

# ХІМІЧНІ НАУКИ

УДК 504.54.06

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ИСТОЧНИКОВ В Г. ХАРЬКОВ

Гончарова Д.С., Филенко О.Н., Гринь С.А.

Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»

Методы биоиндикации используют для оценки качества среды обитания и ее отдельных показателей по состоянию организмов и биоценозов в природных условиях. Биоиндикаторы – это виды, группы видов или сообщества, по различным показателям которых судят о качестве воды. Среди методов анализа экологического состояния водных объектов метод биоиндикации занимает одно из важнейших мест. Он основан на способности отдельных видов обитателей водоёмов-биоиндикаторов показывать своим развитием и существованием в воде ее степень загрязнения, а также они отражают сложившиеся в водоеме условия среды. Видовой состав и численность обитателей водоема зависят от свойств воды.

**Ключевые слова:** метод биоиндикации, окружающая среда, биоценоз, загрязнение, антропогенная нагрузка.

**Введение.** Вода различных водоемов представляет собой природную среду. Бактерии, грибы, простейшие и другие микроорганизмы могут развиваться в значительных количествах. Главным фактором, определяющим наличие микроорганизмов в воде, является присутствие в ней питательных элементов в виде остатков растений, трупов животных, растворимых органических и минеральных веществ. Чем богаче вода на органические вещества, тем больше количество микробов в ней содержится.

**Постановка проблемы.** В настоящее время можно считать общепринятым, что основным индикатором устойчивого развития в конечном итоге является качество среды обитания. Любые современные технологии направлены на все более эффективное использование природных ресурсов и, тем самым, на перестройку окружающей среды. В результате происходит её деформация, возникают локальные, региональные и глобальные нарушения. Антропогенные воздействия представляют собой, с одной стороны, новые параметры среды, с другой – обуславливают антропогенную модификацию уже имеющих природных факторов и, тем самым, изменение свойств биологических систем. При оценке состояния окружающей среды ведущая роль отводится физическим и химическим методам экологического контроля. Их сущность сводится к сравнению загрязнения отдельных компонентов природных комплексов с ПДК [1]. Однако существующие системы нормативов не обеспечивают экологическую безопасность экосистем. Действующая сегодня в практике природопользования регламентация антропогенного воздействия на природную среду приводит к тому, что экосистема даже в идеальных случаях контроля часто подвергается чрезмерным нагрузкам.

Основной задачей биоиндикации является разработка методов и критериев, которые могли бы адекватно отражать уровень антропогенных воздействий с учетом комплексного характера загрязнения и диагностировать ранние нарушения

в наиболее чувствительных компонентах биотических сообществ [2]. Организмы или сообщества организмов, жизненные функции которых тесно коррелируют с определенными факторами среды и могут применяться для их оценки, называются биоиндикаторами.

В наше время качество воды катастрофически ухудшилось. Для более качественной оценки воды водоемов и водотоков может быть проведена с использованием физико-химических и биологических методов [3–4]. В данной работе более детально рассмотрены применение метода биоиндикации, который очень информативен в части определения прямой реакции экосистемы на антропогенное воздействие [1–2].

Определение процедуры установления токсичности среды с помощью тест-объектов, которые являются предупредительным сигналом опасности в зависимости от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций. Для точной оценки параметров среды используют стандартизированные реакции живых организмов [5].

В организме живых существ, которые попали под влияние загрязнения, происходят изменения физиологических, биохимических, генетических, морфологических или иммунных систем. Это обусловлено отсутствием контроля охраны природной среды [6].

**Анализ последних исследований и публикаций.** В ходе изучения методов биоиндикации были использованы многолетние данные Токмакской СЭС, городского отдела статистики, метеорологической станции, краеведческого музея, материалы собственных исследований. В качестве объекта исследования был избран Токмак – город областного подчинения Запорожской области – по численности населения и уровню производства может быть отнесен к категории малых городов. Основу промышленного комплекса города составляют промышленные предприятия машиностроения и металлообработки, стройиндустрии, пищевой отрасли, что обуславливает

