СБОРНИК ТРУДОВ

VII МЕЖДУНАРОДНОГО КОНГРЕССА «ЧИСТАЯ ВОДА. КАЗАНЬ»

23-25 НОЯБРЯ, 2016

Казань

УДК 574
ББК 26.22
С23

Составитель: Д.С.Романов

С23 Сборник трудов VII Международного Конгресса «Чистая вода. Казань». 23-25 ноября 2016 г. – Казань: ООО «Новое знание», 2016. – 299 с.

ISBN 978-5-906668-97-4

Редакционная коллегия:

Абдулганиев Ф.С.	доктор экономических наук, доцент, министр экологии и природных ресурсов Республики Татарстан, главный редактор;
Быков А.А.	руководитель Нижне-Волжского БВУ, заместитель главного редактора;
Файзуллин И.Э.	министр строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан, заместитель главного редактора;
Камалов Р.И.	первый заместитель министра экологии и природных ресурсов Республики Татарстан, заместитель главного редактора;
Латыпова В.З.	член-корреспондент АН РТ, доктор химических наук, профессор кафедры прикладной экологии Казанского (Приволжского) федерального университета;
Шагидуллин Р.Р.	доктор химических наук, директор Института проблем экологии и недропользования АН РТ.
Низамов Р.К.	доктор технических наук, профессор, ректор Казанского государственного архитектурно-строительного университета

УДК 574
ББК 26.22

ISBN 978-5-906668-97-4

© Федеральное агентство водных ресурсов Российской Федерации, 2016
© Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан, 2016
© Министерство строительства, архитектуры и ЖКХ Республики Татарстан, 2016
© ООО «Новое знание», оформление, 2016

2. Голосов В.Н. Радиоизотопный метод оценки современных темпов внутрибассейновой аккумуляции / В.Н. Голосов, И.В. Острова, А.Н. Силантьев, И.Г. Шкуратова // Геоморфология. – 1992. – № 1. – С. 30–35.
3. Драбкова В.Г. Восстановление экосистем малых озер / В.Г. Драбкова, М.Я. Прыткова, О.Ф. Якушко. – СПб.: Наука, 1994. – 144 с.
4. Иванов Д.В Эволюция системы Глубоких озер г. Казани в XX-XXI вв./ Д.В. Иванов, Г.В. Сонин, Д.В. Тишин, А.Д. Иванова, А.С. Шнепп // Российский журнал прикладной экологии. – 2015a. – № 1. – С. 31–38.
5. Иванов Д.В. Оценка скорости осадконакопления в озерах Казани и Приказанья / Д.В. Иванов, И.И. Зиганшин, Е.В. Осмелкин // Георесурсы. – 2011. – №2 (38). – С. 46–48.
6. Иванов Д.В. Параметры осадконакопления в озерах системы Кабан г. Казани / Д.В. Иванов // Российский журнал прикладной экологии. – 2015b. – №2. – С. 20–25.
7. Руководство по эксплуатации. Комплекс спектрометрический для измерений активности альфа-, бета, и гамма-излучающих нуклидов «Прогресс». // Научно-производственное предприятие «Доза». – 2010. – С. 1–15.
8. Никитин О.В. Геоэкологический мониторинг излучины реки Казанка, как фактора химического загрязнения Куйбышевского водохранилища / О.В. Никитин, В.З. Латыпова, Р.Р. Шагидуллин, Ш.Р. Поздняков // Георесурсы. – 2011. – № 2(38). – С. 27 – 30.
9. Begy R. Sediment accumulation rate in the red lake (Romania) determined by Pb-210 and Cs-137 radioisotopes / R. Begy, C. Cosma, Z. Horvath // Earth and environmental physics. – 2007. – 7 p.
10. Erten H.N. Dating of sediments from Lake Zurich (Switzerland) with 210Pb and 137Cs / H.N. Erten, H.R. von Gunten, E. Roessler, M. Sturm // Schweiz. Z. Hydrol. – 47(1) – 1985. – 7 p.
11. Jeter H. W. Determining the ages of recent sediments using measurements of trace radioactivity / H. W. Jeter // Terra et Aqua. – 2000. – № 78. – P. 21–29
12. Yager R. Estimating sedimentation rates in Cayuga lake, New York from sediment profiles of 137Cs and 210Pb Activity/ R. Yager // U.S. Geological Survey. – 1999. – P. 78–104.

