Казанский (Приволжский) федеральный университет
Институт экологии и географии
Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан
Академия наук Республики Татарстан

Посвящается году охраны окружающей среды в России
и 150-летию со дня рождения основателя учения о биосфере
В.И. Вернадского

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ

Труды Второй Всероссийской научной конференции с международным участием

Казань 2013

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Институт экологии и географии
Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан
Академия наук Республики Татарстан

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ

Том I. Теория и методы изучения и охраны окружающей среды. Экологические основы природопользования.

Том II. Динамика и взаимодействие природных и социально-экономических географических систем. Туристская индустрия: мировые тенденции и региональные приоритеты. Актуальные проблемы экологического и географического образования.

Редколлегия:

проф. Селивановская С.Ю., проф. Ермолаев О.П.,
проф. Латыпова В.З., проф. Переведенцев Ю.П.,
проф. Рогова Т.В., проф. Рубцов В.А.,
проф. Сироткин В.В., проф. Зарипов Ш.Х., проф. Гайсин И.Т.

Казань 2013

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Институт экологии и географии
Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан
Академия наук Республики Татарстан

Том I

ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Ответственные редакторы:

проф. Латыпова В.З.,
проф. Ермолаев О.П.,
проф. Рогова Т.В.,
проф. Зарипов Ш.Х.

Казань 2013

УДК 574:37
ББК 28.081:268
О 92

Окружающая среда и устойчивое развитие регионов. Том I: Теория и методы изучения и охраны окружающей среды. Экологические основы природопользования / под ред. проф. Латыповой В.З., проф. Ермолаева О.П., проф. Роговой Т.В., проф. Зарипова Ш.Х. – Казань: Изд-во «Отечество», 2013. – 482 с.

ISBN 978-5-9222-0711-9

Первый том трудов конференции включает работы секции «Теория и методы изучения и охраны окружающей среды. Экологические основы природопользования». Тематика работ связана с решением проблем экологической безопасности территорий в контексте их устойчивого развития, в том числе на региональном уровне. Включает также материалы по проблемам общей экологии, охраны биоразнообразия, ландшафтно-экологического анализа геопространства и моделирования процессов в окружающей среде.

УДК 574:37
ББК 28.081:268
О92

ISBN 978-5-9222-0711-9 (Т.1)
ISBN 978-5-9222-0710-2

© Институт экологии и географии КФУ, 2013
© Коллектив авторов, 2013

листьях снижалась за весь период активной вегетации: в июне на 0,21 – 0,37 ед. акт.; в июле на 0,28 – 1,06 и в августе на 0,7 – 0,84, по сравнению с ЗУК, при $НСР_{05}$=0,03 ед. акт. У липы мелколистной картина была иной. У растений санитарно-защитной зоны промышленных предприятий в июне отмечалось достоверное возрастание активности пероксидазы на 0, 92 ед. акт. или на 60 %, затем наблюдалось снижение, как в санзонах, так и в магистральных насаждениях: в июле на 0,90 – 0,99 и в августе на 0,39 – 0,48, в сравнении с данным показателем у растений зоны условного контроля.

У интродуцированных видов древесных растений динамика активности пероксидазы в листьях имела специфические особенности. У тополя бальзамического, произрастающего в магистральных насаждениях и санзонах промышленных предприятий, в июне активность пероксидазы была достоверно выше на 0,31 – 0,37 ед. акт. или 21 – 26 %, соответственно, чем в ЗУК. Далее происходило снижение активности: в июле – на 0,80 – 1,21 и августе на 0,09 – 0,48 ед. акт., по сравнению с контролем.

У клена ясенелистного в условиях санзон происходило снижение активности пероксидазы в листьях за весь период активной вегетации: в июне на 0,37 ед. акт.; в июле – 0,28; в августе – 0,70, в сравнении с активностью пероксидазы у растений зоны условного контроля. В магистральных насаждениях у клена ясенелистного активность пероксидазы в листьях сначала возрастала: в июне на 0,20 ед. акт. или 9 %; в июле – 0,54 ед. акт. или 24 %, а в августе наблюдалось снижение активности на 0,11 ед. акт. или 4 %, по сравнению с контролем.

Таким образом, реакция аборигенных и интродуцированных видов древесных растений на условия техногенной среды специфична.

