УДК 504(476.7)

И.В. Бульская, А.А. Волчек

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ КОМПОНЕНТОВ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО И ГОРОХА ПОСЕВНОГО

В представленной работе проведено исследование влияния ионов цинка, хлоридов и фосфатов в концентрациях, типичных для поверхностного стока с территории г. Бреста в летний и зимний период на развитие растений на ранних стадиях методом рулонной культуры. Для проведения эксперимента были выбраны компоненты, значения концентраций которых в наибольшей степени превышают значения ПДК для рыбохозяйственных водоемов. В качестве тест-объектов были выбраны представители семейства бобовых Люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) и Горох посевной (*Pisum Sativum* L.). Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что ионы цинка и хлорид-ионы в исследованных концентрациях могут оказывать негативное влияние на растительные сообщества экосистемы р. Мухавец, фосфат-ионы в исследованных концентрациях оказывают стимулирующее действие на развитие растений, а значит могут способствовать эвтрофикации.

Введение

Поверхностный (или ливневый) сток с городских территорий на протяжении длительного времени относили к категории «условно чистых» сточных вод, поэтому сброс поверхностного стока в водоемы производился без предварительной очистки. До сих пор этот принцип сохраняется в большинстве населенных пунктов Республики Беларусь, в том числе и в г. Бресте, где лишь незначительная часть ливневых коллекторов оборудована очистными сооружениями. В то же время исследования, проводимые в различных городах по всему миру, доказывают, что загрязненность поверхностного стока с урбанизированных территорий значительна и его сброс без очистки наносит существенный ущерб экосистеме принимающих водотоков [1–5]. Сложность оценки степени воздействия таких сточных вод на окружающую среду состоит в том, что, с одной стороны, концентрации каждого конкретного компонента могут варьировать, с другой стороны, все содержащиеся в стоке вещества действуют на живые организмы в комплексе. Состав поверхностного стока зависит от большого числа факторов (площадь и назначение использования водосборной территории, продолжительность предшествующего сухого периода, график уборки территории и степень ее освоения, состав атмосферных осадков), кроме того, состав поверхностного стока существенно отличается в летний период (период выпадения дождя) и зимний период (период снеготаяния) [2; 4–8]. С учетом вышесказанного, в оценке степени негативного влияния поверхностного стока с урбанизированных территорий на живые организмы важным является как оценка комплексного воздействия, так и понимания, как действует каждый потенциально опасный компонент.

Для определения степени воздействия на живые организмы того или иного вещества удобно использовать методы биоиндикации или биотестирования, т.к. они позволяют в короткие сроки количественно оценить степень воздействия на выбранные тест-объекты того или иного фактора [9; 10].

Цель данной работы оценить воздействие на растительные организмы отдельных компонентов поверхностного ливневого стока. Для этого нами были выбраны 3 компонента, в наибольшей степени превышающие предельно допустимые концентрации (ПДК) согласно результатов анализа поверхностного стока с территории г. Бреста, проведенного нами в 2012–2013 гг. Оценка воздействия отдельных компонентов ливне-

вого стока, с нашей точки зрения, является важным этапом оценки влияния на живые организмы стока в целом, т.к. из-за особенностей механизма формирования поверхностного стока концентрации большинства компонентов могут варьировать в широких пределах, а, значит, при определенных условиях каждый из них может быть компонентом, играющим основную роль в общем воздействии стока на растительные организмы.

