

УДК 541.183

## О ВЛИЯНИИ БИОГУМУСА НА ПРОЦЕССЫ ВЕДЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ПОЧВАХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЭКОТОКСИКАНТАМИ

Швец Д.И., Тарасов В.Ю.

## ON THE INFLUENCE OF BIOHUMUS ON PROCESSES ORGANIC LEADING ON SOIL CONTAMINATED ECOTOXICANTS

Shvets D.I., Tarasov V.Yu.

*Изучены особенности применения сорбционной терапии грунтов на процессы ведения органического земледелия на почвах, загрязненных тяжелыми металлами. Установлена регуляторная роль биогуруса в процессах перераспределения тяжелых металлов в системе почва-сорбент-растение. Рассмотрена роль биогуруса и механизм процессов, протекающих в системе почва-сорбент-растение.*

**Ключевые слова:** почва, тяжелые металлы, биогурус, органическое земледелие.

**1. Введение.** Сорбционная терапия грунтов, как направление в развитии европейской и мировой агротехнологии, на сегодняшний день находится в стадии зарождения, хотя первые работы в этом направлении появились в середине 90-х годов XX века. В настоящее время метод сорбционной терапии грунтов (СТГ) предметно исследуется во многих странах мира с учетом специфики каждого региона в отдельности.

**2. Анализ последних исследований и публикаций.** Глобальное загрязнение окружающей среды существенно повлияло на загрязненность экотоксикантами почв сельскохозяйственного назначения, что в свою очередь резко снизило площади сельхозугодий во многих странах мира (например, Китай).

В рамках общей теории сорбентов метод СТГ применительно к аграрному комплексу рассматривается как разновидность регулирующей, сорбционной, иммобилизационной, каталитической, биоактивирующей, биодеструктурирующей, синергической роли природных сорбционных средств. Целью применения этих средств является, с одной стороны, восстановление плодородности почв, с другой – повышение их продуктивности, в третьих - выращивание на восстановленных почвах экологически чистой сельскохозяйственной продукции, а также производство продукции, обеспечивающей организм человека всем необходимым ему комплексом микроэлементов.

Среди многочисленных направлений восстановления плодородности пахотных земель наиболее перспективными, по нашему мнению, являются работы, связанные с использованием сорбентов растительного типа. При этом сорбционная нормализация питательных характеристик сельхозпродукции, обеспечивающей получение продукции, поддерживающей нормальный уровень жизни человека в условиях усиливающегося загрязнения окружающей среды, является новым перспективным направлением. Возрос интерес к сорбентам природного происхождения на основе отходов растительного сырья, переработанного с использованием микроорганизмов и бактерий, в частности – биогуруса [1-3]. Это связано с тем, что такие сорбенты являются постоянно возобновляемым источником дешевого сырья и их производство не вызывает загрязнения окружающей среды. При этом биогурус улучшает структуру почвы и ее водно-физические свойства, в нем повышенное содержание водорастворимых форм азота, фосфора, калия и других микроэлементов.

**3. Цель исследования.** Цель настоящей работы - исследование влияние сорбентов растительного типа и биогуруса, а также природных силикатов на процессы выращивания растений на почвах, загрязненных тяжелыми металлами.

**4. Результаты исследований.** На начальном этапе была изучена специфика сорбции ионов тяжелых металлов из водных растворов сложного состава почвами, содержащими сидераты, биогурус и природные силикаты. В качестве водных растворов использовали растворы, содержащие свинец, кадмий, цинк и медь. Концентрацию ионов тяжелых металлов варьировали в интервале 1-200 мг/л. Сорбцию проводили в динамических условиях в течение от 3 мин. до 3 чв. рН растворов варьировали в интервале 5,5 –7,0.

В таблицах 1 и 2 приведены результаты сорбции и десорбции ионов тяжелых металлов сорбентами различной природы.

Из анализа табл. 1 и 2 видно, что материалы на основе растительного сырья полностью соответствуют требованиям органического земледелия, поскольку являются высокоселективными сорбентами по отношению к ионам тяжелых металлов и одновременно - регуляторами поступления микроэлементов в растения.

Таблица 1

**Эффективность сорбции ионов тяжелых металлов из водных растворов композиционными сорбентами**

Тип сорбента	Адсорбция, %			
	Cd <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>
почва + сидерат	95,7	98,0	75,2	55,0
цеолит+ торф+ оу*	93,0	97,7	94,7	87,0
почва+торф+цеолит	98,9	96,5	81,0	53,8
биогурус	99,0	99,1	98,1	97,5

\* окисленный уголь, C<sub>0</sub>= 190 мг/л

Таблица 2

**Эффективность десорбции ионов тяжелых металлов из водных растворов композиционными сорбентами**

Тип сорбента	Десорбция, %			
	Cd <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>
торф+цеолит	н/об*	н/об	-	16,4
почва	н/об	н/об	-	25,1
силикат	2,4	7,0	-	29,6
биогурус	н/об	н/об	-	13,2

\* не обнаружено, C<sub>0</sub>= 190 мг/л

Независимым подтверждением положительных свойств сорбентов на основе растительного сырья являются результаты поведения растений в присутствии биогуруса на загрязненных почвах (табл.3).