качественный и количественный состав атмосферных выбросов и сточных вод. Анализ данных свидетельствует о том, что только от промышленного сектора в атмосферу города ежегодно поступает около 550 т сернистого ангидрида, 42 т оксидов азота, 25 т пыли, 142 т оксида углерода. Наряду с промышленными выбросами, экологическое состояние городской среды во многом определяется влиянием действующих котельных (работающих на мазуте и угле), автотранспорта и печного отопления (в зимнее время). Анализ статистических данных показал, что в сточных водах машиностроительных предприятий в наибольших количествах присутствуют хром (VI), нефтепродукты, нитраты, взвешенные вещества и другие загрязнители. Важным фактором воздействия на природную среду города являются производственные отходы, которые частично вывозятся на городскую свалку, перерабатываются или хранятся на территории предприятий. Важно, что среди производственных отходов представлены и особо токсичные отходы 1 класса опасности, в том числе пастообразные отходы (с содержанием хрома, никеля до 10–15%, цинка – до 8–12%, олова до – 6–9%, меди – до 2%), осадок из отстойников реагентной очистки сточных вод (с содержанием хрома до 15%, никеля – до 12%, цинка – до 10%), пары ртути.

**Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы.** В системе экологической биоиндикации выделяется проблемная область, которая требует совершенствования на со временном этапе: понятийный аппарат, структура механизма управления, совокупность методов, технологий, инструментарий.

**Цель работы.** Целью данной работы является изучение антропогенного влияния на воду, взятую с разных источников г. Харьков. Провести исследование качества воды методом биоиндикации.

**Изложение основного материала.** При оценке качества воды необходимо помнить, что проведение соответствующих измерений требует соблюдения определенных принципов. При первых визитах к реке или другому водоему мы, как правило, задаем описательные вопросы: что, каким образом и где. Функциональные вопросы (почему?) возникают позднее. Эти вопросы гораздо труднее, для ответа на них уже требуется не только измерительная работа, но и работа с литературой и мыслительные усилия. Оценка качества воды водоемов и водотоков может быть проведена с использованием физико-химических и биологических методов. Биологические методы оценки – это характеристика состояния водной экосистемы по растительному и животному населению водоема [3]. Любая водная экосистема, находясь в равновесии с факторами внешней среды, имеет сложную систему подвижных биологических связей, которые нарушаются под воздействием антропогенных факторов. Прежде всего, влияние антропогенных факторов, и в частности, загрязнения отражается на видовом составе водных сообществ и соотношении численности слагающих их видов. Биологический метод оценки состояния водоема позволяет решить задачи, разрешение которых с помощью гидрофизических и гидрохимических методов невозможно. Оценка степени загрязнения водо-

ема по составу живых организмов позволяет быстро установить его санитарное состояние, определить степень и характер загрязнения и пути его распространения в водоеме, а также дать количественную характеристику протекания процессов естественного самоочищения.

При сбросе в водоем токсических веществ, содержащихся в промышленных сточных водах, происходит угнетение и обеднение фитопланктона. При обогащении водоемов биогенными веществами, содержащимися, например, в бытовых стоках, значительно повышается продуктивность фитопланктона. При перегрузке водоемов биогенами возникает бурное развитие планктонных водорослей, окрашивающих воду в зеленый, сине-зеленый, золотистый, бурый или красный цвета («цветение» воды). «Цветение» воды наступает при наличии благоприятных внешних условий для развития одного, редко двух-трех видов. При разложении избыточной биомассы, выделяется сероводород или другие токсичные вещества. Это может приводить к гибели зооценозов водоема и делает воду непригодной для питья. Многие планктонные водоросли в процессе жизнедеятельности нередко выделяют токсичные вещества. Увеличение в водоемах содержания биогенных веществ в результате хозяйственной деятельности человека, сопровождаемые чрезмерным развитием фитопланктона, называют антропогенным эвтрофированием водоемов.

Для оценки качества воды водоемов и водотоков используют физико-химические и биологические методы.

*Биологические методы оценки* – это характеристика состояния водной экосистемы по растительному и животному населению водоема [4]. Для анализа качества воды, было взято 8 проб воды, с разных источников г. Харьков:

- Саржин Яр (г. Харьков, Шевченковский р-н);
- Завод ХТЗ (г. Харьков, Московский проспект, 275);
- Алексеевское водохранилище (г. Харьков, ул. Береговая);
- Фильтрованная вода;
- Вода «Роганьска» (г. Харьков, ул. Клочковская 214);
- НТУ ХПИ (г. Харьков, ул. Политехническая, каф. Химической техники и промышленной экологии);
- Водохр. Вяловское (обл. Харьковская, р-н Чугуевский, с. Кочеток);
- Вода с лужи (г. Харьков, ул. Клочковская, 218-а).