ОБНАРУЖЕНИЕ ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНЫХ ТОКСИНОВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ ПРИ ПОМОЩИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ НА РАКООБРАЗНЫХ: ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Никитин О.В., Насырова Э.И., Сафина Д.А., Латыпова В.З.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, olnova@mail.ru

Эвтрофирование водных объектов и связанное с ним биологическое загрязнение на сегодняшний день является глобальной проблемой (Carmichael, 1994; Pelaez et al., 2010). Особенно остро обстоят дела с загрязнением природных вод токсинами в результате массового развития и последующего отмирания цианобактерий, т.к. они обладают нейротоксическим, гепатотоксическим действием, а также могут блокировать синтез многих важных белков (Toxic cyanobacteria…, 1999; Guidelines..., 2016).

В настоящий момент цианобактерии являются неотъемлемым звеном наземных и водных экосистем и распространены почти повсеместно, охватывая даже самые экстремальные экологические ниши: пустыни, термальные источники, озера Арктики и Антарктики. Массовое развитие цианобактерий придает специфическую окраску воде, ухудшает ее органолептические свойства, приводит к недостаточному количеству растворенного кислорода в воде, выделению токсинов и возникновению эстетических и технических проблем при использовании воды в хозяйственных и бытовых целях, а в отдельных случаях и к деградации всей экосистемы (Белых и др., 2013). «Цветение» воды неблагоприятно сказывается на обитателях водной экосистемы: снижение концентрации кислорода влечет за собой возможность массового замора рыб, вследствие недостатка освещенности и образования цианобактериями пленки на поверхности воды погибают

эукариотические водоросли – важнейшая пища многих водных организмов. Размножение цианобактерий является причиной болезней пищеварительного тракта скота после водопоя, раздражения кожи, появления экзем и аллергических реакций у купальщиков (Ильинская, 2010). Риск здоровью человека может достигать «опасного уровня» (в соответствии с Р 2.1.10.1920-04) даже при часовом купании в воде загрязненной цианотоксинами (Nikitin et al., 2015a). Во многих странах установлены нормативы для наиболее распространенных цианотоксинов (в первую очередь микроцистинов), определена программа мониторинга токсичного цветения и комплекс мероприятий по предупреждению неблагоприятного воздействия. В России стандарты безопасного содержания цианотоксинов в воде не разработаны, а исследования, связанные с изучением содержания цианотоксинов в воде, все еще очень малочисленны.

Указанные факты подчеркивают, что изучение проблемы развития синезеленых водорослей и продуцируемых ими токсинов, а также разработка новых подходов по оценке их опасности является актуальным и перспективным направлением в экологическом мониторинге поверхностных вод.

Присутствие цианотоксинов в воде можно выявить различными способами, как косвенными, так и прямыми аналитическими методами качественного и количественного анализа (рисунок 1). Для скринингового неселективного определения чаще всего используют иммуноферментный анализ и исследование ингибирования фосфатазной активности белков. Для индивидуального определения токсичных соединений необходимо применение хроматографических методов. Их эффективность зависит от типа используемого детектора (Русских и др., 2012).

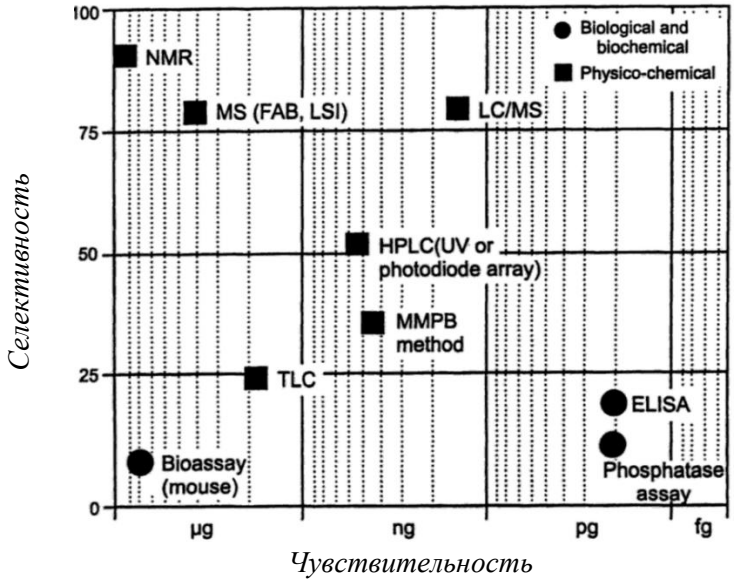


Рисунок 1. – Сравнение чувствительности и селективности основных методов диагностики цианотоксинов (Toxic cyanobacteria…, 1999)

Помимо аналитических методов, оценить загрязнение вод могут методы интегральной оценки качества, основным из которых является биотестирование. Среди методов биотестирования важное место занимает определение токсичности с использованием низших ракообразных и в первую очередь с использованием простейших ракообразных *Daphnia magna*. Методы биотестирования на дафниях широко применяются для целей экологического контроля, как в России, так и за рубежом (Брагинский, 2000; ISO, 2000; US EPA, 2007). В качестве тест-реакции преимущественно используют смертность рачков, а при установлении хронического токсического воздействия проводят наблюдения за изменением плодовитости и качеством потомства. Перечень реакций можно существенно расширить,

если использовать дополнительные сведения по тест-объекту, основанные на его функциональных показателях, в том числе и поведенческие реакции. Это позволило бы проводить оценку качества водной среды более оперативно и отслеживать более низкие концентрации токсикантов (Nikitin, Latypova, 2014; Nikitin et al., 2015b).

В связи с вышесказанным, целью данной работы было предложить новый экотоксикологический подход для оценки опасности загрязнения вод цианотоксинами, основанный на биотестировании по изменению плавательной активности *Daphnia magna* в контрольных и опытных условиях.

Материал и методы. Регистрация поведенческих реакции дафний осуществлялась при помощи созданного авторами прибора «Анализатор токсичности «TrackTox-Analyzer», реализующего алгоритмы компьютерного зрения (рисунок 2). Метод построен на покадровом компьютерном анализе потоковой видеопоследовательности изображений, на которых присутствует тест-объект. Дафнии при помощи микропипетки переносятся из маточной культуры в прозрачную пластиковую тестовую камеру с 25 мл культивационной воды (1), которая переносится в анализатор токсичности (2), расположенный в термостатируемых условиях (20±2 °C). После чего в течение 30 мин. производится измерение плавательной активности, т.н. «контроль» (3). Для изучения воздействия цианотоксинов, в камеру добавляется образец природной воды с известной концентрацией микроцистинов (4). Далее, в течение 30 мин. снова производится измерение плавательной активности, т.н. «опыт» (5). Таким образом, общее время экспозиции в растворе с токсикантом составляет 30 мин. В ходе всего эксперимента, данные визуализируются на экране (6), а в конце эксперимента данные по плавательной активности дафнии передаются в файл, доступный для последующей обработки и статистического анализа (7). По разработанной схеме биотестирования было проведено определение токсичности водных растворов, содержащих микроцистины в концентрации 1 мкг/л (норматив ВОЗ) и 2 мкг/л. Предварительно было установлено отсутствие реакции дафний в т.н. «холостых» экспериментах с чистой культивационной водой. Цианотоксины получали из проб воды, отобранных из природных водных объектов, в период массового «цветения» в августе 2014 г. Исходную концентрацию цианотоксинов определяли методом ИФА при помощи тест-системы PN 520011 (Abraxis США), с последующей регистрацией на иммуноферментом анализаторе Униплан АИФР-01 (Пикон, Россия). Обработка и анализ получаемых данных производился при помощи специализированной программы «TrackTox-Analyzer». Оценку токсичности (*T,%*) проводили по изменению тест-функции – скорости плавания дафний в контрольных (*Хк*) и опытных (*Хоп*) условиях по формуле: $T,\% = (Хк - Хоп) * 100 / Хк$. Статистическая обработка выполнялась при помощи программы Statistica 8.0 (StatSoft, США).

Результаты. Полученные в результате биотестирования данные по скорости плавания дафний в контрольных условиях и при внесении цианотоксинов представлены на рисунке 3. Можно отметить, что в присутствии цианотоксинов наблюдается увеличение скорости плавания дафний (в среднем на 24%), при этом данное увеличение статистически значимо по U-критерию Манна-Уитни ($p < 0,01$).

