявлено, что самым токсичным металлом оказался Ti. Далее следовали Ag, Cd, Hg, Co, Zn, Pb. Отношение летальной концентрации тяжелых металлов к минимальной, при которой начинается замедление роста, составило около 10 [Иванов В.Б., 2003].

Казнина Н.М., Титов А.Ф., Батова Ю.В., Лайдинен Г.Ф. указывают на то, что кадмий вызывает замедление роста побегов щетинника зеленого. Вместе с тем это не влияет на рост корневой системы, накопление биомассы. Авторы обнаружили негативное влияние кадмия на устричный аппарат растения [Казнина Н.М., 2014].

Установлено, что степень ингибирования роста, его характер зависит токсичности металла, его концентрации, продолжительности воздействия на растение, биологических особенностей вида растений, его возраста. В частности, Казнина Н.М., Титов А.Ф., Топчиева Л.В., Лайдинен Г.Ф., Бытова Ю.В. изучали возрастные различия в реакции 3-х дневных и 7-ми дневных растений ячменя сорта Зазерский 85 на действие 40 мкМ кадмия. Было выявлено, что при 4-х дневной экспозиции на растворе кадмия у прорастающих семян происходит торможение роста корня, снижается активность фотосинтеза. Вместе с тем у проростков активный рост корня, фотосинтез сохраняются [Казнина Н.М., 2012].

Выявлено, что тормозящее действие металлов на рост растений связано с их воздействием на деление, растяжение клетки. В частности, под действием тяжелых металлов происходит снижение интенсивности клеточного деления, снижается число клеток на всех фазах митоза, растет продолжительность отдельных фаз митоза, всего митотического цикла [Титов А.Ф., 2014]. Если концентрация тяжелых металлов высока, то наблюдаются цитогенетические нарушения, в частности спирализация хромосом, нарушение процесса расхождения хромосом к полюсам клетки вплоть до полного отсутствия расхождения. Наблюдаются

тетраплоидные клетки. Например, Довгалюк А.И., Калиняк Т.Б., Блюм Я.Б. изучили данный эффект на примере лука репчатого. Было установлено, что самыми токсичными в данном случае выступают  $ZnSO_4$ ,  $Pb(CH_3COO)_2$ ,  $Al(NO_3)_3$ . Далее идут  $NiSO_4$ ,  $CdCl_2$  и  $CuSO_4$  [Довгалюк А.И., 2001].

Тяжелые металлы крайне негативно влияют не только на рост, но и на развитие растений. Так, при увеличении концентрации тяжелых металлов в среде происходит задержка развития растений, задержка в наступлении фенологических фаз. Это приводит к увеличению продолжительности вегетационного периода. В ряде случаев нарушения такие тяжелые, что генеративная фаза не наступает вовсе. Например, Казнина Н.М., Лайдинен Г.Ф., Титов А.Ф. показали, что при наличии в среде цитрата кадмия в концентрации 800 мг/кг происходит снижение длины конуса нарастания, число закладываемых соцветий, замедляется онтогенез в целом, снижается продуктивность колоса. При этом в более поздние сроки развития растения более устойчивы, чем на ранних этапах своего онтогенеза. Если концентрация очень высокая, то развитие растения может полностью остановиться. Авторы связывают данный эффект с нарушением метаболизма в меристеме, нарушением минерального питания [Казнина Н.М., 2006].

Еще одна «мишень» для воздействия тяжелых металлов на растения – это процесс фотосинтеза. При этом снижение скорости фотосинтеза связывается как со структурными нарушениями, которые вызываются тяжелыми металлами, так и с функциональным дефицитом. В частности, в присутствии тяжелых металлов происходит изменение анатомической структуры листа – становятся меньше размеры клеток его мезофилла, толщина клеточной стенки, наблюдается снижение числа, размера хлоропластов, размера замыкающих клеток устьиц.

