

УДК 658.567:595.3

## СПОСОБ ОЦЕНКИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ТОКСИЧНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ, ОСНОВАННЫЙ НА ПРИМЕНЕНИИ ВОДНЫХ РАКООБРАЗНЫХ

**Дроздова Е. В.**

ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены» Минск,  
Республика Беларусь

**Ключевые слова:** интегральная токсичность, производственные отходы, способ оценки интегральной токсичности, *Cypridopsis vidua*, *Daphnia magna*.

### Введение

Согласно Инструкции о порядке установления степени опасности отходов производства и класса опасности опасных отходов производства, утвержденной постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Министерством здравоохранения Республики Беларусь и Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 17.01.2008 г. №3/13/2 с целью выполнения Закона Республики Беларусь от 20 июля 2007 года «Об обращении с отходами» установление степени опасности отходов производства и класса опасности опасных отходов производства обязательно должно включать оценку токсичности для окружающей среды. Выше изложенное свидетельствует об актуальности создания нормативной и методической базы для биотестирования в стране и обуславливает необходимость освоения токсикологическими лабораториями республики методов, позволяющих оценить токсичные свойства отходов на альтернативных тест-моделях.

**Целью данного эксперимента** было: апробировать и доказать применимость способа оценки токсичности производственных отходов, модифицированного на основе методики оценки острой токсичности химических веществ, их смесей, природных и сточных вод, основанной на применении новой альтернативной тест-модели – водных ракообразных *Cypridopsis vidua*, *Ostracoda* (разработана в ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены») для установления класса опасности отходов производства. А также по-

казать преимущества по сравнению со стандартной тест-моделью *D. magna* и используемыми в соответствии с действующими техническими нормативно-правовыми актами.

### Объекты и методы исследований

Суть предложенной методики заключается в 96-часовом экспонировании моллюды водных ракообразных *C. vidua* размером 0,3 мм из 2-недельной тест-культуры водной вытяжкой из производственных отходов в последовательно возрастающих разведениях. Токсичность водной вытяжки оценивают по ее способности влиять на подвижность тест-объектов; признаком иммобилизации ракообразных считается отсутствие способности к движению в течение 15 секунд после легкого встряхивания тестируемого субстрата.

По окончании экспозиции рассчитывают индекс иммобилизации тест-объектов для каждого разведения ( $I_n$  - количество иммобилизованных животных в опыте по отношению к контролю в процентах) и, исходя из значений  $I_n$ , определяют наименьшую кратность разведения водной вытяжки, не оказывающую токсического воздействия на тест-культуру *Cypridopsis vidua* (*LID* - *lowest ineffective dilution* - экспериментально полученное значение разведения водной вытяжки, вызывающей изменение тест-реакции у не более 10% особой тестируемой популяции по сравнению с контролем в течение 96-часовой экспозиции). На основании *LID* судят о токсичности промышленных отходов и устанавливают их класс опасности в соответствии со следующими диапазонами:

при  $LID > 1:10\ 000$  - чрезвычайно опасные (I класс опасности);

$LID = 1:10\ 000$  - высокоопасные (II класс опасности);

$LID = 1:1\ 000$  - умеренно опасные (III класс опасности);

$LID > 100$  - мало опасные (IV класс опасности);

при отсутствии токсического воздействия на тест-культуру *C. vidua* водной вытяжки без разведения - нетоксичные (V класс опасности).

Эксперименты проводились с учетом стандартных требований к оценке токсичности методом биотестирования.

Исходным материалом для проведения исследований являлись лабораторные культуры ракообразных *Cypridopsis vidua* ЦГ-2 и *Daphnia magna* Straus ЦГ-1.

Значения  $LID$  рассчитывали через 48 и 96 часов экспозиции для обеих моделей.

Тестируемые отходы

отход №1 – отход земли формовочной горелой;

отход №2 – отходы пропитанного корда на основе полиэфирных нитей (ПЭТФ – 9,7%; фенолформальдегидная смола + латекс-4,7%, ПА – 6,6-94%).

отход №3 – отходы пропитанного корда на основе амидных нитей (фенолформальдегидная смола + латекс-4,7%, ПА – 6,6-94%).

отход №4 – осадок очистных сооружений гальванического производства, образующийся на участке гальваники и участке печатных плат.

Приготовление водных вытяжек из отходов осуществлялось следующим образом: навеска 50,0 г исследуемого образца доводилась до 100 мл водой, используемой для культивирования

тест-объектов, и проводилась экстракция токсичных соединений путем встряхивания в течение 2 часов с последующим отстаиванием в течение 18 ч при комнатной температуре. Полученная суспензия фильтровалась или центрифугировалась. Из полученной вытяжки готовили разведения:

образец № 1: - *D. magna*: 1:10; 1:20; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000;

- *C. vidua*: 1:10; 1:20; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:10000.

образец № 2: 1:2; 1:5; 1:10; 1:20; 1:100; 1:200; 1:500 (обе тест-модели).

