ДИНАМИКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УРБАНИЗИРОВАННОГО УЧАСТКА ВОДОТОКА

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

¹Институт водных проблем РАН, Гидрохимический отдел,

²ФГБУ «Гидрохимический институт»,

³Южный федеральный университет, Институт наук о Земле

rotaria@mail.ru, marusi_2010@mail.ru, ignatse@gmail.com, kuzinatraann@mail.ru

Аннотация. С целью улучшения экологической ситуации урбанизированного участка р. Темерник с начала 2000-х гг. был проведён ряд мероприятий в рамках «Целевой экологической программы оздоровления водного бассейна р. Темерник», предусматривающей три этапа. После проведённых мероприятий оценивали фитотоксичность донных отложений водотока в пределах г.Ростов-на-Дону методом биотестирования. Использован набор из четырёх тест-показателей высшего растения *Raphanus sativus*: биологические (всхожесть семян, количество ростков) и метрические (длина корней, длина стеблей). Биотестовый анализ фитотоксичности донных отложений реки зафиксировал некоторые изменения токсичности донных отложений за период 2013–2014 годов. Во всех исследуемых точках и в 2013 г., и в 2014 г. влияние донных отложений по метрическим характеристикам (росту корней и стеблей) оценивалось как токсичное. Угнетение *Raphanus sativus* по метрическим показателям в среднем в 2013 г. было более интенсивным исходя из значений их отклонений от контроля. Это подтверждается и по количеству появившихся за время эксперимента ростков: в 2013 году 58 % проб донных отложений по данному тест-показателю оценивались как токсичные, в 2014 г. – 43 %. Донные отложения всех исследованных точек в 2013–2014 годах следует охарактеризовать как токсичные по комплексу четырёх тест-показателей. В пространственном отношении наиболее острой ситуация по токсичности донных отложений была в районе зоопарка и в Ботаническом саду близ места расположения извлеченных донных отложений. При исследовании фитотоксичности необходимо использовать набор тест-показателей *Raphanus sativus*, чувствительность которых различна к загрязняющим веществам.

Ключевые слова: урбанизированные водотоки, донные отложения, биотестирование, фитотоксичность, р. Темерник, *Raphanus sativus*

Вода и донные отложения (ДО) представляют собой основные компоненты водной экосистемы. В современных условиях, отчасти в связи с бурным научно-техническим развитием происходит ухудшение состояния малых рек, особенно в пределах их урбанизированных участков.

Небольшой водоток – река Темерник протекает через различные функциональные зоны г. Ростов-на-Дону, собирая по пути следования многочисленные стоки по разветвленной балочной сети, от городских промышленных предприятий и объектов коммунального комплекса. Интенсивная антропогенная нагрузка на водоток и продолжающееся многие годы неконтролируемое загрязнение, привели к ситуации негласного сопоставления водотока со сточной канавой. Оздоровлением р. Темерник занялись в начале 2000-х гг. Была разработана «Целевая экологическая программа оздоровления водного бассейна р. Темерник», предусматривающая три этапа. На втором этапе программы в 2007–2008 гг. проводили расчистку русла реки от устьевых участков вверх по течению, включая территорию Ботанического сада. Возникли трудности с транспортировкой и обеззараживанием удаляемых донных отложений. На участке реки

в пределах Ботанического сада извлеченные донные отложения были размещены в границах поймы. В феврале 2010 г. в районе зоопарка произошло обрушение канализационного коллектора, повлекшее за собой попадание значительного объема неочищенных стоков в русло реки Темерник. Избежать прямых сбросов канализации в реку удалось только через 4 месяца. За это время был построен и введен в эксплуатацию обводной канализационный коллектор. Полностью решить проблему предотвращения сбросов канализационных стоков в реку в районе зоопарка удалось только в 2015 году [1]. Изучение донных отложений р. Темерник как долговременно депонирующей среды даёт информацию о продолжительном загрязнении водного объекта.

Исследованию состояния водотока и качества отдельных компонентов его экосистемы посвящен ряд работ [2, 3, 4]. В настоящее время наиболее опасной из характеристик качества компонентов водных экосистем является токсичность. Токсичность проявляется как в воде, так и в донных отложениях. Информацию об общей токсичности с учетом эффектов всех присутствующих в среде веществ получают на основе реакций живых организмов

методом биотестирования. При использовании в биотестировании высших растений оценивают фитотоксичность, как способность компонентов окружающей среды подавлять рост и развитие растений, обусловленную действием загрязняющих веществ.

Цель работы заключается в оценке изменения фитотоксичности донных отложений урбанизированного участка р. Темерник в период 2013–2014 гг. по данным биотестирования.