Полученные результаты в целом согласуются с данными по плавательной активности дафний, полученными нами ранее с использованием стандартных образцов микроцистинов (Nikitin, 2014) и данными известными из литературы. В частности, в работе Dao с соавт. (Dao et al., 2013), в которых изучалось поведение *D. magna* при помощи «Daphnia Toximeter», было показано, что в присутствии цианобактерии *Cylindrospermopsis raciborskii* наблюдается возрастание скорости плавания дафний, однако сигал тревоги прибором не подавался.

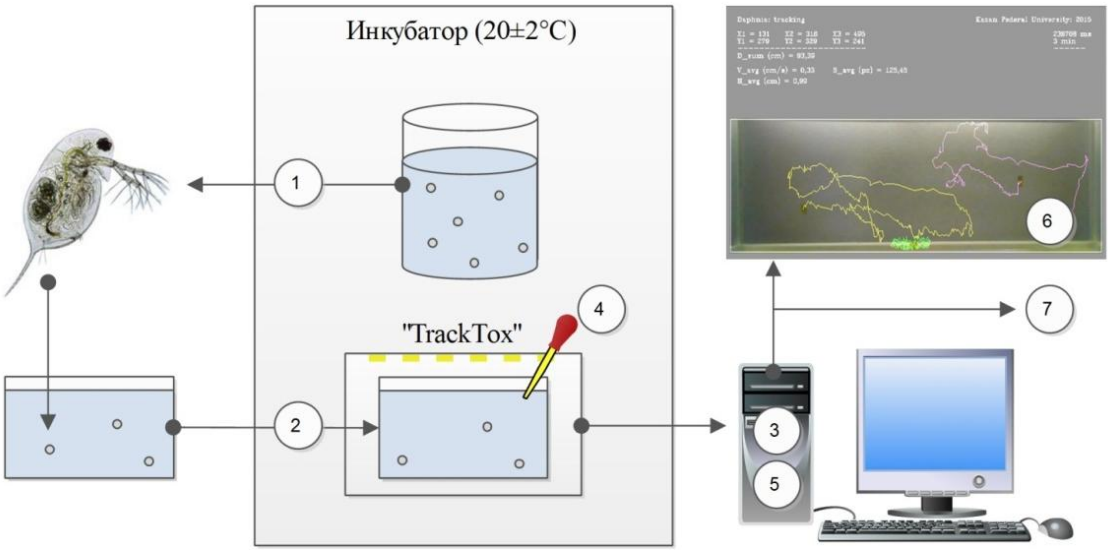


Рисунок 2. – Схема определения плавательной активности дафний

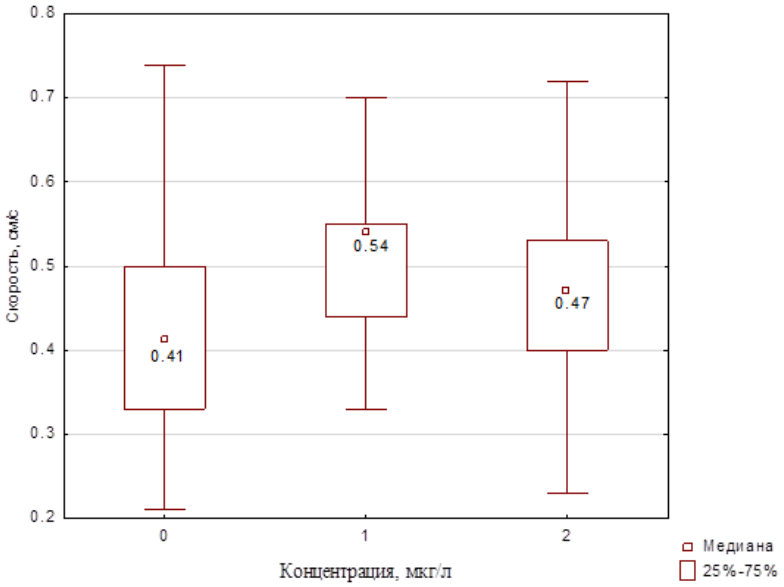


Рисунок 3. – Плавательная активность дафний в контрольных (0; $X_к$) и опытных условиях с добавлением образцов воды, содержащих микроцистины (1,2; $X_{оп}$)

Таким образом, проведенное исследование показало возможность использования поведенческих реакций дафний для целей биотестирования. Предлагаемый новый способ может дополнить аналитические методы контроля качества вод, особенно в случаях, когда необходима экспрессность получения ответной реакции. Дафнии реагируют на присутствие в воде микроцистинов в концентрациях на уровне рекомендуемого норматива – 1 мкг/л. Выраженная гиперактивность, подтверждается наличием статистически значимых различий между данными в сериях «контроль-опыт» по U-критерию Манна-Уитни.

