

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ УСИЛЕНИЯ МЕР ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

Н. В. Колодницкая

*Волгоградский государственный университет, Россия*

*Поступила в редакцию 26 июля 2010 г.*

**Аннотация:** В статье рассматриваются свойства природного сорбента, применяемого для очистки искусственно загрязненной почвы. Проведен сравнительный анализ произрастания растений на опытных участках без применения и в присутствии препарата на основе глауконита. Результатом исследования является – восстановление земель до нормативных показателей содержания химических компонентов и изучен положительный эффект природного сорбента на произрастание растительных культур.

**Ключевые слова:** сорбент, рекультивация земель, хлорорганические вещества, многолетние травы, зерновые культуры.

**Abstract:** The article is devoted to the properties of natural sorbent to be used for cleaning artificially contaminated soil. A comparative analysis of plants growth on the plots without application and in the presence of the drug on the basis of glauconite has been carried out. The result of this study is land restoration to the standard ratios of chemical components. The positive effect of natural sorbent on the vegetation of crops has been studied.

**Key words:** sorbent, land reclamation, chlorinated substances, perennial grasses, cereal crops.

В результате интенсивности развития промышленности и сельского хозяйства, несовершенства промышленных технологий, отсутствия должного внимания к проблеме охраны природы, безответственности и ошибок, большие площади почв и земель в Российской Федерации оказались сильно загрязнены тяжелыми металлами, нефте- и маслопродуктами, полициклическими ароматическими соединениями, хлорорганическими веществами, другими органическими и неорганическими токсикоретами. В районах промышленных центров загрязнены поверхностные и подземные воды. Большие площади земель заняты под многочисленные санкционированные и несанкционированные, промышленные и бытовые отвалы и свалки, также неблагоприятно влияющие на экологическую обстановку. Много плодородных ранее почв находится в деградированном состоянии. На ряде территорий нарушен или полностью отсутствует естественный почвенный покров, т.е. произошло опустынивание земель.

Важнейшим элементом решения существующих проблем является разработка, освоение и широкое применение эффективных и экономически приемлемых природоохранных технологий, в том числе технологий детоксикации почв и земель, восстановления плодородия почв и естественного почвенного покрова. Одним из наиболее реальных подходов является использование тех механизмов защиты и восстановления, которые выработала сама природа [12].

В последнее время широкое применение в промышленности находят природные сорбенты. Их низкая стоимость и простая технология применения наряду с достаточно высокими сорбционными свойствами делают перспективным к использованию [1].

Глауконитсодержащие песчаники (глауконитовое сырье) получили широкое распространение по их использованию в качестве сорбента.

Российская Федерация и страны ближнего зарубежья обладают достаточными ресурсами алюмосиликатных минералов для удовлетворения всех потребностей промышленности и сельского хозяй-

ства на длительную перспективу. В последнее десятилетие в России выявлены и изучены новые глауконитсодержащие объекты. В настоящее время запасы и ресурсы глауконитовых пород выявлены и с определенной достоверностью оценены только в пределах Европейской части страны (Северо-Западный, Центральный, Приволжский и Южный федеральные округа), а также на западе Уральского Федеральные округа. В Сибири и на Дальнем Востоке проявления глауконитсодержащих пород пока еще слабо изучены [6].

Наиболее перспективными алюмосиликатными отложениями в Волгоградской области являются разнородные пески палеогена. Содержание глауконита в них достигает 70 %. Прогнозные ресурсы глауконитсодержащих пород в пределах области составляет 41 млн. м<sup>3</sup>. Актуальным становится освоение разведанных в 1960-е гг. Камышинского и Трехостровского месторождений с суммарными запасами алюмосиликатных пород 19,6 млн. т. Однако значительное содержание глауконита во вскрышных и вмещающих породах повышает промышленную ценность месторождений [11].

Проводятся глубокие исследования в Великобритании, США, Японии, Индии, в Польше. Все большим вниманием начинает пользоваться глауконит в России и на Украине.

Новый технологический прием, связанный с применением препарата на основе глауконита, позволяет решить многие проблемы, порожденные индустриализацией.

Используемый препарат для биологической очистки почвы рассмотрим более подробно.

