

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию **Фрунзе Оксаны Валентиновны** на тему **«Повышение экологической безопасности урбанизированных территорий фитореабилитацией почв с получением биотоплива»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.19 – экологическая безопасность строительства и городского хозяйства

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, семи разделов, выводов и рекомендаций, списка использованных источников из 242 наименований. Содержит 181 страницу, в том числе 147 страниц основного текста, 29 полных страниц с рисунками и таблицами, 29 страниц списка использованной литературы, приложений.

Актуальность избранной темы

Проблема загрязнения и очистки почв, грунтов и территорий продуктами антропогенной деятельности всегда являлась и является актуальной. Загрязнение городских почв тяжелыми металлами рассматривается в вопросах экологической безопасности и требует незамедлительного решения, направленного на восстановление деградированных почв с целью создания чистой и безопасной для живых организмов окружающей среды. Рассматриваемая тема, направленная на восстановление качества окружающей урбанизированной территории методом фиторемедиации, является современной и интересной.

Степень обоснованности научных положения, выводов и рекомендаций

Результаты диссертационного исследования базируются на широком всестороннем анализе исследований, посвященных фитореабилитации почв и грунтов.

Исследования проведены полевым методом по схеме полного трехфакторного трехуровневого эксперимента, а лабораторные методы хроматографии, спектрофотометрии, колориметрии и атомно-абсорбционного анализа проведены на современном оборудовании по классическим методикам. Полученные данные обработаны статистически по методу Даннета с помощью специального пакета программ для статистической обработки результатов биологических экспериментов.

Все положения, выносимые на защиту, теоретически обоснованы и подтверждены лабораторными и полевыми исследованиями, и, следовательно, являются адекватными и обоснованными.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций.

Научная новизна диссертационной работы :

– для технологии восстановления почв, загрязненных соединениями кобальта, марганца, хрома и свинца в условиях полиметаллического стресса произведен подбор видов растений-гипераккумуляторов: *Ageratum houstonianum* cv. *Bule Lagoon*, *Alyssum maritimum* Lam., *Brassica napus* L., *Cosmos sulphureus* Cav., *Linum usitatissimum* L., *Atriplex hortense* L., *Miscanthus sinensis* L. Экспериментальные объекты обладают высокой сорбционной способностью, устойчивы к высоким концентрациям тяжелых металлов, обладают большой скоростью роста, быстро набирают биомассу, обладают высокой теплотой сгорания, благодаря чему обеспечивают экономически выгодную и экологически безопасную утилизацию;

– установлены наиболее эффективные энергетические культуры в условиях полиметаллического стресса, которые могут быть вовлечены в соответствующие технологические процессы в качестве сырья для получения биотоплива. Теплота сгорания *Brassica napus* L., *Linum usitatissimum* L., *Atriplex hortense* L., *Miscanthus sinensis* L. составляет 16,5-18,0 МДж/кг. Показана связь биопродуктивности растений с их теплотой сгорания;

– экспериментально подтверждена способность изученных видов растений-гипераккумуляторов сорбировать из почвы высокие концентрации тяжелых металлов и аккумулировать их в вегетативных органах. Для *Ageratum houstonianum* cv. *Bule Lagoon*, *Alyssum maritimum* Lam., *Brassica napus* L., *Cosmos sulphureus* Cav. и *Linum usitatissimum* L. фактор переноса металла превысил 15, что указывает на их высокую сорбционную способность;

– экспериментально доказана эффективность предложенной технологии фиторемедиации загрязненных тяжелыми металлами почв;

– установлено, что загрязнение почвы ионами тяжелых металлов не оказывает негативного влияния на биохимические показатели видов-гипераккумуляторов, что позволяет их рекомендовать для фитовосстановления деградированных почв.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационного исследования подтверждается использованием специального оборудования и приборов, хорошей сходимостью результатов теоретических и натурных исследований и не вызывает сомнений.

Основное содержание работы.

Во **введении** обоснована актуальность темы, сформулирована цель и задачи диссертационного исследования, показана связь с научными программами, темами, приведены научная новизна, практическое значение полученных результатов, положения, выносимые на защиту.