Таблица 3

**Влияние типа сорбента на всхожесть салата**

Тип сорбента	Всхожесть, ед/см <sup>2</sup>
контроль	2
цеолит	5
торф	6
биогурус	9

Видно, что применение биогуруса приводит к повышению растительной способности салата на загрязненных почвах. Найдено, что десорбционная способность почв по отношению к ионам тяжелых металлов составляет не более 10-15 %, что дает возможность выращивать овощные культуры на загрязненных почвах с регулируемым содержанием ионов меди и цинка, необходимых для обеспечения жизнедеятельности организма человека.

**5. Анализ и обсуждение результатов.**

Выявлено нехарактерное поведение растений в условиях экологического загрязнения почв ионами тяжелых металлов, заключающееся в перестройке работы живой клетки растений (ранних овощных

культур) под воздействием ионов тяжелых металлов, что приводит к изменению размеров канала клетки и формированию динамически устойчивого равновесия. Регулирование состояния клетки живых растений под воздействием биогуруса (углерод-минеральных сорбентов), вносимых в прикорневую систему растений, и микробной культуры, сопровождается изменением электрохимических, физических и биохимических показателей водных растворов прикорневой системы растений. Это приводит к регуляторному изменению проницаемости клетки и обеспечивает как поступление ионов «элементов жизни», блокирование поступления ионов тяжелых металлов, так и жизнедеятельность растения в целом в условиях постоянно изменяющегося экологического стресса почв под воздействием неблагоприятных факторов.

Исходя из общей теории сорбентов, метод СТГ, применительно к аграрному комплексу, наряду с биогурусом не менее важную роль как регуляторы физико-химических параметров почв могут играть природные карбонаты.

Нами проведено исследование поведения ранних овощных культур на почвах, загрязненных ионами тяжелых металлов в присутствии биогуруса, природных силикатов и карбонатов. Показано, что композиционные сорбенты на основе указанных компонент имеют достаточно высокую поглощательную способность по отношению к ионам свинца, кадмия, цинка и меди – более 90% (табл.4-5).

Таблица 4

**Влияние композиционных сорбентов различного состава на эффективность сорбции ионов тяжелых металлов из водных растворов**

Сорбент	Величина сорбции, %			
	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
композитный 1	98,1	97,5	99,0	99,1
композитный 2	96,1	98,1	98,3	97,8
композитный 3	95,0	91,1	93,0	97,5

Таблица 5

**Влияние композиционных сорбентов различного состава на эффективность десорбции ионов тяжелых металлов из почв**

Сорбент	Величина десорбции, %			
	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
композитный 1	55,0	41,0	94,0	97,1
композитный 2	79,0	51,0	96,9	94,5
композитный 3	46,3	39,3	94,4	93,6

Было показано, что природные сорбенты на основе силикатов (отходы производства) и карбонатов, примененные на загрязненных почвах после выращивания сидератов, проявляют эффект двойного синергизма относительно роста растений: на первом этапе происходит торможение - связывание ионов тяжелых металлов в почве, при этом имеет место задержка процесса прорастания.

На втором этапе идет активный процесс роста, который более эффективен, чем на чистых почвах; на третьем этапе имеет место ускоренный рост растений, в результате чего высота растений не только достигает параметров растений на контрольных участках, но даже превышает их на 15-20%.

В лабораторно-полевых условиях осуществлена практическая апробация специализированных углеродных сорбентов растительного происхождения и показано, что разработанные и предложенные для применения материалы являются эффективными регуляторами содержания тяжелых металлов в почвах. Благодаря чему они могут быть рекомендованы в органическом земледелии для получения чистой экологической продукции.

Таблиця 6

**Влияние сорбентов на степень повышения урожайности растений**

Наим. растений	Условия выращивания растений, длина ствола, мм		Коэф. накопления биомассы, отн.ед.
	контроль	в присутствии сорбента	
люпин	120	480	4,0
рапс	95	371	3,5
горчица	70	210	3,0

Таблиця 7

**Влияние сорбентов на содержание экотоксикантов в растениях**

Наим. растений	Условия выращивания растений, длина ствола, мм		Коэф. уменьшения содержания экотоксикантов, отн.ед.
	контроль	в присутствии сорбента	
люпин	98	8,0	12,0
рапс	99	7,5	13,1
горчица	95	9,5	10,0

Как видно из таблиц 4-7, внесение в почву сорбентов позволяет получить двойной эффект от их использования, а именно:

- получение сельско-хозяйственной продукции с повышенной урожайности (на 25-35%);
- получения сельско-хозяйственной продукции с регулируемым содержанием ионов цинка и меди, которые крайне необходимы для обеспечения жизнедеятельности организма человека.

