

УДК 504.453:574.64 (470.61)

ДИНАМИКА ЭКОТОКСИЧНОСТИ ВОД УРБАНИЗИРОВАННОГО УЧАСТКА Р. ТЕМЕРНИК

Е. Н. Бакаева^{1,2,3}, М. Н. Тарадайко^{1,2,3}, Н. А. Игнатова¹

¹Институт водных проблем РАН (ИВП РАН), Ростов-на-Дону 344090, Россия

²Гидрохимический институт (ФГБУ «ГХИ»), Ростов-на-Дону 344090, Россия

³Южный федеральный университет, Институт наук о Земле (ЮФУ, ИНОЗ), Ростов-на-Дону 344090, Россия

E-mail: rotaria@mail.ru; marusi_2010@mail.ru; ignatse@gmail.com

Аннотация. Многолетние биотестовые исследования экотоксичности вод урбанизированного участка реки Темерник (г. Ростов-на-Дону) позволили выявить пространственно-временную изменчивость под влиянием природных и антропогенных факторов. Определены как положительные (при использовании биофильтров с макрофитами), так и негативные (при складировании извлеченных донных отложений непосредственно на берегу) последствия реализации природоохранных мероприятий. Комплексом биотестов выявлены временные промежутки и участки реки, воды которых характеризовались наибольшей токсичностью. Наиболее напряженными во временном аспекте годами были 90-е гг. XX века, 2009–2011 и 2013–2014 гг. В пространственном аспекте наиболее острой ситуацией отличались устье реки, участки в пределах территорий санатория, зоопарка и ботанического сада.

Ключевые слова: экотоксичность вод, река Темерник, биотестирование, набор биотестов

WATER ECOTOXICITY DYNAMICS OF THE TEMERNIK RIVER'S URBANIZED PART

E. N. Bakayeva^{1,2,3}, M. N. Taradayko^{1,2,3}, N. A. Ignatova¹

¹Water Problems Institute RAS (WPI RAS), Rostov-on-Don 344090, Russia

²Hydrochemical Institute (FSBI "HCI"), Rostov-on-Don 344090, Russia

³Institute of Earth Sciences of the Southern Federal University, Rostov-on-Don 344090, Russia

E-mail: rotaria@mail.ru; marusi_2010@mail.ru; ignatse@gmail.com

Abstract. Long-term studies of water ecotoxicity of the Temernik River's (Rostov-on-Don) urbanized part have made it possible to reveal spatio-temporal variability under the influence of natural and anthropogenic factors. Both positive (when using biofilters with macrophytes) and negative (when storing extracted sediments directly on the shore) consequences of the implementation of environmental measures were determined. Time intervals and sections of the river, in which waters were most toxic, were identified using a biotest complex. The nineties of the twentieth century, 2009–2011 and 2013–2014 were the most harsh in temporal aspect. The mouth of the river, the sections of the river in the territories of the sanatorium, the zoo and the botanical garden were characterized by the most dire situation.

Keywords: water ecotoxicity, Temernik River, bioassay, biotests battery

ВВЕДЕНИЕ

Темерник — малая равнинная река, протекающая по Ростовской области и являющаяся правым притоком р. Дон в нижнем течении. Русло и пойма р. Темерник значительно антропогенно преобразованы. В сток существенный вклад вносят ливневые стоки с прилегающих городских территорий, а также несанкционированные хозяйственно-бытовые и канализационные стоки. В настоящее время в рамках проекта

реабилитации реки и создания общегородского экологического парка ведется активная работа по устранению источников загрязнения реки, расчистке русла и прибрежной территории, идет строительство очистных сооружений ливневых сточных вод.

Принимаемые рекой сточные воды служат источником множества загрязняющих веществ. Одним из негативных последствий антропогенного загрязнения вод является токсическое воздействие на гидробиоту поступивших в реку химических соединений. Реакция организмов на воздействие водной среды является наиболее надежным источником информации о ее качестве. Такую характеристику качества вод как экотоксичность позволяет получить один из методов водной токсикологии — биотестирование. Задачей биотестирования является не идентификация загрязняющих веществ и их концентраций, а экологическая интерпретация воздействия всего комплекса содержащихся в воде веществ на живые организмы. Качество воды, определяемое с помощью методик биотестирования, принято оценивать как оказывающее токсическое и/или нетоксическое действие (Бакаева и др., 2013).

Для получения объективной информации об экотоксичности водной среды при биотестировании необходимо использование комплекса методик, предполагающее оценку токсического действия по тест-организмам, принадлежащим к различным систематическим группам и трофическим уровням.

Цель работы: изучить изменение токсичности поверхностных вод р. Темерник в пределах г. Ростова-на-Дону за многолетний период по данным биотестирования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследований служили поверхностные воды р. Темерник. В основу работы положены материалы собственных исследований токсичности вод р. Темерник методом биотестирования в 1992, 1995, 2003, 2006–2014, 2017 гг. Исследованиями был охвачен участок р. Темерник, расположенный в пределах г. Ростов-на-Дону от Ростовского моря до места впадения р. Темерник в р. Дон.

