



# **Применение альтернативных тест-моделей при установлении класса опасности отходов (остатков полиграфического тонера) по показателю «ЭКОТОКСИЧНОСТЬ»**

**Камлюк Светлана Николаена** – ст. науч. сотр. лаборатории  
профилактической и экологической токсикологии, канд. биол. наук  
*Соавторы: Васильева М.М, Анисович М.В., Иода В.И.*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»  
Министерства здравоохранения Республики Беларусь  
220012, г. Минск, ул. Академическая, 8  
тел. (+375 17) 3477370      e-mail: toxlab@mail.ru

# Материалы и методы исследований

## Объект исследований:

образцы отходов полиграфического тонера  
«остатки полиграфического тонера», код 5552906 согласно ОКРБ 2019

## Предмет исследований:

Показатели токсичности отходов производства, оцениваемые с применением  
альтернативных тест-моделей:

Ресничных инфузорий *Tetrahymena pyriformis*

Дождевых червей *Eisenia foetida*

Фитотест (основан на оценке длины корешков проростков сельскохозяйственных культур растений)

## Методы исследований:

- ❖ Инструкция «Инструкция по гигиенической оценке химических веществ, многокомпонентных смесей и полимерных материалов на *Tetrahymena pyriformis*» № 20-0102, утв. МЗ РБ 11.07.2002 г
- ❖ Инструкция по применению «Метод экспериментального определения токсичности отходов производства» № 044-1215 от «07» апреля 2016 г.

# Исследования токсичности отходов на *Eisenia foetida*

Гомогенизация образца отходов, внесение в контейнеры с субстратом в концентрациях 10,0, 20,0, 35,0, 50,0 г/кг

Смешивание исследуемого образца с субстратом, контейнеры с готовой модельной средой увлажняют и выдерживают при комнатной температуре в течение одних суток

7 особей *Eisenia foetida* на 500 г модельной среды (в каждой из трех повторностей).

В качестве отрицательного контроля использовали субстрат без образцов отходов, в который помещали особей *Eisenia foetida* при идентичных условиях

Через 7 суток эксперимента регистрировали гибель животных. Определяли оценочные показатели: количество погибших особей в контроле и в опытных группах; патологические поведенческие реакции животных и видимые морфологические изменения.

# Исследования токсичности отходов на *Tetrahymena pyriformis*

При проведении острого и подострого экспериментов из суспензии образца № 1 с исходной концентрацией 500 мг/мл готовили серию разведений с концентрациями: 1, 2, 4, 5, 6, 8, 10 мг/мл.

По истечении срока инкубации в счетной камере Фукса-Розенталя определяли гибель инфузорий до их фиксации и общее число инфузорий после фиксации.

На основании расчета % летальности установлены основные параметры токсичности:

$LD_{16}$  - доза, вызывающая гибель 16% особей;  
 $LD_{50}$  - доза, вызывающая гибель 50% особей;  
 $LD_{84}$  - доза, вызывающая гибель 84% особей;  
 $K_{кум}$  - коэффициент кумуляции как частное между средней смертельной дозой, полученной в подостром эксперименте и средней смертельной дозой, полученной в остром эксперименте.

# Исследования токсичности отходов в фитотесте

Экстракция осуществляли при соотношении образца отходов и дистиллированной воды 1 г:10 мл, экспозиции в течение 3 суток при комнатной температуре

Семена огурцов сорта «Белорусский корнишон F1», редиса сорта «Суперстар», овса сорта «Лидия», высевали по 25 штук в чашки Петри и добавляли экстракт из исследуемого образца отходов в объеме 15 мл

Через 7 суток измеряли длину корешков проростков по корню максимальной длины.

Определяли среднее значение ( $L_{\text{ср.}}$ ) длины корней из трех повторностей на каждой культуре. Сравнивали  $L_{\text{ср. опыта}}$  и  $L_{\text{ср. контроля}}$  и определяли эффект торможения  $E_T$  %.

Оценка результатов: **отходы оказывают фитотоксическое действие при  $E_T \geq 20$  % хотя бы в одной из культур семян.**

## Результаты исследований токсичности отходов на *Eisenia foetida*

При воздействии отходов в концентрации 20,0 г/кг были выявлены изменения поведенческих реакций животных (снижения двигательной активности, снижения скорости зарывания в грунт). Внесение образца отходов № 1 в концентрациях 20,0 – 50,0 г/кг приводило к снижению выживаемости олигохет.

