

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА
И ГИГИЕНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ИМ. А.Н. СЫСИНА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Института

Академик РАМН

Ю.А. Рахманин

«27»

марта

2013 г.

Отчет по теме:

«Результаты санитарно-гигиенической экспертизы материалов по технологии
разделения компонентов и обезвреживания ртутьсодержащих ламп на установке
«Экотром – 2У»»

Научный руководитель работы:

заведующий лабораторией
гигиены почвы, к.м.н.

И.А. Крятов
И.А. Крятов

Ответственные исполнители:

В.н.с., к.м.н.

Н.И. Тонкопий
Н.И. Тонкопий

М.н.с., к.м.н.

Д.И. Ушаков
Д.И. Ушаков

Н.с.

М.А. Водянова
М.А. Водянова

М.н.с.

И.С. Туркова
И.С. Туркова

Лаб. - иссл.

О.В. Воробьева
О.В. Воробьева

Федеральное государственное бюджетное
учреждение «Научно-исследовательский
институт экологии человека и гигиены
окружающей среды им. А.Н.Сысина»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации
11992, Москва, ул. Погодинская, 10/15, стр.1

Введение

Среди наиболее актуальных проблем экологии важное место занимают вопросы, связанные с загрязнением среды обитания ртутью и её соединениями. Это обусловлено, с одной стороны, широким использованием и периодическим выходом из строя разнообразных ртутьсодержащих изделий (в том числе люминесцентных ламп) в быту, учреждениях здравоохранения, на транспорте, в дошкольных, учебных и научных учреждениях, а с другой стороны – высокой токсичностью ртути.

Проблемы предотвращения загрязнения ртутью окружающей среды во многом определяются эффективностью технологий, которые используются для обезвреживания и рециклинга ртутьсодержащих отходов.

В США, в большинстве стран Европы, в России и других странах все ртутьсодержащие отходы разделяются на две субкатегории: высокортутные с содержанием ртути более 0,026% и низкортутные с содержанием ртути менее 0,026%. Для высокортутных отходов используются технологии, направленные на максимальное извлечение ртути из отходов, это, как правило, термические методы. Для низкортутных отходов используются технологии иммобилизации, направленные на стабилизацию ртутьсодержащих отходов с целью максимально возможного снижения активности ртути.

Достаточно широко применяется стабилизация отходов цементированием с использованием портландцемента и пуццолановых цементов. Наиболее распространенными для связывания ртути веществами являются сера, полисульфид кальция, серный полимерный цемент. Перспективными для долговременной стабилизации ртути являются методы сочетающие стабилизацию ртути и солидификацию (отверждение).

Технология стабилизации/солидификации позволяет снизить мобильность (подвижность, миграционную способность) ртути посредством физического связывания их внутри стабилизирующей массы или путем индигирования в загрязненный материал (массив) химических реагентов.

В США технологии стабилизации/солидификации широко применяются в программе Суперфонда. Таким способом уже обезврежены сотни тысяч тонн ртутьсодержащих отходов.

В Европе перед захоронением ртуть, содержащаяся в отходах, также стабилизируется; есть предельные уровни ртути в отходах, подлежащих захоронению на свалках.

В нашей стране технология переработки ртутьсодержащих ламп, соответствующая перечисленным выше передовым технологиям мировой практики по обезвреживанию ртутьсодержащих отходов, разработана научно-производственными предприятиями ООО «НПП «ЭКОТРОМ» и ООО НПП «Экотром Технологии» и реализована в установке «Экотром – 2У».

ООО «НПП «ЭКОТРОМ» были представлены следующие материалы и документы:

- 1) ТУ 3647-001-29496068-2011 г. «Установка разделения компонентов, обезвреживания и утилизации ртутьсодержащих ламп и отходов «Экотром – 2У»».
- 2) Сертификат соответствия № РОСС RU. АЯ 24. Н 37787 № 0877207. Срок действия до 11.01.2015 г., выданный Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.
- 3) Разрешение на применение знака соответствия Системы сертификации ГОСТ Р при добровольной сертификации продукции (работ, услуг). Регистрационный номер АЯ24.Н37787 от 12.01.2012 г.
- 4) Протокол испытаний № АЯ35-133.2011 от 23 декабря 2011 г. установки «Экотром – 2У». Аттестат аккредитации РОСС.RU.0001.21АЯ35 от 25.07.2011г. Выдан Федеральным бюджетным учреждением «Государственный Региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Краснодарском крае». Испытательный центр.