Материалы и методы

На основе результатов анализа поверхностного стока с территории г. Бреста были рассчитаны средние концентрации следующих примесей для летнего и зимнего периодов: хлориды, фосфаты, нитраты, катионы аммония, свинца, железа, цинка, меди, марганца, никеля, кадмия и хрома. После сравнения со значениями ПДК для рыбохозяйственных водоемов были выделены 3 показателя, наиболее сильно превышающее ПДК, которые были взяты за основу для проведения оценки влияния стока на растительные организмы. Эксперимент был проведен на основании ГОСТ 12044-93 и ГОСТ 12038-84 методом рулонной культуры [11; 12]. В качестве тест-объектов были выбраны представители семейства бобовых Люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) и Горох посевной (*Pisum Sativum* L.). Схема опыта включала в себя следующие варианты: контроль (дистиллированная вода); водный раствор хлорида цинка с концентрацией ионов цинка 0,3 и 0,9 мг/л (что соответствует средним концентрациям цинка в поверхностном стоке в зимний и летний периоды); водный раствор хлорида натрия с концетрацией хлорид-иона 2900 и 80 мг/л (соответствует средней концентрации хлоридов в поверхностном стоке с территории г. Бреста в зимний и летний период); водный раствор фосфата натрия с концентрацией фосфат-иона 4 и 2 мг/л (что соответствует средним концентрациям фосфат-ионов в поверхностном соке зимнего и летнего периода). Контроль семян производился на 4 сутки, для оценки степени воздействия предложенных растворов были оценены всхожесть и длина корешков, которые развились за период эксперимента.

Результаты и обсуждение

Воздействие водных растворов, содержащих ионы цинка, фосфаты и хлориды не оказало существенного влияния на всхожесть семян *Lupinus angustifolius* и *Pisum sativum* ни в одном из вариантов опыта, разница не превысила 6% по сравнению с контролем.

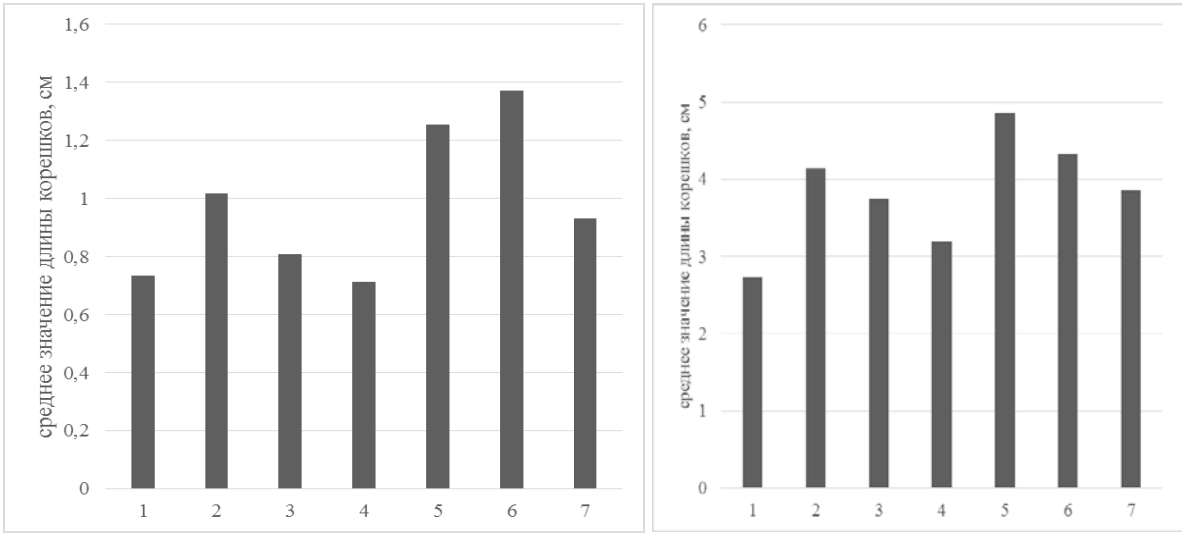
Для выявления степени влияния воздействия растворов на развитие корешков для каждого варианта эксперимента было вычислено среднее значения длины корешков (рисунок 1), достоверность различия средних значений была оценена с помощью критерия Фишера-Стьюдента. Статистически достоверные различия были выявлены между средними значениями длины корешков семян, подвергшихся воздействию:

– хлорид-ионов в концентрации 2900 мг/л (меньше на 29,22% по сравнению с контролем для *L. angustifolius*; на 21,22% по сравнению с контролем для *P. sativum*);

– ионов цинка в концентрации 0,9 мг/л (меньше на 17,26% для *L. angustifolius* по сравнению с контролем, на 23,69% по сравнению с контролем для *P. sativum*);

– фосфат-ионов в концентрации 4 мг/л (больше на 26,04% для *L. angustifolius* и на 34,44% для семян *P. sativum* по сравнению с контролем), а также фосфат-ионов в концентрации 2 мг/л (больше на 12,15% для *L. angustifolius* и на 46,95% для семян *P. sativum* по сравнению с контролем).