образец № 3: 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:10000 (обе тест-модели).

образец № 4: 1; 1:2; 1:5; 1:10; 1:20; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:10000 (обе тест-модели).

### Результаты эксперимента и их обсуждение

Результаты токсикологической оценки отходов позволяют отнести все отходы к III классу опасности «умеренно опасные» на основании экспериментов с *C. vidua* и IV классу опасности «малоопасные» на основании экспериментов с *D. magna*. (таблица 1). Поскольку согласно общепринятым принципам комплексной оценки решение принимается на основании данных наиболее чувствительного биотеста, исследованные отходы были отнесены к III классу опасности «умеренно опасные».

Таблица 1

Результаты оценки токсичности отходов

Отход	Тест-объект	LID		Класс опасности	
		Длительность экспозиции			
		48 ч	96 ч	48 ч	96 ч
Образец № 1	<i>C. vidua</i>	<b>1:200</b>	<b>1:500</b>	III	III
	<i>D. magna</i>	1:10	1:20	IV	IV
Образец № 2	<i>C. vidua</i>	<b>1:200</b>	<b>1:200</b>	III	III
	<i>D. magna</i>	1:10	1:10	IV	IV
Образец № 3	<i>C. vidua</i>	<b>1:500</b>	<b>1:500</b>	III	III
	<i>D. magna</i>	1:100	-	IV	-
Образец № 4	<i>C. vidua</i>	<b>1:500</b>	<b>1:500</b>	III	III
	<i>D. magna</i>	1:20	1:100	IV	IV

Примечание: Полужирным шрифтом выделены данные, соответствующие наиболее чувствительной тест-модели.

Полученные в эксперименте с *C. vidua* результаты коррелируют с данными острого и подострого опытов на инфузориях *Tetrahymena pyriformis* (III класс токсичности отходов).

*C. vidua* показала себя как более чувствительная тест-модель по сравнению с *D. magna* вне зависимости от длительности экспозиции (48 либо 96 часов), что проявляется большими значениями *LID*.

Следует также отметить, что на протестированных разведениях эффективность биотеста с *C. vidua* не изменяется при увеличении времени экспозиции, что позволяет обоснованно рекомендовать сократить длительность эксперимента до 48 часа и классификацию отходов производства проводить на основании значения *LID*<sub>48ч-*C.vidua*</sub>\*

Результаты экспериментов свидетельствуют также о том, что при использовании известной шкалы оценки токсичности отходов на гидробионтах класс токсичности отходов производства, установленный на *C. vidua*, соответствует классу токсичности, определенному по принципу комплексной интегральной оценки на основании методов, использование которых регламентируется действующими техническими нормативно-правовыми актами. Это свидетельствует о возможности применения при установлении токсичности отходов производства на разработанной тест-модели известной шкалы оценки.

### Заключение

Предложенная модель повышает объективность оценки интегральной токсичности отходов производства и обладает преимуществами по сравнению с используемыми и регламентируемыми техническими нормативно-правовыми актами в настоящее время. Включение предложенного способа оценки токсичности, основанного на использовании свойственного экосистемам Республики Беларусь вида водных ракообразных, в схему оценки опасности отходов производства позволит получить репрезентативные данные о токсичности отходов для окружающей среды и всесторонне классифицировать отходы.

### Резюме

#### СПОСІБ ОЦІНКИ ІНТЕГРАЛЬНОЇ ТОКСИЧНОСТІ ВИРОБНИЧИХ ВІДХОДІВ, ЗАСНОВАНИЙ НА ЗАСТОСУВАННІ ВОДНИХ РАКОПОДІБНИХ

Дроздова Е.В.

У статті представлені результати експериментів, проведених з метою апробації способу оцінки токсичності виробничих відходів на основі водних ракоподібних *Cypridopsis vidua* (Ostracoda), розробленого в ДУ «Республіканський науково-практичний центр гігієни» для встановлення класу небезпеки відходів виробництва. Включення способу в схему оцінки небезпеки відходів дозволить отримати репрезентативні дані про токсичність відходів для навколишнього середовища і всесторонньо класифікувати відходи.

**Ключові слова:** інтегральна токсичність, виробничі відходи, спосіб оцінки інтегральної токсичності *Cypridopsis vidua*, *Daphnia magna*

### Summary

#### METHOD FOR INTEGRATED TOXICITY DETERMINATION OF INDUSTRIAL WASTES BASED ON USING OF AQUATIC CRUSTACEANS

Drozdova E.V.

Proposed method of toxicity of industrial wastes determination is based on using of *Cypridopsis vidua* (Ostracoda, Crustacean) as alternative test-model for toxicity assessment. Implementation of this method in scheme of industrial wastes hazard identification allows obtaining representative data about environmental hazard of wastes and to classify wastes.

**Keywords:** integrated toxicity, industrial wastes, approach for integrated toxicity assessment, *Cypridopsis vidua*, *Daphnia magna*.

Впервые поступила в редакцию 16.06.2010 г.  
Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования