

Внедрение *биоэнергетики* способно одновременно решить несколько экологических проблем: переработку коммунальных отходов и получение энергии. Существует ряд потенциальных сфер применения и технологических вариантов использования *биомассы* для производства энергии: сжигание древесной биомассы и получение биогаза из сельскохозяйственных и промышленных отходов для производства тепло- и электроэнергии. Леса выступают основным источником биомассы: объемы перерабатываемой древесины на лесопильных и деревообрабатывающих производствах республики позволяют в настоящее время ежегодно получать и использовать в энергетических целях до 1,5 млн. м<sup>3</sup> отходов деревообработки – одного из самых дешевых видов сырья для производства древесной топливной щепы.

Принципиально новым направлением энергосбережения в республике является использование твердых бытовых отходов (167 полигонов) и отходов растениеводства (солома, ботва и др.) в качестве топлива. Для Беларуси перспективным также является использование в качестве энергоносителя рапсового масла. Причем, выращивание рапса возможно и на загрязненных после чернобыльской катастрофы территориях, т. к. его семена не накапливают радиацию [3].

Среди ограничений в производстве энергии и топлива из биомассы можно выделить неоднозначное отношение к надежности и экономической целесообразности использования данного топлива, а также не стабильность цен на него.

Таким образом, мы пришли к выводу, что внедрение альтернативных энергоресурсов в народнохозяйственный комплекс страны имеет множество проблем, но в тоже время наметилась устойчивая тенденция роста числа альтернативных энергоустановок, поскольку развитие возобновляемой энергетики важно для хозяйства Республики Беларусь является важным, как в экологическом, так и экономическом аспектах. Чтобы обеспечить непрерывное и доступное по стоимости энергоснабжение, целесообразно использовать гибридные автономные системы на основе сочетания различных источников энергии.

### Литература

1 Государственная программа развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011–2015 гг. [Электронный ресурс] / Национальный реестр правовых актов РБ, 2010 г., № 304, 5/33018. – URL: <http://www.government.by/> – Дата доступа: 03.03.2014.

2 Государственный кадастр возобновляемых источников энергии РБ [Электронный ресурс] / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ. – URL: <http://www.minpriroda.gov.by/> – Дата доступа: 03.04.2014.

3 Кундас, С. П. Возобновляемые источники энергии: монография / С. П. Кундас, С. С. Позняк, Л. В. Шенец. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2009. – 315 с.

УДК 581.19:549.2:631.41

*М. Г. Ромашко*

### **ВЛИЯНИЕ ТРИЛОНА Б НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ПЕРЕХОДА ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ «ПОЧВА – РАСТЕНИЕ»**

*Изучено влияние различных доз Na-ЭДТА в качестве эффектора фитоэкстракции на коэффициенты биологического перехода меди, кадмия, свинца и цинка в системе «почва-растение» в условиях полевого и вегетационного экспериментов. Наибольшая*

эффективность переноса ионов металлов достигается при концентрации трилона Б 3 ммоль/кг почвы.

С каждым годом все большую актуальность приобретает проблема повышенного содержания тяжелых металлов в окружающей среде. Возникает проблема поиска и разработки экономически перспективных, наименее трудоёмких, простых в исполнении методов детоксикации. В настоящий момент используется множество методов очистки почв. Наибольший интерес вызывают биологические методы очистки, основанные на процессах фитоэкстракции [1].

По мнению ряда исследователей, эффективность процесса фитоэкстракции возрастает при использовании эффекторов, увеличивающих подвижность тяжелых металлов в почве, их поглощение растениями и транслокацию из корневой системы в надземную биомассу. В качестве эффектора может выступать комплексообразователь из числа полиаминополиуксусных кислот – этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА) и её натриевая соль – трилон Б [1, 2].

В связи с этим необходимо проведение исследований, направленных на изучение влияния эффекторов фитоэкстракции на процессы миграции тяжёлых металлов из почвы в надземную фитомассу.

Целью наших исследований явилось изучение влияния Na-ЭДТА на эффективность процессов фитоэкстракции меди, цинка, кадмия и свинца.

