

ОЦЕНКА ТОКСИКО-МУТАГЕННОЙ ОПАСНОСТИ ШЛАКОВ МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

Розглянуто проблему шлаків, що лишаються після спалювання твердих побутових відходів. Виконано оцінку екологічної небезпеки шлаків за допомогою біоіндикаторів. Наведено дані про токсичну і мутагенну активність шлаків спалювання ТБВ.

Рассматривается проблема шлаков, остающихся после сжигания твердых бытовых отходов. Выполнена оценка экологической опасности шлаков с помощью биоиндикаторов. Приведены данные о токсичной и мутагенной активности шлаков сжигания ТБО.

The problem of municipal solid waste incineration slag are considered. The estimation of ecological danger of slag are given with the help of bioindicators. Data about toxic and mutagenous activity of MSW incineration slag are given.

Проблема утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) существовала всегда, но только в прошлом веке она приобрела такие масштабы, что ставит ее сегодня в один ряд с глобальными экологическими проблемами. В современной научной литературе значительное внимание уделяется негативным последствиям существующих методов утилизации ТБО, в частности, последствиям термического метода переработки отходов. При обсуждении данной проблемы внимание традиционно сосредоточено на опасности отходящих газов мусоросжигательных котлоагрегатов и летучей золы. Однако, шлаки мусоросжигательных заводов являются не менее опасными отходами. На 1 т сжигаемых ТБО образуется 270-330 кг шлаков. Несмотря на то, что шлаки образуются при достаточно высоких температурах, они являются высокотоксичными отходами, т. к. в них в значительных количествах содержатся диоксины, фураны [1], полиароматические углеводороды и тяжелые металлы [2, 3].

Шлаки мусоросжигательных заводов представляют опасность для окружающей среды, особенно если их складирование осуществляется без необходимых мер предосторожности. К сожалению, данная проблема весьма актуальна для Днепропетровска, где с 1992 эксплуатируется завод по термической переработке ТБО (ДЗТПТБО). Согласно проектной мощности завода, в год производится 45 тыс. т шлака, который с 1997 года несанкционированно размещается на территории Криворожской свалки бытовых отходов, расположенной в балке Кобеник на расстоянии около 500 м от завода. Необходимо отметить, что для почв балки Кобеник представляют опасность не только сами шлаки, но и продукты их выщелачивания, образующиеся под действием атмосферных осадков. При выщелачивании шлаков водой из них вымываются легко растворимые соединения и тяжелые металлы [3, 4].

В работах [3, 4] подробно изучен процесс выщелачивания тяжелых металлов из продуктов сжигания ТБО, приведены данные о содержании тяжелых металлов в самих шлаках и почвах, на которых расположены шлакоотвалы. Однако при анализе современной научной литературы авторами не были найдены сведения о токсической и мутагенной активности шлаков, образующихся при сжигании ТБО.

Для оценки токсичности и мутагенности шлака Днепропетровского завода по термической перера-

ботке ТБО были проведены исследования методами биоиндикации, среди биоиндикационных методов был выбран классический ростовой тест на фитотоксичность почвы [5]. Сущность теста заключается в учете изменений количественных показателей роста индикаторной культуры, выращенной на исследуемых образцах почв. В качестве контроля использовалась почва, отобранная в местном «условно экологически чистом» районе – с. Александровка Днепропетровского района Днепропетровской области.

Образцы почв отбирались на промплощадке завода и в районе расположения шлакоотвала. Индикаторной культурой служила озимая пшеница, сорт «Безостая-1». Индикаторные растения выращивались в емкостях, заполненных исследуемыми образцами.

Результаты проведенного эксперимента показали, что процесс роста корневой системы индикаторной культуры на образцах почв, отобранных на территории завода и в зоне складирования шлаков, угнетен соответственно на 40 и 39% в сравнении с контролем. Также отмечено ингибирование роста надземной массы растений – на 23% в случае с почвой, отобранной на территории мусоросжигательного завода, и на 38% – в зоне размещения шлаков (табл. 1).

При сравнении данных по угнетению ростовых процессов в образцах почв с дозовой кривой, полученной А.И. Горовой (1995) при облучении проростков озимой пшеницы рентгеновскими лучами на установке РУМ-17, было отмечено, что угнетение роста комплексом загрязнителей, содержащихся в исследованных образцах почв, соответствует облучению проростков дозой около 7,5-10 Гр [6].

Токсико-мутагенная активность шлаков ДЗТПТБО определялась нами методами биоиндикации с использованием высокочувствительных цитогенетических биотестов: «частота встречаемости абберрантных хромосом» и «интенсивность клеточного деления» в меристематических клетках фитоиндикатора *Allium scera* L – лук обыкновенный [7].

Семена лука проращивались в чашках Петри на пробах увлажненного шлака в термостате при 25°C. Контролем служила дистиллированная вода. Корешки длиной 7-9 мм фиксировали по Карнуа в течение часа.