- 5) Протокол количественного химического анализа воздуха рабочей зоны № 143 от 28 декабря 2011г. Аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21АЮ62. Выдан 03.10.2011 г., действителен до 29.06.2014 г., Федеральным Государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования.
- б) Руководство по эксплуатации, совмещенное с паспортом установки «Установка разделения компонентов, обезвреживания и утилизации ртутьсодержащих ламп и отходов «Экотром – 2У»».

Согласно Техническим условиям установка «Экотром – 2У», предназначена для разделения металлических и стеклянных компонентов ламп, получения измельченной стекломассы с люминофором, в котором ртуть нейтрализована в сульфидной форме, для последующего использования в бетонных покрытиях и изделиях дорожного и хозяйственного назначения или размещения на полигонах ТБО.

Установка «Экотром – 2У» изготавливается под заказ максимальной производительностью до 900 ламп и горелок в час, в мобильном и стационарном вариантах и обозначается в «Руководстве по эксплуатации, совмещенном с паспортом» - «Установка разделения компонентов, обезвреживания и утилизации ртутьсодержащих ламп и отходов «Экотром – 2У»».

Установка разработана на основе многолетнего опыта создания и эксплуатации демеркуризационного оборудования установки разделения компонентов, обезвреживания и утилизации ртутьсодержащих ламп и отходов «Экотром – 2», на которую имеется соответствующая нормативно-техническая и разрешительная документация: ТУ 3647-001-29496068-2008, санитарно-эпидемиологические заключения на ТУ 77.01.03.364.Т.080412.09.08 от 25.09.2008 г., на установку № 77.01.03.364.П.010962.02.07 от 20.02.2007 г.

Площадь, занимаемая установкой, составляет не более 4 м².

Максимальная высота – 2000 мм. Масса установки – от 100 до 200 кг, в зависимости от комплектации.

Для определения класса опасности отходов, образующихся в процессе переработки ООО «НПП» «ЭКОТРОМ» были представлены образцы отходов – стеклобой люминесцентных ламп – 1,5 кг, цоколи алюминиевые – 1,5 кг.

Основные стадии технологического процесса

Обезвреживание ртутьсодержащих ламп на установке разделения компонентов, обезвреживания и утилизации ртутьсодержащих ламп и отходов «Экотром – 2У» включает:

- Измельчение ртутьсодержащих ламп, сопровождающееся смачиванием измельченного стекла раствором препарата Э-2000Т ТУ 2621-003-29496068-2010, разбавленного водой в соотношении по объему 1:1 (препарат – вода), представляющего собой 10%-ный раствор полисульфида кальция с добавками поверхностно активных веществ и выводом из установки очищенных и освобожденных от электроизоляционных материалов цоколей с содержанием металлической ртути до 2 мг/кг;
- Перемешивание измельченного стекла во влажных и теплых вертикальных и горизонтальных вихрях, создаваемых вращающимися ударными элементами в обечайке узла измельчения и обезвреживания ламп, и сопровождающееся гидролизом препарата Э-2000Т;
- Протекание в сборнике отходов реакций разложения полисульфида кальция с выделением тепла, окиси кальция, сероводорода (до 2 мг/м³) и высокоактивной в момент образования серы, приводящих к преобразованию ртути в сульфидную безвредную форму HgS.

В состав установки входят следующие технологические элементы:

- Узел измельчения и обезвреживания прямых ртутьсодержащих люминесцентных ламп (РЛЛ);
- Узел очистки технологического воздуха;
- Сборники-накопители сырья;

Максимальная высота – 2000 мм. Масса установки – от 100 до 200 кг, в зависимости от комплектации.

Для определения класса опасности отходов, образующихся в процессе переработки ООО «НПП» «ЭКОТРОМ» были представлены образцы отходов – стеклобой люминесцентных ламп – 1,5 кг, цоколи алюминиевые – 1,5 кг.

