

УДК 574.2

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА УСТЬИЦ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК *BETULA PENDULA* ROTH., ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ (НА ПРИМЕРЕ Г.О.ТОЛЬЯТТИ)**

© 2015 Ю.В. Беляева

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Поступила 12.01.2015

Данная исследовательская работа посвящена изучению водного режима *Betula pendula* Roth. Оценка проводилась по результатам исследования количественных показателей устьиц листовых пластинок. Анализирование проводилось в летний период. Было установлено, что в начале лета показатели водоудерживающей способности высокие, а в конце лета, ближе к осени – низкие. Полученные данные показывают сильную зависимость количества устьиц от загрязненности воздуха мест произрастания исследуемого вида.

**Ключевые слова:** водный режим, количественные показатели устьиц, листовые пластинки, *Betula pendula* Roth., стабильность развития, антропогенные, биотические и абиотические факторы.

**ВВЕДЕНИЕ**

Городской округ Тольятти является одним из самых развивающихся центров России. Основными источниками загрязнения атмосферы служат крупнейшие предприятия автомобилестроения, нефтехимии, по производству химических удобрений и стройматериалов, ТЭЦ и котельные, автомобильный и железнодорожный транспорт с высокой плотностью автотранспортных потоков, речной порт. Дополнительными – рост численности населения, интенсивная застройка жилыми и административными зданиями. Оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Тольятти выявила, что наиболее загрязнена атмосфера Центрального района (в 2 и 1,3 раза выше допустимого), далее следует Комсомольский район (в 2 и 1,1 раза выше допустимого), далее Автозаводской район (в 1,9 раза), минимальна загрязнена пригородная зона (по данным ФГБУ «Приволжское УГМС», 2015).

Высокая степень загрязнения, присущая таким городам, приводит к ослаблению некоторых видов древесных растений, их преждевременному старению, снижению продуктивности, поражению болезнями и вредителями, усыханию и гибели. *Betula pendula* Roth. является распространенным древесным видом в городских насаждениях [10, 14, 15].

Для устойчивых видов древесных растений характерны такие признаки, как большее число устьиц на 1 мм<sup>2</sup> поверхности листа; меньшая длительность и степень открытости их в течение дня; большая толщина кутикулы и наличие дополнительных покровных образований; меньшая толщина и вентилируемость губчатой паренхимы; меньшая величина отношения высоты палисадной ткани к высоте губчатой [11-13].

Необходимы научные исследования по изучению механизмов адаптации, росту и развитию древесных растений, а так же их приживаемости в условиях негативного антропогенного воздействия промышленно-развитых городов. В настоящее время является актуальной работа в области экологического мониторинга, который включает в себя химические, физические и биологические методы оценки качества среды. Мы проводим комплексную эколого-биологическую оценку состояния городских древесных растений. Используя эколого-биологическую оценку можно получить конкретные данные о состоянии зеленых насаждений в условиях городской среды, подверженной антропогенному и климатическому влиянию [6-9]. В Самарской области лето 2010 г. отличалось тремя месяцами отсутствия дождей, экстремальной сухостью воздуха и как следствие многочисленными пожарами, которые погубили много гектаров драгоценного леса [16]. Жара, температура более 40°C, плюс 45°C в тени, плюс 70°C на почве, сухая земля на глубине 3-6 м., постоянно палящее солнце, а так же отраженное тепло и свет в городской черте. Эти факторы повлияли на насаждения *Betula pendula* Roth., произрастающие в городе и пригороде. В течение последующих лет, выявился факт, говорящий о том, что особи *Betula pendula* Roth. продолжают страдать и усыхать. Поэтому особо остро стоит проблема в эффективности данного вида растения, о мероприятиях по восстановлению посадок *Betula pendula* Roth. или замене другими более устойчивыми видами, а так же о стабилизации экологической обстановки в городе.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

Известно, что процессы испарения воды (транспирация) и газообмена у растений происходит через устьица. Загрязнение атмосферы влияет на устьичный аппарат растений, что приводит к

Беляева Юлия Витальевна, ассистент, woody007@yandex.ru

нарушению функций устьиц и гибели растения. Подсчитав количество устьиц на листовых пластинках и сравнив с контролем, можно получить данные говорящие о состоянии растения, его адаптационной способности, а также выявить места повышенного загрязнения.

Районы исследования расположены в зоне континентального климата умеренных широт с характерным арктическим и тропическим воздухом. Зимой это проявляется в виде сильных морозов, а летом – резкими колебаниями температуры в течение суток. В году средняя месячная температура воздуха в Тольятти варьируется от +20,7°C в июле до -11°C в январе [16].

Целью исследования явилась оценка состояния *Betula Pendula* Roth. в условиях антропогенного загрязнения города Тольятти, с использованием анатомо-физиологических характеристик листовых пластинок.

Исследования проводились в 2013-2014 гг. на пяти опытных площадках двух административных районов в различных типах насаждений. В Автозаводском районе это Промышленная зона и Парк Победы. В Центральном районе это улица Баныкина и пригородный лес. Контрольная площадка находилась в Узюковском бору (в 25 км от городской черты).

Объектом исследования явилась *Betula Pendula* Roth., произрастающая во всех районах города и за городской чертой. Это вид растений рода Берёза (*Betula*), семейства Берёзовые (*Betulaceae*). Быстрорастущая древесная порода. Очень светолюбива, ее крона ажурна, пропускает много света [4,5].

Предметом исследования является количественный показатель устьиц листовой пластинки *Betula pendula* Roth. Данная методика опробована для *Betula pendula* Roth., произрастающей в условиях различных природных ценозов и внутригородских территорий г.о. Тольятти, Самарская область.