В первом разделе проанализированы негативные аспекты влияния загрязнения почвы тяжелыми металлами на экологическую безопасность урбанизированных территорий, рассмотрено современное состояние и пути усовершенствования методов восстановления деградированных почв.

Дано толкование термину «фиторемедиация» и пояснен механизм протекания процесса. Дана характеристика растений по отношению к загрязняющим веществам, в том числе к тяжелым металлам. Но не поставлены задачи исследований.

Во втором разделе разработана схема проведения эксперимента, описаны объекты, методы и методики исследований. В качестве загрязнителей использовались сульфат кобальта, сульфат марганца и сульфат хрома. Концентрации марганца составляли 0-3 г/кг, кобальта – 0-10 мг/кг, хрома – 0-6 мг/кг.

В третьем разделе произведен отбор видов декоративных травянистых растений, устойчивых к загрязнению почвы ионами тяжелых металлов по данным индекса толерантности и показателям биопродуктивности растений, с целью их дальнейшего использования в технологии фитореабилитации деградированных почв.

По индексу толерантности выделены группы растений:

- устойчивых к полиметаллическому стрессу,
- относительно устойчивые (толерантные),
- . чувствительные.

В четвертом разделе приведены результаты экспериментальных данных теплоты сгорания растений в условиях полиметаллического стресса, изменению площади листовой пластины и фотосинтетической активности. Выявлены наиболее эффективные энергетические культуры, с целью их вовлечения в технологические процессы в качестве биотоплива.

Теплота сгорания у разных видов растений неодинакова и колеблется от 10 до 23 МДж/кг.

На основании полученных экспериментальных данных выделены наиболее перспективные в качестве биотоплива культуры.

Культуры рассматриваются как эффективный возобновляемый энергетический ресурс, с высокой урожайностью. Средняя урожайность *Miscanthus sinensis* L. – 15-20 т/га, *Brassica napus* L. – 3-3,5 т/га, у *Linum usitatissimum* L. – 1,5-2 т/га, у *Atriplex hortense* L., *Bromus arvensis* L. урожайность варьирует от 1 до 1,5 т/га.

В пятом разделе выполнена оценка сорбционной способности растений, определен фактор переноса тяжелых металлов в системе почва-растение с целью выявления растений-гипераккумуляторов. В вариантах внесения в почву ионов кобальта в концентрации 1 ПДК наблюдалось повышение содержания металла в вегетативных органах *Ageratum houstonianum* cv. *Bule Lagoon*, *Alyssum maritimum* Lam., *Brassica napus* L., *Cosmos sulphureus* Cav., *Linum usitatissimum* L., *Atriplex hortense* L. в 2-6 раз.

При увеличении концентрации поллютанта до 2 ПДК концентрация ионов кобальта в органах растений увеличилась в 6-10 раз. При внесении в почву марганца концентрации 1 ПДК наблюдалось повышение содержания данного металла в вегетативных органах *Ageratum houstonianum* cv. *Bule Lagoon*, *Alyssum maritimum* Lam., *Brassica napus* L., *Cosmos sulphureus* Cav., *Linum usitatissimum* L., *Atriplex hortense* L. в 4-6 раз по сравнению с растениями, выращенными на незагрязненной почве. При дальнейшем увеличении концентрации поллютанта до 2 ПДК также увеличивалась концентрация ионов марганца в вегетативных органах растений в 6-10 раз.

У проростков *Echinacea purpurea* L., *Agrostemma githago* L., *Silene coeli rosa*, *Phacelia tanacetifolia* L., *Phacelia tanacetifolia* L., *Zinnia agnustifolia* H., *Tagetes erectus* L. при внесении в почву 1 ПДК Mn также наблюдали способность сорбировать ионы марганца в 2-3 раза, в сравнении с контролем.

При внесении в почву ионов марганца в концентрации 1 и 2 ПДК практически не прослеживалось достоверного увеличения металла в вегетативных органах растений. Подобная закономерность отмечена и при внесении в почву ионов хрома.