Любая водная экосистема, находясь в равновесии с факторами внешней среды, имеет сложную систему подвижных биологических связей, которые нарушаются под воздействием антропогенных факторов. Прежде всего, влияние антропогенных факторов, и в частности, загрязнения отражается на видовом составе водных сообществ и соотношении численности слагающих их видов. Биологический метод оценки состояния водоема позволяет решить задачи, разрешение которых с помощью гидрофизических и гидрохимических методов невозможно. Оценка степени загрязнения водо-

и пути его распространения в водоеме, а также дать количественную характеристику протекания процессов естественного самоочищения.

На Вяловском водохранилище было обнаружено водоросль – хлорелла. В пробах были отмечены планктонные и факультативно-планктонные формы водорослей, однако достаточно большую долю диатомовых составляют обрастатели, бентосные и эпифитные формы. На Алексеевском водохранилище было выявлено свыше 10 видов разновидностей и форм. Несмотря на близость видового состава в целом и общие черты развития легкого фитопланктона, проявляющиеся в усилении вегетации в этот период сине-зеленых и зеленых водорослей. В других образцах воды наличие живых организмов и растительности было не выявлено.

Таким образом, видовой состав живых организмов из загрязняемого водоема служит итоговой характеристикой токсикологических свойств водной среды за некоторый промежуток времени и не дает ее оценки на момент исследования. В холодное время года системы биологической индикации в гидробиологии вообще не могут быть применены. При сбросе в водоем токсических веществ, содержащихся в промышленных сточных водах, происходит угнетение и обеднение фитопланктона. При обогащении водоемов биогенными веществами, содержащимися, например, в бытовых стоках, значительно повышается продуктивность фитопланктона. При перегрузке водоемов биогенами возникает бурное развитие планктонных водорослей, окрашивающих воду в зеленый, сине-зеленый, золотистый, бурый или красный цвета («цветение» воды). «Цветение» воды наступает при наличии благоприятных внешних условий для развития одного, редко двух-трех видов. При разложении избыточной биомассы, выделяется сероводород или другие токсичные вещества. Это может приводить к гибели зооценозов водоема и делает воду непригодной для питья. Многие планктонные водоросли в процессе жизнедеятельности нередко выделяют токсичные вещества. Увеличение в водоемах содержания биогенных веществ в результате хозяйственной деятельности человека, сопровождаемое чрезмерным развитием фитопланктона, называют антропогенным эвтрофированием водоемов.

*Химический метод очистки* – это характеристика состояния воды по наличию в ней химических соединений.

В процессе проведения химических исследований, было выявлено в образцах воды, следующее наличие химических веществ. В воде с НТУ «ХПИ», было выявлено наличие  $Cl$ , а также соединение гидрокарбоната кальция. В луже – соли кальция и гидрокарбонат кальция, магний и 22% бензина. Вода которая была взята с автомата «Роганьска» характеризуется наличием гидратов и анионов слабых кислот.

Подчеркивая всю важность биоиндикационных методов исследования, необходимо отметить, что биоиндикация предусматривает выявление уже состоявшегося или происходящего загрязнения окружающей среды по функциональным характеристикам особей и экологическим характеристикам сообществ организмов. Постепенные же изменения видового состава формируются

в результате длительного отравления водоема, и явными они становятся в случае далеко идущих изменений.

*Физический метод оценки* – это характеристика состояния воды по внешним признакам.

Определение характера цвета. Одним из методов определения цветности является спектрофотометрический метод. Измеряют оптическую плотность сточной воды при различных длинах волн поглощенного света. Исследуемую воду предварительно фильтруют, отбрасывая первые порции фильтрата. Оптическую плотность фильтрата измеряют в кюветах с толщиной слоя 10 мм, применяя в качестве раствора сравнения дистиллированную воду. Длина волны света, максимально поглощаемого водой, является характеристикой ее цвета.

