

ресурс] – Режим доступа: <http://www.floralworld.ru/encyclopedia/plants/Codiaeum.html> – Дата доступа: 09.10.2015.

7. Митяева, М. Цикас, или Саговник – Сусас, 2009 [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.floralworld.ru/encyclopedia/plants/Sucas.shtml> – Дата доступа: 09.10.2015.

8. Польза и вред комнатных растений [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pensionary.ru/forum/showthread.php?112-Польза-и-вред-комнатных-растений> – Дата доступа: 09.10.2015.

9. Самые ядовитые комнатные растения [Электронный ресурс] – Режим доступа : [http://www.zooclub.ru/samye/yadovitye\\_komnatnye\\_rasteniya.shtml](http://www.zooclub.ru/samye/yadovitye_komnatnye_rasteniya.shtml) – Дата доступа: 09.10.2015.

10. Энциклопедия ухода за растениями. Аукуба, 2007 [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.floralworld.ru/encyclopedia/plants/Aucuba.html> – Дата доступа : 09.10.2015.

11. Ядовитые растения [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://fialka.tomsk.ru/forums/viewtopic.php?t=16586> – Дата доступа: 09.10.2015.

12. Ядовитые комнатные растения. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://womanadvice.ru/yadovitye-komnatnye-rasteniya> – Дата доступа: 09.10.2015.

УДК 615.9:631.82 (476)

## **КОМПЛЕКСНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА**

*Петрова С.Ю., Гомолко Т.Н., Ильюкова И.И., Грынчак В.А.*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический  
центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

## **COMPLEX HYGIENIC EVALUATION OF THE RISK OF PRODUCTION WASTE**

*Petrova S.Y., Gomolko T.N., Ilyukova I.I., Grynchak V.A.*

Republican unitary enterprise «Scientific practical centre of hygiene»,  
Minsk, Belarus

**Реферат.** Разработанные методы исследований отходов производства на микроорганизмах, наряду с классическими методами токсикологического эксперимента способствуют более точному ранжированию отходов производства по классам опасности, что позволяет устанавливать соответствующие охраняемые мероприятия по обращению с отходами и приводит к снижению химической нагрузки на население. На основании комплексного подхода дана гигиеническая оценка отходу производства по опасным свойствам «токсичность» и «экологическая токсичность».

**Ключевые слова:** токсичность, отходы производства (ОП), среднесмертельная доза ( $DL_{50}$ ), кумулятивные свойства, фитотоксичность, угнетение роста ( $ED_{50}$ ).

**Summary.** the developed methods of research on micro-organisms produce waste, along with the classical methods of experimental toxicology contribute to a more accurate ranking of production waste by hazard class, which allows you to set the appropriate protection measures for the handling of waste and reduces the chemical load on the population. On the basis of an integrated approach given hygienic assessment of production wastes on the hazardous characteristics «toxicity» and «ecotoxicity».

**Keywords:** toxicity, waste production (WP), of the mean dose ( $DL_{50}$ ), cumulative properties, toxicity, biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), growth inhibition ( $ED_{50}$ ).

**Введение.** Исследования отходов промышленных предприятий необходимы не только для того, чтобы выбрать оптимальные технологии их переработки, утилизации и хранения, они обязательны при разработке нормативных документов по образованию отходов и лимитов на их размещение, паспортов опасных отходов, относящихся к различным классам опасности. Кроме того, без исследования отходов производства невозможно проведение на предприятии производственно-экологического контроля. Чтобы определить класс опасности отходов производства, проводятся комплексные лабораторные исследования по ряду показателей. Основными методами в исследовании отходов являются расчетный и экспериментальный методы [2, 3].

**Цель исследования:** на основании комплексного подхода научно обосновать и дать гигиеническую оценку степени опасности отхода производства (на примере отхода гипсового шлама глубинного способа производства лимонной кислоты (код 3161302), который образовался на ОАО «Скидельский сахарный комбинат»).

**Материал и методы исследования.** В процессе выполнения работы использовались общепринятые в лабораторной практике методы исследований: токсикологические, биохимические, гематологические. Эксперименты на животных проведены с соблюдением правил экспериментальной и клинической биоэтики.

Исследования проведены в соответствии с техническими нормативными правовыми актами, руководствами [1]. Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием компьютерной программы STATISTICA 6.

