

УДК 57.083.184

О. А. Семенова, ассист., **В. Л. Базелян**, канд. биол. наук,
Г. Ю. Коломейченко, канд. биол. наук, **Абдул Манаф Юссеф**, студ.
Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,
кафедра гидробиологии и общей экологии,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина. Тел.: (0482) 68-77-93

ТОКСИЧНОСТЬ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА КУГУРЛУЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПРЭСНОВОДНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Приведены результаты биотестирования донных отложений озера КУГУРЛУЙ в 2005 г. с использованием в качестве тест-объектов лабораторных культур зеленых водорослей *Chlorella vulgaris* Beijer (*Chlorellaceae*) и *Selenastrum* sp. (*Selenestraceae*). Установлено, что разные виды зеленых пресноводных водорослей имеют неодинаковую чувствительность к загрязняющим веществам, аккумулярованным в донных отложениях. Загрязнение донных отложений имеет негативное влияние на экологическую ситуацию в водоеме. Действие донных отложений на флору оз. Кугурлуй носит хронический характер.

Ключевые слова: донные отложения, водоросли, биотестирование, токсичность.

Донные отложения — один из наиболее информативных компонентов экосистем водоемов, которые отражают совокупность процессов, происходящих в них и на всей площади водосбора. В современных условиях токсификации донные отложения могут быть индикаторами загрязнения водоемов различными органическими биогенными токсикантами. Обладая кумулятивными свойствами, донные отложения накапливают токсиканты и тем самым обуславливают качество воды всего водоема. По данным исследований [1, 2], в донных отложениях придунайских водоемов содержание тяжелых металлов в 2–15 раз больше, чем в почвах региона, с которыми они генетически связаны, и в десятки раз больше, чем в воде водоемов.

Наибольшую опасность в настоящее время представляют последствия техногенных катастроф, которые приводят к залповым сбросам в воду высоких концентраций смесей загрязняющих веществ.

Через некоторое время после техногенных катастроф 2000 г на предприятиях Румынии в воде и донных отложениях за счет высокой водности и скорости течения реки, разбавления и естественной детоксикации уровень загрязнения цианидами и другими токсическими соединениями, снижается до безопасного для гидробионтов [3].

Изучение токсичности дунайской воды методами биотестирования было начато в конце 70-х — начале 80 гг. Институтом гидробиологии НАНУ [4, 5]. Анализ ретроспективных данных Дунайского заповедника с 1997 г. свидетельствует, что острая токсичность проявлялась достаточно редко, носила импульсный характер и не приурочивалась к какому-нибудь определенному гидрологическому сезону или изменению отдельных режимных характеристик. Периодически регистрируемую токсичность связывали с присутствием взвешенных компонентов с адсорбированными на них токсическими веществами, в частности хлорорганическими пестицидами [6]. Однако, в связи с техногенными катастрофами в январе — марте 2000 г (утечкой цианидов и тяжелых металлов) экологотоксикологическая ситуация на малых реках среднего, нижнего Дуная, придунайских озерах, устьевой и приустьевой части была критической [6].

В последние годы регулярно проводились экспедиционные работы на озерах Ялпуг, Кугурлуй, Кагул, Котлабух, Китай в соответствии с программой проектов RC-TASIS WW SCRE 1/№1 "Придунайские озера, устойчивое сохранение и восстановление естественного состояния экосистем". Комплексные результаты исследований отобранных проб воды и донных отложений установили высокую степень их загрязнения токсичными веществами [7], обладающими не только прямым, но и опосредованным токсическим действием на флору и фауну водоема [8, 9]. В связи с этим цель данной работы состояла в оценке токсичности донных отложений озера Кугурлуй для различных видов пресноводных водорослей.

Материалы и методы

Материалом для проведения исследований служили донные отложения озера Кугурлуй, собранные в предполагаемо загрязненных (ст. 1, 3) и чистых участках (ст. 2, 4) в осенний период 2005 года в соответствии с нормативными требованиями [10], (рис. 1).