Основные стадии технологического процесса

Обезвреживание ртутьсодержащих ламп на установке разделения компонентов, обезвреживания и утилизации ртутьсодержащих ламп и отходов «Экотром – 2У» включает:

- Измельчение ртутьсодержащих ламп, сопровождающееся смачиванием измельченного стекла раствором препарата Э-2000Т ТУ 2621-003-29496068-2010, разбавленного водой в соотношении по объему 1:1 (препарат – вода), представляющего собой 10%-ный раствор полисульфида кальция с добавками поверхностно активных веществ и выводом из установки очищенных и освобожденных от электроизоляционных материалов цоколей с содержанием металлической ртути до 2 мг/кг;
- Перемешивание измельченного стекла во влажных и теплых вертикальных и горизонтальных вихрях, создаваемых вращающимися ударными элементами в обечайке узла измельчения и обезвреживания ламп, и сопровождающееся гидролизом препарата Э-2000Т;
- Протекание в сборнике отходов реакций разложения полисульфида кальция с выделением тепла, окиси кальция, сероводорода (до 2 мг/м³) и высокоактивной в момент образования серы, приводящих к преобразованию ртути в сульфидную безвредную форму HgS.

В состав установки входят следующие технологические элементы:

- Узел измельчения и обезвреживания прямых ртутьсодержащих люминесцентных ламп (РЛЛ);
- Узел очистки технологического воздуха;
- Сборники-накопители сырья;

- Узел измельчения и обезвреживания компактных люминесцентных ламп (КЛЛ);
- Узел обезвреживания трубок РЛЛ.

Узел измельчения и обезвреживания прямых ртутьсодержащих люминесцентных ламп (РЛЛ) предназначен для осуществления технологических процессов – измельчения ламп и нейтрализации ртути, посредством перевода ее в сульфидную форму.

В узел очистки технологического воздуха входят:

- Циклон;
- Адсорбер, совмещенный с фильтром тонкой очистки и имеющего внутреннюю систему распределения воздуха;
- Тягодутьевое устройство.

В качестве сборников-накопителей могут использоваться любые готовые герметичные емкости или изготовленные на заказ, обеспечивающие удобства эксплуатации, давление/разряжение не менее 20 кПа.

Узел очистки технологического воздуха предназначен для очистки технологического воздуха от взвешенных частиц с эффективностью для частиц $> 0,5$ мкм – 99,99 % и от паров ртути с эффективностью 95 % - 99 % при начальной концентрации ртути $< 0,05$ мг/м³ и относительной влажности воздуха $\leq 95\%$.

Узел очистки технологического воздуха включает:

- Циклон – эффективность 95 % при сопротивлении 6 кПа (600 мм.в.ст.). Для сбора уловленных пылей стекла и люминофора под циклоном размещается бутылка (20 л), в которую предварительно, перед установкой заливается 3 л раствора препарата Э-2000Т разбавленного водой в отношении 1:1 (препарат: вода).
- Адсорбер – эффективность очистки от ртути > 95 %. Ввиду того, что воздух, удаляемый из узла измельчения и обезвреживания прямых РСЛ, содержит ртуть в небольших количествах ($< 0,05$ мг/м³), что в 10 – 20 раз ниже концентрации ртути, содержащейся в воздухе выходящем из узлов

измельчения ламп и отдувки люминофора (установка «Экотром-2»), в качестве второй «тонкой» ступени очистки воздуха от аэрозолей используется адсорбер.

В основу технологии обезвреживания ртутьсодержащих ламп на установке Экотром-2У положена технология, сущность которой состоит в том, что непосредственно в установке измельчения на поверхность разрушаемых ртутьсодержащих ламп разными способами (распылением, окупанием, капельным путем) наносится препарат Э-2000Т из расчета 4 мл на лампу. При разложении полисульфида кальция, являющегося основой препарата Э-2000Т, выделяется высокоактивная сера, сероводород, окись кальция и тепло, которое интенсифицирует дальнейшее разложение препарата и сушку смоченных поверхностей. В результате чего на поверхности стекол содержащих люминофор ртуть преобразуется в сульфидную форму.

В комплектации установки предусмотрен также узел, позволяющий вводить препарат Э-2000Т в неразрушенную лампу, вскрытую с одного конца. Смесь отверждается и в процессе отверждения разлагается полисульфид кальция, так как он не существует в твердом виде.