Таблиця 1

Результаты ростового теста на фитотоксичность почвы

Вариант	Высота растений, см	%	Длина корней, см	%	Сырая масса (10 шт.), мг	Сухая масса (10 шт.), мг	
						мг	%
Контроль	13,14 ± 0,48	100	14,77 ± 0,65	100	2040	237	100
Почва, отобранная на территории ДЗПТБО	10,11 ± 0,51	76,9	8,99 ± 0,56	60,9	800	113	48
Почва, отобранная на территории шлакоотвала	8,22 ± 0,51	62,6	9,04 ± 0,44	61,2	1317	178	75

Окрашивание биообъектов проводили реактивом Шиффа по Фельгену с предварительным гидролизом в 0,01 н. соляной кислоте при температуре 60°C [8]. Из кончиков корешков готовили цитологические препараты, в которых учитывались все фазы митоза, встречающиеся на 5-6 тыс. просмотренных меристематических клеток. Величину митотического индекса определяли как отношение числа делящихся клеток на 1000 просмотренных клеток. Активно делящиеся клетки меристемы очень чувствительны к различного рода воздействиям, поэтому снижение интенсивности клеточного деления в сравнении с контролем свидетельствует о токсическом действии загрязнителей, содержащихся в исследуемых образцах. На этих же препаратах учитывались клетки с аберрантными хромосомами: мосты, фрагменты в ана- и телофазах, а также слипание и пульверизация хромосом в мета-

фазе. Частоту встречаемости патологических фигур митоза выражали в процентах от количества делящихся клеток. Увеличение количества аберрантных фаз митоза в сравнении с контролем свидетельствует об увеличении мутагенности исследуемых образцов.

Анализ результатов эксперимента (табл. 2) свидетельствует о снижении интенсивности клеточного деления в меристематических тканях индикатора, выращенного на образцах шлака, на 45% в сравнении с контролем. Это является следствием присутствия в шлаке комплекса токсикантов, ингибирующих ростовые процессы у растений-биоиндикаторов. Наличие в образцах шлака комплекса загрязняющих веществ обусловило увеличение частоты встречаемости хромосомных аберраций в клетках меристем – в 9 раз по сравнению с контролем, что говорит о высокой мутагенной активности исследованных образцов шлака.

Таблиця 2

Результаты тестов «интенсивность клеточного деления» и «частота встречаемости аберрантных хромосом»

Вариант	Величина митотического индекса, %	Аберрантность по фазам, %		
		на I делящуюся клетку	на анафазу и телофазу	среднее
Шлак ДЗПТБО	75,83±6,69	19,34±1,85	23,57±3,59	21,46±2,02
Контроль (дистиллированная вода)	140,00±9,58	2,5±0,47	2,2±0,33	2,35±0,28

Таким образом, результаты экспериментов показали, что шлак, образующийся при сжигании ТБО, обладает высоким токсическим и мутагенным потенциалом и вследствие этого, почва на территории Днепропетровского мусоросжигательного завода и в районе размещения шлаков обладает фитотоксическими свойствами и вызывает достоверное угнетение ростовых процессов в сравнении с контролем. Это свидетельствует о негативном воздействии процесса утилизации ТБО методом сжигания и складирования полученных шлаков на экологическое состояние почв территории завода и зоны размещения продуктов сжигания, и в связи с этим, складирование шлаков без предварительной нейтрализующей обработки является недопустимым.

Список литературы

1. Федоров Л.А. Диоксины как экологическая опасность: ретроспектива и перспективы. – М.: Наука. – 1993. – 226 с.
2. Юфит С.С. Мусоросжигательные заводы – помойка на небе. Промышленные полигоны – конец мусорному кризису. Диоксины в грудном молоке: Лекции. – Н. Новгород: Изд-во НГМА, 1999. – 85 с.

3. Майстренко О.Ф. Бетони з використанням заповновачів на основі продуктів спалювання твердих побутових відходів: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.05. – Одеса, 2001. – 17 с.
4. Экологические аспекты использования шлака мусоросжигательного завода при производстве строительных материалов / Е.В Крайнюк, А.Г. Ольгинский // Вісник СумДУ. – 2002. – № 9(42). – С. 149-152.
5. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 348 с.
6. Горовая А.И., Орлов Д.С., Щербенко О.В. Гуминовые вещества. – К.: Наукова думка, 1995. – 304 с.
7. Горовая А.И., Бобырь Л.Ф., Дигурко В.М., Скворцова Т.В. Методологические аспекты оценки мутагенного фона и генетического риска для человека и биоты от действия мутагенных экологических факторов // Цитология и генетика. – 1996. – 30, № 6. – С. 78-86.
8. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Агропромиздат, 1988. – 255 с.

Рекомендовано до публікації д.т.н. О.С. Пригуновим 18.06.03