Исследования показали, что у *Ageratum houstonianum* cv. *Bule Lagoon*, *Alyssum maritimum* Lam., *Brassica napus* L., *Cosmos sulphureus* Cav. и *Linum usitatissimum* L. фактор переноса металла превысил 15 для Co, Mn и Cr, что говорит о высокой сорбционной способности данных видов растений.

У *Atriplex hortense* L., *Echinacea purpurea* L., *Agrostemma githago* L., *Silene coeli rosa*, *Phacelia tanacetifolia* L., *Zinnia agnustifolia* H., *Tagetes erectus* L. фактор переноса металла колебался от 6,5 до 3,2, что также показывает значительную способность данных видов растений к накоплению ионов Co, Mn и Cr. Наименьшую способность накапливать ионы тяжелых металлов показали проростки *Salvia splendens* L., *Petunia Hybrida Grandiflora*, *Calendula officinalis* L., *Dahlia variabilis* Desf., фактор переноса металла которых не превысил 1,0.

В шестом разделе приводятся результаты полевого исследования фиторемедиации почв с высоким содержанием свинца возле автомобильной дороги II типа (не скоростная дорога с интенсивностью движения >6000 ед./сутки) с использованием поглощения свинца клецвиной. Определено изменение концентрации свинца в почве в зависимости от расстояния от кромки дороги. Исследованиями показано, что в результате жизнедеятельности растений до 50% снижается концентрация тяжелых металлов в почве.

Предложена технология фиторемедиации почвы и оценена ее экономическая эффективность.

В седьмом разделе с целью повышения устойчивости растений-гипераккумуляторов, которые используются в технологии фиторемедиации загрязненных территорий, в условиях полиметаллического стресса, исследованы их биоадаптационные характеристики: активность антиоксидантной системы и содержание стрессовых аминокислот.

Замечания к работе.


1. Для более четкого представления о морфологии изучаемых растений следовало бы кроме описания привести их иллюстративные изображения.
2. Все разделы работы представлены в виде результатов и их обсуждений без конкретных выводов.
3. Чтобы утверждать об эффективности очистки почвы от тяжелых металлов растениями различных видов, следовало бы привести коррекцию накопленного в растениях количества тяжелых металлов с их уменьшением в почве.
4. Категория автодорог (в данном случае – II) не является определяющим критерием источника опасности антропогенного загрязнения тяжелыми металлами.
5. Нет сведений о распределении накопленных металлов по всем частям растений в зависимости от вида, что является очень важным для технологии уборки и вторичного загрязнения грунта: стричь только надземную часть или удалять с корневой системой.
6. Представленные акты внедрения не убедительны и не несут никакой конкретики. Какие виды растений и на какой территории использованы, какие подтвержденные эффекты достигнуты? Наиболее оптимальным актом реализации разработки в данном случае были бы хотя бы агрономические методические рекомендации по посадке, уходу, сбору и подготовке «сенажа» в качестве топлива.

Общее заключение о диссертационной работе.

Несмотря на указанные замечания, считаю, что диссертация **«Повышение экологической безопасности урбанизированных территорий фитореабилитацией почв с получением биотоплива»**, является завершенной научной работой, содержит научные решения актуальной проблемы, отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, **Фрунзе Оксана Валентиновна**, заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.19 - экологическая безопасность строительства и городского хозяйства.

Настоящим, я, Дрозд Геннадий Яковлевич, даю согласие на автоматизированную обработку персональных данных с указанием фамилии, имени, отчества.

Официальный оппонент
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры промышленного,
гражданского строительства и
архитектуры Института строительства,
архитектуры и ЖКХ Луганского
национального университета имени
Владимира Даля

 Г.Я. Дрозд

Подпись д.т.н., профессора
Дрозд Г.Я. заверяю:
Ученый секретарь ГОУ ВПО
«Луганский национальный университет
имени Владимира Даля»



 И. Г. Дейнека

91034, г. Луганск, квартал Молодежный,
20-а, тел.: +38(0642) 34-48-18,
факс: +38(0642) 34-48-48,
E-mail: dahl.univer@yandex.ru