Таблица 1

Формы ртути в исходном люминофоре и обезвреженном стекле с люминофором

| Определяемый компонент | Результаты анализа отхода (%) | |
|------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| | в исходном состоянии | после обработки препаратом Э-2000Т |
| Ртуть металлическая | 93,06 – 86,26 | 2,0 – 1,0 |
| Оксид ртути | 3,01 – 8,78 | 0,5 – 3,0 |
| Хлорид ртути (2+) | 0,65 – 0,71 | - |
| Сульфат ртути | 0,16 – 0,26 | - |
| Сульфид ртути | 0,41 – 0,52 | 94,0 – 96,7 |
| Изоморфные соединения | 2,71 – 3,47 | 3,5 – 0,2 |

На полученный этими способами продукт распространяются ТУ 2111-002-29496068-2010 (введены по истечении срока ТУ 2111-002-29496068-2005),

а также Санэпидзаклучения на ТУ № 77.01.03.211.Т.034755.05.10 от 25.05.2010 г. на продукт № 77.01.03.211.П.034754.05.10 от 25.05.2010 г.

Нанесение очень тонкого слоя препарата на поверхность измельчаемых ламп распылением, смачиванием или капельным путем приводит к более быстрому протеканию процессов обезвреживания и позволяет сделать процедуру переработки максимально эффективной за счет устранения стадии отделения люминофора от стекла и сокращения общего содержания сульфида ртути в конечном продукте.

Обезвреживание люминофора осуществляется за счет обработки продукта демеркуризатора, препаратом Э-2000Т. При этом ртуть преобразуется в практически нерастворимое соединение – сульфид ртути, отвечающее ее природной форме.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ МЕТОДАМИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Одними из методов установления токсического влияния на окружающую среду являются методы тестирования с помощью водных организмов – гидробионтов.

Растворы готовились на дистиллированной воде и на культуральной воде в соответствии с требованиями конкретного тест-объекта.

В работе использовалась система тест-организмов: дафнии, инфузории.

Тест на выживаемость дафний

Ветвистоусые рачки *Daphnia magna Straus* (представители низших ракообразных) являются обязательным тест-объектом, общепринятым для всех методических схем, вследствие его универсальности и чувствительности. Диапазон веществ, тестируемых с помощью дафний, достаточно широк.

Тестирование проводилось в соответствии с документами «Руководство по биотестированию воды», «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний», Федеральный реестр (ФР.1.39.2001.00283).

Тестирование проводилось с разведениями R=1, 10, 100, 1000
Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Гибель дафний (%) в водных вытяжках образцов «Цоколь» и «Стеклобой»

| Наименование пробы | Разведение (R) | 1 час | | 24 часа | | 48 часов | | 72 часа | | 96 часов | |
|--------------------|----------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| | | Кол-во смертей | % смертности | Кол-во смертей | % смертности | Кол-во смертей | % смертности | Кол-во смертей | % смертности | Кол-во смертей | % смертности |
| «Цоколь» | 1 | 10/10 | 100 | 10/10 | 100 | 10/10 | 100 | 10/10 | 100 | 10/10 | 100 |
| | 10 | 5/10 | 50 | 5/10 | 50 | 8/10 | 80 | 10/10 | 100 | 10/10 | 100 |
| | 100 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 |
| | 1000 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 |
| «Стеклобой» | 1 | 10/10 | 100 | 10/10 | 100 | 10/10 | 100 | 10/10 | 100 | 10/10 | 100 |
| | 10 | 6/10 | 60 | 8/10 | 80 | 10/10 | 100 | 10/10 | 100 | 10/10 | 100 |
| | 100 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 |
| | 1000 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 |
| Контроль | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0/10 | 0 | 0 |

Вывод: Анализируя полученные данные (табл. 2), можно говорить о токсичности изучаемых образцов в разведениях 1 и 10, и об отсутствии токсического эффекта в разведениях 100 и 1000. Это позволяет отнести «Цоколь» и «Стеклобой» к 4 классу опасности.

Тест на изменение генеративной функции инфузорий

Тестирование с помощью инфузорий проводилось на представителе простейших – *Tetrahymena pyriformis*. Данный тест-организм является также как и дафнии общепризнанным тест-объектом. Кроме того, тестирование с помощью инфузорий позволяет оценить воздействие токсиканта как на клеточном, так и на организменном уровне. В исследованиях была использована генеративная (ростовая) тест-функция, которая позволяет

оценивать воздействие различного характера исследуемого реагента на инфузории. Исследования проводились в соответствии с «Руководством по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов», РЭФИА, НИА – Природа, Москва, 2002.

Генеративная (ростовая) функция инфузорий является важным показателем их жизнеспособности и заключается в наблюдении за размножением тетрахимен в исследуемых разведениях и контроле.