Для решения поставленных задач был проведён эксперимент, который включал 2 этапа. На первом этапе исследования был осуществлён полевой опыт. В рамках опыта была произведена закладка пробных площадок размером 0,5 × 0,5 м. Исследование процессов перехода свинца, кадмия, меди и цинка проводилось с использованием растений семейства мятликовые, доминантный вид – плевел многолетний (*Lolium perenne*).

До закладки экспериментальных площадок для исследуемой почвы были определены основные агрохимические характеристики (таблица 1). Анализируемые параметры оказались сходными с характеристиками супесчаных почв территории Республики Беларусь, которые занимают около 20 % всей территории республики [3].

Реакция исследуемой почвенной среды близка к нейтральной (таблица 1). В подобных условиях ёмкость катионного обмена увеличивается, соединения железа, алюминия и марганца превращаются в нерастворимые гидроксиды, которые, как коллоиды, адсорбируют ионы тяжелых металлов. Образуются малоподвижные соединения гидроксидов, карбонатов и гидрокарбонатов, при этом снижается доступность растениям подвижных форм меди, цинка, кадмия и свинца [4].

Поскольку содержание гумуса в исследуемой почве низкое и составляет 1,26–1,34 %, значительной аккумуляции исследуемых элементов органическим веществом, по-видимому, не происходит [4].

Таблица 1 – Основные агрохимические характеристики исследуемой почвы

Определяемые показатели	Метод определения	Значение показателя	
		2012 год	2013 год
pH H <sub>2</sub> O	Потенциометрический	7,63	6,48
pH KCl	Потенциометрический	6,75	5,72
Гидролитическая кислотность, мэкв/100 г почвы	Титриметрический	0,08	0,28
Сумма обменных оснований, мэкв/100 г почвы	Каппена–Гильковица	1,60	4,20
Степень насыщенности почвы основаниями, %	–	95,20	93,70

Содержание гумуса %	Тюрина	1,34	1,26
Количество подвижных фосфатов, мг/100 г почвы	А. Т. Кирсанова	12,40	26,80

В различных концентрациях в дерново-подзолистую супесчаную почву участков были внесены водные растворы солей тяжёлых металлов  $Pb(NO_3)_2$ ,  $Cu(NO_3)_2$ ,  $CdSO_4$ ,  $ZnSO_4$ , эквивалентно количеству элементарных металлов в пределах одного ПДК. Затем в прикорневую зону введён эффектор фитоэкстракции ЭДТА в виде водного раствора её натриевой соли в концентрациях: 0,25 ммоль/кг, 0,5 и 1 ммоль/кг. Спустя две недели был осуществлён отбор проб почвы опытных участков и собрана надземная растительная масса. Повторная закладка опытных участков проводилась спустя 45 дней, после полного восстановления растительной массы участков.

В отобранном почвенном и растительном материале методом атомно-абсорбционной спектроскопии проанализировано содержание меди, цинка, свинца и кадмия.

Анализ содержания подвижных и валовых форм исследуемых элементов в почве позволяет утверждать о достоверном влиянии Na-ЭДТА на подвижность металлов в почве. При увеличении дозы вносимого комплексоногена от 0,25 до 1 ммоль/кг почвы значения коэффициентов подвижности кадмия, свинца, меди и цинка соответственно возрастают в 2,5, 1,9, 3,9 и 1,3 раза.

В наибольшем количестве, среди определяемых металлов, в растительном материале обнаружены цинк (14,31 мг/кг абс. сух. массы) и медь (8,68 мг/кг абс. сух. массы). Концентрации кадмия и свинца значительно ниже и соответственно достигают значений 0,0031 и 0,046 мг/кг абс. сух. массы.

Наблюдается зависимость между дозой внесённого в опыте трилона Б и содержанием металлов в растительном материале. При изменении концентрации Na-ЭДТА с 0,25 ммоль/кг до 1 ммоль/кг количество кадмия в фитомассе увеличивается от 0,0025 до 0,0079 мкг/кг абс. сух. массы, то есть более чем в 3 раза, содержание меди возрастает в 1,5 раза, цинка – в 1,8 раза. На основе полученных данных можно сделать вывод, о том, что наибольшая эффективность процесса переноса ионов металлов в системе «почва-растение» достигается при внесении в почву трилона Б в концентрации 1 ммоль/кг почвы.