Методика определения фитотоксичности основывается на использовании в качестве тест-объектов семян высших растений. В ходе опыта фиксируют всхожесть семян, длину стеблей, длину корневой системы и количество ростков. В качестве тест-объекта в данном исследовании использовали редис *Raphanus sativus* [5]. Критерием токсичности служило отклонение значений тест-показателей на 50 % от контроля. Контролем служили значения аналогичных тест-показателей семян, полученные при проверке семян на дехлорированной водопроводной воде.

В основу работы положены материалы исследований фитотоксичности донных отложений, проведенных в рамках экспедиций кафедры геоэкологии и прикладной геохимии Института наук о Земле и ФГБУ «Гидрохимический институт» 2013–2014 годы. Места отбора проб донных отложений указаны в таблице.

Таблица. Наименования точек отбора проб донных отложений р. Темерник в период 2013–2014 гг.

№№	Наименование точек	2013	2014
4	Санаторий «Надежда», правый берег (под мостом)	+	+
5	Санаторий «Надежда», правый берег (выше моста)	+	+
6	Санаторий «Надежда», левый берег (ниже моста)	+	+
7	Выше моста на ул. Вавилова	-	+
8	Ниже моста на ул. Вавилова	-	+
9	Зоопарк, левый берег (в начале зоопарка)	+	+
10	Зоопарк, левый берег (мост в зоопарке)	+	+
11	Зоопарк, левый берег (ниже зоопарка)	+	+
12	Ботанический сад, левый берег (ниже ж/д моста)	+	+
13	Ботанический сад, левый берег (близ склада вынутых ДО)	+	+
14	Ботанический сад, левый берег (пешеходный мост)	+	+
15	Ботанический сад, правый берег (ниже ж/д моста)	+	+
16	Ботанический сад, правый берег (напротив склада вынутых ДО)	+	+
17	Ботанический сад, правый берег (ниже склада вынутых ДО на 50 м)	+	+

Рис. 1 – Фитотоксичность донных отложений р. Темерник: А – в 2013 г., Б – в 2014 г. по тест-показателю всхожести семян *Raphanus sativus*

Биотестовый анализ донных отложений в 2013 г. выявил их сильное угнетающее действие на выклев семян редиса в первые сутки эксперимента в пробах из всех точек (рис. 1, А).

Ингибирование, сохранившееся до конца эксперимента, свидетельствующее о токсичности донных отложений, отмечалось во всех точках реки близ

Зоопарка (9, 10, 11) и около правого берега реки в Ботаническом саду (15, 16, 17).

В 2014 г. высокие значения отклонения всхожести семян от контроля также проявились в первые сутки эксперимента (рис. 1, Б). Значительное угнетающее действие, рассматриваемое как токсическое, наблюдалось в точках 9 (Зоопарк, левый берег

в начале зоопарка) и 12 (Ботанический сад, после ж/д моста).

Влияние донных отложений оценивалось как токсичное по метрическим характеристикам (росту корней и стеблей) во всех исследуемых точках и в 2013 г., и в 2014 г. Угнетение *Raphanus sativus* по метрическим показателям в среднем в 2013 г. было более интенсивным исходя из значений их отклонений от контроля (рис. 2). Это подтверждается и по количеству появившихся за время эксперимента ростков: в 2013 году 58 % проб донных отложений по данному тест-показателю оценивались как токсичные, в 2014 г. – 43 %.

По комплексу тест-показателей донные отложения всех точек, исследованных в 2013–2014 годах, следует охарактеризовать как токсичные.

В пространственном отношении наиболее острой ситуация по токсичности донных отложений была в районе зоопарка и в Ботаническом саду близ места расположения извлеченных донных отложений.

В 2014 году наблюдалось усиление токсичности донных отложений в точках 12 и 13 (Ботанический сад, левый берег реки) и её уменьшение в районе санатория «Надежда» (4, 6) и зоопарка (9–11).

Рис. 2 – Фитотоксичность донных отложений р. Темерник: А – в 2013 г., Б – в 2014 г. по количеству ростков и метрическим тест-показателям *Raphanus sativus*

Донные отложения р. Темерник на участке от санатория «Надежда» до Ботанического сада характеризовались в 2013–2014 гг. наличием фитотоксичности.

Большую чувствительность к воздействию донных отложений продемонстрировали метрические тест-показатели *Raphanus sativus*. Наиболее наглядно

изменения интенсивности ингибирующего действия донных отложений на высшее растение отражала динамика всхожести его семян.

При исследовании фитотоксичности донных отложений необходимо использовать набор тест-показателей, чувствительность которых различна к загрязняющим веществам.