Отобранные пробы хранили без фиксации при температуре 4°C в холодильнике. Оценку токсичности донных отложений проводили методом биотестирования на одноклеточных водорослях [11, 12]. В качестве тест-объектов использовали лабораторные культуры пресноводных зеленых водорослей *Chlorella vulgaris* Beijer и *Selenastrum* sp., подрощенных на среде Прата [12]. Тест-показателем была численность клеток водорослей. Выяснение токсичности для тест-объектов проводили при концентрациях донных осадков 0,78; 1,56; 12,50; 50,00 г·л⁻¹ [13]. В экспериментах длительностью 240 часов учитывали изменения численности клеток тест-объектов в опытных и контрольных вариантах. Результаты исследований в 5-ти кратных повторностях обрабатывали статистически с использованием t-критерия Стьюдента [14].

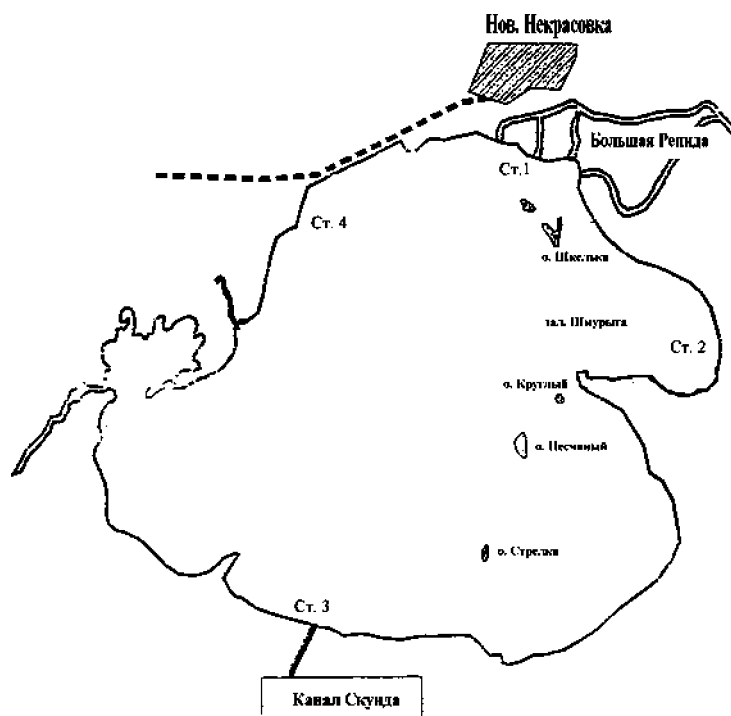


Рис. 1. Схема размещения станций отбора проб на озере Кугурлуй

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты сравнительной оценки токсичности донных осадков различных станций пробоотбора озера Кугурлуй для различных видов зеленых водорослей представлены на рис. 2–5.

Донные отложения оз. Кугурлуй являютсяместищем различных загрязняющих веществ. Данные химического анализа свидетельствуют об устойчивом загрязнении нитратами, нитритами, нефтепродуктами, тяжелыми металлами, радионуклидами и другими вредными веществами [15, 16]. Выяснить влияние каждого отдельного фактора загрязнения чрезвычайно трудно. Как правило, проявляется совместный токсический эффект суммы загрязняющих веществ, влияющих на гидробионтов. Подобный эффект наблюдается в местах пробоотбора в заливе Шмурыга (ст. 2) и ст. 4 (рис. 1, 2, 3).

Донные осадки со станций 2 и 4 были наиболее токсичны для *Ch. vulgaris* (рис. 2, 3). В первые, и особенно в течение третьих суток эксперимента, наиболее высокие концентрации экстрактов ($50,00 \text{ гл}^{-1}$ и $12,50 \text{ гл}^{-1}$) вызывали рост количества клеток. Затем, спустя трое суток, численность *Ch. vulgaris* при указанных концентрациях экстрактов резко снижалась и оставалась низкой — вплоть до полного отсутствия роста клеток.