### **Способ приготовления, применения биопрепарата.**

#### **Методы экспериментальных работ**

Для осуществления экспериментальных исследований был использован препарат, включающий глауконитсодержащее вещество – 93,45 мас. %, биологически-активный ил – 5 мас. %, стимулятор роста – янтарную кислоту – 0,05 мас. %, азотсодержащий биогенный элемент – мочевины – 0,5 мас. % и воду – 1,0 мас. %.

Основу применяемого препарата составляет глауконитовое сырье месторождения, расположенного в Советском районе Волгограда. Концентрация глауконита в сырье составляет около 30 %. Данный алюмосиликат обладает целым комплексом уникальных свойств, благодаря своему химическому составу. Двуокись калия (K<sub>2</sub>O) 7,94 %, двуокись натрия (Na<sub>2</sub>O) 0,04 %, окись алюминия

(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 7,5 %, окись железа (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 17,17 %, закись железа (FeO) 2,19 %, окись магния (MgO) 4,46 %, двуокись кремния (SiO<sub>2</sub>) 50,9 %, вода (H<sub>2</sub>O) 8,1 % и многие другие компоненты.

Глауконит обладает достаточно высокими сорбционными свойствами. Пористость 25 %, твердость 1,7, плотность 2,0, размер частиц 0,03. Емкость катионного обмена глауконитового сырья 450-480 мг/экв на 1 грамм навески. Глауконит обладает развитой удельной поверхностью пористого алюмосиликата, которая достигает 150 кв. м/г [2].

Согласно изобретению, препарат на основе глауконита содержит биологически-активный ил, который является антропогенной экосистемой, созданной в ограниченном пространстве в условиях избытка кислорода и довольно высокой нагрузки по органическим загрязнителям [3].

Таким образом, предлагаемый биопрепарат обладает повышенной активирующей способностью за счет содержания в биологически-активном иле бактериальной микрофлоры: *Micrococcus ugea*, *Bacillus pasteurii*, *Pseudomonas*, грибов, дрожжей рода *Candida*, актиномицет, диатомовых, зеленых, эвгленовых и вольвоксовых водорослей и др. микроорганизмов, являющихся биодеструкторами.

Важнейшим компонентом препарата наряду с глауконитом и биологически-активным илом является янтарная кислота – бутандиовая кислота, этан-1,2-дикарбоновая кислота HOOC-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH – двухосновная предельная карбоновая кислота.

Свойство янтарной кислоты повышать активность клеточного дыхания, увеличивать сопротивляемость организма и защищать его от токсикозов, именно эти качества данной кислоты были положены в основу ее применения в препарате. Янтарная кислота позволила активизировать содержащуюся микрофлору, тем самым она стимулирует и повышает рост микроорганизмов, которые нам необходимы для очищения загрязненных почв и дальнейшего освоения восстановленных территорий для озеленения.

Согласно вышесказанному, используемый препарат обеспечивает ускоренный процесс разложения токсичных органических соединений за счет деятельности микрофлоры, находящейся в данном препарате под воздействием янтарной кислоты, что способствует созданию плодородного слоя почвы. Применение данного способа рекультивации благоприятствует оздоровлению воздушной среды, очищению грунта и созданию зеленого ландшафта.

Было решено провести опытные испытания по использованию препарата для восстановления заг-

Таблица 1

Химические вещества, обнаруженные в почве контрольного участка

Химические компоненты		
	ПДК в почве, мг/кг	Фактическое содержание веществ, мг/кг
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> (дихлорэтан)	отсутствуют литературные данные	0,03 ± 0,004
CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (метиленхлорид)	0,3	0,02 ± 0,005
CH <sub>3</sub> Cl (хлорметил)	отсутствуют литературные данные	0,02 ± 0,006

Таблица 2

Результаты количественного хроматографического анализа почвенных экстрактов, полученные до и после очистки почвы биопрепаратом

Вещество	Концентрации, мг/кг, обнаруженные «ЛХМ-80»			
	без препарата		с препаратом	
	31.08.	07.09.	31.08.	07.09.
C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> (перхлорэтилен)	7 ± 0,007	6,8 ± 0,006	2 ± 0,006	н/о
0-Ксилол	0,31 ± 0,004	0,3 ± 0,004	0,2 ± 0,007	н/о
C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub> (трихлорэтилен)	0,3 ± 0,006	0,3 ± 0,006	0,09 ± 0,006	0,03 ± 0,007
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> (дихлорэтан)	–	–	–	–
CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (метиленхлорид)	–	н/опр.	–	–
CH <sub>3</sub> Cl (хлорметил)	0,1 ± 0,008	0,1 ± 0,004	0,1 ± 0,004	н/о

рязненных земель специфическими веществами, присутствующие в выбросах химических производств. Для осуществления опыта на территории Волгоградского химического предприятия были выделены участки, где осуществляли пробный эксперимент.