На втором этапе исследования был смоделирован и осуществлён вегетационный опыт. Исследования проводились с использованием смеси трав, в состав которой входили следующие виды растений: 40 % Мятлик луговой, 10 % Овсяница овечья, 25 % Овсяница красная, 25 % Райграс пастбищный.

Для изучения влияния трилона Б на переход тяжёлых металлов в надземную часть растений на почве с разными уровнями загрязнения, вносили дозы кадмия, меди, свинца и цинка эквивалентно количеству элементарных металлов в пределах 1 и 5 ПДК.

Согласно данным, полученным во время полевого опыта, концентрации трилона Б ниже 1 ммоль/кг почвы достоверно не влияют на эффективность перехода элементов из почвы в надземные части растений. Поэтому на втором этапе исследований в почву вносились концентрации трилона Б равные 1, 2 и 3 ммоль/кг почвы.

После окончания опыта был осуществлён отбор проб почв и собрана надземная растительность. В эксперименте установлено, что с повышением концентрации вносимого в почву трилона Б происходит увеличение содержания рассматриваемых элементов в растительном материале. Наибольшие содержания всех металлов наблюдаются при внесении Na-ЭДТА в концентрации 3 ммоль/кг. По сравнению с условиями контроля количество свинца в фитомассе возрастает в 2,7 раза, цинка – в 1,3 и меди – в 1,6 раз.

Проведённый корреляционный и регрессионный анализы доказывают существование линейной зависимости содержания в растительном материале свинца и

меди (рисунок 1) в условиях дополнительного внесения тяжёлых металлов в пределах 1 и 5 ПДК.

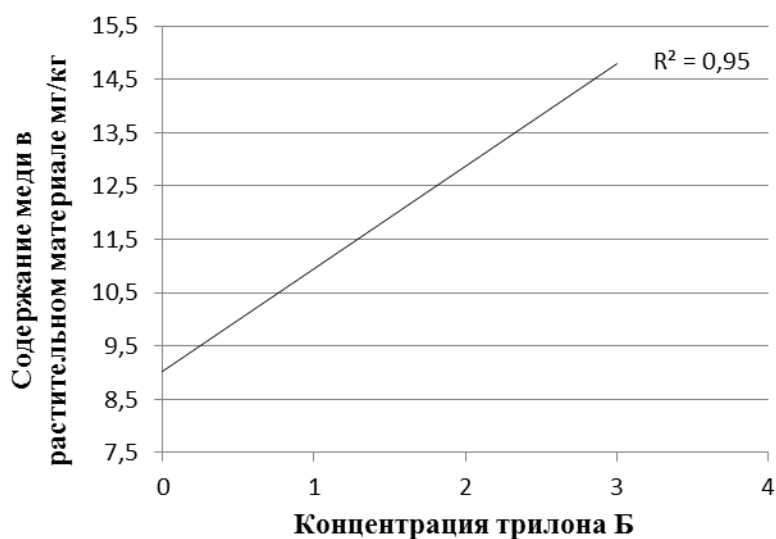


Рисунок 1 – График зависимости содержания меди в растительном материале от концентрации трилона Б (+ 1ПДК тяжёлых металлов)

По результатам эксперимента были рассчитаны коэффициенты биологического перехода элементов. Обнаружена достоверная корреляция между коэффициентом биологического перехода цинка, меди и дозой внесённого комплексоната (рисунок 2).