Как показывает многолетняя практика при гигиенической оценке отходов производства обязательными являются токсикологические эксперименты на теплокровных животных, которые позволяют оценить опасное свойство отходов «токсичность». Однако для более полной гигиенической оценки необходимо использование методов биотестирования для установления параметров экотоксичности отходов производства. Простейшие *Tetrahymena pyriformis* являются одним из тест-объектов в токсикологии [5]. Биотест на фитотоксичность (фитотест) способен адекватно реагировать на экзогенное химическое воздействие путем снижения интенсивности прорастания корней, и, следовательно, выступать в роли индикаторов экотоксичности [4].

**Результаты и их обсуждение.** Для обоснования применения расчетного и экспериментального методов по установлению класса опасности исследования проведены на примере отхода гипсового шлама глубинного способа производства лимонной кислоты (код 3161302), который образовался на ОАО «Скидельский сахарный комбинат».

Индекс опасности отхода с применением расчетного метода составил 0,0249832, что позволило отнести его к 5 классу токсичности (таблица 1).

Таблица 1 – Данные расчета индекса опасности для вредных веществ в отходах, индекс опасности образца отхода

Название компонента отхода	Концентрация, $C_i$ , мг/кг	Коэффициенты для определения опасности компонентов отхода				Индекс опасности отдельного компонента отхода $K_i$
		$X_i$	$Z_i$	$\lg W_i$	$W_i$	
цинк	1,31	3	3,67	3,67	4641,6	0,000282
медь	2,37	2,55	3,06	3,06	1150	0,002061
марганец	26,85	2,56	3,07	3,07	1186,0	0,022640

Экспериментальными исследованиями на теплокровных животных установлено, что внутрижелудочное введение отхода

белым крысам не вызвало выраженных симптомов интоксикации. В течение 14 дней наблюдения гибель белых крыс отсутствовала.

При длительном внутрижелудочном поступлении отхода относительные коэффициенты масс печени, селезенки, почек, сердца и надпочечников находились в пределах величин, полученных в контрольной группе лабораторных животных (таблица 2).

Таблица 2 – Относительные коэффициенты масс внутренних органов белых крыс при внутрижелудочном введении отходов, Me (25%; 75%)

Вариант	Масса крысы, г	ОКМ печени, кг <sup>-3</sup> /кг	ОКМ почек, кг <sup>-3</sup> /кг	ОКМ сердца, кг <sup>-3</sup> /кг	ОКМ селезенки, кг <sup>-3</sup> /кг	ОКМ надпочечников, г%
Контроль	200,0 (190,0; 210,0)	36,3 (34,8;37,8)	6,7 (6,7;7,0)	3,7 (3,7;4,0)	5,3 (4,9;6,2)	0,24 (0,19; 0,26)
Отход	195,0 (190,0; 200,0) p=0,28	35,5 (33,5;35,9) p=0,06	7,2 (6,7;7,3) p=0,28	3,9 (3,8;4,3) p=0,14	5,3 (4,9;5,7) p=0,65	0,2 (0,18; 0,24) p=0,34

\* – здесь и далее различия достоверны при  $p < 0,05$ .

В ходе эксперимента не установлено достоверных изменений биохимических показателей крови белых крыс при внутрижелудочном введении отхода (таблица 3).

Таблица 3 – Биохимические показатели крови белых крыс при внутрижелудочном введении отхода, Me (25%;75%)

Вариант	Общий белок, г/л	Мочевина, ммоль/л	Активность АлАТ, ммоль/л	Активность АсАТ, ммоль/л	Хлориды, ммоль/л	Креатинин, мкмоль/л
Контроль	62,3 (48,5; 69,4)	3,45 (3,19; 4,15)	52,3 (45,4; 54,5)	118,7 (108,2; 137,9)	104,5 (100,0; 104,5)	85,0 (85,0; 93,0)
Отход	59,8 (51,0; 81,9) p=0,65	4,21 (3,45; 4,72) p=0,085	43,6 (40,1; 50,6) p=0,097	108,2 (101,2; 129,1) p=0,44	104,5 (104,5; 109,1) p=0,179	91,0 (87,0; 94,0) p=0,52

Со стороны периферической крови не отмечено достоверных изменений при сравнении с контрольными животными (таблица 4).

