УДК 574. 24

## ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ *BETULA PENDULA* ROTH. В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

© 2013 Е.А. Скочилова, Е.С. Закамская

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

Поступила в редакцию 14.05.2013

В статье дана оценка качества среды по химическим показателям и величине флуктуирующей асимметрии. Приведены результаты исследований по изучению загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, выявлены превышения по  $SO_2$  и пыли. Выявлены различия по количеству серы и аскорбиновой кислоты у березы повислой (Betula pendula), произрастающей в районах слабого и умеренного загрязнения.

Ключевые слова: Betula pendula, качество среды, сернистый ангидрид, сера, аскорбиновая кислота

Атмосферный воздух является средой, в которую регулярно от технических производств и автотранспорта поступают вредные вещества, оказывающие воздействие на живые организмы, в том числе и на растения. Растения не обладают системой адаптации к вредным газам, которые легко проникают в ткани, органы растений и влияют на обмен веществ клеток, вступая в химические взаимодействия на уровне клеточных мембран. Накопление в тканях токсических веществ нарушает функциональную деятельность и структуру растения, прежде всего ассимиляционного аппарата [5, 11]. С одной стороны поглощение вредных соединений нарушает естественный метаболизм растения, с другой - в этом заключается важная санитарно-гигиеническая роль зеленых растений. Физиологическое состояние древесных растений может быть одним из качественных интегральных показателей уровня загрязнения атмосферного воздуха. Одним из наиболее широко используемых видов при озеленении городов является береза повислая (Betula pendula Roth.) [6]. В отношении ее газоустойчивости в литературе имеются противоречивые данные. В работе [9] автор отмечает неустойчивость березы к действию сернистого газа, хлора и среднюю устойчивость к окислам азота, аммиаку. Также в литературе есть сведения о том, что в условиях техногенного загрязнения береза является достаточно газоустойчивым видом, она удовлетворительно выносит слабое постоянное загрязнение воздуха диоксидом серы и способна интенсивно поглощать его из атмосферного воздуxa [14].

**Цель работы:** изучить изменения биохимических показателей берёзы повислой в условиях городской среды.

Материал и методы. Исследования проводили в 2006-2009 гг. в различных районах г. Йошкар-Олы: в парке культуры и отдыха им. 30-летия ВЛКСМ (район 1), на ул. Героев Сталинградской битвы (около ОАО«Стройкерамика») (район 2) —

Скочилова Елена Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент. E-mail: skochilova@inbox.ru Закамская Елена Станиславовна, кандидат биологических наук, доцент. E-mail: zakamskay@mail.ru районы слабого загрязнения; на ул. Суворова (около завода ОАО «ММЗ») (район 3), на ул. К. Маркса (около завода ОАО «Контакт») (район 4) — районы умеренного загрязнения. Районирование по степени загрязнения воздуха были определены «Центром лабораторного анализа и технических измерений по Республике Марий Эл» В атмосферном воздухе определяли пыль (твердые частицы), оксид серы (IV), оксид азота (IV), оксид углерода (II), аммиак (табл. 1).

Береза повислая, как правило, одноствольное дерево [12]. По классификации жизненных форм [3]она относится к прямостоячему, немногоствольному (плейокормному) непартикулирующему (с единой корневой системой) дереву. Сбор материала осуществляли с 10 средневозрастных генеративных растений (g2). С каждого дерева брали по 10 побегов, с каждого укороченного побега — по 10 листьев. Онтогенез березы повислой описан [2], согласно концепции дискретного описания онтогенеза.

Для определения количества серы в почве [1] и в листьях растений [13] использовали фотометрический метод. Содержание аскорбиновой кислоты в листьях определяли титрометрическим методом [10]. Интегральную оценку качества среды определяли по величине флуктуирующей асимметрии [4]. Статистическую обработку данных проводили с использованием «Statistica 6.0». Достоверность различий оценивали по распределению Стьюдента на доверительном уровне 95%.

Результаты и их обсуждение. Из табл. 1 видно, что в районах исследования обнаружено превышение ПДК по сернистому ангидриду и пыли. Однако в районах умеренного загрязнения (3, 4) эти показатели были выше, чем в районе слабого загрязнения (1, 2). Изучение подвижной серы в почвах не выявило статистически значимой разницы между районами исследования (Р>0,05). Количество подвижной серы в почвах колебалось от 12 мг/кг до 15 мг/кг сухой массы, что не превысило ПДК. Из литературы известно, что частицы пыли не оказывают серьезного воздействия на растения, поскольку часто выпадающие осадки смывают их с поверхности листьев. Однако пылевидные частицы создают дополнительную преграду на пути солнечных лучей к хлоропластам [7].