Являясь естественными компонентами любых природных поверхностных вод, хлориды считаются относительно безвредными примесями. Однако, общеизвестным является факт, что сброс большого количества хлоридов может привести к быстрому изменению солености вод в водотоке или водоеме, что может негативно сказаться на естественной пресноводной флоре и фауне.



А Б

1 – при концентрации хлоридов 2900 мг/л; 2 – при концентрации хлоридов 80 мг/л;
3 – при концентрации цинка 0,3 мг/л; 4 – при концентрации цинка 0,9 мг/л;
5 – при концентрации фосфатов 4 мг/л; 6 – при концентрации фосфатов 2 мг/л;
7 – контроль (дистиллированная вода)

Рисунок 1 – Средние значения длинны корешков *Pisum sativum* L. (А) и *Lupinus angustifolius* L. (Б) на 4 сутки

Согласно литературным данным, в 90-е годы в реках Белорусского Полесья произошло увеличение содержания ионов K^+ и Na^+ в 3–4 раза, SO_4^{2-}, Cl^- в 3 раза [13]. Увеличение содержания ионов Na^+ и Cl^- весьма вероятно связано со сбросом в водотоки неочищенного поверхностного стока в зимний период, содержащего значительные количества хлорида натрия как основного компонента противогололедных смесей. Проведенный нами эксперимент показал, что высокие концентрации хлоридов могут оказывать угнетающее влияние на развитие растений уже на начальном этапе. Значительная часть поверхностного стока при снеготаянии поступает в реку до того, как сойдет лед, поэтому привнесенные примеси могут задерживаться в прибрежной зоне. Это значит, что при определенных условиях растения прибрежной и литоральной зоны могут подвергаться негативному влиянию значительных концентраций хлоридов (за время анализа на протяжении зимнего периода 2012–2013 гг. нами были зафиксированы максимальные концентрации до 4000 мг/л).

Цинк является для растений важным микроэлементом, входит в состав ферментов, участвует в дыхании, белковом, углеводном и нуклеиновом обмене, регулирует рост, повышает содержание гиббелиринов. Недостаток цинка может приводить к нарушению деления клеток, однако в случае избытка цинка у растений могут проявляться деформации органов или хлороз листьев. Результаты проведенного нами опыта показали, что высокое содержание цинка негативно сказывается на развитии растений на раннем этапе. Поверхностный сток в г. Бресте на протяжении всего года содержит высокие количества цинка, источником которого служат автотранспорт и сток с крыш с металлическими элементами [6], однако в летний период среднее содержание цинка в поверхностном стоке несколько выше.

Фосфор является одним из важнейших питательных элементов для растений, хорошо известным также является сильный эвтрофицирующий эффект, который соединения фосфора могут оказывать на естественные водотоки и водоемы. Стимули-

рующий эффект на рост *P. sativum* и *L. angustifolius*, зафиксированный в проведенном опыте, можно расценивать как индикатор потенциальной способности поверхностного стока, типичным компонентом которого являются фосфаты, к способствованию эвтрофикации как на региональном уровне (влияние на реки Мухавец и Западный Буг), так и на уровне общеевропейском (р. Мухавец относится к рекам бассейна Балтийского моря, проблема эвтрофикации которого связана с повышенным содержанием соединений фосфора и азота, в том числе привносимых со стоком рек) [4; 13].

Заключение

На основе данных, полученных при проведении описанного эксперимента, можно сделать следующие выводы:

1. Исследованные концентрации хлорид-ионов (порядка 2900 мг/л) и ионов цинка (порядка 0,9 мг/л) могут оказывать угнетающее действие на развитие растительных организмов.