Таблица 4 – Морфологический состав периферической крови белых крыс при внутрижелудочном введении отхода, Ме (25%;75%)

Морфологический состав крови	Вариант	
	контроль	отход
Эритроциты, $10^{12}/л$	7,15(6,94;7,61)	7,34(7,23;7,72) p=0,406
Гемоглобин, г/л	159,0(151,0;160,0)	151,0(140,0;163,0) p=0,75
Тромбоциты, $10^9/л$	468,0(432,0;518,0)	541,0(417,0;577,0) p=0,18
Лейкоциты, $10^9/л$	17,3(16,4;17,9)	15,4(12,5;22,2) p=0,28

У животных, получавших отход, суточный диурез, реакция мочи, содержание хлоридов, мочевины, общего белка и креатинина в моче находилась в пределах, аналогичных для контрольной группы животных (таблица 5).

Гибели лабораторных животных на всем протяжении эксперимента не отмечено, на основании чего можно утверждать, что отход не обладает кумулятивными свойствами на уровне проявления смертельных эффектов. Коэффициент кумуляции больше 5 (по смертельным эффектам).

Таблица 5 – Показатели функционального состояния почек белых крыс при внутрижелудочном введении отхода, Ме (25%;75%)

Вариант	pH, ед. pH	Суточный диурез, мл	Мочевина, ммоль/л	Общий белок, г/л	Хлориды, ммоль/л	Креатинин, мкмоль/л
Контроль	6,75 (6,0; 7,5)	9,525 (6,9; 10,6)	201,0 (172,5; 268,0)	0,7 (0,6; 1,1)	72,2 (68,2; 81,8)	4200 (3750; 4700)
Отход	6,75 (6,5; 7,0) p=1,0	10,5 (8,06; 11,7) p=0,26	235,5 (196,5; 242,5) p=0,34	0,95 (0,8; 1,2) p=0,26	67,75 (59,0; 90,9) p=0,575	4400 (3250; 4650) p=0,94

Исследования на одноклеточных организмах (тест-объект *Tetrahymena pyriformis*) отхода гипсового шлама глубинного способа производства лимонной кислоты (код 3161302).

Картина интоксикации: в остром эксперименте (3 часа наблюдения) и подостром эксперименте (24 часа наблюдения) в пробах, содержащих исследуемый отход в концентрациях 10 - 500 мг/мл наблюдалось изменение формы тела и характера движения организмов, замедленные, появление мертвых особей. Их количество увеличивалось прямо пропорционально возрастанию концентрации образца в пробе (таблица 6).

Таблица 6 – Результаты изучения токсичности образца в остром и подостром экспериментах на *Tetrahymena pyriformis*

Показатель токсичности	Величина токсичности	Класс токсичности
Острый эксперимент		
ЛД <sub>16</sub> , мг/мл	70,1	-
ЛД <sub>50</sub> , мг/мл	146,2±1,20	4
ЛД <sub>84</sub> , мг/мл	460,7	-
Подострый эксперимент		
ЛД <sub>16</sub> , мг/мл	21,4	-
ЛД <sub>50</sub> , мг/мл	270,1±0,39	-
ЛД <sub>84</sub> , мг/мл	518,9	-
Ккум <sub>ас</sub>	1,85	4

В хроническом эксперименте отход, в концентрациях 10<sup>-4</sup>мг/мл – 10<sup>0</sup>мг/мл оказывал ростостимулирующее действие на популяцию на протяжении всего жизненного цикла (0-96 часов). В пробах, содержащих отход в концентрации 10мг/мл-250 мг/мл снижение жизненной активности тест - объекта наблюдалось в фазе замедленного роста и при вступлении популяции в стационарное состояние (72-96 часов наблюдения) (таблица 7).

Таблица 7 – Результаты изучения токсичности отхода при хроническом воздействии на популяцию *Tetrahymena pyriformis*

Концентрация, мг/мл	Время инкубации в часах			
	24	48	72	96
Число поколений				
0 (контроль)	2,98±0,16	5,35±0,06	7,31±0,14	7,51±0,03
10 <sup>-4</sup>	2,90±0,11	5,88±0,27	7,27±0,06	8,04±0,10*
10 <sup>-3</sup>	3,42±0,06*	5,66±0,11	7,17±0,00	8,40±0,12
10 <sup>-2</sup>	3,55±0,05*	6,54±0,04*	7,55±0,00	8,28±0,00*

