DOI: 10.17117/na.2016.07.02.039

<http://ucom.ru/doc/na.2016.07.02.039.pdf>

Поступила (Received): 15.07.2016

Алябышева Е.А.**Влияние урбанизированной среды на содержание фенольных соединений в листьях высших водных растений****Alyabysheva E.A.****Influence of urban environment on the content of phenolic compounds in the leaves of higher aquatic plants**

Работа посвящена изучению влияния урбанизированной среды на содержание фенольных соединений в листьях трех видов гидрофитов. В ходе работы было выявлено, что в результате загрязнения реки Малая Кокшага коммунально-бытовыми и промышленными сточными водами в листьях гидрофитов содержание фенольных соединений возрастало

Ключевые слова: гидрофиты, неферментативная антиоксидантная система, фенольные соединения

The paper studies the influence of the urban environment on the content of phenolic compounds in the leaves of the three species of hydrophytes. During the work it was found that as a result of pollution of the river Small Kokshaga municipal and industrial wastewater in the leaves of hydrophytes content of phenolic compounds increased

Key words: hydrophytes, non-enzymatic antioxidant system, phenolic compounds

Алябышева Елена Александровна

Кандидат биологических наук, доцент
Марийский государственный университет
г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 1

Alyabysheva Elena Alexandrovna

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Mari state university
Yoshkar-Ola, Lenin sq., 1

Основными источниками загрязнения водоемов являются недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий. Гидрофиты имеют большую площадь соприкосновения с водной средой в отличие от наземных растений, в результате чего загрязняющие вещества более активно проникают в растительные ткани [4, с. 10-25]. Содержание фенольных соединений в растительном организме является количественным признаком степени стресса: чем выше их содержание, тем более активно работает антиоксидантная система, вынужденная ликвидировать избыточное количество свободных радикалов [1, с. 256-260; 2, с. 172-174; 3, 253 с.]. Целью работы было изучение содержания фенольных соединений в листьях трех видов гидрофитов, произрастающих в экотопах с различным уровнем загрязнения.

Объектами исследования были высшие водные растения: рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L., сем. *Potamogetonaceae*), водокрас обыкновенный (*Hydrocharis morsus-ranae* L., сем. *Hydrocharitaceae*), элодея канадская (*Elodea canadensis* Michx., сем. *Hydrocharitaceae*).

Отбор проб воды и растительного материала проводили в районе 4 створов: 1 – пляж ГАИ (контроль), 2 – пляж Центральный, 3 – микрорайон Ширяйково, 4 – 500 м ниже места сброса сточных вод с БОСК г. Йошкар-Олы. Химический анализ проб воды осуществлялся по общепринятым методикам. Определение содержания фенольных соединений (мг/г сухой массы) проводили титриметрическим методом с использованием индигокармина [5, 288 с.].

Как показали результаты наших исследований, значения pH в воде р. Малая Кокшага во всех исследуемых створах незначительно изменялись от 7,3 до 7,5, и соответствовали гигиеническим нормативам.

Содержание взвешенных веществ составило 5,6-7,7 мг/дм³. Во всех исследуемых районах концентрация взвешенных веществ в воде превышала санитарно-гигиенические нормативы. Наибольшим содержанием в воде взвешенных веществ характеризовался створ с высоким антропогенным загрязнением (500 м ниже места сброса сточных вод с БОСК г. Йошкар-Олы).

Нами было отмечено, что по мере удаления от контрольного створа значения окисляемости (ХПК) увеличивались: пляж ГАИ → Центральный пляж → микрорайон Ширяйково → 500 м ниже места сброса сточных вод с БОСК г. Йошкар-Олы (8,3-10,8 мг O₂/дм³). В условиях антропогенного загрязнения водоема наблюдалось увеличение уровня биологического потребления кислорода. Так, в воде в контрольном створе БПК₅ равнялось 3,0±0,4 мгO₂/дм³. Наибольшее значение данного показателя было отмечено в районе 500 м ниже места сброса сточных вод с БОСК г. Йошкар-Олы – 3,4±0,2 O₂/дм³.

Содержание в воде хлоридов и сульфатов характеризует общую минерализацию водоемов. В ходе работы было отмечено, что в районе очистных сооружений канализации концентрация хлоридов в водоеме незначительно увеличивалась и была на 10% больше, чем в контроле. Анализ полученных данных показал, что содержание сульфатов в воде было невысоким – 9,3-9,9 мг/дм³, однако в районе выпуска ливневой канализации (микрорайон Ширяйково) концентрация сульфатов увеличивалась в 1,5 раза. Наибольшее содержание сульфатов было характерно для створа, расположенного 500 м ниже места сброса сточных вод с БОСК г. Йошкар-Олы – 17,0±3,21 мг/дм³.