Критерием токсического влияния является отставание прироста клеток (Кт) в пробах по сравнению с контролем.

Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3

Изменение генеративной функции инфузорий под влиянием водных вытяжек образцов «Цоколь» и «Стеклобой»

| Образец | R | Среднее количество инфузорий в 0,01мл в течение времени | | | | | Прирост за 48 час | К _т % |
|-------------|------|---|-------|-------|--------|--------|-------------------|------------------|
| | | 15 мин | 1 час | 6 час | 24 час | 48 час | | |
| Контроль | | 15 | 28 | 33 | 58 | 68 | 53 | 100 |
| «Цоколь» | 1 | 2 | 9 | 6 | 7 | 11 | 10 | 18 |
| | 10 | 5 | 8 | 16 | 17 | 22 | 18 | 33 |
| | 100 | 7 | 11 | 15 | 17 | 47 | 41 | 76 |
| | 1000 | 7 | 13 | 20 | 22 | 47 | 40 | 74 |
| «Стеклобой» | 1 | 4 | 1 | 2 | 4 | 4 | 0 | 0 |
| | 10 | 7 | 15 | 15 | 19 | 31 | 25 | 46 |
| | 100 | 8 | 16 | 19 | 21 | 59 | 52 | 97 |
| | 1000 | 5 | 11 | 18 | 24 | 65 | 60 | 113 |
| Норма | | 50 – 100 | | | | | | |

Вывод: *Анализируя полученные данные (табл. 3), можно говорить о токсичности изучаемых образцов в разведениях 1 и 10, и об отсутствии токсического эффекта в разведениях 100 и 1000. Это позволяет отнести «Цоколь» и «Стеклобой» к 4 классу опасности.*

По результатам биотестирования была составлена сводная таблица 4, отражающая наличие воздействия различных разведений водных вытяжек образцов «Цоколь» и «Стеклобой» на биотесты.

Таблица 4

Реакция биотестов

| Разведения | | Биотест | |
|-------------|------|---------------------|--------------------------------|
| | | Выживаемость дафний | Генеративная функция инфузорий |
| «Цоколь» | 1 | «+» | «+» |
| | 10 | «+» | «+» |
| | 100 | «-» | «-» |
| | 1000 | «-» | «-» |
| «Стеклобой» | 1 | «+» | «+» |
| | 10 | «+» | «+» |
| | 100 | «-» | «-» |
| | 1000 | «-» | «-» |

 «+» наличие токсического эффекта;

 «-» отсутствие тест-реакции;

Полученные результаты позволяют сделать следующий вывод: *Исследуемые образцы «Цоколь» и «Стеклобой» в соответствии с СП 2.1.7.1386-03 по влиянию на гидробионты следует отнести к 4 классу опасности.*

**ИЗУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕТОДАМИ ПОЧВЕННОЙ
БИОИНДИКАЦИИ**

Почвы занимают центральное место в жизнеобеспечении человечества и функционировании биосферы. Именно они определяют устойчивость биосферы и ее очищение от загрязняющих веществ. Оно обусловлено, прежде всего, способностью почвенных микроорганизмов разлагать широкий спектр природных и синтетических соединений.

Самоочищение почв рассматривают как меру их устойчивости. С ухудшением самоочищающей способности возрастает эпидемическая

опасность почвы, поскольку в загрязненной почве на фоне уменьшения истинных представителей почвенного ценоза и снижения ее биологической активности отмечается увеличение нахождения патогенных энтеробактерий, которые более устойчивы к химическому загрязнению почвы.

Для опыта была использована экологически чистая дерново-подзолистая почва, отобранная в районе пос. Красная Пахра Московской области, горизонт A_0 (0 – 25 см).

В эксперименте оценивались количественные изменения в основных группах почвенных микроорганизмов: сапротрофных и азотфиксирующих бактериях, почвенных микроскопических грибах.

Влияние образцов «Цоколь» и «Стеклобой» на почвенные микроскопические грибы

Известно, что грибы – важнейшие компоненты почвенного покрова, а изменение структуры и функций грибных сообществ, которое в современной биосфере в первую очередь связано с антропогенными воздействиями, может приводить к нарушениям трансформации веществ в почвах и биосфере в целом.

Почвенные грибы представляют собой крупную экологическую группу, участвующую в минерализации органических остатков растений и животных и в образовании почвенного гумуса.

