

## ЭКСПРЕСС-БИОТЕСТИРОВАНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ

© 2010 Н.И. Шаталаев

Самарский государственный медицинский университет

Поступила в редакцию 14.07.2010

Разработан метод определения токсичности двухкомпонентных смесей загрязнителей. В работе представлены данные о комплексном воздействии некоторых органических и неорганических соединений на микросообщества гидроекосистем.

Ключевые слова: двухкомпонентные смеси, токсичность, биотестирование.

В настоящее время охрана природы и водной среды в нашей стране является важнейшей социально-экономической задачей. Это связано с постоянным развитием химической и нефтехимической промышленности в Российской Федерации.

Химические и нефтехимические производства относятся к предприятиям с высоким уровнем потребления воды, как свежей, так и оборотной. Около половины общего промышленного водопотребления приходится на долю химической промышленности, и в дальнейшем эта доля будет только возрастать, в связи с развитием отрасли. Это делает охрану водных ресурсов территории РФ от загрязнения отходами нефтехимической промышленности особенно актуальной.

Промышленные воды большинства современных химических и нефтехимических производств представляют собой высококонцентрированные, сложные и многокомпонентные системы, в состав которых входят органические и неорганические соединения различных классов.

Большая часть этих веществ является серьезной угрозой для водоемов. Они в состоянии оказывать токсическое действие на живые организмы водоемов, приводить к гибели рыб, пагубно влиять на микрофлору очистных сооружений, ухудшая тем самым биологическую очистку. Ряд компонентов сточных вод нефтехимическим производств обладает канцерогенным действием.

В настоящее время стоки химических и нефтехимических предприятий подвергаются локальной, физико-химической и биологической очистке. Применяемые методы, как показывает практика, могут обеспечить снижение концентрации органических загрязнений лишь на 75-80%. В то же время, допуск в водоемы отдельных токсических органических компонентов даже в незначительных концентрациях

может вызвать нарушения внутриводоемных процессов.

Поступление стоков на биоочистные сооружения носит дискретный характер; это предусмотрено технологией многих производств. Кроме того, зачастую наблюдаются залповые сбросы вследствие аварийных ситуаций и профилактических работ. Это приводит к изменению состава ценозов активного ила, глубоким нарушениям процессов биологической очистки, вплоть до вывода из строя биоочистных сооружений. Применяемые в настоящее время традиционные методы контроля состояния промышленных вод, поступающих на биологическую очистку (такие, как БПК, ХПК, скорость потребления кислорода и пр.), не дают исчерпывающей информации о степени токсичности вод отдельных производств, и, в особенности, индивидуальных компонентов сточных вод и их смесей. В литературе практически нет данных по исследованию характера комбинированного действия двухкомпонентных систем на активный ил, которые имеют особый теоретический и практический интерес при разработке требований к биологической очистке. Все это указывает на необходимость более глубокого изучения данной проблемы.

Целью настоящей работы является определение характера действия двухкомпонентных систем загрязнителей промышленных вод на де-гидрогеназную активность ила.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 4 центрифужные пробирки вносили по 5 мл тщательно перемешанной иловой суспензии, 1 мл фосфатного буферного раствора и по 0,1 мл 1%-ного раствора ТТХ. Первую пробирку оставляли в качестве контроля, во вторую и третью добавляли по 1 мл растворов компонентов заг-

*Шаталаев Никита Иванович, аспирант кафедры общей, бионеорганической и биоорганической химии.  
E-mail: info@samsmu.ru.*

рязнителей определенной концентрации. В четвертую пробирку приливали по 1 мл растворов определяемых компонентов. Содержимое пробирок тщательно перемешивали, инкубацию проводили в термостате при температуре 37°C в течение 30 минут. По истечении 30 минут пробы центрифугировали, надосадочную жидкость сливали, а к осадку приливали по 5 мл этанола. Затем энергичным перемешиванием проводили экстракцию формазана, после чего пробы центрифугировали 3 минуты при 3000-4000 оборотов в минуту. Окрашенные спиртовые растворы колориметрировали на ФЭКе с зеленым светофильтром № 5 (490 нм) в кювете толщиной слоя 1,00 см. О степени и характере комбинированного токсического действия двух компонентов судили по величине изменения дегидрогеназной активности ила в сравнении с контрольной пробой и пробами, содержащими отдельные компоненты загрязнителей.