2. Фосфат-ионы в исследованых концентрациях обладают выраженным стимулирующим действием на развитие растений.

3. Поверхностный сток с территории г. Бреста представляет потенциальную экологическую опасность для р. Мухавец. Исследованные концентрации фосфатов соответствуют реальным средним концентрациям, зафиксированным в летний и зимний периоды, а значит поверхностный сток обладает потенциалом для стимуляции эффекта эвтрофикации. Высокие концентрации хлоридов в стоке зимнего периода и цинка в стоке летнего периода могут оказывать негативное действие на развитие растительных организмов, особенно в местах сброса поверхностного стока с территории города в реку.

Мы также считаем, что необходимо продолжить исследования по влиянию как отдельных компонентов, так и поверхностного стока с территории г. Бреста в целом на живые организмы с расширением состава тест-объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Невзорова, А.Б. Мониторинг техногенной нагрузки от поверхностных сточных вод на городскую дождевую канализацию / А.Б. Невзорова, [и др.] // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2011. – №2. – С. 61–66.

2. Buttle, J.M. Snowmelt runoff in suburban environments / J.M. Buttle, F. Xu // Nordic Hydrology. – 1988. – № 19. – P. 19–40.

3. Chouli, E. Applying storm water management in Greek cities: learning from the European experience / E. Chouli, E. Aftias, J.C. Deutsch // Desalination. – 2007. – № 210. – P. 61–68.

4. Tsihrintzis, V.M. Modeling and management of urban stormwater runoff quality: a review / V.M. Tsihrintzis, R. Hamid // Water Recourses Management. – 2001. – № 11. – P. 137–164.

5. Карпук, В.К. Техногенные источники воздействия на качество природных вод в бассейне реки Ясельда / В.К. Карпук, Ю.С. Галах // Брэсцкі геаграфічны веснік. – Вып. 1. – Брест. – 2004. – Том 4. – С. 51–55.

6. Göbel, P. Storm water runoff concentration matrix for urban areas / P. Göbel, C. Dierkers, W.G. Coldewey// Jornal of Contaminant Hydrology. – 2007. – № 91. – P. 26–42.

7. Duda, A.M. Water quality in urban streams: what we can expect? / A.M. Duda, D.R. Jenat, D.N. Penrose // Water Pollution Control Federation Jornal. – 1982. – Vol. 54, №. 7. – P. 1139–1147.

8. Gnecco, I. Storm water pollution in the urban environment of Genoa / I. Gnecco, C. Berretta, L.G. Lanza, P. La Barbera // Italy Atmospheric research. – 2005. – № 77. – P. 60–73.

9. Блинов, С.М. Исследование фитотоксичности отходов угледобычи Кизеловского бассейна / С.М. Блинов, В.И. Каменщикова // Вестник Пермского университета. Серия «Биология». – 2004. – № 2. – С. 139–141.

10. Зубкова, О.А. Влияние ионов тяжелых металлов на систему донорно-акцепторных связей растений овса и ячменя / О.А. Зубкова, [и др.] // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». – 2012. – № 3. – С. 42–47.

11. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. – 1993. – Минск. – С. 1–12.

12. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – 1986. – Минск. – С. 11–14.

13. Волчек, А.А. Современное состояние и концептуальные предложения по изучению, использованию и охране водных ресурсов Белорусского Полесья / А.А. Волчек, М.Ю. Калинин // Брэсцкі геаграфічны веснік. – Вып. 12. – 2001. – Том 1. – С.42–46.

I.V. Bulskaya, A.A. Vouchak **Influence of Some Components of Urban Surface Runoff on Development of Plants on theExample of Lupinus angustifolius L. and Pisum Sativum L.**

In the study the investigation of influence of typical concentrations for summer and winter surface runoff from the territory of the city of Brest of zinc, chloride and phosphate ions was made. The test objects were Lupinus angustifolius L. and Pisum Sativum L. The obtained results show that investigated concentrations of the named ions can have negative effect on plant communities of the Muhavets river ecosystem.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 12.09.2013