Список литературы:

1. Белых О.И., Гладких А.С., Соровикова Е.Г., Тихонова И.В., Потапов С.А., Федорова Г.А. Микроцистин-продуцирующие цианобактерии в водоемах России, Украины и Белоруссии // Химия в интересах устойчивого развития. – 2013. – №4(21). – С. 363-378.
2. Брагинский Л.П. Методологические аспекты токсикологического биотестирования на

Daphnia magna и других ветвистоусых ракообразных (критический обзор) // Гидробиологический журнал. – 2000. – Т. 36, № 5. – С. 50-70.
3. Ильинская О.И. Зацвели водоемы, но это не радует // Республика Татарстан. – № 162-163, 2010.
4. Русских Я.В., Чернова Е.Н., Воякина Е.Ю., Никифоров В.А., Жаковская З.А. Определение цианотоксинов в водной матрице методом высокоэффективной жидкостной хроматографии – масс-спектрометрии высокого разрешения // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института, 2012, №17. – С. 61-66.
5. Dao T.-S., Ortiz-Rodríguez R., Do-Honga L.-C., Wiegand C., 2013. Non-microcystin and non-cylindrospermopsin producing cyanobacteria affect the biochemical responses and behavior of Daphnia magna // International Review of Hydrobiology. – Vol. 98. – P. 235-244.
6. Guidelines for drinking-water quality management for New Zealand 2015 (2nd edn). Wellington: Ministry of Health, 2016.
7. ISO. Water quality determination of long term toxicity of substances to Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – chronic toxicity test. ISO 10706:2000 (E), Geneva, International organization for standardization, 2000.
8. Nikitin O. Aqueous medium toxicity assessment by Daphnia magna swimming activity change // Advances in Environmental Biology. – 2014. – Vol. 8(13). – P. 74-78.
9. Nikitin O., Latypova V. Behavioral response of Daphnia magna (Crustacea, Cladocera) to low concentration of microcystin // 14th SGEM GeoConference, 2014. – Vol. 2. – P. 85-92.
10. Nikitin O.V., Petrova V.M., Latypova V.Z. Bioassay of pyrethroid insecticide esfenvalerate using fractal analysis of Daphnia magna motion // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2015a. – Vol. 6(6). – P. 1729-1736.
11. Nikitin O.V., Stepanova N.Yu., Latypova V.Z. Human health risk assessment related to blue-green algae mass development in the Kuibyshev Reservoir // Water Science and Technology: Water Supply. – 2015b. – Vol. 15(4). – P. 693-700.
12. Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management / Chorus I., Bartram J. (Eds.). – London, New York: E & FN Spon, 1999. – 440 p.
13. US EPA. Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. EPA-821-R-02-012, Washington, DC, U.S. Environmental Protection Agency, 2007.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД РТ

Осипова Е.В., Филиппов А.А.
ГУП «НПО Геоцентр РТ», Казань, gupgeocentr@mail.ru

Целевым назначением Государственного мониторинга подземных вод на территории Республики Татарстан (далее ГМПВ РТ) является оценка состояния подземных вод и прогноз его изменения в различных природных и техногенных условиях для информационного обеспечения рационального и безопасного использования недр.

Основными объектами наблюдения ГМПВ РТ являются водоносные комплексы и горизонты, эксплуатируемые в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения населения республики.

Основные задачи ГМПВ РТ:

– сбор, анализ, систематизация и обобщение данных о показателях состояния подземных вод территории Республики Татарстан по пунктам наблюдательной сети и объектам недропользования, в т. ч. на разрабатываемых месторождениях подземных вод и на месторождениях нераспределенного фонда недр;

– подготовка сводных данных о загрязнении подземных вод на территории республики;