Препарат для детоксикации и очистки загрязненного грунта готовят следующим образом.

Глауконитсодержащее вещество смешивают с биологически-активным илом, содержащим бактериальную микрофлору, затем добавляют стимулятор роста бактериальной микрофлоры, в качестве которого используют янтарную кислоту и азотсодержащий биогенный элемент в виде мочевины.

Приготовленный сухой биопрепарат (с естественной влажностью не более 10%) может храниться расфасованным в бумажные или полиэтиленовые мешки в течение года в сухом помещении.

Предлагаемый способ очистки почвы реализуется следующим образом.

Предварительно приготовленный препарат вносят в почву методом запахивания на глубину 10-25 см из расчета 150 грамм на 1 кг грунта [9], затем грунт периодически увлажняют до влажности 20-40%, при температуре окружающей среды

15-35°С, обеспечивая условия жизнедеятельности микроорганизмов бактериальной микрофлоры в течение 1-4 месяцев.

Согласно «Методике полевого опыта» Б. А. Доспехова, закладка делянок осуществлялась методом блоков.

Изначально, при осуществлении практической работы были проведены замеры массовой доли влаги в почве и определен показатель pH гравиметрическим методом.

Для определения содержания хлорорганических компонентов в почве был использован газохроматографический метод.

При проведении фитомелиорации был использован узкорядный способ посева семян зерновой и кормовой культур.

В работе важнейшее место занимает визуальный метод, позволивший в течение двух месяцев наблюдать за произрастанием и развитием культур.

Исследования проводились в летне-осенний период 2009 года.

Для восстановления (рекультивации) почв рассматривались два участка по 1 м<sup>2</sup>. Хлорорганические вещества, являющиеся преимущественными в выбросах предприятий химического комплекса, были использованы в качестве загрязнителей по-

Средние показатели интенсивности роста ячменя

Длина стебля, см		Разность роста в %	Длина стебля, см		Разность роста в %
Без применения препарата (контрольный участок) ср. значения	Восстановленный участок при использовании препарата ср. значения		С применением препарата ср. значения	Восстановленный участок при использовании препарата ср. значения	
4,4	6,9	36	6,5	6,9	6
6,5	7,8	17	7,7	7,8	1,3
8,0	9,6	17	9,1	9,6	5
9,2	12,3	25	10,5	12,3	15
10,4	16,7	38	12,0	16,7	28
10,6	17,9	41	13,3	17,9	26
12,1	18,6	35	14,1	18,6	24,2
13,0	21,3	39	15,4	21,3	28
14,6	21,7	33	15,9	21,7	27
14,6	22,0	34	16,2	22,0	26
14,6	22,9	36	16,2	22,9	29
14,8	23,6	37	17,2	23,6	27
15,9	23,9	33,5	17,9	23,9	25
<b>Средний показатель разности роста в %</b>		<b>32 %</b>	<b>Средний показатель разности роста в %</b>		<b>21 %</b>

Объем выборки – 156 измерений.

чвенного покрова и искусственно внесены на опытные площадки по 1 л.

В дальнейшем, почва одного из участков была перемешана с препаратом на основе глауконита на глубину 15 см и подвергалась тщательному перемешиванию и увлажнению в течение 7, 14 дней для отбора почвы на анализ. Таким образом, один участок рассматривался с применением препарата, второй участок без его применения.

Отбор проб почвы на анализ с двух опытных площадок происходил через каждые 7 дней в течение двух недель (таблица 2). Неопределенность данного этапа работы заключается в малом количестве отбора проб почвенных экстрактов на анализ.

Опытные исследования проводились на мало-развитых светло-каштановых среднесуглинистых почвах, характеризующиеся маломощными гумусовыми горизонтами (0,15-0,25 м) и низким содержанием гумуса (0,9-1,0%) с массовой долей влаги  $W=9,57\%$ , с показателем  $pH=7,7$  [8, 10].