Так, например, Кособруков А., Князева М., Мудрик В. изучали влияние свинца на фотосинтез, анатомию подорожника большого. Было показано, что суммарная сухая масса растений при 500 и 2000 мг/кг  $Pb$  в почве составляла соответственно 70 и 54 % от контрольных растений. Уменьшение площади листа и изменение структуры листа вызывали снижение фотосинтеза [Kosobrukhov A., 2004].

Нарушается и микроструктура, в частности строение хлоропластов. Это проявляется в снижении числа гран, тилакоидов, в снижении проницаемости клеточных мембран [Molas., 1997].

Таким образом, тяжелые металлы – это опасная группа токсикантов, которая попадает в окружающую среду, преимущественно, вследствие деятельности промышленных предприятий. Эта группа химических веществ отличается устойчивости к вымыванию из почв, в которой они могут содержаться до нескольких тысяч лет. Тяжелые металлы наносят вред любому живому организму, в том числе человеку. Это позволяет говорить о необходимости контроля попадания тяжелых металлов в организм человека, в том числе с продуктами питания растительного происхождения.

## 1.2. Проблема загрязнения почв тяжелыми металлами

Исследование почв на предмет содержания в них тяжелых металлов проводится в рамках почвенного экологического мониторинга (далее – ПЭМ). ПЭМ – это система, в рамках которой проводится регулярный контроль почв, анализ их состояния в динамике. Такой мониторинг может быть глобальным, региональным, локальным [Семенова И.В., 2016].

Определение содержания тяжелых металлов в почвах начинается с отбора проб, который проводится на основании специальных методик и норм, например, в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 [ГОСТ 17.4.3.01-83]. В целом источниками тяжелых металлов в окружающей среде является деятельность человека. Так, цветная металлургия является источником  $Pb$ ,  $Zn$ ,  $Cu$ ,  $Hg$ ,  $Mn$ ,  $Sb$ ,  $W$ ,  $Co$ ,  $Cd$ , черная –  $Ni$ ,  $Mn$ ,  $Pb$ ,  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $W$ ,  $Co$ , энергетика –  $As$ ,  $Sb$ ,  $Se$ , нефтяная промышленность –  $Pb$ ,  $Cu$ ,  $Ni$ ,  $Zn$ ,  $Mn$  и т.д. Весомый вклад вносит и автотранспорт. Также источниками свинца в почвах могут быть карьеры и шахты полиметаллических руд, химические сверстава защиты сельскохозяйственных культур от заболеваний и вредителей.

Так, Соболева Е.В., Ковековдова Л.Т. изучали содержание свинца в почвах г. Уссурийска и Уссурийского района Приморского края. Явно видно, что рост концентрации свинца в почве идет пропорционально мощности грузопотока. Так, при грузопотоке в 570 автомашин в час концентрация свинца составила 40,6 мг/кг, 1163 автомашин в час – 61,1 мг/кг. Авторы провели анализ содержания свинца в растениях и показали, что она также остается высокой. Авторы сделали вывод, что древесные растения накапливают больше свинца в листовых пластинах, травянистые – в корневой системе. Например, береза плосколистная в листьях накапливает до 2,7 мг/кг свинца, в коре – до 13,7 мг/кг свинца, в ауксильстах – до 7,2 мг/кг свинца. При этом одуванчик накапливает до 2,5 мг/кг свинца в соцветии, до 14,9 мг/кг свинца в листьях и до 17,8 мг/кг свинца в корнях [Соболева Е.В., 2003].

Важно понимать, что эти металлы накапливаются в растениях, затем с детритом попадают в почву. Кроме того, аналогичными свойствами обладают и пищевые растения, что приводит к попаданию тяжелых металлов в организм человека. Так, Петровой Е.Е. и Райхер Е.В., которые изучали концентрацию свинца в

пшенице на территории Алтайского края, показали, что данное растение поглощает свинец более всего в 50-200 метровой зоне вблизи автомагистралей. Концентрация свинца при этом превышает ПДК [Петрова Е.Е., 2013].