### 6. Выводы.

1. Установлено, что с применением технологии СТГ в условиях постоянно изменяющегося экологического стресса почв под воздействием неблагоприятных факторов можно получать экологически чистую продукцию, необходимую для нормальной жизнедеятельности человеческого организма

2. На основании отработанных технологических параметров получения специализированных сорбентов и их положительной апробации в полевых условиях выданы рекомендации по практическому использованию сорбентов для повышения плодородия почв и получения продукции органического земледелия.

### Литература

1. Швець Д. І. О впливі сидератів на процеси вирощування овочних культур на почвах, забруднених іонами важких металів / Д. І. Швець, Е. А. Швець // CERECO-2014 : сб. тез. междунар. конф. асоц. „Карпатський Єврорегіон” – Ужгород, 2014. – С.96-97.
2. Швець Д. І. О впливі біогумусу на процеси вирощування овочних культур на почвах, забруднених іонами важких металів / Д. І. Швець, Е. А. Швець // CERECO-2014 : сб. тез. междунар. конф. асоц. „Карпатський Єврорегіон” – Ужгород, 2014. – С.98-99.
3. Швець Д. І. Поліфункціональні сорбенти для рішення проблем зони отчуження [Електронний ресурс] // Національна академія наук України — Чорнобиль : зб. наук. пр. / НАН України. Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського. — К., 2006.— Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/books/2006/chernobyl/shd.pdf>.

### References

1. Shvec D. I. O vlijanii sideratov na processy vyrashhivaniya ovoshhnyh kul'tur na pochvah, zagrijaznennyh ionami tjazhelyh metallov / D. I. Shvec, E. A. Shvec // SERECO-2014 : sb. tez. mezhdunar. konf. assoc. „Karpatskij Evroregion” – Uzhgorod, 2014. – S.96-97.
2. Shvec D. I. O vlijanii biogumusa na processy vyrashhivaniya ovoshhnyh kul'tur na pochvah, zagrijaznennyh ionami tjazhelyh metallov / D. I. Shvec, E. A. Shvec // SERECO-2014 : sb. tez. mezhdunar. konf. assoc. „Karpatskij Evroregion” – Uzhgorod, 2014. – S.98-99.
3. Shvec D. I. Polifunkcional'nye sorbenty dlja reshenija problem zony otchuzhdenija [Elektronnij resurs] // Nacional'na akademija nauk Ukraїni — Chornobilju: zb. nauk. pr. / NAN Ukraїni. Nac. b-ka Ukraїni im. V. I. Vernads'kogo. — K., 2006.— Rezhim dostupu : <http://www.nbu.gov.ua/books/2006/chernobyl/shd.pdf>.

**Швець Д. І, Тарасов В. Ю. Вплив біогумусу на процеси ведення органічного землеробства на ґрунтах, забруднених екотоксикантами**

*Вивчено особливості використання сорбційної терапії ґрунтів на процеси ведення органічного землеробства на ґрунтах, забруднених важкими металами. Встановлено регуляторну роль біогумусу на процеси перерозподілу важких металів в системі ґрунт - сорбент - рослина. Розглянуто роль біогумусу та механізм процесів, що протікають в системі ґрунт - сорбент-рослина.*

**Ключові слова:** ґрунт, важкі метали, біогумус, органічне землеробство

**Shvets D., Tarasov V. On the influence of biohumus on processes organic leading on soil contaminated ecotoxicants**

*The peculiarity of sorptive therapy application of soils on the processes of organic agriculture leading on soils, polluting by heavy metals are studied. The regulator role of biohumus in the processes of heavy metals redistribution in the system soil-sorbent-plant is set. The role of biohumus and mechanism of processes proceed in the system soil-sorbent-plant are considered.*

**Key words:** soil, heavy metals, biohumus, organic agriculture

**Швець Дмитро Іванович** – к.х.н., старший науковий співробітник, Інститут сорбції і проблем ендоекології НАН України, м. Київ, [dshvets66@gmail.com](mailto:dshvets66@gmail.com)

**Тарасов Вадим Юрійович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри загальної та фізичної хімії, Технологічний інститут Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк), [vatarasov@rambler.ru](mailto:vatarasov@rambler.ru)

*Рецензент:* Галстян Г. А. – д.х.н., професор

Стаття подан 26.11.2014