Район иссле-	Содержание, мг/м <sup>3</sup>					
дования	$SO_2$	$NO_2$	CO	$NH_3$	ПЫЛЬ	
1	$0,09\pm0,002$	$0,009\pm0,0001$	1,7±0,25	$0,04\pm0,005$	$0,28\pm0,03$	
2	$0,07\pm0,001$	$0,013\pm0,002$	1,3±0,2	$0,02\pm0,003$	$0,35\pm0,04$	
3	$0,16\pm0,02$	$0,019\pm0,002$	1,7±0,25	$0,05\pm0,005$	$0,69\pm0,07$	
4	$0,32\pm0,04$	0,017±0,004	2,0±0,3	$0,03\pm0,004$	$0,37\pm0,04$	
ПДК для рас-	0,03	0,04	3,0	0,1	0,2	

**Таблица 1.** Содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в исследуемых районах г. Йошкар-Олы

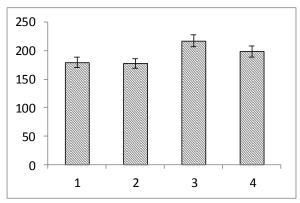
Наиболее опасным для растений является сернистый ангидрид. Благодаря высокой гигроскопичности сернистый ангидрид быстро реагирует с водяным паром и превращается в аэрозоль серной кислоты. Анализ содержания серы в листьях (табл. 2) показал, что концентрация серы в ассимиляционных органах березы повислой выше в районах умеренного загрязнения, по сравнению с районами слабого загрязнения (Р<0,05). Аналогично изменялось содержание сернистого ангидрида в атмосферном воздухе (табл. 1). Корреляционный анализ показал положительную зависимость между содержанием серы в листьях березы повислой и сернистого ангидрида в атмосферном воздухе (r=0,98, Р<0,05). При сравнении содержания серы в листьях березы повислой между районами слабого загрязнения (1 и 2), умеренного загрязнения (3 и 4) статистически значимой разницы не обнаружено.

**Таблица 2.** Содержание серы в листьях *B. Pendula* 

Район исследования	Содержание се- ры, мг/г
парк культуры и отдыха им. 30- летия ВЛКСМ (район 1)	0,031±0,006*
ул. Героев Сталинградской битвы (около ОАО «Стройкерамика») (район 2)	0,025±0,007*
ул. Суворова (около завода ОАО «ММЗ») (район 3)	0,056±0,006
ул. К. Маркса (около завода ОАО «Контакт») (район 4)	0,06±0,005

Примечание: \* - различия между районами слабого и умеренного загрязнения статистически значимы при P<0,05

Одним из биохимических параметров, отражающих влияние загрязняющих веществ на растительные организмы, является содержание аскорбиновой кислоты в органах растений. Анализ содержания аскорбиновой кислоты в листьях березы повислой (рис.) показал, что количество аскорбиновой кислоты в растениях 1,1-1,3 раза выше в районах умеренного загрязнения (3, 4) по сравнению с районами слабого загрязнения (1, 2). Обнаружена статистически значимая разница по данному показателю между районами умеренного и слабого загрязнения (Р<0,05). Рост содержания аскорбиновой кислоты при возрастании техногенной нагрузки, свидетельствует об участии витамина С в механизмах адаптации растений к условиям загрязнения.



**Рис. 1.** Содержание аскорбиновой кислоты в листьях *B. pendula*, мг/г сырой массы:

1 — парк культуры и отдыха им. 30-летия ВЛКСМ, 2 — ул. Героев Сталинградской битвы (около ОАО «Стройкерамика»), 3 — ул. Суворова (около завода ОАО «ММЗ»), 4 — ул. К. Маркса (около завода ОАО «Контакт»)

Одним из биохимических параметров, отражающих влияние загрязняющих веществ на растительные организмы, является содержание аскорбиновой кислоты в органах растений. Анализ содержания аскорбиновой кислоты в листьях березы (рис. 1) показал, что ее количество в растениях 1,1-1,3 раза выше в районах умеренного загрязнения (3, 4) по сравнению с районами слабого загрязнения (1, 2). Обнаружена статистически значимая разница по данному показателю между районами умеренного и слабого загрязнения (Р<0,05). Рост содержания аскорбиновой кислоты при возрастании техногенной нагрузки свидетельствует об участии витамина С в механизмах адаптации растений к условиям загрязнения.