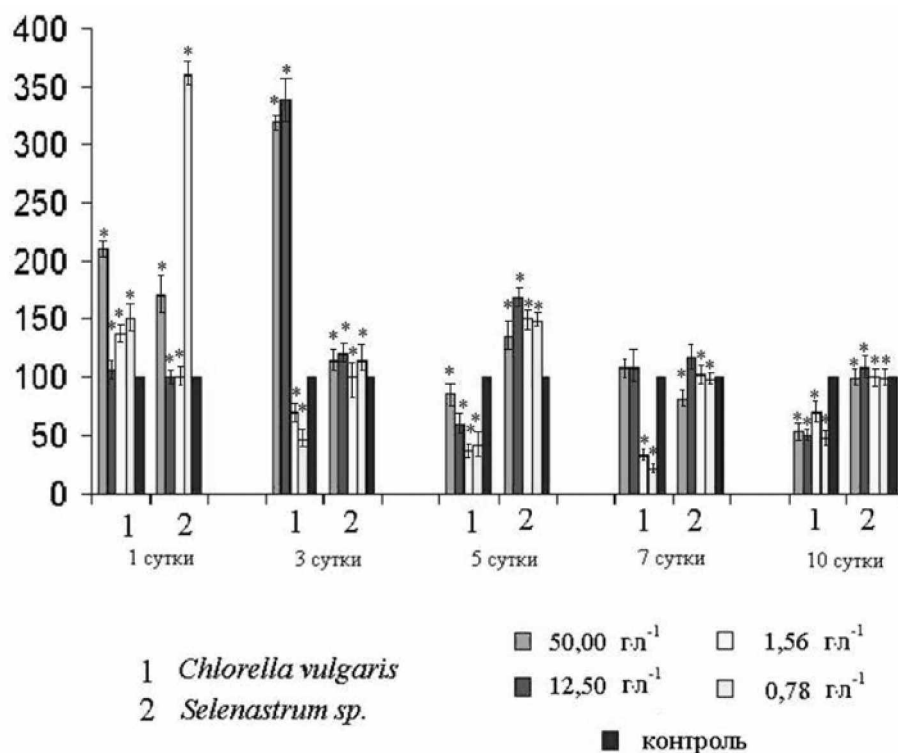


Рис. 2. Влияние различных концентраций донных осадков оз. Кугурлуй (ст. 2) на численность зеленых водорослей *Chlorella vulgaris* и *Selenastrum sp.*

Примечание: * — различия значений экспериментальных вариантов в сравнении с соответствующими контрольными вариантами достоверны при $p < 0.05$.

На оси ординат указана численность клеток водоросли в % от контроля; На оси абсцисс — длительность эксперимента, сутки.

Донные осадки места пробоотбора в районе канала Скунда (ст. 3) были наименее токсичными для тест-объектов (рис. 4). Вероятно, помимо комплекса токсических веществ, в этой акватории находится большое количество органо-минеральных веществ, необходимых для жизнедеятельности водорослей, нивелирующих действие токсикантов.

В опытах с донными осадками станции 3 оба вида водорослей практически не испытывали токсического влияния (рис. 4). В целом, значения численности клеток по итогам десятисуточных экспериментов приближались к контрольным значениям, т. е. к данным, полученным в опытах с культуральной средой без добавления к ней токсикантов. Наиболее действующими для обеих водорослей были концентрации донных осадков $50,00 \text{ гл}^{-1}$ и $12,50 \text{ гл}^{-1}$. В случае *Ch. vulgaris* эти концентрации стимулировали репродукцию клеток, а в опытах с *Selenastrum sp.*, наоборот, угнетали.