Для учета почвенных грибов использовали разведения почвенной суспензии 1:100. Для учета грибов использовали среду Чапека. Посев производили поверхностным способом, нанося на агаризованную среду 0,1 мл почвенной суспензии. При посеве грибов добавляли в среду антибиотик стрептомицин для исключения роста сапротрофных бактерий. Засеянные чашки помещали в термостат, при температуре 26 °С. Каждый образец исследовался в трехкратной повторности. Количество грибов подсчитывали на 7 день инкубации.

Подсчитав количество колоний на всех параллельных чашках, определяли среднее количество и делали пересчет на 1 г почвы. Подсчет количества колоний в 1 г абсолютно сухой почвы производили по формуле:

$$N = \frac{n * a * 100\%}{100 - C}, \text{ где}$$

N – количество клеток в 1 г абсолютно сухой почвы;

n – общая численность колоний на чашке Петри;

a – степень десятикратного разведения;

C – влажность почвы, %.

Статистическая обработка результатов проводилась с применением «Microsoft Excel, 2007». Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5

Численность микроскопических грибов (КОЕ/г почвы) под влиянием образцов «Цоколь» и «Стеклобой»

| Образец | почвенные микроскопические грибы (КОЕ/1г абсолютно сухой почвы) | |
|-------------|---|-----------------------|
| | M±m | Эффект воздействия, % |
| Контроль | 8000±553 | |
| «Цоколь» | 7625±700 | -5 |
| «Стеклобой» | 10313±414 | +29 |

Вывод: *Анализируя полученные данные (табл. 5), можно говорить об отсутствии подавления процессов биологической активности почвы под влиянием исследуемых образцов. Это позволяет отнести «Цоколь» и «Стеклобой» к 4 классу опасности.*

Влияние образцов «Цоколь» и «Стеклобой» на сапротрофные бактерии

Одной из основных групп почвенного микробоценоза являются сапротрофные бактерии. Большинство почвоведов-микробиологов традиционно считают, что главную часть микробной биомассы в почве составляют бактерии.

При учёте сапротрофных бактерий используется разведение почвенной суспензии 1:1000. Посев производили поверхностным способом, нанося на агаризованные среды 0,1 мл почвенной суспензии. Для учёта сапротрофных бактерий использовали среду мясопептонный агар (МПА). При посеве сапротрофных бактерий в среду МПА добавляли нистатин, чтобы

предотвратить рост почвенных микромицетов. Засеянные чашки помещали в термостат, при температуре 26 °С. Каждый образец исследовался в трехкратной повторности.

Количество сапротрофных бактерий подсчитывали на 3 день инкубации. Подсчитав количество колоний на всех параллельных чашках, определяли среднее количество и делали пересчет на 1 г почвы. Подсчет количества колоний в 1 г абсолютно сухой почвы производили по формуле:

$$N = \frac{n * a * 100\%}{100 - C}, \text{ где}$$

N – количество клеток в 1 г абсолютно сухой почвы;

n – общая численность колоний на чашке Петри;

a – степень десятикратного разведения;

C – влажность почвы, %

Статистическая обработка результатов проводилась с применением «Microsoft Excel», 2007. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6

Численность сапротрофных бактерий (КОЕ/г почвы) под влиянием образцов «Цоколь» и «Стеклобой»

| Образец | почвенные сапротрофные бактерии (КОЕ/1г абсолютно сухой почвы) | |
|-------------|--|-----------------------|
| | M±m | Эффект воздействия, % |
| Контроль | 319167±39261 | |
| «Цоколь» | 430833±80472 | +35 |
| «Стеклобой» | 474167±71126 | +49 |

Вывод: *Анализируя полученные данные (табл. 6), можно говорить об отсутствии подавления процессов биологической активности почвы под влиянием исследуемых образцов. Это позволяет отнести «Цоколь» и «Стеклобой» к 4 классу опасности.*

Анализ полученных результатов позволяет сделать **следующий вывод:**

Исследуемые образцы «Цоколь» и «Стеклобой» (нативный препарат/почва) в соответствии с СП 2.1.7.1386-03 по влиянию на процессы биологической активности почв (процессы самоочищения) следует отнести к 4 классу опасности.

Влияние образцов «Цоколь» и «Стеклобой» на азотфиксирующие бактерии

Способность к связыванию молекулярного азота присуща прокариотным организмам. Существуют методы обнаружения и изолирования почвенных азотфиксирующих бактерий. Одним из наиболее распространённых представителей является *Azotobacter chroococcum*.

