

А. А. Попель, О. А. Борис
ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ОТХОДОВ ГЛАЗУРИ

Научный руководитель канд. мед. наук, С. Ю. Петрова

Кафедра гигиены труда

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

Резюме. В результате проведенных исследований получена полная токсиколого-гигиеническая характеристика отходов глазури, включающая параметры токсического воздействия на организм теплокровных животных, эффекты токсичности и биологического действия в тест-системе *Tetrahymena pyriformis*, эффекты ингибирующего воздействия на рост и развитие растений. Отход относится к следующим классам опасности: по показателю токсичность – к 4 классу токсичности (малотоксичные); по показателю экотоксичность – к 3 классу токсичности (умеренно токсичные).

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

Resume. The studies received full toxicological and hygienic characteristics of glaze waste, including options of toxic effects on the body of warm-blooded animals, toxicity and biological effects of the action in the test system *Tetrahymena pyriformis*, the effects of the inhibitory effects on the growth and development of plants. Waste refers to the following classes of danger: in terms of toxicity - the 4th class of toxicity (low toxicity); in terms of ecotoxicity - class 3 toxicity (moderately toxic).

Keywords: toxicity, waste production (WP) of the mean lethal dose (DL_{50}), cumulative properties, toxicity, growth inhibition (ED_{50}).

Актуальность. Актуальность эксперимента обусловлена необходимостью оптимизации схемы исследований для установления классов опасности опасных отходов производства по критериям токсичности и экотоксичности. Четкое отнесение отходов к определенным классам опасности дает возможность принимать эффективные управленческие решения в области обращения с отходами. Это позволит производителю внедрять рациональные схемы использования отходов, возможно, уменьшать объемы захоронения отходов.

Цель: установить и научно обосновать класс опасности отходов глазури по показателям токсичности и экотоксичности для решения вопроса о возможности дальнейшего их использования либо захоронения.

Задачи:

1. Изучить острую, подострую и хроническую токсичность отходов на инфузориях в тест-системе *Tetrahymena pyriformis* W.
2. Изучить фитотоксичность отходов на семенах растений.
3. Определить в токсикологических экспериментах на лабораторных животных параметры острой токсичности отходов.
4. Исследовать кумулятивные свойства отходов в условиях повторного дозозамонотонного внутрижелудочного введения.

5. Изучить местное кожно-раздражающее действие отходов на лабораторных животных.

Материалы и методы. Материалом для проведения исследований являлись отходы глазури. Объем токсиколого-гигиенических исследований включал: определение токсичности с использованием микроорганизма *Tetrahymena pyriformis*, установление фитотоксичности, эксперимент на млекопитающих. В процессе выполнения работы использовались общепринятые в лабораторной практике методы исследований: токсикологические, биохимические, гематологические. Эксперименты на животных проведены с соблюдением правил биоэтики. Исследования проведены в соответствии с техническими нормативными правовыми актами, руководствами [1 - 3]. Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием компьютерной программы STATISTICA 6.

Результаты и их обсуждение. Исследованиями установлено, что внутрижелудочное введение экстракта из отхода белым крысам не вызвало выраженных симптомов интоксикации. В течение 14 дней наблюдения гибель животных отсутствовала. Рассчитанная $DL_{50} > 10000$ мг/кг, что позволяет отнести отходы к 4 классу опасности.

Экстракты из образца отходов не обладают раздражающим действием на кожные покровы лабораторных животных.

При длительном внутрижелудочном поступлении вытяжки из отхода отмечено статистически достоверное увеличение ОКМ печени и почек. Масса тела подопытных животных по окончании эксперимента не отличалась от контроля. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1. Относительные коэффициенты масс внутренних органов белых крыс при внутрижелудочном введении отхода, Ме (25%; 75% квартили)

Вариант	Масса крысы, г	ОКМ печени, кг ⁻³ /кг	ОКМ почек, кг ⁻³ /кг	ОКМ сердца, кг ⁻³ /кг	ОКМ селезенки, кг ⁻³ /кг	ОКМ надпочечников г%
Контроль	280 (250;280)	32,8 (31,5;35,2)	6,2 (6,0; 6,6)	3,3 (3,1; 3,6)	5,1 (4,3; 5,4)	0,14 (0,13; 0,15)
Опыт	270 (250;280)	37,3 (34,8;38,0)*	7,0 (6,6;7,2)*	3,4 (3,2;3,4)	4,5 (4,4;5,8)	0,14 (0,11;0,14)

Примечание: -* - здесь и далее различия достоверны при $p \leq 0,05$.