Литература

1. Андреев И.М. Функции вакуоли в клетках высших растений // Физиология растений. 2001. Т. 48.С. 777–778.
2. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2011 году» (29.06.2012 г.). URL: http://www. eco.tatarstan. ru/rus/info.php?id=424234 (дата обращения: 15.07.2012).
3. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния экосистем методами фитоиндикации: учеб. пособие. М.: МГУЛ, 1999. 193 с.
4. Рогожин В.В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. СПб.: ГИОРД, 2004. 240 с.
5. Чупахина Г.Н. Физиологические и биохимические методы анализа растений. Калининград, 2000, 59 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ *DAPHNIA MAGNA* ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ

Курбангалеева К.Р., Амирянова Г.Ф., Никитин О.В.
Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия

Загрязнение водной среды является одной из наиболее актуальных экологических проблем. Для оценки степени антропогенного воздействия водной экосистемы наряду с методами химического анализа используют биотестирование как интегральный показатель токсического загрязнения среды (Зайцев и др., 1994; Моисеенко,2005; Филенко, 2007)

Это связано с тем, что химический анализ во многих случаях не позволяет оценить истинную опасность поступление тех или иных загрязнителей в среду обитания, спрогнозировать последствия их воздействия на живые организмы. Многообразные загрязняющие вещества, попадая в воду могут претерпевать в ней различные пребвращения, усиливая при этом свое токсическое действие. По этой причине необходимы методы интегральный оценки качества воды. Среди методов биотестирования важное место занимает определение токсичности среды с использованием низших ракообразных и в первую очередь *Daphnia magna* Stratus,1820. Эти методы широко применяются для целей экологического контроля, как в России так и за рубежом (Брагинский, 2000; Жмур, 2001; ISO, 1996, 2001; US EPA, 2002)

Популярность дафний связана главным образом с тем, что она без особых трудностей выращивается в лабораторных условиях, довольно устойчива при культивировании, имеет короткий жизненный цикл, позволяющий отслеживать последствия токсического воздействия (в малых концентрациях) на протяжении ряда поколений. В качестве тест-реакции в анализе на острую токсичность в этом случае преимущественно используют смертность рачков, а при установлении хронического токсического действия проводят наблюдения за изменением плодовитости и качеством потомства. Перечень вышеназванных реакций можно существенно расширить, если использовать дополнительные сведения по тест-объекту, основанные на его функциональных и морфологических показателях, в том числе и поведенческие реакции. Однако, в связи с трудностью их регистрации, применение их в настоящее время ограничено. В связи с чем актуальным является разработка методики слежения за поведенческими реакциями *Daphnia magna* и использования ее для определения токсичности природных вод и водных экстрактов.

Для обнаружения и регистрации поведенческих реакций дафний использовался подход, основанный на компьютерном зрении. Метод построен на покадровом компьютерном анализе потоковой видеопоследовательности изображений, на которых присутствует тест-объект. Возможно использование как ранее записанных видеофайлов, так и обработка в режиме реального времени. В данной работе анализ проводился при помощи специализированной программы трекинга тест-объектов «TrackTox» (Никитин, Латыпова, 2013; рис. 1).

В работе использовалась лабораторная монокультура *Daphnia magna*, выращиваемая в климатостате (21°С). Дафнии (0,3-0,5 мм) и помещались в пластиковый прозрачный контейнер, заполненный культивационной водой из климатостата (для минимизации стресса). Регистрация поведенческих реакций проводилась при помощи фотокамеры Sony Cyber-shot DSC-W (10,1 Мп) на однотонном белом фоне с расстояния 15 см при освещении лампой дневного света. Проводилась съемка видеороликов минутной продолжительности (30 тест-организмов в 3-х кратной повторности). Полученные данные трактовались как «контрольные» для последующего сравнения.