В результате эксперимента выявлена гибель животных на изученных концентрациях образца отходов.

Летальность *Eisenia foetida* от воздействия отходов

Концентрация образца отходов, г/кг	гибель животных – количество погибших из 7			
	повторность 1	повторность 2	повторность 3	среднее значение из 3-х повторностей
100	1	0	0	0,33
200	2	2	3	2,33
400	5	4	6	5,00
800	7	6	6	6,33
Контроль	0	0	1	0,33

В результате 7-суточной экспозиции образца отходов № 1 в тест-модели *Eisenia foetida* установлена величина среднелетальной концентрации  $LC_{50} = 29,76$  (21,29- 41,61) г/кг; установлено наличие токсических эффектов в виде снижения выживаемости при действии отходов в диапазоне концентраций 20,0 – 50,0 г/кг.

Выводы: исследованный образец отходов согласно результатам оценки токсичности в тест-модели *Eisenia foetida* относится к умеренно опасным отходам (3 класс опасности).

## Результаты исследований токсичности отходов на *Tetrahymena pyriformis*

По показателю острой токсичности (ЛД<sub>50</sub>) образец отходов № 1 относится к 3 классу токсичности (умеренно токсичное вещество), по изучению кумулятивных свойств в остром и подостром экспериментах представленный образец № 1 обладает умеренно выраженной кумуляцией и по величине коэффициента кумуляции относится к 4 классу токсичности (мало токсичное вещество). По результатам изучения в хроническом эксперименте токсических свойств и биологического действия на тест-объект *Tetrahymena pyriformis* образец отходов № 1 относится к 3 классу токсичности (умеренно токсичное вещество).

Номер образца	Показатель	Единицы измерения	ТНПА на метод испытаний	Результаты испытаний	Класс токсичности согласно Инструкции № 044-1215
<b>Острый эксперимент</b>					
№ 1	ЛД <sub>16</sub>	мг/мл	Инструкция № 20-0102	0,17	--
	ЛД <sub>50</sub>	мг/мл		2,89±0,02	3
	ЛД <sub>84</sub>	мг/мл		16,5	--
<b>Подострый эксперимент</b>					
№ 1	ЛД <sub>16</sub>	мг/мл	Инструкция № 20-0102	0,49	--
	ЛД <sub>50</sub>	мг/мл		2,44	--
	ЛД <sub>84</sub>	мг/мл		4,39	--
	Ккум <sub>ас</sub>	усл. ед.		0,84	4

Выводы: исследованный образец отходов согласно результатам оценки токсичности в тест-модели *Eisenia foetida* относятся к умеренно опасным отходам (3 класс опасности).

## Результаты исследований токсичности отходов в фитотесте

Условия, № образца	Тест-культура (семена)	Средняя длина корней проростков ( $L_{\text{ср.}}$ ), мм	Эффект торможения $E_T$ , %
контроль	Редис	7,23	-
	Огурцы	6,89	-
	Овес	8,46	-
нативный образец отходов № 1	Редис	6,35	12,17 %
	Огурцы	6,15	10,74 %
	Овес	7,54	10,87 %

Результаты предварительного этапа исследования фитотоксичности образца № 1 отходов. По итогам испытаний отходов (остатков полиграфического тонера) отмечен эффект торможения развития корешков проростков семян: редиса  $E_T = 12,17 \%$ , огурцов  $E_T = 10,74 \%$ , овса  $E_T = 10,87 \%$ , которые не достигают порога фитотоксичности, равного 20 %.

Выводы: В результате оценки фитотоксичности образца отходов № 1 в соответствии с Инструкцией № 044-1215 установлено: образец отходов № 1 по фитотоксичности относится к **неопасным отходам**



## Заключение

Установление класса опасности отходов производства по изученным опасным свойствам проводится на основании «наименее благополучного» результата (низкого класса опасности), установленного на всех задействованных тест-моделях: по итогам данного исследования - 3 класс опасности, установленный и научно обоснованный по результатам исследований отходов производства в тест-моделях *Eisenia foetida* и *Tetrahymena pyriformis*.

Таким образом, отходы: остатки полиграфического тонера (код 5552906), на основании результатов проведенных исследований относятся к следующим классам опасности отходов: по опасному свойству «экоотоксичность» - 3 класс опасности (умеренно опасные отходы).

*Спасибо за внимание!*