Биотестирование вод проводили с использованием набора биотестов, включавшего следующие тест-объекты: ветвистоусых рачков *Daphnia magna* (РД 52.24.566-94), коловраток *Brachionus calyciflorus* (РД 52.24.662-2004), инфузорий *Paramecium caudatum* (РД 52.24.741-2010), зеленых микроводорослей *Scenedesmus obliquus* (РД 52.24.566-94) и *Chlorella vulgaris* (Григорьев, 2014), высшего растения редиса *Raphanus sativus* (ГОСТ Р ИСО 22030-2009). Тест-показателями служили: гибель организмов, хемотаксис, коэффициент прироста численности клеток, оптическая плотность суспензии клеток, метрические и биологические характеристики редиса.

Итоговую оценку токсичности вод по результатам нескольких биотестов давали исходя из тест-показателя, проявившего наибольшую чувствительность, т. е. по «худшему результату».

Класс токсичности вод и экологический статус характеризовали по шкале Л.П. Брагинского (1985) в случаях, когда проводили разбавление высокотоксичной пробы до уровня, снижающего остроту реакции тест-объектов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За двадцатипятилетний период наблюдений по данным биотестирования выявлены изменения токсичности вод на различных участках реки. В период с 1992 по 2003 г., согласно результатам биотестовых экспериментов с *Daphnia magna*, *Brachionus calyciflorus* и *Paramecium caudatum*, воды в районе Ростовского моря относились ко второму классу токсичности, их экологический статус определялся как бета-мезотоксичные (Бакаева, Игнатова, 2014).

Пробы вод в районе железнодорожного вокзала и устья реки проявляли большее негативное действие, относились к четвертому–пятому классам токсичности и квалифицировались как чрезвычайно и весьма токсичные, их экологический статус — как поли- и гипертоксичные, то есть воды практически являлись сточными (Игнатова, 2009). Снижение токсичности природных вод реки Темерник по показателю гибели *Daphnia magna* происходило лишь при разбавлении в 500 раз (Бакаева, Игнатова, 2014).

Важным участком наблюдений за токсичностью вод являются устья малых рек. Анализ результатов биотестирования вод в устье р. Темерник и на участке близ железнодорожного вокзала показал положительную динамику. Так, по данным трех биотестов выявлено снижение уровня токсического действия вод

в устье от чрезвычайного в девяностые годы до слабого или полного отсутствия токсического действия в 2006–2008 гг., а экологический статус от гипертотоксичных до «чистых». Снижение токсичности вод в устье р. Темерник, вероятно, было обусловлено положительным результатом мероприятий по очистке реки, совершенствованием оборудования и технологий очистных сооружений, установкой биофильтров из макрофитов в устье реки (Бакаева, Игнатова, 2014).

В районе санатория «Надежда» отбор проб проводили выше территории, в ее пределах и ниже по течению. Токсичность вод была выявлена в 2012–2014 и 2017 гг. Воды оказывали угнетающее действие как на гетеротрофные, так и на автотрофные тест-объекты. В 2012 г. токсичной оказалась проба, отобранная в пределах территории санатория. В 2013, 2014 гг. токсическое действие оказывали все пробы воды. В 2017 г. исследование участка реки ниже по течению территории санатория также позволило выявить токсичность вод по показателю хемотаксиса инфузорий.

В 2012 г. токсическое действие вод было выявлено на участке р. Темерник в пределах зоопарка, а в 2013–2014 гг. и в пробах воды, отобранных выше зоопарка и ниже по течению у дамбы. Токсическое действие вод в эти годы в отношении ветвистоусых рачков характеризовалось как острое. В 2017 г. токсичность вод отмечалась на участке ниже зоопарка.

В 2008–2010 гг. в рамках реализации «Целевой экологической программы оздоровления водного бассейна р. Темерник» на территории Ботанического сада ЮФУ проводились работы по расчистке реки, из русла были извлечены донные отложения и размещены на берегу. В связи с этим на расположенном здесь участке реки в последующие годы проводилось исследование токсичности вод с целью определения последствий данного приема очистки.

В период с 2011 по 2014 г., а также в 2017 г. пробы воды были отобраны в нескольких точках р. Темерник в пределах Ботанического сада: близ места складирования извлеченных из русла донных отложений, ниже по течению железнодорожного моста и около пешеходного моста через реку. По результатам биотестирования воды на данном участке реки оказывали токсическое действие и острое токсическое действие во все годы исследований, за исключением 2012. В 2011 и 2012 гг. воды вызывали стимуляцию прироста численности и ростовых характеристик используемых автотрофных тест-объектов: *Chlorella vulgaris* и *Raphanus sativus*. Острая токсичность вод в отношении ветвистоусых рачков отмечалась в 2011, 2013 и 2014 гг. и была чаще приурочена к месту складирования извлеченных из реки ДО. Начиная с 2013 г. реакция *Chlorella vulgaris* на воздействие вод сменилась от стимуляции к ингибированию (Бакаева и др., 2013; Бакаева и др., 2014; Тарадайко и др., 2017).