Азотсодержащие вещества образуются в воде преимущественно в результате разложения мочевины и белков, попадающих в нее с бытовыми сточными водами. В ходе исследований нами было определено, что в контроле содержание аммонийного азота было наименьшим – 0,5±0,04 мг/дм³. Наибольшая концентрация ионов аммония была обнаружена в воде, отобранной в районе БОСК г. Йошкар-Олы – 1,4±0,4 мг/дм³. В створе в районе очистных сооружений канализации концентрация нитрит-ионов в воде возрастала, и была в 2,0 раза больше, чем в контроле. При поступлении ливневых стоков с урбанизированной территории (микрорайон Ширяйково) концентрация нитрат-ионов увеличивалась по сравнению с контролем в 1,5 раза. В створе, расположенном 500 м ниже сброса сточных вод содержание нитрат-ионов было наибольшим (в 2,0 раза больше, чем в контроле).

В пробах воды отобранных в контрольном створе содержание общего железа составило 0,56±0,03 мг/дм³. Содержание общего железа в пробах воды,

отобранных в створе, расположенном в районе очистных сооружений канализации, в 1,8-2,3 раза превышало ПДК.

В условиях города образованию свободных радикалов способствуют многие процессы, сопровождающие жизнедеятельность растительных организмов: стрессы, экзогенные и эндогенные интоксикации, влияние техногенных загрязнений и ионизирующего излучения. Патологическое действие свободных радикалов связано, прежде всего, с их влиянием на структурное состояние и функции биологических мембран. К системе антиоксидантной защиты в растительном организме относятся фенольные соединения.

Как показали наши исследования, наименьшая концентрация фенольных соединений была обнаружена в листьях рдеста. В листьях водокраса обыкновенного фенольных соединений было на 10% больше. Наибольшее количество фенольных соединений было обнаружено в листьях элодеи канадской (0,38 мг/г сухой массы) ($F=11,87$; $P<0,001$).

Условия загрязнения поверхностного водоема оказывали влияние на процессы синтеза фенольных соединений у гидрофитов. Наименьшая концентрация фенолов была обнаружена у особей исследуемых видов, произрастающих в условно чистом местообитании (пляж ГАИ): рдест пронзеннолистный ($0,19\pm0,009$), водокрас обыкновенный ($0,20\pm0,011$), элодея канадская ($0,21\pm0,042$ мг/г сухой массы).

У растений, произрастающих в районе Центрального пляжа, концентрация фенолов в листьях гидрофитов увеличилась: у рдеста пронзеннолистного на 10%, у водокраса обыкновенного на 30%, у элодеи канадской на 70%.

В листьях растений, произрастающих в районе жилого микрорайона «Ширяйково» содержание фенольных соединений возросло и составило у рдеста пронзеннолистного $0,028\pm0,0041$, у водокраса обыкновенного – $0,32\pm0,021$, у элодеи канадской – $0,35\pm0,063$ мг/г сухой массы.

Наибольшее содержание фенолов было обнаружено в листьях исследуемых видов, произрастающих в районе 500 м ниже места сброса сточных вод с БОСК г. Йошкар-Олы: у рдеста пронзеннолистного – в 2,1 раза, у водокраса обыкновенного – в 2,4 раза, у элодеи канадской – в 1,8 раза больше, чем в контроле. При сравнении средних значений содержания фенолов в листьях гидрофитов с помощью двухфакторного дисперсионного анализа было обнаружено статистически значимое взаимодействие фактора 1 – вид и фактор 2 – местообитание ($F=6,63$; $P<0,0001$).

Таким образом, все три вида гидрофитов, произрастающих 500 м ниже места сброса сточных вод с БОСК г. Йошкар-Олы, содержат максимальное количество фенольных соединений в листьях, причем содержание фенола в условиях повышенного загрязнения зависит так же от вида растения.

Список используемых источников:

1. Алябышева Е.А. Синтез вторичных метаболитов у гидрофитов при антропогенном загрязнении // Актуальные проблемы экологии, биологии и химии: сб. матер. конф. Йошкар-Ола, 2011. С. 256-260.
2. Алябышева Е.А., Чикленерова Е.В. Изменение содержания фенольных соединений в листьях некоторых гелофитов в онтогенезе // Актуальные проблемы биологии, экологии и химии: сб. матер. Йошкар-Ола, 2012. С. 172-174.

3. Елин И.Ю. Функциональный анализ типов адаптивных стратегий. М., 2001. 253 с.
4. Кожушко Н.Н. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. Л., 1988. С. 10-25.
5. Федорова А.И., Никольская А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды. М., 2001. 288 с.

© 2016, Алябышева Е.А.

Влияние урбанизированной среды на содержание фенольных соединений в листьях высших водных растений

© 2016, Alyabysheva E.A.

Influence of urban environment on the content of phenolic compounds in the leaves of higher aquatic plants