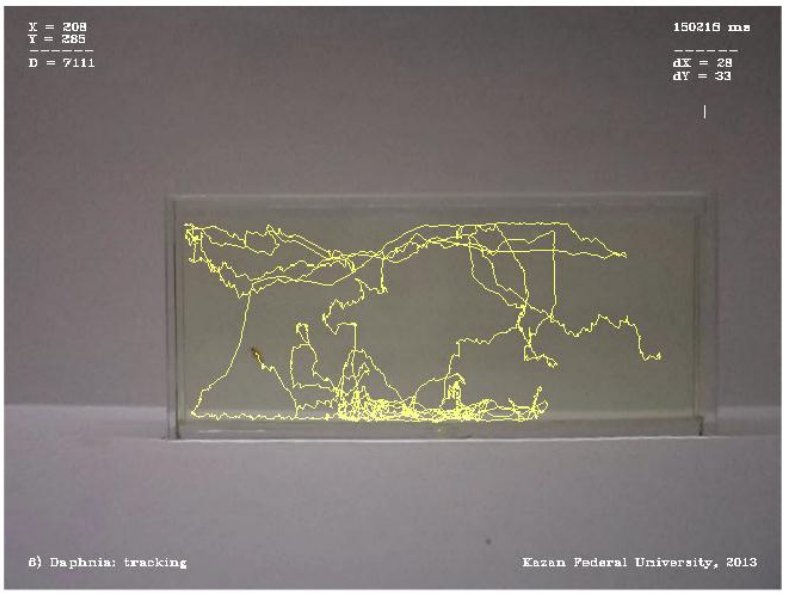


Рисунок 1. Трекинг *Daphnia magna* в тестовой камере программой «TrackTox»

Для обнаружения возможных изменений в поведении дафний в присутствии токсичных компонентов, в тестовую камеру добавлялся раствор токсиканта. В качестве модельного яда использовался бихромат калия ($K_2Cr_2O_7$), который прибавлялся в количестве, необходимом для достижения в растворе концентрации 0,05 мг/л (ПДКрх). Поведенческие

реакции фиксировались аналогично контрольным образцам, продолжительность съемки составляла 5 минут (опробовано 10 тест-организмов в 2-х кратной повторности). Полученные видеоматериалы обрабатывались программой «TrackTox», результатом работы является табличный файл, доступный для последующей статистической обработки.

Критерием наличия реакции на появление токсиканта считалось наличие статистически значимого различия между выборками контрольных образцов и образцов с добавлением бихромата калия. Различия между выборками устанавливали попарным сравнением при помощи критерия Стьюдента (P=0,05). Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Statistica 8.0.

Проведенное исследование позволило получить обширную базу данных поведенческих реакций *Daphnia magna* в нормальных условиях, а также при внесении токсиканта в концентрации равной ПДК, в частности данные по скорости представлены в таблице.

Таблица. Параметры статистического распределения скоростей дафний (см/с) в контрольных и загрязненных образцах

	N	Среднее	Ст. отклонение	Ст.ошибка среднего	Q25	Медиана	Q75
Контроль	16045	0,95	0,86	0,01	0,67	0,69	1,37
Токсикант (первые 5 минут)	17829	0,88	0,74	0,01	0,67	0,69	1,34
Токсикант (вторые 5 минут)	18529	0,85	0,73	0,01	0,47	0,69	0,97
По всем группам:	52403	0,89	0,78	0,00	0,67	0,69	1,34

Проведенные исследования показали, что в норме плавательная активность дафний составляет в среднем 1 см/с, при этом за минуту она проходит около 69 см. При внесении токсиканта происходит практически моментальная реакция, скорость плавания снижается (рис. 2, 3), уменьшается и общее пройденное расстояние (до 52-56 см).