Зальвская О.С., Хрущева С.В., Бабич Н.А. также отмечают, что наибольший поток тяжелых металлов характерен для промышленных предприятий, особенно для предприятий цветной металлургии и автотранспорта. При этом урбанизация приводит к постоянному повышению

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андриенко Л.Н. Метод биотестирования как способ оценки влияния тяжелых металлов на растения / Л.Н. Андриенко, Н.К. Трубина // Омский научный вестник, 2006. – № 1 (34). – С. 166-169.
2. Ахмедова А.М. Исследование влияния автомобильного движения на динамику изменения тяжелых металлов в почвах Дагестана / А.М. Ахмедов, М.Р. Бабаев, И.М. Газилиев, И.А. Идрисов // Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН, 2014. – № 63. – С. 281-284.
3. Гаджирамазанова А.Г. Загрязнение почв Махачкалы тяжелыми металлами / А.Г. Гаджирамазанова, Ш.А. Расулов // Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН, 2012. – № 61. – С. 263-264.
4. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200012800> (дата обращения: 07.05.2020).
5. Гусев А.И. Биохимические индикаторы накопления тяжелых металлов растениями на горно-рудных предприятиях горного и рудного Алтая / А.И. Гусев, О.И. Гусева // Вестник ВГУ, Серия: геология, 2012. – № 1. – С. 194-199.
6. Гусейнова Н.О. Экологические геоинформационные системы как инструмент анализа устойчивого развития территории г. Кизилюрт / Н.О. Гусейнова, Р.Т. Раджабова // Юг России: экология, развитие, 2014. – Т. 9. – № 4. – С. 17-26.
7. Довгалюк А.И. Цитогенетические эффекты солей токсичных металлов в клетках апикальной меристемы корней проростков *Alliumcepa* L. / А.И. Довгалюк, Т.Б. Калиняк, Я.Б. Блюм // Цитология и генетика. 2001. Т. 35, № 2. С. 3-10.
8. Егошина Т.Л. Свинец в почвах и растениях северо-востока Европейской части России / Т.Л. Егошина, Л.Н. Щихова // Вестник Оренбургского государственного университета, 2008. – № 10. – С. 135-141.
9. Зальвская О.С. Свинец в системе почвы – древесные растения в урбанизированной среде / О.С. Зальвская, С.В. Хрущева, Н.А. Бабич // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2009. – № 1. – С. 39-43.
10. Иванов В.Б. Сравнение влияния тяжелых металлов на рост корня в связи с проблемой специфичности и избирательности их действия / В.Б. Иванов, Е.И. Быстрова, И.В. Серегин // Физиология растений, 2003. – Т. 50. – № 3. – С. 445-454.
11. Иванов В.С. Роль промышленных предприятий в формировании загрязнения почвенного покрова кобальтом, медью, свинцом / В.С. Иванов // Вестник Витебского государственного медицинского университета, 2011. – Т. 10. – № 3. – С. 143-150.
12. Ильин В.Б., Степанова М.Д. Распределение свинца и кадмия в растениях пшеницы, произрастающих на загрязненных этими металлами почвах //Агрохимия. – 1980. – № 5. – С. 144 - 119.
13. Казнина Н.М. Влияние возрастных различий на реакцию растений ячменя на действие кадмия / Н.М. Казнина, А.Ф. Титов, Л.В. Топчиева, Г.Ф. Лайдинен, Ю.В. Батова // Физиология растений, 2012. – Т. 59. – № 1. – С. 74.
14. Казнина Н.М. Влияние кадмия на апикальные меристемы стебля растений ячменя / Н.М. Казнина, Г.Ф. Лайдинен, А.Ф. Титов // Онтогенез, 2006. – Т. 37. – № 6. – С. 444-449.
15. Казнина Н.М. Устойчивость растений *Setariaviridis* (L.) Beauv. к воздействию кадмия / Н.М. Казнина, А.Ф. Титов, Ю.В. Батова, Г.Ф. Лайдинен // Известия российской академии наук. Серия биологическая, 2014. – № 5. – С. 474.
16. Кондаков Г.В. Биоиндикация Микробиологические показатели: учебное пособие / Г.В. Кондакова. – Ярославль: ЯрГУ, 2007. – 136 с.
17. Кульмакова, Н.И. Общая токсикология: учеб. пособие / Н.И. Кульмакова. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2017. – 139 с.\
18. Ларионов, Н.М. Промышленная экология: учебник и практикум для СПО / Н.М. Ларионов, А.С. Рыбышенков. - 2-е-изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 382 с.
19. Ляшко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие. – СПб.: СПб ГТУРП, 2012. – 67 с.