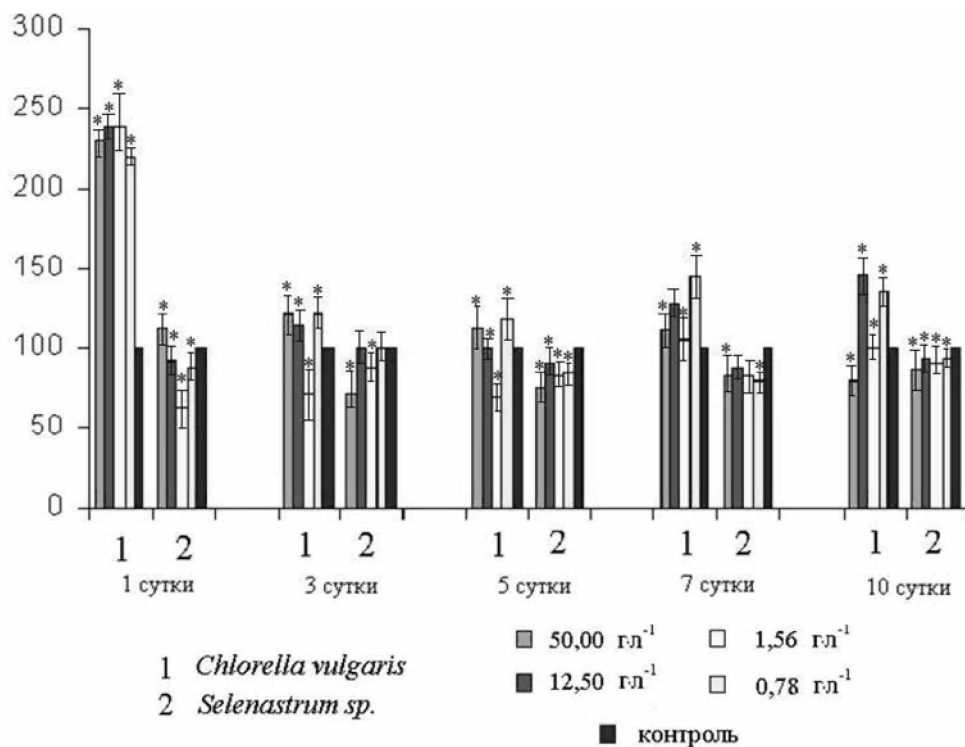


Рис. 3. Влияние различных концентраций донных осадков оз. Кугурлуй (ст. 4) на численность зеленых водорослей *Chlorella vulgaris* и *Selenastrum sp.*

Примечание: * — отличия значений экспериментальных вариантов в сравнении с соответствующими контрольными вариантами достоверны при $p < 0.05$.

По оси ординат — численность клеток водоросли в % от контроля; По оси абсцисс — длительность эксперимента, сутки.

Из представленных рисунков 2 и 4 наглядно видно, что зеленая водоросль *Ch. vulgaris* более чувствительна к влиянию токсических веществ, содержащихся в донных осадках озера Кугурлуй.

По итогам 240-часовых экспериментов, наиболее действующими на репродукцию *Selenastrum sp.* были донные осадки района Большой Репиды со станции 1 в концентрации $50,00 \text{ гл}^{-1}$ (рис. 5). Однако в той или иной степени действующими на тест-объекты были донные осадки всех изученных проб. Острая токсичность наблюдалась для *Ch. vulgaris* в вариантах с концентрациями донных осадков — $0,78 \text{ гл}^{-1}$ (ст. 2); $12,50 \text{ гл}^{-1}$ и $50,00 \text{ гл}^{-1}$ (ст. 4); $1,56 \text{ гл}^{-1}$ и $12,50 \text{ гл}^{-1}$ (ст. 1). Для *Selenastrum sp.* донные осадки остротоксичными не являлись. Токсическими концентрациями были $0,78 \text{ гл}^{-1}$ (ст. 46) и $50,00 \text{ гл}^{-1}$ (ст. 1).