Для обнаружения азотобактера методом **почвенных комочков** навеску почвы (30 г) увлажняют стерильной водопроводной водой до пастообразного состояния и микробиологической петлей или иглой раскладывают комочки правильными рядами (30 комочков на каждую чашку Петри) на агар Эшби следующего состава (г/л): K_2HPO_4 — 0,2; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ — 0,2; NaCl — 0,2; KH_2PO_4 — 0,1; $CaCO_3$ — 5,0; маннит (или сахароза) — 20,0; агар-агар — 20,0; вода дистиллированная.

На каждый образец почвы используют три чашки Петри, которые помещают в термостат во влажной камере. Через 4—6 суток подсчитывают количество комочков почвы, обросших слизистыми колониями азотобактера и вычисляют процент обрастания по отношению к контролю. Полученные данные представлены в таблице 7.

Таблица 7

Влияние образцов «Цоколь» и «Стеклобой» на рост *Azotobacter chroococcum*

| Образец | Количество почвенных комочков | | Эффект воздействия, % |
|-------------|-------------------------------|------------------|-----------------------|
| | Вначале эксперимента | После экспозиции | |
| Контроль | 30 | 30 | - |
| «Цоколь» | 30 | 30 | 0 |
| «Стеклобой» | 30 | 30 | 0 |

Вывод: *Анализируя полученные данные (табл. 7), можно говорить об отсутствии подавления азотобактера под влиянием исследуемых образцов. Это позволяет отнести «Цоколь» и «Стеклобой» к 4 классу опасности.*

Анализ полученных результатов позволяет сделать **следующий вывод:**

Исследуемые образцы «Цоколь» и «Стеклобой» (нативный препарат/почва) в соответствии с СП 2.1.7.1386-03 по влиянию на азотобактер следует отнести к 4 классу опасности.

В соответствии с СП 2.1.7.1386-03 по влиянию на процессы биологической активности почвы и азотобактер, изученные образцы «Цоколь» и «Стеклобой» следует отнести к 4 классу опасности.

ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ

Оценка фитотоксического действия образца проводилась экспресс-методом на проращивание семян в соответствии с Санитарными правилами «Определение класса опасности токсичных отходов производства и потребления» СП 2.1.7.1386-03 Москва, 2003 и Методическими рекомендациями «Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности». МР 2.1.7.2297-07. М., 2008.

В качестве биологической модели использовались семена овса, для которых экспериментально обоснована значимость, как биоиндикатора токсичности и опасности различных химических загрязнений почвы (отдельные вещества, отходы производства и потребления, антигололедные и другие реагенты). За тест-функцию принималась длина корней проростков семян (L_{cp}), фиксируемая в контрольных и опытных пробах после 7-ми суточной экспозиции.

Критерием токсического действия являлась величина эффекта торможения (E_T) роста корней растений – статистически достоверное снижение средней длины корней проростков ($p \leq 0,05$), составляющее не менее 20% от контрольного значения L_{cp} .

Тестированию подвергались водные вытяжки образцов «Цоколь» и «Стеклобой».

Контрольные семена, проращивались на дистиллированной воде (Контроль).

Оценка степени фитотоксичности проводилась по пороговым ($LimC$) и средне-эффективным (EC_{50}) концентрациям, вызывающим эффект торможения развития корней на 20 и 50%, соответственно.

Статистическая обработка результатов проводилась с применением «Microsoft Excel», 2007 и включала регрессионный анализ экспериментальных данных.

Результаты фитотестирования контрольных и опытных проб представлены в таблице 8, 9.

Таблица 8

Влияние образцов «Цоколь» и «Стеклобой» на семена овса

| Образец (разведение) | L_{cp} , мм | L_{cp} , % к контр | Фитоэффект, % |
|----------------------|---------------|----------------------|---------------|
| Контроль | 39 | 100 | 0 |
| «Цоколь» исх. | 35 | 90 | 10 |
| «Цоколь» 1:10 | 57 | 146 | -46 |
| «Цоколь» 1:100 | 33 | 84 | 16 |
| «Цоколь» 1:1000 | 54 | 137 | -37 |
| «Стеклобой» исх. | 33 | 84 | 16 |
| «Стеклобой» 1:10 | 42 | 107 | -7 |
| «Стеклобой» 1:100 | 38 | 97 | 3 |
| «Стеклобой» 1:1000 | 59 | 151 | -51 |