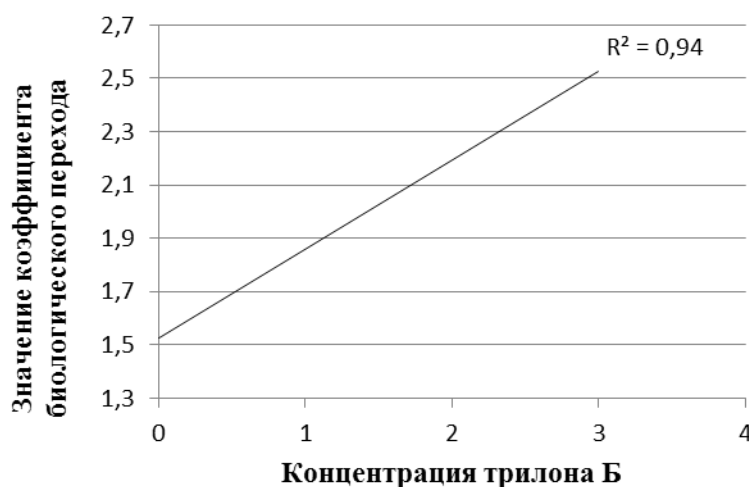


Рисунок 2 – График зависимости коэффициента биологического перехода цинка от концентрации трилона Б (+1ПДК тяжёлых металлов)

Отмечено увеличение коэффициентов биологического перехода, при внесении агента в количестве 3 ммоль/кг почвы, соответственно в 1,6 и 3 раза по сравнению с условиями контроля.

Поскольку злаковые травы не относятся к группе растений – гипераккумуляторов и генетически не предрасположены к росту на почвах с высоким содержанием тяжёлых металлов, для всех элементов наблюдается снижение значений коэффициентов биологического перехода при уменьшении количества вносимых элементов от 1 ПДК до 5

ПДК. При одинаковых концентрациях Na-ЭДТА коэффициенты биологического перехода меди уменьшаются в 3,7–4,0 раза, цинка – в 3,1–3,6 раза.

Таким образом, в эксперименте были установлены некоторые закономерности влияния Na-ЭДТА на процессы перехода свинца, кадмия, меди и цинка в надземные части растений:

1. Преимущественным накоплением в надземных частях растений характеризуются медь и цинк, что связано с их важной для растений биологической ролью.

2. При значительном загрязнении почвы металлами (в пределах 5 ПДК) происходит снижение коэффициентов биологического перехода исследуемых элементов, что может служить доказательством наличия защитных механизмов у растений.

3. Наибольшая эффективность процесса переноса ионов металлов в системе почва-растения в условиях эксперимента достигается при концентрации трилона Б 3 ммоль/кг почвы.

### Литература

1 Галиулин, Р. В. Инвентаризация и рекультивация почвенного покрова агроландшафтов, загрязнённого различными химическими веществами / Р. В. Галиулин // Агрохимия. – 1994. – № 7–8. – С. 109–118.

2 Фиторемедиация техногенно – загрязнённых тяжёлыми металлами светло-каштановых почв южной пригородной агропромзоны г. Волгограда с помощью горчицы сарептской / Н. Ю. Петров [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 9. – С. 64–65.

3 Лукашев, К. И. Химические элементы в почвах / К. И. Лукашев, Н. Н. Петухова. – Минск, 1970. – 413 с.

4 Потатуева, Ю. А., Агроэкологическое значение примесей тяжелых металлов и токсичных элементов в удобрениях / Ю. А. Потатуева, Н. К. Сидоренкова, Е. Г. Прищеп // Агрохимия. – 2002. – № 1. – С. 85–95.

УДК 504.05:62/69

М. А. Савченко

### ВЛИЯНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «ГЗЛиН» НА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

*Статья посвящена оценке состояния природных ресурсов на территории предприятия ОАО «ГЗЛиН» в условиях техногенного загрязнения выбросами загрязняющих веществ атмосферного воздуха, природных вод в процессе промышленного производства сельскохозяйственной техники. Дается анализ мероприятий в области управления отходами.*

За время своего существования предприятие ОАО «Гомельский завод литья и нормалей» зарекомендовало себя как общество с конкурентоспособной, качественной, современной продукцией. Продукция предприятия неоднократно участвовала и становилась лауреатами конкурсов «Лучшие товары Республики Беларусь», «Лучшие товары Республики Беларусь на рынке Российской Федерации». Сама за себя говорит