

ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И СОДЕРЖАНИЯ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ У ВИДОВ РОДА ТОПОЛЬ (*POPULUS* L.) НА ТЕРРИТОРИИ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ

© 2015 Е.А. Скочилова, Е.С. Закамская

ФГБОУ ВПО Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

Поступила 17.11.2014

Приведены результаты исследований по изучению загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, выявлены превышения по SO_2 и пыли. По мере увеличения концентрации SO_2 и пыли в атмосферном воздухе увеличивается количество аскорбиновой кислоты в листьях, уменьшаются морфологические показатели у тополя бальзамического (*Populus balsamifera*) и тополя советского пирамидального (*Populus sowjetica pyramidalis*).

Ключевые слова: *Populus balsamifera*, *Populus sowjetica pyramidalis*, морфологические показатели, сернистый ангидрид, аскорбиновая кислота.

Наибольший вклад в поступление загрязняющих веществ в атмосферу вносит автотранспорт и промышленные предприятия [14]. Степень и характер загрязнителей атмосферного воздуха зависит от количества вредных веществ и их химического состава, климатических условий, высоты, на которой осуществляется выброс. Эти факторы также определяют перенос, распространение и превращение выбрасываемых веществ [5]. В качестве меры по борьбе с вредными выбросами необходимо озеленять городские территории. Виды растений, используемые в озеленении, формируют не только архитектурно-художественный облик городов, но и выполняют средообразующие функции. Растения не обладают системой адаптации к вредным газам и отрицательно реагируют даже на такие незначительные концентрации вредных веществ в воздухе, которые у человека и животных не вызывают видимых признаков отравления. Поэтому для оценки и прогноза необходимости диагностики нарушения жизнедеятельности древесных растений, подвергнутых воздействию газообразных токсикантов. В этом плане наиболее перспективным может быть использование не только анатомо-морфологических, но и физиолого-биохимических методов анализа древесных растений, особенно касающихся содержания физиологически активных соединений, таких, например, как аскорбиновая кислота. В настоящее время *Populus balsamifera* и *Populus sowjetica pyramidalis* широко используются в озеленении городов, т.к. благодаря быстрому росту, устойчивости к шуму и ветрам данные виды применяют для создания шумо- и ветрозащитных полос. *P. balsamifera* достаточно морозостойкое дерево, малотребовательное к богатству и аэрации почв,

выносит полутьну, повреждается от газов и дыма [9]. *P. sowjetica pyramidalis* светолюбив, зимостоек, газо- и засухоустойчив, но для его успешного произрастания нужна богатая питательными веществами и влагой почва [4].

Цель работы: изучить изменения морфологических показателей и содержания аскорбиновой кислоты у тополя бальзамического и тополя советского пирамидального на территории г. Йошкар-Олы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2011 г. в различных районах г. Йошкар-Олы (Республика Марий Эл): на ул. Молодежная (микрорайон Тарханово), на ул. Героев Сталинградской битвы (дом № 41, далее ГСБ) – районы слабого загрязнения; на ул. Зеленая (район ДК им. Калинина), на ул. Суворова (район ОАО «Марийский Машиностроительный завод»), на ул. Строителей (район ОАО «ОКТБ Кристалл») – районы умеренного загрязнения. Выбор районов исследования основывался на результатах химического анализа атмосферного воздуха, проведенного на базе филиала «Центра лабораторного анализа и технических измерений по Республике Марий Эл» (ФГУ «ЦЛАТИ по Приволжскому федеральному округу»). В атмосферном воздухе определяли: пыль (твердые частицы) – весовым методом, оксид серы (IV) и аммиак – фотометрическим методом, оксид азота (IV) и оксид углерода (II) – экспресс-методом с использованием газоанализатора Анкат 7654-01 [8].

Объектами исследования являлись тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) и тополь советский пирамидальный (*Populus sowjetica pyramidalis* Jabl.). По классификации жизненных форм [10] оба вида относятся к порослеобразующим деревьям первой величины. Тополь советский пирамидальный представляет собой гибрид, полученный в результате скрещивания тополя белого с широкой раскидистой кроной и серебри-

Скочилова Елена Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент, skochilova@inbox.ru; Закамская Елена Станиславовна, кандидат биологических наук, доцент, zakamskay@mail.ru

стой опушенной листвой и тополя Болле – стройного дерева с пирамидальной кроной [13]. Сбор материала осуществляли с 10 средневозрастных генеративных растений (g_2). С каждого дерева брали по 10 побегов, с каждого побега – по 10 листьев. Онтогенезы изученных видов (*P. balsamifera* L. и *P. sowjetica pyramidalis* Jabl.) не описаны, поэтому выделение онтогенетических состояний проводили на основании признаков маркеров, предложенных для деревьев и кустарников [12]. Площадь листьев и удельную поверхностную плотность листьев (УППЛ) определяли методом высечек. Содержание аскорбиновой кислоты в листьях растений определяли титриметрическим методом [7]. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета про-

грамм «Statistica 6.0». Достоверность различий оценивали по распределению Стьюдента на доверительном уровне 95%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание диоксида азота, угарного газа и аммиака в атмосферном воздухе в районах слабого и умеренного загрязнения находится в пределах допустимой концентрации. В районах умеренного загрязнения (ул. Зеленая, ул. Суворова, ул. Строителей) в атмосферном воздухе обнаружены превышения по сернистому ангидриду в 3-7,7 раза и пыли в 1,9-2,8 раза по сравнению с ПДК (табл. 1).