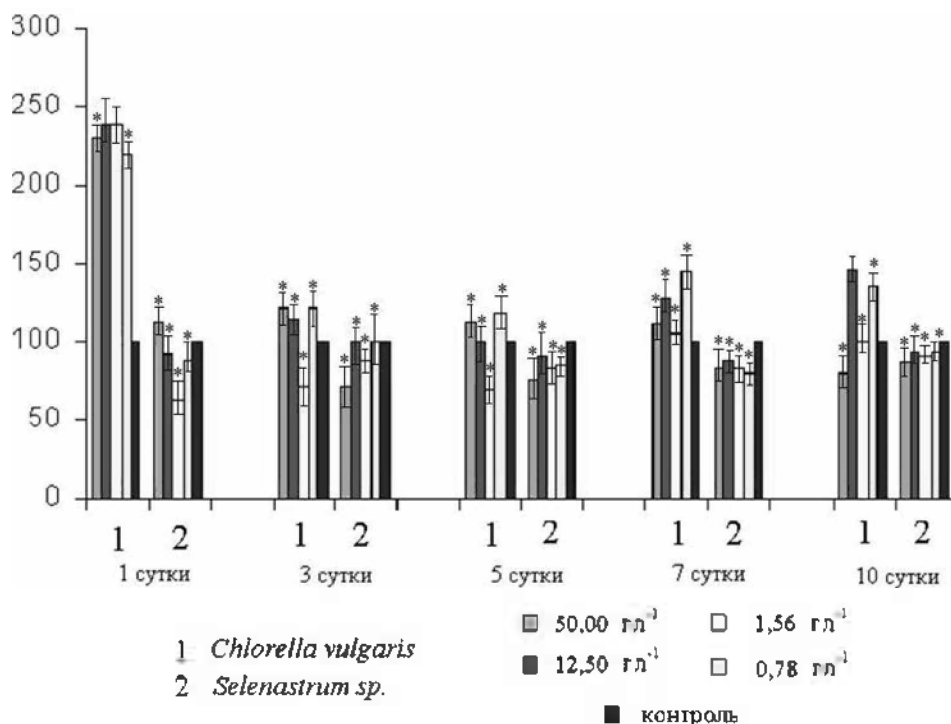


Рис. 4. Влияние различных концентраций донных осадков оз. Кугурлуй (ст. 3) на численность зеленых водорослей *Chlorella vulgaris* и *Selenastrum sp.*

Примечание: * — отличия значений экспериментальных вариантов в сравнении с соответствующими контрольными вариантами достоверны при $p < 0.05$

По оси ординат — численность клеток водоросли в % от контроля; По оси абсцисс — длительность эксперимента, сутки

В целом действие исследованных донных осадков можно охарактеризовать как хроническое. Хроническая токсичность — повсеместно распространенное явление для донных отложений русловой части р. Дунай и озерных площадок. Места пробоотбора, расположенные в районах интенсивной хозяйственной деятельности (фермы, каналы), относятся к местам с высоким содержанием биологически активных веществ.

Полученные данные согласуются с общими закономерностями, установленными рядом исследователей [7] при изучении токсичности донных отложений озера Кугурлуй, других придунайских озер, а также природного водоема Южного региона — Днестровского лимана, и водохранилищ Ивановского, Коминтерновского и Березовского районов.

Таким образом, результаты проведенных исследований не вызывают сомнения в том, что экосистема озера Кугурлуй испытывает значительную антропогенную нагрузку.