В ходе эксперимента были выявлены изменения биохимических показателей крови белых крыс, получавших образцы отходов, по сравнению с контролем. Воздействие отхода приводит к увеличению АлАТ, АсАТ, уменьшению концентрации креатинина. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2. Биохимические показатели крови белых крыс при внутрижелудочном введении образцов отхода, $M \pm m$

Вариант	Общий белок, г/л	Мочевина, ммоль/л	Активность АЛАТ, ммоль/л	Активность АсАТ, ммоль/л	Креатинин, мкмоль/л	Хлориды, ммоль/л
Контроль	66,38±4,98	2,85±0,38	49,14±7,57	129,6±20,13	100,28±3,87	101,6±3,95
Опыт	73,05±5,46	2,86±0,30	71,74±7,45*	188,6±5,68*	86,14±4,42*	98,7±3,11

Со стороны периферической крови отмечены достоверные изменения гематологических показателей у животных при сравнении с контрольными животными при введении отхода. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3. Морфологический состав периферической крови белых крыс при внутрижелудочном введении отходов, Me (25%; 75% квантили)

Показатели	Вариант	
	Контроль	Опыт
Эритроциты, $10^{12}/л$	7,35 (7,11;7,81)	6,74 (6,4;6,9)*
Гемоглобин г/л	163,5 (158;168)	156,14 (148;162)*
Тромбоциты, $10^9/л$	545 (512;577)	453 (378;588)
Лейкоциты, $10^9/л$	19,03 (13,7;26,40)	19,50 (15,90;21,40)

По результатам анализов мочи отмечены некоторые изменения в группе животных, получавших отход. У животных, получавших отход глазури, отмечено снижение концентрации хлоридов в моче. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4. Показатели функционального состояния почек белых крыс при внутрижелудочном введении отхода, $M \pm m$

Вариант	pH	Суточный диурез, мл	Мочевина, ммоль/л	Общий белок, г/л	Хлориды, ммоль/л	Креатинин, мкмоль/л
Контроль	5,03±0,08	7,68±3,62	162,67±32,48	1,98±0,19	90,33±3,82	4005±221,55
Опыт	6,9±0,38	9,0±2,16	187,83±25,94	1,23±0,6	68,03±15,30*	3958±596,7

Так как на всем протяжении эксперимента гибели лабораторных животных не отмечено, можно сделать вывод о том, что отходы не обладают кумулятивными свойствами на уровне проявления смертельных эффектов. При введении экстрактов отходов выявлены определенные отклонения отдельных лабораторных показателей, свидетельствующие о наличии ответных реакций организма на введение в пределах адаптационных механизмов.

По показателю острой токсичности (LD_{50}) на *Tetrahymena pyriformis* отходы относятся к 4 классу токсичности (малотоксичное вещество), по величине коэффициента кумуляции – к 4 классу токсичности (малотоксичное вещество). Полученные результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5. Результаты изучения токсичности образцов отходов в остром и подостром экспериментах на *Tetrahymena pyriformis*

Показатель токсичности	Величина токсичности	Класс токсичности
Острый эксперимент		
ЛД ₁₆ , мг/мл	125,2	-
ЛД ₅₀ , мг/мл	391,3±4,74	4
ЛД ₈₄ , мг/мл	1609,8	-
Подострый эксперимент		
ЛД ₁₆ , мг/мл	361,0	-
ЛД ₅₀ , мг/мл	694,2±0,83	-
ЛД ₈₄ , мг/мл	1027,5	-
Кку _{mac}	1,77	4

Отходы глазури в концентрациях 10^{-5} мг/мл – 100 мг/мл оказывали ростостимулирующее действие на популяцию на протяжении всего жизненного цикла (0-96 часов). В пробах, содержащих отход, в концентрации 500 мг/мл, наблюдалось угнетение роста и жизненных функций популяции на протяжении всего жизненного цикла тест-объекта. Результаты исследований представлены в таблице 7.

