

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ГУ «Научно-исследовательский институт «Реактивэлектрон»

доктор технических наук

Полищук В.С.

2020 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертации Фрунзе Оксаны Валентиновны на тему «Повышение экологической безопасности урбанизированных территорий фиторемедиацией почв с получением биотоплива», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.19 – экологическая безопасность строительства и городского хозяйства

Актуальность для науки и практики

Актуальность темы, представленной на отзыв диссертации, определена необходимостью охраны и восстановления почв урбанизированных территорий. В вопросах экологической безопасности эта проблема остро стоит в промышленно развитых регионах всего мира, где расположены крупные индустриальные металлургические предприятия, сосредоточены многочисленные автотранспортные магистрали. 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. Сегодня в мировой практике используют технологии очистки почв: фиксацию тяжелых металлов с помощью почвенных добавок, складирование на свалках, экстракцию, выщелачивание, однако данные методы требуют значительных капиталовложений. Фиторемедиация рассматривается как эффективная, менее затратная альтернатива общепринятым рекультивационным технологиям восстановления окружающей среды.

В рассматриваемой диссертационной работе основное внимание уделено исследованию одной из важных проблем – восстановлению почв, загрязненных ионами тяжелых металлов путем совершенствования технологии фиторемедиации, с целью повышения экологической безопасности городских систем и промышленных объектов.

Фрунзе О.В. впервые систематизировала результаты экспериментальных исследований по технологиям очистки почв, загрязненных, в том числе и соединениями тяжелых металлов в

промышленных зонах предприятий Донецкой Народной Республики. Это позволило ей чётко сформулировать цель диссертационной работы и задачи исследований, направленные на ее достижение.

Особого внимания так же заслуживают:

- результаты анализа причин, вызывающих ухудшение экологического состояния почв городских систем Донецкого региона;
- исходных данные негативного влияния ионов тяжелых металлов на биосистемы, как одного из стрессовых факторов урбанизированных территорий.

Кроме этого следует отметить, что соискатель *установила* ранее неизвестные зависимости теплоты сгорания растений от их фотосинтетической активности и морфометрических показателей площади листовой поверхности, а так же *подтвердила* правильность установленных ранее закономерностей влияния биометрических показателей растений на их сорбционную способность, фактор переноса металла в технологии фиторемедиации почв.

Выводы и рекомендации по данной проблеме представляют большой практический интерес для повышения уровня экологической безопасности урбанизированных территорий.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

Основные научные результаты, полученные автором, заключаются в следующем:

- *разработана* малозатратная, экономически выгодная и экологически безопасная технология фиторемедиации деградированных почв, загрязненных тяжелыми металлами, с последующей утилизацией отработанного биоматериала;
- для уменьшения уровня загрязнения почв возле металлургических предприятий *произведен отбор* устойчивых к полиметаллическому стрессу видов декоративных травянистых растений, по данным индекса толерантности, морфометрическим показателям и скорости роста;
- для получения биоэнергетического сырья в технологии фиторемедиации почв *выявлены* виды декоративных травянистых растений с наибольшей теплотой сгорания в условиях полиметаллического стресса, *определены* наиболее эффективные энергетические культуры;
- для повышения эффективности фиторемедиации почв возле металлургических предприятий *произведен отбор* растений-гипераккумуляторов тяжелых металлов по данным фактора переноса и показателям сорбционной способности;

– для фиторемедиации почв с высоким содержанием свинца возле автомобильных дорог *исследована* сорбционная эффективность устойчивых к загрязнению растений-гипераккумуляторов тяжелых металлов;

– *проведена* опытно-промышленная апробация технологии фиторемедиации почв возле металлургических предприятий в условиях полиметаллического стресса, *определена* экономическая эффективность и стоимостные преимущества технологии;

– для повышения устойчивости видов-гипераккумуляторов тяжелых металлов при выполнении функции фиторемедиации почв *изучены* биоадаптационные характеристики растений.

Значимость результатов исследований для науки и производства заключается в следующем:

– 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;

– *выведены* аналитические зависимости степени концентрирования свинца в побегах растений от его концентрации в растворе; доказано, что ширина высева растений должна составлять до 10 м от кромки дороги II типа (не скоростная дорога с интенсивностью движения >6000 ед./сутки). Экспериментально доказана логистическая зависимость распределения концентрации ионов кобальта, марганца и хрома между вегетативными

органами растений и содержанием металлов в почве во время контролируемого процесса фиторемедиации в полевых условиях;

– 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.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

ГУ «Научно-исследовательский институт «Реактивэлектрон» считает целесообразным продолжить работу по тематике представленного исследования в направлении дальнейшего совершенствования практических рекомендаций для очищения загрязненных тяжелыми металлами городских территорий и промышленных зон предприятий с применением технологии фиторемедиации. По нашему мнению, дальнейшее практическое использование результатов и выводов диссертации может быть направлено, прежде всего, на выявление на территории Донбасса наиболее загрязнённых тяжёлыми металлами промышленных зон и на поиск других видов растений-гипераккумуляторов тяжёлых металлов.

Общие замечания

Принципиальных замечаний по работе нет. В автореферате диссертации недостаточно проработаны вопросы утилизации биомассы, а именно: не рассмотрены технологические методы переработки золы. Образующаяся после сжигания биомассы зола содержит как биогенные, так и абиогенные микроэлементы и, поэтому, не может применяться в качестве удобрения (стр. 14, рис. 12). Дальнейшее использование золы возможно только после разделения указанных микроэлементов.

Указанное выше замечание никоим образом не снижает ни ценность полученных результатов, ни уровень диссертационной работы. Разработка методов утилизации золы может быть направлением дальнейших исследований направленных на разработку методов фитореабилитации, включающих комплексную переработку биомассы.

Заключение

Диссертация Фрунзе О.В. представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, на весьма актуальную тему. Новые научные результаты, полученные соискателем, имеют важное значение для науки и практики городского хозяйства в области повышения экологической

безопасности урбанизированных территорий. Сформулированные в работе выводы и рекомендации достаточно обоснованы.

Работа *отвечает* требованиям п.2.2 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Фрунзе О.В. *заслуживает* присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.19 – экологическая безопасность строительства и городского хозяйства.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании Ученого совета ГУ «Научно-исследовательский институт «Реактивэлектрон» «15» сентября 2020г., протокол № 3.

Настоящим я, Удодов Иван Александрович, даю согласие на автоматизированную обработку персональных данных с указанием фамилии, имени, отчества.

Кандидат химических наук, доцент,
Заместитель генерального директора
ГУ «Научно-исследовательский институт «Реактивэлектрон»
по научной работе,
Заведующий отделом синтеза неорганических веществ
и препаратов для сельского хозяйства

Удодов Иван Александрович

Личную подпись канд. хим. наук, доц. Удодова Ивана Александровича заверяю:

Инспектор отдела кадров
ГУ «НИИ «Реактивэлектрон» _____ Г.Н. Жукоцкая

Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт «Реактивэлектрон» Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики,
83049, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Бакинских комиссаров, 17 а.

Тел.: +38(062) 340-24-50, +38(050) 4709410, E-mail: reaktivelektron@mail.ru