

УДК 628.24

Е.А. МАКСИМЕНКО, ассистент НТУ «ХПИ» (г. Харьков)

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОКОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье приведены результаты биотестирования поверхностных стоков промышленного предприятия. Биотестирование на дафниях показало острую токсичность поверхностных стоков. При 60 кратном разбавлении стоков выживаемость дафний составляла 51,3% , что характеризует стоки как слаботоксичные.

У статті приведені підсумки біотестування поверхневих стоків із території промислового підприємства. Біотестування на дафніях дозволило визначити надзвичайну токсичність поверхневих стоків. При розбавленні стоків у 60 разів виживаємість дафній склала 51,3%, що характеризує стоки як слаботоксичні.

In the article the results are resulted bio testing of superficial flows of industrial enterprise. Bio testing on dafniy showed sharp toxic of superficial flows. At a 60 multiple dilution of flows the survivability of dafniy made 51,3%, that characterizes flows as poorly toxic.

Качество поверхностных сточных вод можно оценить по химическим, физическим и биологическим характеристикам. Однако в последние десятилетия отмечен стремительный рост числа потенциально опасных химических соединений, загрязняющих водоемы. Так, например, к 2000 году было известно около 24 млн. химических веществ и примерно 1,3 млн. новых веществ

регистрируется ежегодно на протяжении последних пяти лет. Более 60 тысяч веществ используется в повседневной жизни [1]. Поэтому проведение химической оценки по всем возможным загрязняющим веществам практически невозможно.

Использование только химических методов оценки качества вод из-за недостатка сведений о биологической составляющей анализируемых веществ и их комплексном воздействии на гидробионтов не всегда дают необходимые результаты.

Однако не с помощью биотестирования можно определить токсичность сточных вод и растворов отдельных веществ, используя стандартные тест - организмы [2]. Метод биотестирования основан на оценке влияния фактора среды на организм, его отдельные функции или систему организмов [3]. Используя метод биотестирования можно объективно и комплексно оценить влияние поверхностных стоков на живые организмы, их жизненные процессы, получить комплексную оценку качества водной среды.

В литературе описано более 120 биотестов для анализа токсичности пресных вод [4]. В различных странах (США, Германия, Франция и др.) для биотестирования используют различные тест – организмы.

В Украине аттестованы и используются 8 методик для определения острой и хронической токсичности природных и сточных вод (главный разработчик – институт экологических проблем г. Харьков). Они включают тест – организмы разных трофических уровней и систематических групп, в частности: бактерию *Photobakterium phosphoreum* [5], представителя простейших - инфузорию *Tetrahymena pyriformis* [6], водоросль *Scenedesmus quadricauda* [7], ракообразных *Daphnia magna* [8] и *Ceriodaphnia affinis Lilljeborg* [9], рыбу *Poecillia reticulata* [10], а так же плодовую мушку *Drosophila melanogaster* [11].

Тестовым организмом был выбран представитель пресноводного зоопланктона – ветвистоусый рачок *Daphnia magna Straus*, обитающий в стоячих и слабопроточных водоемах.

Дафния служит важным трофическим звеном: ею питаются ракообразные, моллюски и рыбы. Высокая чувствительность рачков к токсическим веществам, широкое распространение, короткий жизненный цикл, относительная простота культивирования явились определяющими характеристиками при выборе *Daphnia magna Straus* в качестве тест - организма.

Для определения токсичности поверхностного стока с территории предприятия машиностроительного комплекса (завод ФЭД г. Харьков) за основу была взята методика биотестирования на *Daphnia magna Straus* (далее дафнии), рекомендованная министерством охраны окружающей среды и ядерной безопасности [8]. Согласно этой методике, критерием острой летальной токсичности вод является гибель 50 и более % дафний в опыте, сравнительно с контролем при длительности биотестирования до 96 часов.

Используя метод биотестирования, исследовалось токсическое действие поверхностного стока промышленного предприятия машиностроительного комплекса (завод ФЭД г. Харьков). Характеристика поверхностного стока завода ФЭД (г. Харьков) приводится ниже в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика поверхностного стока завода ФЭД.