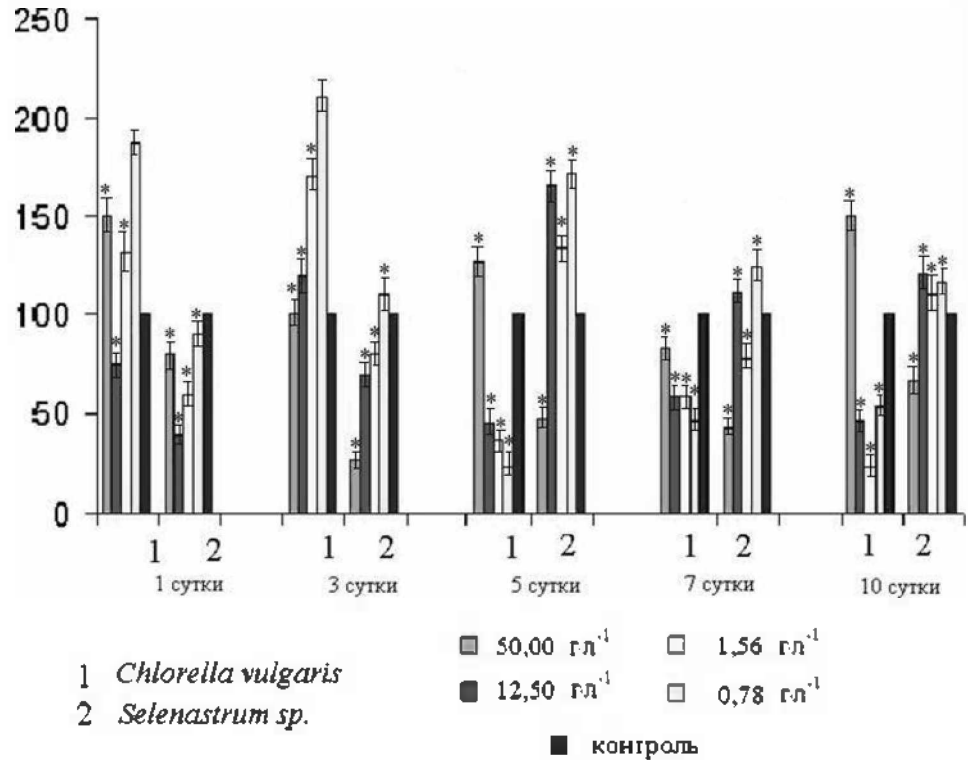


Рис. 5. Влияние различных концентраций экстрактов донных осадков оз. Кугурлуй (ст. 1) на численность зеленых водорослей *Chlorella vulgaris* и *Selenastrum sp.*

Примечание: * — отличия значений экспериментальных вариантов в сравнении с соответствующими контрольными вариантами достоверны при $p < 0.05$

По оси ординат — численность клеток водоросли в % от контроля; По оси абсцисс — длительность эксперимента, сутки

Различные виды фитопланктона имеют различную чувствительность к токсическим веществам донных отложений. Выявленные закономерности указывают на зависимость негативных эффектов экосистем от степени загрязнения донных осадков.

Авторы искренне признательны зав. кафедр. д. б. н., доц. Заморову В. В. за организацию полевых исследований, к. б. н., доц. Джургубаеву М. М. за помощь в сборе материала, д. б. н., проф. Алексадрову Б. Г. — за предоставленные культуры водорослей.

Выводы

1. Наиболее токсичными являются донные осадки со станций 2 и 4, наименее токсичными — района канала Скунда (ст. 3).
2. Зеленые водоросли *Ch. vulgaris* и *Selenastrum sp.* имеют различную чувствительность к влиянию загрязняющих веществ,

содержащихся в донных отложениях озера Кугурлуй. Более чувствительной является *Ch. vulgaris*.

3. Действие донных отложений озера Кугурлуй на тест-объекты носит хронический характер.