Список литературы:

1. Концепция проекта по реабилитации реки Темерник с обустройством береговых полос в общегородской экологический парк. Ростов-на-Дону, 2016. – 76 с.
2. 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.
3. Игнатова Н.А. Оценка токсичности вод и донных отложений антропогенно загрязненных экосистем методом биотестирования (на примере бассейна Нижнего Дона) // Автореф. дисс. кандидата биол. наук. – Ростов-на-Дону: 2009. – 24 с.
4. Бакаева Е.Н., Игнатова Н.А., Динамика токсичности вод малой реки в пределах мегаполиса (р. Темерник, ЮФО) // «Живые и биокосные системы». – 2014. – № 7.
5. ГОСТ Р ИСО 22030–2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. – М.: Стандартинформ, 2010. – 15 с.

BOTTOM SEDIMENTS PHYTOTOXICITY DYNAMICS OF THE WATERCOURSE URBANIZED PART

E.N. Bakaeva^{1,2,3}, M.N. Taradayko^{1,2,3}, N.A. Ignatova¹, A.Yu. Zaporozhtseva^{2,3}

¹Water Problems Institute RAS, Hydrochemical department, Rostov-on-Don, Russia

²Hydrochemical Institute, Rostov-on-Don, Russia

³Institute of Earth Sciences, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
rotaria@mail.ru, marusi_2010@mail.ru, ignatse@gmail.com, kuzinatraann@mail.ru

Abstract. Since the beginning of the 2000s in order to improve the ecological situation of the Temernik river urbanized area number of activities were carried out as part of the "Ecological Program for the Rehabilitation of the Temernik river basin". After the measures were taken the phytotoxicity of the river's sediments within the Rostov-on-Don city was assessed by bioassay. A set of four endpoints of the higher plant *Raphanus sativus* was used: biological (seed germination, number of sprouts) and metric (root, stem length). Sediments bioassay of phytotoxicity recorded some changes in the toxicity of river's sediments for the period 2013–2014. In all the studied points both in 2013 and 2014 the effect of sediments was estimated as toxic according to metric endpoints. The inhibition of *Raphanus sativus* metric endpoints on average in 2013 was more intense based on the values of their deviations from controls series. This is also confirmed by the number of sprouts that appeared during the experiment: in 2013 58 % of sediment samples for this test indicator were assessed as toxic, in 2014–43 %. The sediments of all the studied points in 2013–2014 should be characterized as toxic by all endpoints. Spatially, the most acute situation on the toxicity of river's sediments was in the area of the zoo and in the Botanical Garden near the location of the dragged out sediments. In the study of phytotoxicity, it is necessary to use a set of endpoints of *Raphanus sativus*, which sensitivity is different to pollutants.

Keywords: urbanized watercourses, sediments, bioassay, phytotoxicity, the Temernik river, *Raphanus sativus*

References:

1. Kontsepsiya proekta po reabilitatsiy reki Temernik s obustroystvom bergovyh polos v obshegorodskoy ekologicheskiy park [The concept of the project for the rehabilitation of the Temernik river with the arrangement of coastal strips in the city-wide ecological park] Rostov-on-Don, 2016. – 76 p. (In Russian).
2. Bakaeva E.N., Ignatova N.A., Chernikova G.G., Rud D.A. Tosichnost vod i donnyh otlozheniy urbanizirovannogo uchastka reki Temernik (g. Rostov-na-Donu, UFO) [Toxicity of water and bottom sediments in the urbanized part of the Temernik river (Rostov-on-Don, Southern Federal District)] // Modern problems of science and education. – 2013. – № 2. (In Russian).
3. Ignatova N.A. Otsenka toksichnosti vod i donnyh otlozheniy antropogenno zagryaznennykh elosistem metodom biotestirovaniya (na primere basseyna Nizhnego Dona) [Assessment of the toxicity of water and bottom sediments of anthropogenically polluted ecosystems by bioassay (using the example of the Lower Don basin)] // The dissertation of the candidate of biological sciences. – Rostov-on-Don: 2009. – 24 p. (In Russian).
4. Bakaeva E.N., Ignatova N.A. Dinamika toksichnosti vod maloy reki v predelakh megapolisa (r. Temernik, UFO) [Water toxicity dynamics of a small river within a megalopolis (Temernik river, Southern Federal District)] // "Living and biokosnye systems". – 2014. – № 7. (In Russian).
5. GOST R ISO 22030–2009 Kachestvo pochv. Biologicheskie metody. Hronicheskaya fitotoksichnost v otnoshenii vysshih rasteniy [GOST (Russian state standard) R ISO 22030–2009 R ISO 22030–2009 Quality of soils. Biological methods. Chronic phytotoxicity concerning the higher plants]. M.: Standartinform, 2010. – 15 p. (In Russian).