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

Район исследования	Содержание, мг/м ³				
	SO ₂	NO ₂	CO	NH ₃	пыль
ул. Молодежная	0,021±0,02	0,004±0,0001	1,0±0,25	0,02±0,005	0,07±0,03
ул. ГСБ	0,028±0,001	0,009±0,002	1,4±0,2	0,027±0,003	0,1±0,04
ул. Зеленая	0,09±0,002	0,017±0,002	1,7±0,25	0,048±0,005	0,37±0,04
ул. Суворова	0,093±0,002	0,028±0,004	1,7±0,25	0,053±0,005	0,54±0,07
ул. Строителей	0,232±0,04	0,033±0,004	2,0±0,3	0,069±0,005	0,56±0,07
ПДК для растений	0,03	0,04	3,0	0,1	0,2

Растительный организм – открытая система, которая постоянно взаимодействует с окружающей средой, следовательно, в условиях загрязнения у растений происходит изменение морфометрических показателей листьев [2]. Одним из критериев оценки состояния растений является изменение длины и площади листовой пластинки. В условиях длительного промышленного загрязнения отмечается уменьшение, как длины, так и площади листовой пластинки [6]. Наши результаты показали (табл. 2), что наибольшая длина и площадь листовой пластинки у тополя бальзамического и тополя советского пирамидального обнаружены в районах слабого загрязнения (ул. Молодежная, ул. ГСБ). Наименьшие размеры длины и площади листовой пластинки отмечены у деревьев, произрастающих на ул. Зеленая, ул. Суворова, ул. Строителей. Следует отметить, что по длине и площади листовой пластинки статистически значимая разница имеется между районами, относящимися к одному уровню загрязнения атмосферного воздуха ($P < 0,05$). Внутри группы значимой разницы не обнаружено.

При исследовании структуры растений одним из наиболее важных показателей является удельная поверхностная плотность листа. УППЛ отражает накопление сухого вещества на единицу поверхности. По литературным данным известно также, что УППЛ является диагностическим признаком устойчивости древесных растений в условиях городской среды. В работе [1] отмечено, что при увеличении сухой массы листьев изменяется

скорость электронного транспорта в хлоропластах. Проведенные нами исследования по измерению УППЛ тополя бальзамического и тополя советского пирамидального показали, что максимальные значения УППЛ обнаружены для деревьев, произрастающих в районах слабого загрязнения (ул. Молодежная, ул. ГСБ). Минимальные значения УППЛ у изученных деревьев выявлены в районах умеренного загрязнения (ул. Зеленая, ул. Суворова, ул. Строителей). По УППЛ тополя бальзамического и тополя советского пирамидального между районами слабого и умеренного загрязнения обнаружена статистически значимая разница.

При изучении устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды наиболее часто учитывается содержание аскорбиновой кислоты в листьях. В условиях техногенного загрязнения установлено увеличение содержания витамина С в органах растений в период активной вегетации [3, 11]. Результаты проведенных нами исследований показали, что в районах умеренного загрязнения в листьях тополя советского пирамидального содержание аскорбиновой кислоты в 1,4-1,5 раза, а в листьях тополя бальзамического в 1,6-2,1 раза больше, по сравнению с районами слабого загрязнения (табл. 3). По содержанию аскорбиновой кислоты между районами исследования обнаружена статистически значимая разница ($P < 0,05$). Сравнивая содержание аскорбиновой кислоты в листьях исследуемых видов, произрастающих в районах умеренного загрязнения можно заклю-

чить, что листья тополя бальзамического накопили больше витамина С, по сравнению с тополем советским пирамидальным. В работе [3] отмечено об относительно высоком содержании аскорбиновой кислоты в листьях тополя бальзамического в условиях техногенной нагрузки по сравнению с другими исследованными видами. В целом наши

исследования показали, что при возрастании загрязняющих веществ в атмосферном воздухе наблюдается рост содержания аскорбиновой кислоты в листьях изученных видов, что свидетельствует о её участии в механизмах адаптации растений к условиям городской среды.