Концентрация, мг/мл	Время инкубации в часах			
	24	48	72	96
10 <sup>-1</sup>	3,46±0,08*	6,79±0,04*	7,80±0,02*	8,14±0,02*
10 <sup>0</sup>	3,13±0,02	6,67±0,10*	7,38±0,16	7,81±0,03*
10	4,02±0,18*	6,79±0,01*	6,70±0,05*	6,90±0,16*
50	4,94±0,05*	6,83±0,04*	6,39±0,17*	7,15±0,07*
100	4,61±0,05*	6,60±0,06*	6,77±0,05*	7,37±0,06
250	3,28±0,06	5,42±0,10	6,19±0,01*	6,44±0,05*
Время генерации				
0 (Контроль)	8,09±0,43	8,96±0,10	9,86±0,18	12,8±0,05
10 <sup>-4</sup>	8,30±0,32	8,20±0,38	9,90±0,08	11,9±0,15*
10 <sup>-3</sup>	7,01±0,12*	8,48±0,17	10,0±0,00	11,4±0,16*
10 <sup>-2</sup>	6,76±0,10*	7,34±0,05*	9,54±0,01	11,6±0,01*
10 <sup>-1</sup>	6,95±0,15*	7,07±0,04*	9,23±0,02*	11,8±0,03*
10 <sup>0</sup>	7,67±0,06	7,20±0,11*	9,76±0,22	12,3±0,04*
10	5,99±0,27*	7,06±0,01*	10,7±0,01*	13,9±0,32*
50	4,86±0,05*	7,03±0,04*	11,3±0,30*	13,4±0,14*
100	5,20±0,06*	7,28±0,07*	10,6±0,08*	13,0±0,11
250	7,32±0,14*	8,86±0,16	11,6±0,02*	14,9±0,11*
Численность популяции в % к контролю				
0 (Контроль)	100	100	100	100
10 <sup>-4</sup>	94	149	97	146
10 <sup>-3</sup>	131	124	90	187
10 <sup>-2</sup>	144	227	117	171
10 <sup>-1</sup>	137	271	139	155
10 <sup>0</sup>	106	249	106	124
10	206	271	65	67
50	381	278	53	79
100	306	237	68	91
250	119	105	46	48

Биологическое действие отходов на популяцию тест-объекта: анализ адаптационных колебаний и их количественная оценка выявили повышение адаптационных возможностей популяции по сравнению с контролем в пробах, содержащих отход в концентрациях 10<sup>-4</sup> мг/мл – 10<sup>-1</sup> мг/мл, дальнейшее увеличение концентрации отхода в пробах привело к снижению адаптационных возможностей популяции. Отход не проявил мутагенной активности, значительно снизил устойчивость клеточных мембран инфузорий к неблагоприятным воздействиям

внешней среды по сравнению с контролем на 50-70% в пробах с концентрацией  $10^0$  мг/мл – 250 мг/мл (таблица 8).

Таблица 8 – Биологическое действие образца популяцию *Tetrahymena pyriformis*

Концентрация, мг/мл	Коэффициент адаптогенности	Кислотная резистентность	Реакция на мутагенность
0 (Контроль)	1,00±0,05	1,00±0,00	Отрицательная
$10^{-4}$	1,25±0,00*	0,80±0,00	Отрицательная
$10^{-3}$	1,40±0,08*	0,80±0,00	Отрицательная
$10^{-2}$	1,54±0,01*	0,80±0,00	Отрицательная
$10^{-1}$	1,60±0,01*	0,80±0,00	Отрицательная
$10^0$	1,32±0,08	0,50±0,00	Отрицательная
10	0,90±0,03*	0,40±0,00	Положительная
50	0,95±0,03	0,30±0,00	Отрицательная
100	0,90±0,04	0,30±0,00	Отрицательная
250	0,54±0,00*	0,30±0,00	Отрицательная

По результатам токсиколого-гигиенической оценки в хроническом эксперименте на *Tetrahymena pyriformis* определена максимально недействующая доза (МНД), рассчитаны ЛД<sub>50</sub>/МНД, коэффициент кумуляции в хроническом эксперименте ( $K_{кум\ chronica}$ ) (таблица 9).

При проведении биотеста на фитотоксичность установлено, что экстракт отхода не ингибирует прорастание семян редиса, огурцов и овса и развитие корешков проростков (таблица 10).