Показатели	Концентрации
рН	8,5 – 9
Взвешенные вещества	500 – 3200 мг/дм ³
ХПК	300 – 670 мг О ₂ /дм ³
БПК	15 - 25 мг О ₂ /дм ³
Нефтепродукты (гексанорасстворимые)	7,0 – 32,5 мг/дм ³
Медь	0,01 мг/дм ³
Свинец	0,02 мг/дм ³
Цинк	0,1 мг/дм ³
Никель	0,09 мг/дм ³
Сухой остаток	310 мг/дм ³
Летучая часть сухого остатка	60%
Щелочность общая	3,4 мг экв/дм ³
Жесткость общая	2,6 мг экв/дм ³
Кальций	78 мг/дм ³
Магний	12 мг/дм ³
Хлориды	36 мг/дм ³
Сульфаты	65 мг/дм ³

В ходе тестирования были использованы модельные растворы поверхностного стока, которые при определении токсичности поверхностного стока предприятия использовали модельные растворы, аналогичные по содержанию ионов тяжелых металлов и нефтепродуктов поверхностному стоку с территории предприятия машиностроительного комплекса (завод ФЭД г. Харьков). При этом пробы, согласно выбранной методики тестирования, не включали в себя взвешенные вещества [8].

В качестве среды для опытов брали питьевую воду согласно ГОСТ 2874 [12]. Питьевую воду дехлорировали в течение 7 дней. Как тест-объект использовали лабораторную культуру *Daphnia magna Straus* возрастом до 24 часов, которую культивировали и подготавливали к биотестированию в лабораторных условиях в соответствии с методическими указаниями [8].

Биотестирование проводили в помещении без вредных испарений и газов, при рассеянном свете. Длительность светового периода составляла 16 часов, темноты - 8 часов. Температура воды в контроле и в исследуемых образцах поддерживалась в пределах от 18 до 22°C. Концентрация кислорода в воде на начало тестирования была не меньше 6 мг/дм³ и составляла более 2 мг/дм³ в конце биотестирования. Основой метода являлось установление разницы между количеством погибших дафний в анализируемой воде и в воде, которая не содержит токсических веществ (контроль). Количество выживших дафний определяли визуально после легкого встряхивания. Живыми считались особи, которые при этом двигались в толще воды или всплывали со дна посуды не позднее, чем через 15 секунд после встряхивания.

Культуру дафний проверяли на пригодность для биотестирования. В качестве стандартного токсиканта использовали калий двуххромокислый ($K_2Cr_2O_7$), согласно ГОСТ 4220 [13]. Пригодность для биотестирования устанавливали путем определения средней летальной концентрации раствора калия двуххромокислого ($K_2Cr_2O_7$) за 24 часа тестирования (ЛК50-24).

Методом разбавления готовили серию растворов с концентрациями $K_2Cr_2O_7$ от 0,5 до 4,0 мг/дм³ и интервалом 0,5 мг/дм³. Для построения графика, процент погибших дафний в каждом растворе $K_2Cr_2O_7$, согласно выбранной методики [8], переводили в пробиты – условные вероятностные величины. Результаты оценки пригодности лабораторной культуры дафнии для биотестирования представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Оценка пригодности культуры дафнии для биотестирования

Концентрация $K_2Cr_2O_7$, мг/дм ³	Среднее количество погибших дафний, %	Пробиты
0,5	13	3,87
1,0	21	4,19
1,5	30	4,48
2,0	38,75	4,72
2,5	50,97	5,03
3,0	65,66	5,41

График зависимости процента погибших дафний от концентрации $K_2Cr_2O_7$ с указанием средней летальной концентрации раствора калия двуххромокислого ($K_2Cr_2O_7$) за 24 часа представлен на рисунке 1.

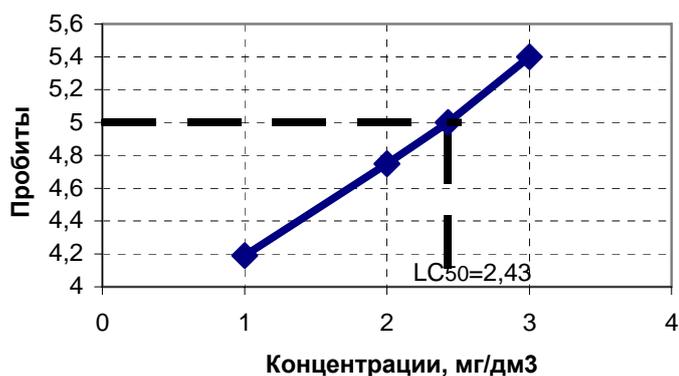


Рис.1. - Зависимости процента погибших дафний от концентрации $K_2Cr_2O_7$

В результате проведенного эксперимента, графическим способом была получена средняя летальная концентрация (ЛС50-24) $K_2Cr_2O_7 = 2,43$ мг/дм³. Полученная ЛС50-24 находится в установленном диапазоне тест - объекта, который составляет 0,9-2,5 мг/дм³ $K_2Cr_2O_7$, поэтому культура дафний была признана пригодной для биотестирования.