**Токсикометрическая характеристика образцов «Цоколь» и «Стеклобой»
по фитотоксическому эффекту**

| Образец | Уравнение регрессии | ER ₅₀ | Класс опасности | LimR |
|-------------|---|------------------|-----------------|------|
| «Цоколь» | $\lg R = -0,013E_T + 0,6354$ $r = 0,103$ | 0,9 | 4 | 6 |
| «Стеклобой» | $\lg R = -0,0377E_T + 1,8850$ $r = 0,7196$ | 1 | 4 | 14 |

Вывод: Как видно из представленных данных (табл. 8, 9), значение показателя фитотоксичности, а именно, средне-эффективного разведения, соответствует критериям 4 класса ($ER_{50}=0,9$ и 1) для изучаемых образцов, что позволяет расценивать образцы «Цоколь» и «Стеклобой», как малоопасные по фитотоксическому действию.

В соответствии с СП 2.1.7.1386-03 по фитотоксическому действию, изученные образцы «Цоколь» и «Стеклобой» следует отнести к 4 классу опасности.

ОЦЕНКА ЦИТОТОКСИЧНОСТИ НА КУЛЬТУРЕ КЛЕТОК

Оценка токсичности на культуре клеток млекопитающих проводилась в соответствии с нормативно-методическими документами: Биотестирование продукции из полимерных и других материалов МУ 1.1.037-95. М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996 и Методические рекомендации «Экспресс-оценка токсичности отходов производства и потребления на культуре клеток млекопитающих». 2.1.7.2279-07. М., 2007.

В качестве тест-объекта использована кратковременная суспензионная культура сперматозоидов быка (КСБ).

За критерий вредного действия принята величина $I_t \leq 80\%$ (при норме – 100%). Это значение индекса соответствует порогу токсического действия токсиканта на клеточную культуру (IC_{80}). Критерием токсикологической опасности являлся показатель IC_{50} – разведение экстракта, при котором индекс токсичности равен 50%.

Статистическая обработка результатов проводилась с применением «Microsoft Excel», 2007 и включала регрессионный анализ экспериментальных данных.

Полученные результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10

Цитотоксичность образцов «Цоколь» и «Стеклобой» с использованием суспензионной культуры сперматозоидов быка

| Образцы | R | Индекс токсичности (I_t) % |
|-------------|----|--------------------------------|
| «Цоколь» | 1 | 111 |
| | 10 | 102 |
| | 20 | 89 |
| | 30 | 93 |
| | 40 | 101 |
| «Стеклобой» | 1 | 99 |
| | 10 | 92 |
| | 20 | 91 |
| | 30 | 105 |
| | 40 | 109 |

Вывод: При биотестировании образцов «Цоколь» и «Стеклобой» установлено, что цитотоксическое действие в эксперименте *in vitro* с использованием суспензионной культуры сперматозоидов быка отсутствует.

В соответствии с СП 2.1.7.1386-03 по цитотоксическому действию, изученные образцы «Цоколь» и «Стеклобой» следует отнести к 4 классу опасности (малоопасный).

Санитарно-гигиеническое заключение

По результатам экспертизы материалов технологии разделения компонентов, обезвреживания и утилизации ртутьсодержащих ламп и отходов на установке «Экотром – 2У» с экспериментальным определением класса опасности отхода.

Результаты проведенной санитарно-гигиенической экспертизы представленных материалов и образцов (стеклобой с люминофором и цоколи), полученных по технологии разделения компонентов, обезвреживания и утилизации ртутьсодержащих ламп и отходов на установке «Экотром-2У» с обработкой 10%-ным раствором препарата Э-2000Т (ТУ 2621-003-29496068-2010) показали, что эта усовершенствованная технология может эффективно использоваться на территории Российской Федерации.

Комплексные санитарно-гигиенические экспериментальные исследования, проведенные по установлению класса опасности образующихся отходов по основным показателям вредности (СП 2.1.7.1386-03) «Определение класса опасности токсичных отходов производства и потребления» Минздрав России, М., 2003 г. показали, что стеклобой и цоколи следует отнести к 4 классу (малоопасные).

Руководитель лаборатории
гигиены почвы, к.м.н.



И.А. Крятов