Таблица 9 – Токсичность отхода по результатам его оценки в хроническом эксперименте на *Tetrahymena pyriformis*

Показатель токсичности	Результат	Класс токсичности
ЕД <sub>50</sub> , мг/мл, лог. фаза	51,2±0,10	-
ЕД <sub>50</sub> , мг/мл, стац. фаза	253,1±0,34	-
$K_{кум\ chronica}$	4,21	4 класс
МНД, мг/мл	$10^{-1}$	3 класс
ЛД <sub>50</sub> /МНД	$1,462 \times 10^3$	4 класс

Таблица 10 – Влияние экстракта отхода в тесте на прорастание семян (3 сутки) и длину корешков

Тест-культура	Количество проросших семян/ % прорастания		Длина корешков проростков (см)/ % от контроля	
	Контроль	Отход (1:10)	Контроль	Отход (1:10)
Редис	27,00±1,00	28,00±1,00	3,54±0,33	5,36±0,44
Огурцы	30,00±0,00	29,33±0,67	6,05±0,17	5,53±0,22
Овес	22,00±2,08	28,67±0,88	7,85±0,58	11,11±0,58

### Выводы.

По рассчитанному индексу опасности отход относится к 5 классу токсичности (не опасные). По результатам изучения острой токсичности при однократном внутрижелудочном введении белым крысам отход отнесен к IV классу опасности (малоопасные вещества),  $DL_{50} > 5000$  мг/кг. В экспериментах на крысах отход обладает слабыми кумулятивными свойствами. Коэффициент кумуляции больше 5 (по смертельным эффектам). По результатам оценки на тест-объекте *Tetrahymena pyriformis*, отход относится к 4 классу токсичности (малотоксичное вещество). Экстракт отхода в разведении 1:10 не обладает фитотоксическим действием в тесте на прорастание семян редиса, овса и огурцов, не ингибирует развитие корешков проростков редиса и огурцов, овса.

Результаты проведенных исследований можно позволяют сделать заключение, о том, что расчетный метод применяется, если известен качественный и количественный состав отхода и в литературных источниках имеются необходимые сведения для определения показателей опасности компонентов отхода. Предпочтение в установлении класса опасности остается за экспериментальными методами и для более достоверного установления класса опасности образующихся отходов необходимо проводить оценку их экотоксичности.

### Литература

1. Инструкция 2.1.7.11-12-3-2004. Определение токсичности металлосодержащих отходов : утв. МЗ РБ 25.02.2004г. – Минск, 2004.
2. Промышленные и бытовые отходы. Хранение, утилизация, переработка. – М. : ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.
3. Русаков, Н. В. Отходы, окружающая среда, человек / Н. В. Русаков, Ю. А. Рахманин. – М. : Медицина, 2004. – 231 с.

4. Фитотоксичность и экотоксичность [Электронный ресурс].  
Режим доступа : [http://abc.vvsu.ru/Books/ecolog\\_tocsicolog/page0005.asp](http://abc.vvsu.ru/Books/ecolog_tocsicolog/page0005.asp). –  
Дата доступа : 21.06.15г.

5. Comparative use of bacterial, Algal, protozoan tests to study toxicity of azo- and anthraquinone dyes / Š. Novotny [et al.] // Chemosphere. – 2006. – Vol. 63. – P. 1436-1442.

УДК 613.95 (476.6)

## **ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩАЯ СРЕДА КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ЗДОРОВЬЯ ШКОЛЬНИКОВ**

*Сивакова С.П., Заяц О.В., Конопинь Г.Ф.*

УО «Гродненский государственный медицинский университет»  
ГУ «Гродненский зональный центр гигиены и эпидемиологии»,  
Гродно, Беларусь

## **HEALTHY ENVIRONMENT AS THE BASIS FOR FORMATION HEALTH OF STUDENTS**

*Sivakova S.P., Zayats O.V., Konopini G.F.*

Grodno State Medical University  
Grodno Zonal Center of Hygiene and Epidemiology  
Grodno, Belarus

**Реферат.** На основе проведенных исследований было показано, что из всей совокупности факторов риска, влияющих на формирование здоровья детского населения, основным является создание здоровьесберегающей среды в учреждениях образования. Увеличение школьнозначимой патологии, негативные изменения показателей заболеваемости школьников зависят от продолжительности учебы и создания благоприятных санитарно-гигиенических условий обучения и воспитания.

**Ключевые слова:** формирование здоровья, здоровьесберегающая среда, факторы риска, профилактика.

**Summary.** Research showed that lack of health saving environment in educational institutions is one of the risk factors affecting children health development. The increase in school-significant pathology, adverse changes in incidence rates depend the duration of training at school, and the creation of favorable sanitation conditions of learning and education.

**Keywords:** formation of health, health-promoting environment, risk factors, prevention.