Для количественного выражения результатов исследований использовали метод Уэбба, согласно которому, действие, производимое двумя токсическими соединениями, определяется следующим образом:

при синергизме:  $i_{1,2} > i_1 + i_2 - i_1 \cdot i_2$ ;

при аддитивности (суммировании):

$i_{1,2} = i_1 + i_2 - i_1 \cdot i_2$ ;

при антагонизме:  $i_{1,2} < i_1 + i_2 - i_1 \cdot i_2$ ,

где  $i_{1,2}$  – ингибирующее действие в присутствии двух ингибиторов;

$i_1$  – то же в присутствии первого ингибитора;

$i_2$  – то же в присутствии второго ингибитора.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 приведены результаты изучения совместного действия пара-хлорфенола с соля-

ми никеля и цинка. Во всех проведенных экспериментах наблюдалось усиление токсического эффекта. В экспериментах по изучению совместного действия пара-хлорфенола с органическими загрязнителями, такими как формальдегид и фурфурол удалось получить стойкий эффект антагонизма.

В табл. 2 приводятся результаты исследования характера комбинированного действия фурфурола в сочетании с некоторыми органическими и неорганическими загрязнителями: сульфатом кобальта ( $P=0,001$ ), фенолом ( $P=0,003$ ), сульфатом цинка ( $P=0,002$ ) и бихроматом калия ( $P=0,011$ ). В комбинациях с сульфатом кобальта, хлоридом бария и фенолом наблюдается усиление токсического действия. Эффект антагонизма был получен в комбинациях с сульфатом цинка и бихроматом калия.

## ВЫВОДЫ

1. Полученные в экспериментах данные позволяют предположить, что соединения с четко выраженным токсическим влиянием являются синергистами при их совместном воздействии на микросообщества гидроекосистем.

2. Соединения с менее выраженным токсическим действием являются антагонистами при их совместном влиянии на микросообщества гидроекосистем, или дают эффект аддитивности.

3. При наличии достаточной информации о двухкомпонентных взаимодействиях можно определить не только допустимые концентрации отдельных загрязнителей при приеме на биологическую очистку, но и выявить существенные межкомпонентные взаимодействия.

**Таблица 1.** Характер комбинированного действия пара-хлорфенола с некоторыми органическими и неорганическими соединениями на дегидрогеназную активность ила

Название компонента	Статистический показатель	Контроль мг формазана/г ила, n = 9-11	Опыт пара-хлорфенол 16-20 мг/г ила n = 9-11	Компонент	Смесь	Эффект по Уэббу
Никеля сульфат 8 мг/г ила	М	1,98±0,20	1,44±0,21	1,59±0,19	0,69±0,10	0,65>0,42
	P					
Цинка сульфат 12,5 мг/г ила	М	1,61±0,26	1,22±0,17	1,35±0,19	0,88±0,17	0,45>0,36
	P					
Формальдегид 1000 мг/г ила	М	1,15±0,18	0,73±0,10	1,03±0,16	0,90±0,12	0,22<0,43
	P					
Фурфурол 4000 мг/г ила	М	1,27±0,14	0,35±0,06	1,19±0,13	0,90±0,07	0,29<0,74
	P					

**Таблица 2.** Характер комбинированного действия фурфурола с некоторыми органическими и неорганическими соединениями на дегидрогеназную активность ила

Название компонента	Статистический показатель	Контроль м: формазана/г ила, n – 9-11	Опыт фурфурол 4000-6000 мг/г ила n – 9-11	Компонент	Смесь	Эффект по Уэббу
Сульфат кобальта 25-30 мг/г ила	М	1,61±0,23	0,71±0,16	1,45±0,18	0,57±0,1	0,65>0,60
	Р		0,006			
Фенол 70 мг/г ила	М	1,37±0,15	1,10±0,08	1,09±0,13	0,81±0,05	0,41>0,36
	Р		0,13		0,003	
Цинка сульфат 12,5 мг/г ила	М	1,44±0,21	0,54±0,10	0,95±0,16	0,52±0,13	0,64<0,76
	Р		<0,001	0,07	0,002	
Калия бихромат 2-3 мг/г ила	М	1,53±0,20	1,36±0,17	0,85±0,14	0,82±0,14	0,46<0,51
	Р			0,014	0,011	

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Короленко П.И., Федорова Л.С.* [и др.]. Прогностическое значение изучения временной организации ферментативной активности водных организмов // Комплексные оценки качества поверхностных вод. Л., 1984. С. 89-101.
2. *Наумова Р.П., Усманова Л.П.* [и др.]. Окислительная активность бактерий при биологической очистке промышленных сточных вод // Химия и технология воды. 1983. Вып. 5. №1. С. 71-74.
3. *Тимофеева С.С.* Окислительно-восстановительные ферменты активных илов. Способы определения и их значения в очистке сточных вод // Химия и технология воды. 1984. Вып. 6. №4. С. 367-370.

### EXPRESS-BIOTESTING OF BICOMPONENT SYSTEMS OF POLLUTANTS

© 2010 N.I. Shatalaev

The Samara State Medical University

A toxicity measurement method of bicomponent systems of pollutants is developed. Article describes data concerning combined influence of some organic and inorganic associations on microcommunities of hydroecosystems.

Key words: two-componental mixes, toxicity, biotesting.