В области устья р. Темерник с 2013 г. вновь отмечалось появление токсичности вод, которая сохранялась в 2014 г. и была выявлена в 2017 г. Также токсическое действие вод было обнаружено в р. Дон ниже по течению устья р. Темерник в 2013–2014 и 2017 гг. (Бакаева и др., 2013; Бакаева и др., 2014; Тарадайко и др., 2017).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Динамика экотоксичности вод урбанизированного участка р. Темерник отражает как влияние природных факторов, так и изменение антропогенной нагрузки.

Отмечено постепенное снижение уровня токсичности вод р. Темерник в период с 1992 по 2007 г., в особенности, в предустьевой и устьевой областях, где она была особенно высокой, а также в районе Ростовского моря. Вероятно, это связано с активной реализацией природоохранными службами мероприятий по оздоровлению реки в указанный период, включая использование биофильтров с макрофитами (эйхорнией), установленных в устье.

Начиная с 2009 и по 2011 г., степень токсичности вод увеличилась во всех исследованных участках реки и, в особенности, в устье (после изъятия биофильтров с макрофитами). Ситуация сохранилась до 2011 г. Воздействие вод оказывало интенсивное стимулирующее (также рассматриваемое как токсическое) действие на автотрофные тест-объекты, что может свидетельствовать о присутствии в водах реки большого количества биогенных веществ, которые могли поступить с неочищенными канализационными стоками. Высокая токсичность вод р. Темерник на территории Ботанического сада может быть объяснена негативным влиянием извлеченных донных отложений, складированных на берегу.

В 2012 г. наблюдались одни из самых низких показателей токсичности вод р. Темерник на участке выше санатория «Надежда» до места ниже впадения реки в р. Дон. Токсичность была обнаружена лишь в двух пробах в пределах территорий санатория и зоопарка.

Высокая степень и частота обнаружения токсичности вод была отмечена в 2013, 2014 и 2017 гг. Наиболее острая ситуация выявлена на участках от санатория «Надежда» и до территории Ботанического сада. Несколько меньшая степень токсичности вод в устье и участке ниже по течению р. Дон объясняется разбавлением токсичных веществ менее загрязненными водами р. Дон.

Из примененных наборов биотестов в разные годы на отдельных участках реки тест-объекты проявляли различную чувствительность к воздействию вод, что подтверждает необходимость использования набора биотестов для получения более объективной оценки экотоксичности вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бакаева Е.Н., Игнатова Н.А.* Динамика токсичности вод малой реки в пределах мегаполиса (р. Темерник, ЮФО) // Живые и биокосные системы. 2014. № 7.
- Бакаева Е.Н., Игнатова Н.А., Черникова Г.Г.* Пространственная токсичность вод и донных отложений урбоэкосистемы малой реки (р. Темерник, ЮФО) // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана : мат. II-й Всерос. школы-конф. (18–22 ноября 2014 г.). Ярославль: Филигрань, 2014. Т. II. 428 с.
- Бакаева Е.Н., Игнатова Н.А., Черникова Г.Г., Рудь Д.А.* Токсичность вод и донных отложений урбанизированного участка реки Темерник (г. Ростов-на-Дону, ЮФО) // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2.
- Брагинский Л.П.* Некоторые принципы классификации пресноводных экосистем по уровням токсического загрязнения // Гидробиологический журнал. 1985. № 8. Т. 21. С. 65–74.
- ГОСТ Р ИСО 22030-2009.* Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. М.: Стандартинформ, 2010. 15 с.
- Григорьев Ю.С.* Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04 ПНД Ф Т 16.1:2:2.3:3.7-04 (издание 2014 г.). 36 с.
- Игнатова Н.А.* Оценка токсичности вод и донных отложений антропогенно загрязненных экосистем методом биотестирования (на примере бассейна Нижнего Дона) : автореф. дис. канд. биол. наук. Ростов-н/Д.: 2009. 24 с.
- РД 52.24.566-94.* Методы токсикологической оценки загрязнения пресноводных экосистем. М.: ФСР Госкомгидромета, 1994. 130 с.
- РД 52.24.662-2004.* Оценка токсического загрязнения природных вод и донных отложений пресноводных экосистем методами биотестирования с использованием коловраток. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. 60 с.
- РД 52.24.741-2010.* Оценка токсичности поверхностных вод суши в условиях чрезвычайных ситуаций методом экспрессного биотестирования // Сб. рекомендаций : Обеспечение безопасности поверхностных вод суши РФ в условиях чрезвычайных ситуаций. Ростов-н/Д.: Росгидромет, 2011. С. 67–90.
- Тарадайко М.Н., Нефедова В.В., Запорожцева А.Ю., Бакаева Е.Н.* Экотоксичность вод урбанизированного участка реки Темерник по набору биотестов в современный период // Проблемы социально-экономической географии и природопользования : сб. тр. Всероссийской научной конференции. Ростов-на-Дону. Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2017. С. 281–285.