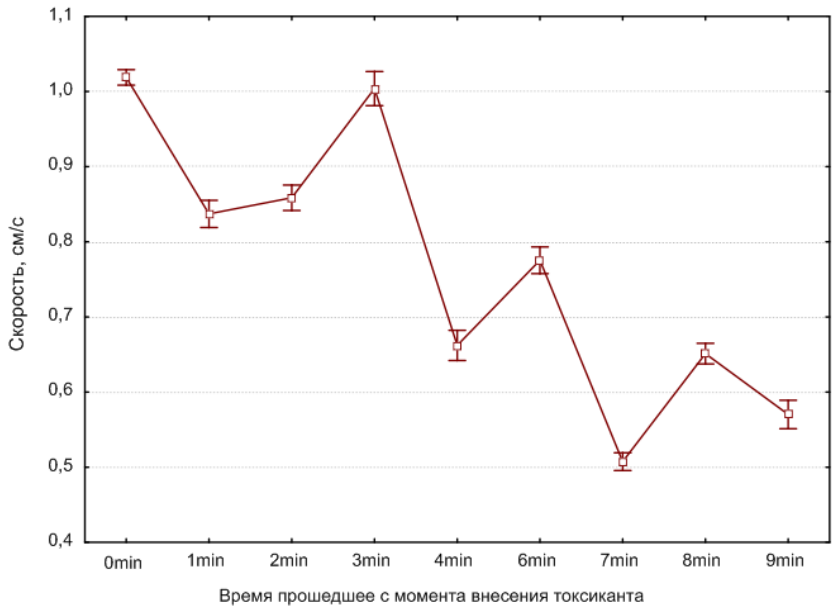


Рисунок 2. Значения скорости дафнии (среднее ± ст. ошибка) в контроле (0_{min}) и при добавлении бихромата калия (0,05 мг/л) в эксперименте

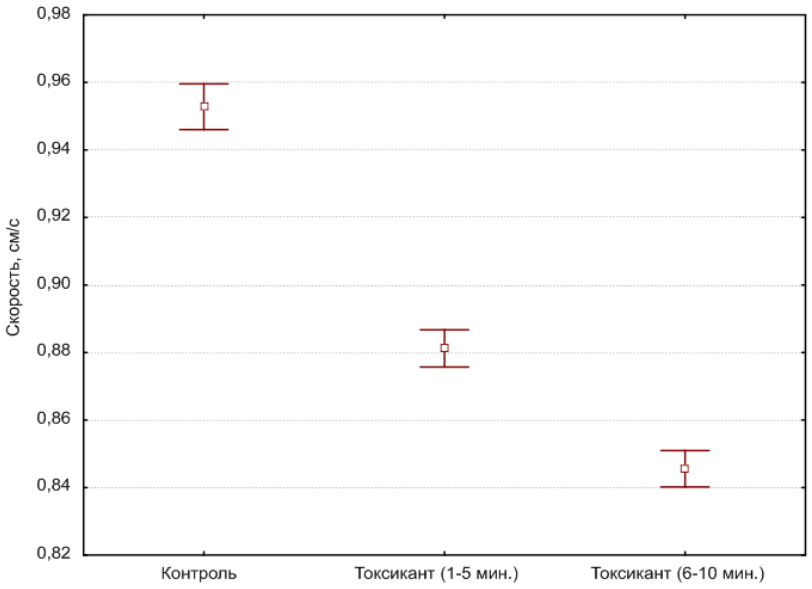


Рисунок 3. Значения скорости дафнии (среднее ± ст. ошибка) в контроле и при добавлении бихромата калия (0,05 мг/л)

Можно отметить пилообразный характер кривой, затухающий со временем. При этом статистически значимые различия (P=0,004) между контролем и образцом с бихроматом калия наблюдаются уже на первой минуте эксперимента, что может свидетельствовать о возможности использования предложенного метода в экспрессных тест-системах по выявлению токсичности природных вод и водных экстрактов.

В заключение можно отметить, что подобные закономерности обнаруживаются и по другим параметрам, описывающим передвижение дафнии. В частности статистически значимые различия выявлены между длиной единичного сегмента пути дафнии в контроле и при добавлении токсиканта.

Литература

1. 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.
2. Жмур Н.С. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. – М.: Акварос, 2001. – 47 с.
3. Зайцева О.В., Ковалев В.В., Шувалова Н.Е. Современное биотестирование вод, требования к тест-организмам и тест-функциям с позиций сравнительной физиологии и физиологии адаптационных процессов. // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 1994. – Т. 30, №4. – С. 575-592.
4. Моисеенко Т.И. Экотоксикологический подход к оценке качества вод // Водные ресурсы. – 2005. – Т. 32. – №2. – С. 184-195.
5. Никитин О.В., Латыпова В.З. Программа трекинга тест-объектов в токсикологических экспериментах «TrackTox». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013616983 от 30.07.2013 г. Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент).
6. Филенко О.Ф. Биологические методы в контроле качества окружающей среды // Экологические системы и приборы. – 2007. – № 6. – С. 18-20.
7. ISO. Water quality determination of long term toxicity of substances to Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) — chronic toxicity test. ISO 10706:2000 (E). International organization for standardization. Geneva, Switzerland.
8. ISO. Water quality determination of the inhibition of the mobility of Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) — acute toxicity test. ISO 6341: 1996 (E). International organization for standardization. Geneva, Switzerland
9. US EPA. Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. EPA-821-R-02-012 -U.S. Environmental Protection Agency, 2002.