Таблица 7. Результаты изучения токсичности отходов глазури при хроническом воздействии на популяцию *Tetrahymena pyriformis*

Концентрация, мг/мл	Время инкубации в часах			
	24	48	72	96
Численность популяции в % к контролю				
0 (Контроль)	100	100	100	100
10^{-5}	194	161	110	92
10^{-4}	259	149	100	72
10^{-3}	359	227	139	92
10^{-2}	247	176	123	92
10^{-1}	288	317	142	123
10^0	471	339	161	113
10	618	502	222	137
100	306	444	169	129
500	241	61	14	8

Выявлено незначительное повышение адаптационных возможностей популяции по сравнению с контролем в пробах, содержащих отход в концентрациях 10^{-5} мг/мл – 100 мг/мл. Дальнейшее увеличение концентрации отхода в пробе привело к напряжению адаптационных механизмов, снижению адаптационных возможностей и гибели популяции. Отход глазури не проявил мутагенной активности. В концентрациях 100 мг/мл и 500 мг/мл снизил устойчивость клеточных мембран на 30% по отношению к контрольному уровню.

Результаты описанных исследований представлены в таблице 9.

Таблица 9. Биологическое действие образцов отходов на популяцию *Tetrahymena pyriformis*

Концентрация, мг/мл	Коэффициент адаптогенности	Кислотная резистентность	Реакция на мутагенность
0 (Контроль)	1,00±0,00	1,00±0,00	Отрицательная
10 ⁻⁵	1,05±0,05	0,90±0,00	Отрицательная
10 ⁻⁴	1,02±0,01*	0,90±0,00	Отрицательная
10 ⁻³	1,13±0,07	0,90±0,00	Отрицательная
10 ⁻²	1,00±0,00	0,90±0,00	Отрицательная
10 ⁻¹	1,12±0,06	0,90±0,00	Отрицательная
10 ⁰	1,10±0,03*	0,90±0,00	Отрицательная
10	1,10±0,03*	0,80±0,00	Отрицательная
100	1,10±0,03*	0,70±0,00	Отрицательная
500	0,78±0,00*	0,70±0,00	Отрицательная

По результатам изучения в хроническом эксперименте токсических свойств образца и биологического действия на тест-объект *Tetrahymena pyriformis*, отход относится к 4 классу токсичности (малотоксичное вещество). Результаты исследований представлены в таблице 10.

Таблица 10. Токсичность отхода по результатам их оценки в хроническом эксперименте на *Tetrahymena pyriformis*

Показатель токсичности	Результат	Класс токсичности
ЕД ₅₀ , мг/мл, лог. фаза	566,7±1,16	-
ЕД ₅₀ , мг/мл, стац. фаза	357,9±0,34	-
Ккум <i>chronica</i>	0,64	4 класс
МНД, мг/мл	10 ¹	4 класс
ЛД ₅₀ /МНД	39,1x10 ⁰	4 класс

Изучены фитотоксические свойства отхода глазури. Полученные результаты свидетельствуют о том, что экстракт образца отхода не ингибирует прорастание семян редиса, овса и огурцов (таблица 11).

Таблица 11. Влияние экстракта образца отходов в тесте на прорастание семян на третьи сутки

Тест-культура	Количество проросших семян / % прорастания	
	Контроль	образец 1:10
Редис	29,33 ±0,33	27,67±0,33
Огурцы	29,67 ±0,33	29,00± 0,58
Овес	16,33 ±2,96	13,67±2,18

Экстракт отхода ингибирует развитие корешков проростков редиса на 20,6 %, огурцов на 80,4 %, овса на 41,5%. Результаты приведены в таблице 12.

Таблица 12. Средняя длина корешков проростков семян тестируемых культур, выращенных на дистиллированной воде и экстракте образца 1:10

Тест-культура	Длина корешков (см) / % от контроля	
	Контроль	Образец 1:10
Редис	4,69±0,36	3,73±0,27*
Огурцы	6,79±0,20	1,33±0,07*
Овес	6,58±0,56	3,85±0,31*

По результатам теста на фитотоксичность можно заключить, что отход обладает фитотоксическим действием.

Вывод: Отходы глазури по показателю токсичность относятся к 4 классу токсичности (малотоксичные); по показателю экотоксичность относятся к 3 классу токсичности (умеренно токсичные).

A. A. Popel, O. A. Boris

TOXICOLOGICAL AND HYGIENIC STUDIES OF WASTE GLAZE

Tutor Ph.D. S. Y. Petrova

Department of occupation health,

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

Литература

1 Инструкция 2.1.7.11-12-3-2004. Определение токсичности металлосодержащих отходов : утв. МЗ РБ 25.02.2004г. – Минск, 2004.

2 Инструкция № 2.1.7.11-12-42-2004. Определение токсичности отходов, содержащих органические вещества : утв. МЗ РБ 31.12.04. – Минск, 2004.

3 Инструкция № 1.1.11–12–35–2004. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ : утв. МЗ РБ 14.12.2004г. – Минск, 2004.