Литература

1. Количественные показатели и распространение мутагенного потенциала в придунайских озерах / Т. В. Васильева, В. И. Мединец, И. Ю. Васильева, Н. Н. Панченко, О. А. Ковтун, Я. И. Ляликов // Вісник Одеського національного університету. — 2002. — Т. 7, вип. 2. — С. 54-61.
2. Гориан П., Мединец В. И. Интегральный экологический мониторинг придунайских озер и бассейна их водосбора: стратегия, программа и методология // Наукові записки. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроєкологія. Тернопільський педуніверситет ім. В. Гнатюка. — 2001. — Т. 4 (14). — С. 207-209.
3. Дятлов С. В. Оценка токсичности воды и донных отложений придунайских озер // Вісник Одеськ. націон. ун-ту. — 2002. — Т. 7, вип. 2. — С. 44-53.
4. Брагинский Л. П., Щербань Э. П. Биологическое тестирование токсичности воды Килийского рукава // Гидробиология Дуная и лиманов северо-западного причерноморья. — К.: Наук. думка, 1986. — С. 119-133.
5. Щербань Э. П. Экспериментальная оценка токсичности дунайской воды для // Гидробиол. журн. — 1982. — Т. 18. — № 2. — С. 82-88.
6. Килийская часть дельты Дуная весной 2000 г. Состояние экосистемы и последствия техногенных катастроф в бассейне / Под ред. Б. Г. Александрова, НАН Украины, Одесский филиал Ин-та биол. южн. морей. — О., 2001. — 128 с.
7. Васильова Н. Ю., Панченко Н. Н., Васильова Т. В. Комплексний мікробіологічний контроль вод полігону "Балай" // Вісник Одеського національного університету. — 2001. — Т. 6, вип. 1. — С. 111-116.
8. Исследования токсических веществ в экосистемах придунайских озер / В. М. Мединец, Ю. М. Деньга, В.А. Воробьев и др. // Наукові записки. Серія: Біологія. Спеціальний випуск гідроєкологія. Тернопільський педуніверситет ім. В. Гнатюка. — 2001. — Т. 4 (14). — С. 213-214.
9. Результаты гидроэкологических исследований придунайских озер весной и летом 2002 г / В. М. Мединец, Т. В. Васильева, Е. И. Газетов и др. // Наукові записки. Серія: Біологія. Спеціальний випуск гідроєкологія. Тернопільський педуніверситет ім. В. Гнатюка. — 2001. — Т. 4 (14). — С. 77-75.
10. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений // Под. ред. А. В. Цыбань. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. — 192 с.
11. Айвазова Л. Е., Старцева А. И., Цылев О. П. Метод биотестирования водной среды с использованием одноклеточных водорослей // Методы биотестирования вод / Ред. А. Н. Крайнюкова. — Черноголовка, 1988. — С. 18-21.
12. Ланская Л. Д. Культивирование водорослей // Экологическая физиология морских планктонных водорослей. — К.: Наук. думка, 1971. — С. 5-21.
13. Методика получения водных вытяжек из донных отложений для биотестирования / Э. П. Щербань, О. М. Арсан, Т. Н. Шаповал, А. М. Цветкова, Ю. К. Пицолка, И. Г. Кукля // Гидробиол. журнал. — 1994. — Т. 30. — № 4. — С. 100-111.
14. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. — 352 с.
15. Гаркавая Г. П., Багатова Ю. И., Берлинский Н. А. Особенности формирования гидрохимических условий Украинской части устьевой зоны Дуная // Экосистема взморья украинской дельты Дуная. — Одесса: Астропринт, 1998. — С. 21-62.
16. Гаркавая Г. П., Багатова Ю. И. Загальна гідрохімічна характеристика української частини дельти Дуная // Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника, збереження та управління. — К.: Наук. думка, 1999. — С. 32-36.

**О. А. Семенова, В. Л. Базелян, Г. Ю. Коломейченко,
Абдул Манаф Юсеф**

Одеський національний університет,
кафедра гідробіології та загальної екології,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна. Тел.: (0482) 68-77-93

**ТОКСИЧНІСТЬ ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ ОЗЕРА КУГУРЛУЙ ДЛЯ
РІЗНИХ ВИДІВ ПРІСНОВОДНИХ ВОДОРОСТЕЙ**

Резюме

Проведено біотестування токсичності донних відкладень озера Кугурлуй для різних видів прісноводних водоростей. Встановлено, що різні види зелених прісноводних водоростей мають неоднакову чутливість до забруднюючих речовин, акумульованих у донних відкладеннях. Токсичні донні відкладення виявляють негативний вплив на екологічну ситуацію у водоймищі. Дія донних відкладень на флору озера Кугурлуй має хронічний характер.

Ключові слова: донні відкладення, водорості, біотестування, токсичність.

O. A. Semenova, V. L. Baselyan, G. J. Kolomeichenko, A. M. Yusef

Odessa National University after I.I. Mechnikov,
Department of Hydrobiology and General Ecology,
Dvoryanskaya St., 2, Odessa, 65026, Ukraine. Tel.: (0482) 68-77-93

**COMPARATIVE TOXICITY ASSESSMENT IN BOTTOM SEDIMENTS
OF THE LAKE KUGURLUI FOR DIFFERENT FRESHWATER
SEAWEED SPECIES**

Summary

The bioassays of the bottom sediments from the Lake Kugurlui is carried out for different species of green freshwater seaweed. It was found out that different species of green freshwater seaweed had different tact for bottom sediments toxicity. Bottom sediments toxicity has a negative influence on the ecological situation of the lake.

Keywords: bottom sediments, bioassay, seaweed, toxicity.