Сделаны анализы проб почвы контрольного участка на содержание в ней легких фракций углеводородов (таблица 1) [7].

Газохроматографические анализы почвенных экстрактов проводили на хроматографе «ЛХМ-80» [7]. Результаты количественного хроматографического анализа, полученные до и после очистки почвы препаратом на основе глауконита, представлены в таблице 2.

Согласно полученным результатам, заметим, что через две недели в почве не обнаружено ни одного токсичного хлорорганического компонента, который бы превышал допустимые нормы. Это можно трактовать как способность препарата сорбировать органические вещества, загрязняющие почву. Хлорорганические соединения для микрофлоры, содержащейся в препарате, являются средой для их жизнедеятельности.

Результаты, полученные без использования биопрепарата (два первые столбца таблицы 2), ука-

Средние показатели интенсивности роста люцерны

Длина стебля, см		Разность роста в %	Длина стебля, см		Разность роста в %
Без применения препарата (контрольный участок) ср. значения	Восстановленный участок при использовании препарата ср. значения		С применением препарата ср. значения	Восстановленный участок при использовании препарата ср. значения	
1,7	2,5	32	2,5	2,5	0
4,0	5,1	22	5,0	5,1	2
4,1	5,6	27	5,3	5,6	5,4
4,3	5,8	26	5,4	5,8	7
4,8	6,0	20	5,5	6,0	8
5,2	6,3	17,5	6,2	6,3	2
5,2	6,6	21	6,5	6,6	2
6,4	6,8	6	6,6	6,8	3
8,3	9,3	11	8,9	9,3	4
<b>Средний показатель разности роста в %</b>		<b>20,3 %</b>	<b>Средний показатель разности роста в %</b>		<b>4,2 %</b>

Объем выборки – 108 измерений.

зывают на то, что через 14 дней концентрация хлорорганических соединений в почве практически сохранилась. Многочисленные литературные источники не дают по конкретным органическим веществам ПДК, что усложняет задачу. Если попытаться сравнить полученные показатели по истечению двух недель, явно видна разница, содержание хлорорганических веществ меньше там, где применялся препарат (два последних столбца таблицы 2).

Дальнейшие исследования проводились в направлении агротехнической рекультивации почв, а именно: рыхление, полив, посев многолетних трав (рекомендованные ВНИАЛМИ<sup>1</sup> для озеленения СЗЗ химического предприятия) и как контроль эффективности биопрепарата по восстановлению загрязненных почв.

После отбора почвы на заключительный анализ 7 сентября в тот же день была осуществлена посадка семян люцерны – 5 грамм и ячменя – 11 грамм на опытном участке площадью 1 м<sup>2</sup>, где присутствовали хлорорганические вещества и биопрепарат. Велось наблюдение за произрастанием тех же культур на контрольном участке и на пло-

щадке с использованием только препарата без внесения загрязняющих веществ. Средняя температура атмосферного воздуха была 23-27°С. Влажность почвы поддерживалась на уровне 35-40%.

Согласно полученным результатам (таблицы 3, 4), интенсивность роста ячменя и люцерны с применением препарата на искусственно загрязненном участке отличается эффективным ростом [4]. Исходя из этого, апробируемый препарат на основе глауконита изначально действует как сорбент хлорорганических веществ. После обезвреживания почвы, он проявляет полезные свойства, содержащего активный ил, мочевины, янтарную кислоту, микро- и макроэлементы глауконита, необходимые компоненты для растений.

Так, рыхление загрязненных почв увеличивает диффузию кислорода, снижает концентрацию хлорорганических веществ в почве, обеспечивает разрыв поверхностных пор, насыщенных химическими компонентами, в тоже время способствует равномерному распределению веществ в почве и увеличению активной поверхности взаимодействия. При использовании рыхления создается оптимальный газо-воздушный и тепловой режимы, растет численность микроорганизмов и их активность, что увеличивает скорость биохимических процессов.

<sup>1</sup> ВНИАЛМИ – Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт.