Несмотря на важность химических анализов, дающих сведения о состоянии окружающей среды, биологическая характеристика дает интегральную оценку воздействия комплекса различных факторов [8]. Одним из показателей интегральной оценки качества среды является величина флуктуирующей асимметрии. Наибольшие значения флуктуирующей асимметрии у березы повислой зарегистрированы в районе умеренного загрязнения (4, 5) (табл. 3). В районе слабого загрязнения (1, 2) отмечены более низкие ее значения. Для оценки степени нарушения стабильности развития используют 5 балльную оценку. Первый балл шкалы – условная норма (<0,040). Значения интегрального показателя стабильности развития для березы повислой в районах слабого (1, 2) и умеренного загрязнения (3, 4) не соответствуют условной норме. Следовательно, особи березы повислой находятся в неблагоприятных условиях, особенно в районе умеренного загрязнения (3, 4).

Таблица 3. Степень флуктуирующей асимметрии у березы повислой

Район исследования	Величина пока- зателя стабиль- ности развития	Балл
парк культуры и отдыха им. 30-летия ВЛКСМ (район 1)	0,043	II
ул. Героев Сталинградской битвы (около ОАО «Стройкерамика») (район 2)	0,040	II
ул. Суворова (около завода ОАО «ММЗ») (район 3)	0,051	IV
ул. К. Маркса (около завода ОАО «Контакт») (район 4)	0,053	IV

Выводы: интегральная оценка качества среды, определяемая по величине флуктуирующей асимметрии, показала, что растения березы повислой находятся в неблагоприятных условиях, особенно в районе умеренного загрязнения. В атмосферном воздухе в районах г. Йошкар-Олы выявлено превышение ПДК по сернистому ангидриду и пыли. В почве содержание серы в изученных районах находится в пределах ПДК. По мере увеличения концентрации сернистого ангидрида в атмосферном воздухе увеличивается количество серы и аскорбиновой кислоты в листьях березы повислой.

Работа поддержана ФЦП «Научные и научнопедагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы. Номер соглашения 14.В37.21.1111 по теме «Экологические аспекты функционального состояния растений в условиях городской среды».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв / Под ред. С.Г. Малахова. – М., 1984. Ч. ІІ. 61 с.
- Чистякова, А.А. Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники: методические разработки для студентов биологических специальностей / А.А Чистякова, Л.Б. Заугольнова, И.В. Полтинкина и др. - М.: «Прометей» МГПИ им. В.И. Ленина, 1989. Ч. 1. 102 с.
- Жукова, Л.А. Программа и методические подходы популяционного мониторинга у растений / Л.А. Жукова, Л.Б. Заугольнова, В.Г. Мичурин и др. / Биологические науки. 1989. № 12. С. 65-75.

- Захаров, В.М. Биотест: Интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов // В.М. Захаров, Д.М. Кларк. - М.: Московское отделение международного фонда «Биотест», 1993. 68 с.
- Илькун, Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. Киев: Наукова думка, 1978. 246 с.
- Коропачинский, И.Ю. Дендрофлора Саянской горной области. - Новосибирск: Наука, 1975. 290 c.
- *Кулагин, Ю.З.* Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука, 1974. 127 с.
- Мокров, И.В. Биоиндикационное значение флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (Betula pendula Roth.) в рекреационных зонах крупного промышленного центра и на особо охраняемой природной территории (на примере Нижегородской области): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Н. Новгород, 2005. 23 с.
- Николаевский, В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. – Новосибирск: Наука, 1979. 278 с.
- 10. Разумов, В. А. Справочник лаборанта-химика по ана-
- лизу кормов. М., 1986. 304 с. *Сергейчик, С.А.* Древесные растения и оптимизация промышленной среды. - Минск: Наука и техника, 1984. 168 c.
- Серебряков, И.Г. Экологическая морфология растений. – М.: Высш. шк., 1962. 378 с.
- Федорова, А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие для студ. вузов / A.И.Федорова, А.Н. Никольская. – М.: ВЛАДОС, 2001. 288 с.
- Чуваев, П.П. Вопросы индустриальной экологии и физиологии растений / П.П. Чуваев, Ю.З. Кулагин, *Н.В. Гетко.* – Минск: Наука и техника, 1973. 52 с.

## STUDYING OF BIOCHEMICAL INDEXES OF BETULA PENDULA ROTH. IN THE CONDITIONS OF URBAN ENVIRONMENT

© 2013 E.A. Skochilova, E.S. Zakamskaya

Mari State University, Ioshkar-Ola

In article environment evaluation test on chemical indexes and size of fluctuating asymmetry is given. Results of researches on studying the pollutants are given in free air, revealed excess on SO2 and dust. Distinctions by amount of sulfur and acidum ascorbinicum at Betula pendula growing in areas of weak and moderate pollution are revealed.

Key words: Betula pendula, quality of the environment, sulfur dioxide, sulfur, acidum ascorbinicum

Elena Skochilova, Candidate of Biology, Associate Professor.

E-mail: skochilova@inbox.ru;

Elena Zakamskaya, Candidate of Biology, Associate Professor.

E-mail: zakamskay@mail.ru