Определение токсичности поверхностного стока промышленного предприятия и контрольной пробы проводилось в трех параллельных сериях

опытов. Участвующие в биотестировании пробы помещали в химические стаканы емкостью 250 см³. Пробу воды наливали по 100 см³ в каждую посуду. В каждую из опытных и контрольных проб помещали по 10 экземпляров дафний возрастом до 24 часов. Переносили их стеклянной трубкой диаметром от 5 до 7 мм, погрузив её в воду.

Для разбавления проб стока использовали дехлорированную питьевую воду. Продолжительность экспериментов 1, 6, 24, 48 и 96 часов. В случае, когда гибло больше 50% дафний, биотестирование заканчивали.

Оценка результатов биотестирования проводили путем подсчета среднеарифметического количества живых дафний в контроле и опытных образцах. Количество погибших дафний в опыте, относительно контроля определяли по формуле [8]:

$$A = (X_k - X_d) : X_k \times 100 \quad (1)$$

где A – количество погибших дафний, %;

X_k – среднее арифметическое количество живых дафний в контроле, экземпляры;

X_d - среднее арифметическое количество живых дафний в опыте, экземпляры.

Результаты биотестирования поверхностного стока промышленного предприятия представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты биотестирования поверхностного стока промышленного предприятия (завод ФЭД г. Харьков)

Кратность разбавления	Количество погибших дафний, %				
	Длительность биотестирования, час.				
	1	6	24	48	96
1:1	79	-	-	-	-
1:3	63,6	-	-	-	-
1:5	21,7	77,7	-	-	-
1:10	10,8	23,4	61,8	-	-
1:20	5,6	19	35,4	58,7	-
1:40	1	7,1	25,6	38,4	64,8
1:60	0	1,3	6,9	28,3	48,7
1:80	0	0	2	11	21,3

Результаты биотестирования поверхностных стоков промышленного предприятия на примере завода ФЭД (г. Харьков) показали, что исходный сток остро токсичен для дафний. В неразбавленной пробе рачки *Daphnia magna Straus* погибали в течение двух часов. С разбавлением стока токсичность его уменьшалась. Лишь при 60 кратном разбавлении пробы выживаемость дафний составляла 51,3%, что характеризует стоки как слаботоксичные.

Биотестирование поверхностного стока промышленного предприятия на дафниях *Daphnia magna* позволяет, наряду с химическими и физическими показателями, дать полное представление об опасности стока и определить основные направления по его обезвреживанию. Однако следует учитывать, что

все эффекты, получаемые в лабораторных условиях, можно экстраполировать на природные, так как любая модельная популяция очень сильно отличается по своей структуре и норме реакции от естественной, что дает иногда неадекватность ответа на токсическое воздействие. Поэтому, если в лабораторных опытах не обнаруживается токсическое действие, какого – то стока на тест – организм, вряд ли можно безоговорочно переносить это на естественные биоценозы, так как в природе существуют сложные связи между группами организмов и нарушение стабильности популяции, хотя бы одного вида может привести к необратимой и серьезной перестройке всего сообщества [2].

Список литературы: 1. *Kusui T.* The Scintific Wold ., 2002.-2.-P. 537-541. 2. *Брагинский Л.П.* Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям: Наука, 1981.С. 201-206. 3. *Гончарук В.В.* Экологические аспекты современных технологий.К.,2005. С. 323-341.4.*Keddy C.I., Greene J.C., Bonnell M.A.* Ecotoxicol.EnvIRON.Saf., 1995.-30, №3.-P. 221-251. 5. КНД 211.1.4.060-97 // Методика визначення токсичності води на бактеріях *Photobakterium phosphoreum (Cohn) Ford*. 6. КНД 211.1.4.059-97 // Методика визначення токсичності води на інфузоріях *Tetrahymena pyriform (Ehrenberg) Schewiakoff*. 7. КНД 211.1.4.058-97 // Методика визначення токсичності води на водоростях *Scenedesmus quadricauda (Turp) Bred*. 8. КНД 211.1.4.054-97 // Методика визначення токсичності води на ракоподібних *Daphnia magna Straus*. 9. КНД 211.1.4.055-97// Методика визначення токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis Lilljebor*. 10. КНД 211.1.4.059-97 // Методика визначення токсичності води на рибах *Poecillia reticulate Peters*. 11. Методика визначення генотоксичності об'єктів довкілля за частотою виникнення домінантних летальних мутацій у мух *Drosophila melanogaster Mg* (затверджено наказом Мінекобезпеки України від 12.08.1999,№189). 12. ГОСТ 2874 – 82 Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. 13. ГОСТ 4220 – 75 Калий двуххромокислый. Технические условия.