Таблица 1

**Длины волн спектра  
и соответствующие окраски**

| Длина волны поглощаемого света (приблизительно), нм | Цвет поглощаемого излучения | Дополнительный (видимый) цвет раствора |
|---|-----------------------------|--|
| 400–450   | Фиолетовый                  | Желто-зеленый                          |
| 450–480   | Синий                       | Желтый                                 |
| 480–490   | Зелено-синий                | Оранжевый                              |
| 490–500   | Сине-зеленый                | Красный                                |
| 500–560   | Зеленый                     | Пурпурный                              |
| 560–575   | Желто-зеленый               | Фиолетовый                             |

Используя физический метод оценки было взята проба воды с Алексеевского водохранилища, для получения морфологической характеристики. Данная проба воды не имела видимой окраски при толщине слоя воды 480 нм. Проба с ХТЗ при толщине слоя 500 нм показывает сине-зеленую окраску, что характеризует наличие в воде внутриутробной гипоксий плода, то есть бактерий класса археи. Образец который был взят с лужи г. Харькова определяет наличие фиолетовой окраски, это определяет наличие в воде селена. Другие образцы воды бесцветной окраской.

*Биотестирование* – процедура установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности в зависимости от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов, обусловленная загрязнением наземных экосистем. Для оценки параметров среды используют стандартизированные реакции живых организмов (отдельных органов, тканей, клеток или молекул) [5].

В организме, пребывающем контрольное время в условиях загрязнения происходят изменения физиологических, биохимических, генетических, морфологических или иммунных систем. Объект извлекается из среды обитания и в лабораторных условиях проводится необходимый анализ. Живой организм может тестироваться также в специальных камерах или на стендах, где создаются условия изучаемого загрязнения, что очень важно для выявления реакции организма на то или иное доминирующее загрязнение или целый комплекс известных загрязняющих веществ на данной территории обитания [6].

В методе биотестирования было использовано пшеницу. В процессе исследования наблюдалось влияние воды на рост растения. Определенная проба воды влияла по своему на растущий организм, более наглядно изображено на рисунке 1.

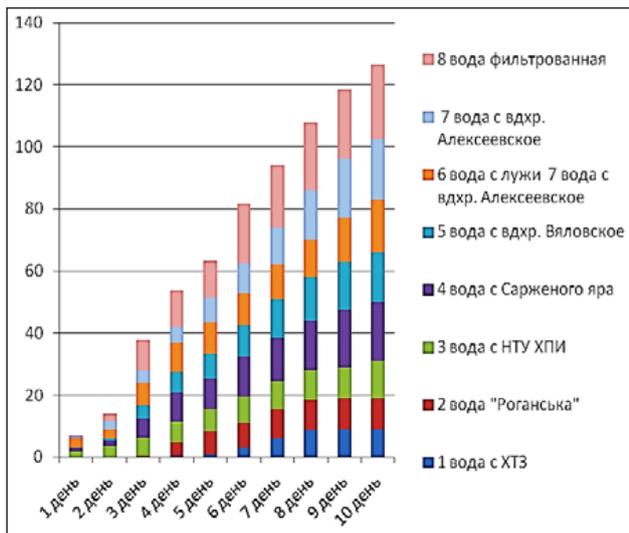


Рис. 1. Влияние отобранных проб воды на рост ростков пшеницы

**Обсуждение результатов.** Проанализировав данные результаты, можно сделать заключение,

что в период 4 дней рост пшеницы никак не проявлялся. На 5 день были заметны ростки с образца № 2, увеличился на 0,5 см, № 4 на 0,8 см, № 5 на 0,6 см.

Темпы роста значительно увеличились у образца № 5 и № 7. В пробах воды с содержанием вредных химических соединений ростки проклюнулись с задержкой № 1, 2, 3, 6. В конечном итоге все ростки достигли одинаковой длины. Любая водная экосистема, находясь в равновесии с факторами внешней среды, имеет сложную систему подвижных биологических связей, которые нарушаются под воздействием антропогенных факторов. Прежде всего, влияние антропогенных факторов, и в частности, загрязнения отражается на видовом составе водных сообществ и соотношении численности слагающих их видов.

**Выводы.** Качество природных вод можно исследовать различными методами (химическими, физическими, биологическими и биоиндикационными методами). Вода, а именно ее состав, оказывает большое влияние на живые организмы. Анализ воды в разных областях ее распространения имеет различные данные. В данном исследовании было выяснено и доказано, что более положительное влияние на живые растущие организмы оказывает фильтрованная вода, так как не имеет вредных примесей. Именно фильтрованная вода необходима для полезного ее потребления.