Сравнительный анализ биологических масс ячменя

Биомасса, гр.					
Без применения препарата (контрольный участок)	Восстановленный участок при использовании препарата	Разность биомасс в %	С применением сорбента	Восстановленный участок при использовании препарата	Разность биомасс в %
68,01	83	<b>18,1%</b>	72,11	83	<b>13%</b>

Таблица 6

Сравнительный анализ биологических масс люцерны

Биомасса, гр.					
Без применения препарата (контрольный участок)	Восстановленный участок при использовании препарата	Разность биомасс в %	С применением препарата	Восстановленный участок при использовании препарата	Разность биомасс в %
45,68	78	<b>41%</b>	49	78	<b>37,2%</b>

Результаты полученной биомассы, выращенных культур, приведены в таблицах 5 и 6.

Таким образом, основании проведенных исследований можно заметить, что разработанный препарат на основе глауконита позволяет решать экологические проблемы, в частности, связанные с загрязнением почв хлорорганическими веществами. Тем более, рассматриваемый в работе препарат изначально проявляет свойства сорбента, и за счет того, что в биопрепарате содержится бактериальная микрофлора, происходит детоксикация загрязненных земель. Это подтверждают данные, полученные лабораторным путем по очистке почвы за достаточно короткий период, и информация из электронных источников.

После детоксикации почвенного покрова, препарат совместно с обезвреженными хлорорганическими соединениями образует полезное для растений вещество. Пока сложно назвать это минеральным удобрением, но работы будут проводиться и в последующие годы для нахождения истин-

ного ответа на возникший в процессе экспериментальных исследований вопрос.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков В. Т. Природные сорбенты / В. Т. Быков. – М. : Наука, 1967. – 232 с.
2. Воронович Н. В. Исследование свойств природного сорбента глауконита на процессы биодеструкции органических отходов / Н. В. Воронович // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды : материалы VII Междунар. науч. конф. – 2009. – С. 165-168.
3. Данилов-Данильян В. И. Экология, охрана природы и экологическая безопасность / В. И. Данилов-Данильян. – М. : МНЭПУ, 1997. – 744 с.
4. Использование биопрепарата Альбит для рекультивации нефтезагрязненных почв / Л. К. Садовникова [и др.] // Вестн. РАСХН. – 2007. – № 1. – С. 21-23.
5. Кузнецов В. И. Мощный резерв повышения урожайности и качества продукции / В. И. Кузнецов // Агрехимический вестн. – 2007. – № 2. – С. 2-5.
6. Левченко М. Л. Состояние сырьевой базы и возможности использования глауконитов в России /

М. Л. Левченко // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2008. – № 2. – С. 13-16.

7. Методика выполнения измерений массовой концентрации хлористого метила, хлороформа, винилхлорида, винилиденхлорида, метилхлорида, четыреххлористого углерода, бензола, орто-ксилола в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях газохроматографическим методом. – М. : Хромос, 2002. – 20 с.

8. Методика выполнения измерения массовой доли влаги в твердых и жидких отходах производства и потребления, почвах, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гравиметрическим методом ПНД Ф 16 Л: 2.2:2.3:3.58-08. – М. : Хромос, 2008. – 24 с.

Колодницкая Наталья Владимировна  
аспирант кафедры «Экология и природопользование»  
факультета управления и региональной экономики Волгоградского государственного университета, г. Волгоград, т. (84468)44-2-34, E-mail: [knv-volg@mail.ru](mailto:knv-volg@mail.ru)

9. НТО о проведении испытаний «Исследование микробиологического препарата на основе углеводовных микроорганизмов». – М. : ВНИИЖТ, 2007.

10. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения катионно-анионного состава водной вытяжки. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 29 с.

11. Радов А. С. Удобрительные ресурсы Волгоградской области / А. С. Радов. – Волгоград : Нижнее-Волжское изд-во, 1966. – 303 с.

12. Ревич Б. Региональные и локальные проблемы химического загрязнения окружающей среды и здоровья населения / Б. Ревич, Ю. Прокопенко, Б. Прохоров. – М. : Евразия, 1995. – 204 с.

Kolodnitskaya Natal'ya Vladimirovna  
Post-graduate student of the department of ecology and nature management, faculty of management and regional economics, Volgograd State University, Volgograd, tel. (84468)44-2-34, E-mail: [knv-volg@mail.ru](mailto:knv-volg@mail.ru)