20. Минвалиева С.Р. Определение тяжелых металлов почвенного покрова северной части и промышленной зоны г. Нефтекамск Республики Башкортостан / С.Р. Минвалиева, С.А. Онина // Бюллетень науки и практики, 2018. – Т. 4. – № 11. – С. 121-127.
21. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / Институт экспериментальной метеорологии, МГУ им. М. В. Ломоносова ; под ред. Н. Г. Зырина, С. Г. Малахова. - Москва : Гидрометеоиздат, Моск. отд-ние, 1981. - 109 с.
22. Методы биохимического исследования растений. Под ред. А.И. Ермакова. Л.: «Колос», 1972. – 456 с.
23. Морозова М.Е. Влияние солей тяжелых металлов на синтез пролина LemnaminorL. / М.Е. Морозова, Т.В. Сторчак // Вестник Нижневартовского государственного университета, 2017. – С. 119-124.
24. Петрова Е.Е. Влияние автотранспорта на накопление цинка и свинца в почвах и их биологические поглощение пшеницей мягкой (*Triticumaestivum*) в придорожных агроценозах (в условиях Алейского района Алтайского края) / Е.Е. Петрова, Е.В. Райхерт // Известия Алтайского государственного университета, 2013. – Т. 2. – № 3 (79). – С. 42-46.
25. Поляк Ю.М. Биодиагностика состояния окультуренной городской почвы, загрязненной тяжелыми металлами, методами биоиндикации и биотестирования / Ю.М. Поляк, Л.Г. Бакина, Н.В. Маячкина, И.В. Дроздова, А.В. Каплан, Д.Л. Голод // Почвы и окружающая среда, 2018. – Т. 1. – № 4. – С. 231-242.
26. Семенова В.В. Аккумуляция тяжелых металлов представителями рода тысячелистник (*AchilleaL.*) в условиях высотной зональности северо-восточного Кавказа / В.В. Семенова. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Нижний Новгород, 2020. – 23 с.
27. Семенова, И.В. Промышленная экология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.В. Семенова. – М.: Издательский центр «Академия», 2016. – 528 с
28. Соболева Е.В. Свинец в почвах и растениях г. Уссурийска и Уссурийского района / Е.В. Соболева, Л.Т. Ковековдова // Исследовано в России, 2003. – Т. 6. – С. 2188-2195.
29. Титов А.Ф. Тяжелые металлы и растения / А.Ф. Титов, Н.М. Казнина, В.В. Таланова. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014. – 194 с.
30. Хазиев, Ф.Х. почва и экология / Ф.Х. Хазиев // Вестник Академии наук Республики Башкортостан, 2017. – Т. 24. – № 3 (87). – С. 29-38.
31. Шунелько Е.В. Многокомпонентная биоиндикация городских транспортно-селитебных ландшафтов: Дис. ... канд. биол. наук. – Воронеж., 2000. – 245 с.
32. Kosobrukhov A., Knyazeva I., Mudrik V. Plantago major plants responses to increase content of lead in soil: Growth and photosynthesis // J. Plant Growth Regul. 2004. V. 42. P. 145-151.
33. Molas J. Changes in morphological and anatomical structure of cabbage (*Brassica oleracea L.*) outer leaves and in ultrastructure of their chloroplasts caused by an in vitro excess of nickel // Photosynthetica. 1997. V.34, №4. P. 513-522.

*Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:*

<https://stuservis.ru/diplomnaya-rabota/234742>