## Список литературы:

1. Менделеева Д. И. Биоиндикация и антропогенные стрессоры РХТУ // Исследование метода биоиндикации. – Киев, 2006. – Т. 10 № 3. – С. 112–135.
2. Мелеховой О. П. Биологический контроль окружающей среды UMAG / О. П. Мелеховой, Е. И. Егоровой // Проблемы биоиндикации. – Харьков: Изд-во: научно-технический журнал, 2007. – Т. 8 № 2. – С. 214–288.
3. Boston 2011. (2011). International meeting on Chemical Engineering. \WWW/ URL: <http://www.brita2543.de>
4. Шуберт Р. П. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем // Анализ метода биоиндикации. – 2012. – Т. 12 № 5. – С. 111–121.
5. Богач Я. Н. Животные – биоиндикаторы промышленных загрязнений UMAG / Ф. Н. Седлаче, Л. И. Швецова, З. Н. Криволюцкий // Животные биоиндикаторы промышленных загрязнений. – Киев: Изд-во: журнал общей биологии, 2001. – Т. 5 № 5. – С. 134–146.
6. Bouche M. B. Strategies lombriciennes / M. B. Bouche // Lohm U., Persson T. (Eds.), Soil Organisms as Components of Ecosystems. Ecological Bulletins. – Stockholm, Sweden, 1977. – P. 122–132.
7. Bouche A. A. Earthworm species and ecotoxicological studies / A. A. Bouche // Greig-Smith P. W., Becker H., Edwards P. J. Heimbach F. (Eds.), Ecotoxicology of earthworms. – Andover, UK: Intercept, 1992. – P. 20–35.
8. Lavelle Ch. Burrowing activity of Aporrectodea rosea / Ch. Lavelle // Pedobiologia. – 1998. – Vol. 42, № 2. – P. 97–101.
9. Pearce T. G. The calcium relations of selected Lumbricidae / T. G. Pearce // J. Anim. Ecol. – 1972. – Vol. 41. – P. 167–188.
10. Strom S. M., Patnode K. A., Langenberg J. A., Bodenstern B. L., Scheuhammer A. M. Lead contamination in American woodcock (*Scolopax minor*) from Wisconsin // Environ. Contam. and Toxicol. V. 49. №. 3. 2005. P. 396–402.
11. Wakerford B. J., Weseloh D. V., Hebert C. E. Trends of accumulation of toxic chemicals in the Great Lakes basin, 1974–2002 // Cell Preserv. Technol. 2005. V. 3. № 2. P. 125.

**Гончарова Д.С., Філенко О.М., Гринь С.О.**

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

## **ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ МЕТОДОМ БІОІНДИКАЦІЇ ДЛЯ ДЕЯКИХ ДЖЕРЕЛ В М. ХАРКІВ**

### **Анотація**

Використання методу біоіндикації для оцінки якості води середовища і її вплив на окремі зростаючі організми. Вода, а саме її склад, має великий вплив на живі організми. Визначення показників за станом організмів і біоценозів у природних умовах. Біоіндикатори – це види, групи видів або спільноти, за різними показниками яких судять про якість води. Серед методів аналізу екологічного стану водних об'єктів метод біоіндикації займає одне з найважливіших місць. Він заснований на здатності окремих видів мешканців водойм-біоіндикаторів показувати своїм розвитком і існуванням у воді її ступінь забруднення, а також вони показують умови середовища які склалися у водоймі. Видовий склад та чисельність мешканців водойми залежать від властивостей води.

**Ключові слова:** біоіндикація, біоценоз, довкілля, біоіндикатори, якість води, умови середовища.

**Goncharova D.S., Filenko O.N., Grin S.A.**

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»

## **ESTIMATION OF WATER QUALITY BY THE METHOD OF BIOINDICATION FOR SOME SOURCES IN KHARKOV**

### **Summary**

Methods of bioindication are used to estimate the quality of the habitat and its individual indicators of state of organisms and biocenoses in natural conditions. Bioindicators – are species, groups of species or communities by different states of which, quality of water can be described. Among methods of analyzing of the ecological state of water bodies, the bioindication method is one of the most important. It is based on the ability of some kinds of pond-dwellers to indicate water quality by prevalence and development. Species composition and number of inhabitants of the reservoir depends on water properties.

**Keywords:** bioindication method, Environment, Biocenosis, contamination, Anthropogenic load.