Таблица 2. Изменение морфологических показателей листьев *P. balsamifera* и *P. sibirica pyramidalis*

Вид	Район исследования	Длина листовой пластинки, см	Площадь листовой пластинки, см ²	УППЛ, г/дм ²
Тополь бальзамический	ул. Молодежная	10,83±0,093*	37,47±0,703*	0,714±0,0084*
	ул. ГСБ	10,44±0,102*	34,91±0,906*	0,671±0,0042*
	ул. Зеленая	8,63±0,086	30,45±0,591	0,513±0,0064
	ул. Суворова	8,10±0,093	27,65±0,650	0,507±0,0049
	ул. Строителей	7,83±0,082	29,83±0,502	0,501±0,0071
Тополь советский пирамидальный	ул. Молодежная	7,37±0,082*	33,60±0,773*	0,701±0,0157*
	ул. ГСБ	7,11±0,070*	33,08±0,484*	0,695±0,0101*
	ул. Зеленая	6,41±0,075	25,74±0,723	0,561±0,0079
	ул. Суворова	6,48±0,081	23,58±0,733	0,519±0,0124
	ул. Строителей	6,46±0,072	21,99±0,665	0,539±0,0085

Прим.: * – различия между районами слабого и умеренного загрязнения статистически значимы при P<0,05

Таблица 3. Содержание аскорбиновой кислоты в листьях *P. balsamifera* и *P. sibirica pyramidalis*, мг/г сырой массы

Вид растения	Район исследования	Аскорбиновая кислота
Тополь бальзамический	ул. Молодежная	125,38±1,462*
	ул. ГСБ	139,70±2,975*
	ул. Зеленая	225,85±4,150
	ул. Суворова	264,36±6,455
	ул. Строителей	243,28±5,892
Тополь советский пирамидальный	ул. Молодежная	147,34±2,322*
	ул. ГСБ	152,94±3,413*
	ул. Зеленая	211,57± 4,603
	ул. Суворова	227,62±5,117
	ул. Строителей	210,56±4,418

Прим. * – различия между районами слабого и умеренного загрязнения статистически значимы при P<0,05

ВЫВОДЫ

В районах умеренного загрязнения г. Йошкар-Олы (ул. Зеленая, ул. Суворова, ул. Строителей) в атмосферном воздухе обнаружены превышения ПДК по сернистому ангидриду и пыли. По мере увеличения загрязняющих веществ атмосферного воздуха в листьях тополя бальзамического и тополя советского пирамидального происходит увеличение содержания аскорбиновой кислоты и наблюдается уменьшение размеров морфологических показателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева М.В., Семчук Н.Н. Изменение морфологии листа *Populus tremula* L. в загрязнённом воздухе // Учён. зап. ИСХиПР НовГУ. Великий Новгород. 2005. Т. 13, вып. 2. С. 107-110.
2. Бавтуто Г.А. Ботаника. Морфология и анатомия растений: учеб. пособие / Г.А. Бавтуто, В.М. Еремин. Минск: Высш. школа, 1997. 375 с.
3. Бухарина И.Л. Биоэкологические особенности древесных растений и обоснование их использования в целях экологической оптимизации урбаноcреды (на примере г. Ижевска): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Тольятти, 2009. 36 с.
4. Валагина-Малюткина Е.Т. Деревья и кустарники средней полосы Европейской части России. СПб: Специальная литература, 1998. 112 с.
5. Гелашвили Д.Б. Количественные методы оценки загрязнения атмосферного воздуха. Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2000. Ч. IV. 427 с.
6. Павлов И.Н. Древесные растения в условиях техногенного загрязнения. Улан-Удэ: СО РАН, 2006. 359 с.
7. Разумов В.А. Справочник лаборанта-химика по анализу кормов. М., 1986. 304 с.
8. Руководство по контролю загрязнений атмосферы РД 52.04.186–89. М., 1991. 694 с.
9. Рычин Ю.В. Древесно-кустарниковая флора. Определитель. М.: Просвещение, 1972. 264 с.
10. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М.: Высш. шк., 1962. 378 с.
11. Скочилова Е.А., Закамская Е.С. Изучение биохимических показателей *Betula pendula* Roth. в условиях городской среды // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15, № 3(2). С. 782-784.
12. 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.

13. Шиманюк А.П. Дендрология. М.: Лесная промышленность, 1974. 264 с.

14. Экологическое состояние территории России: учеб. пособие; [под ред. С.А. Ушакова, Я.Г. Каца]. – М.: Изд. Центр «Академия», 2001. 128 с.

THE CHANGE IN THE MORPHOLOGICAL INDEXES AND THE CONTENT OF ASCORBIC ACID IN SPECIES OF *POPULUS* L. ON THE TERRITORY YOSHKAR-OLA

© 2015 E.A. Skochilova, E.S. Zakamskaya

Mari State University, Ioshkar-Ola

Here results of researches of pollutants in the air, revealed excess of SO₂ and dust. As the concentration of SO₂ and dust in the atmosphere increases the amount ascorbic acid in the leaves, reduced morphological indicators of *Populus balsamifera* L. and *Populus sibirica pyramidalis* Jabl.

Key words: *Populus balsamifera*, *Populus sibirica pyramidalis*, morphological indicators, sulfur dioxide, ascorbic acid.