Оценку анатомо-физиологического состояния листовых пластинок исследуемого вида проводили в июне, июле и августе методом, разработанным на основе стандартных методик [1, 3, 12, 13]. Изучение анатомо-физиологических показателей проводилось путем подсчета количества устьиц на 1 мм<sup>2</sup> с помощью микроскопа. Математическая обработка полученных данных проводилась с помощью пакета Microsoft Office – Microsoft Excel. Для интерпретации полученных результатов использовался корреляционный анализ [2].

Для анализа использовали средневозрастные растения. Листья брали из нижней части кроны, на уровне поднятой руки, с максимального количества доступных веток (с веток разных направлений, условно - на север, юг, запад, восток) по 10 листьев с каждого дерева на каждом участке. Листья брали примерно одного, среднего для данного вида размера.

Подсчет устьиц проводился в лабораторных условиях. На испаряющей поверхности листа подготовленных к опыту листовых пластинок скальпелем под прямым углом к центральной жилке делались поверхностные надрезы через 2-3 мм и срезался тонкий слой эпидермиса. Эпидермис листовой пластинки помещали в каплю воды на предметное стекло, накрывали покровным и рассматривали под световым микроскопом при малом увеличении, а потом микроскоп переводили на большее увеличение с объективом х40, окуляром х16. При этом микровинтом слегка меняли фокусировку, чтобы обнаружить все устьица на рассматриваемом участке. Определяли среднее число устьиц в поле зрения микроскопа, исследовав несколько (3-4) полей зрения в разных участках препарата. Подсчитывали количество устьиц в световом пятне в трех местах на каждом листе: на мысленно очерченной прямой от центральной жилки к краю листа выбиралось два места, а третье на верхушке листа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Результаты исследования показали, что у *Betula pendula* Roth., произрастающей в черте города - Промышленной зоне, Парке Победы и улице Баныкина приходится большее число устьиц на 1 мм<sup>2</sup> листовой поверхности, по сравнению с пригородным лесом и контролем – Узюковский бор. Максимальное увеличение числа устьиц на 1 мм<sup>2</sup> листовой пластинки отмечается в Промышленной зоне. При приближении к автомагистралям количество устьиц резко возрастает. Полученные показатели количества устьиц листовых пластинок в 2014 г. выше, чем в 2013 г. В связи с тем, что 2014 г. был более сухим, чем 2013 г. Летний сезон 2013 г. характеризовался частым выпадением осадков в виде дождя. Визуальное сравнение размеров устьиц с листьев из разных точек города показало видимое уменьшение их размеров по мере загрязнения воздушной среды.

Целостность устьичных клеток нарушается под влиянием химических загрязнений воздуха. Замыкающие клетки устьиц не способны регулировать ширину устьичной щели. От этого устьица постоянно открыты и увеличивается расход воды растением на транспирацию. Что в такой ситуации делает растение? Увеличивает количество устьиц на своих листовых пластинках, тем самым компенсируя уменьшение размеров листьев. Уменьшение площади листовых пластинок необратимо приводит к сокращению устьичного аппарата, потому что увеличение количества устьиц при уменьшении общей площади листьев приводит к сохранению функций газообмена и транспирации листовых пластинок *Betula pendula* Roth. Полученные данные за два года исследования, говорят о том, что уменьшение размеров листовых пластинок компенсируются увеличением количества устьиц. По сравнению с эталонным участком 202

в Промышленной зоне 445 (отмечено увеличение в 2,2 раза), в Парке Победы 411 (увеличение в 2 раза), на улице Банькина 334 (в 1,6 раза) и в пригородном лесу 244 (в 1,2 раза). Из диаграммы

видно, что за год показатель количества устьиц листовых пластинок увеличился в среднем в 3,5 раза.

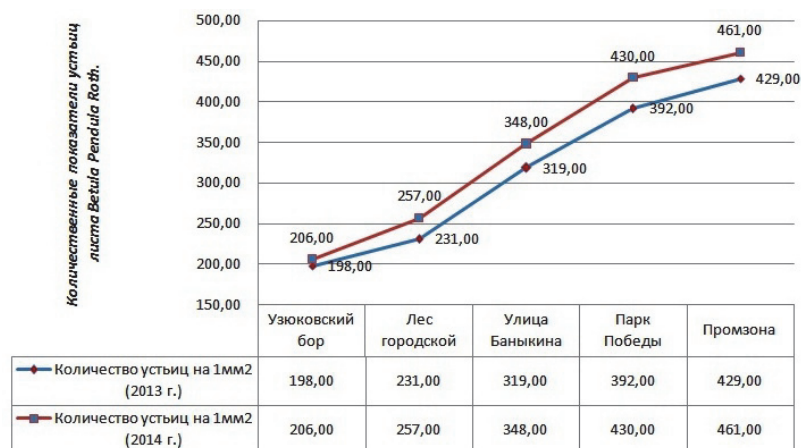


Рис. Результаты оценки количества устьиц листа *Betula pendula* Roth. за 2013-2014 гг.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании подсчетов было вычислено среднее количество устьиц на 1 мм<sup>2</sup> листовой пластинки. Опытные образцы собраны с различных площадок. По результатам был построен график, на котором средние данные с разных точек исследования выразились в кривую линию, указывающую на увеличение количества устьиц по мере возрастания загрязненности воздуха. Полученные нами экспериментальные данные свидетельствуют, что в г.о. Тольятти, в условиях комплексного загрязнения атмосферного воздуха, повышенного содержания выхлопных газов автотранспорта наблюдается ослабление жизненного состояния *Betula pendula* Roth., что выражается в ухудшении анатомо-физиологических характеристик листьев. Однако, увеличение количества устьиц на листовой пластинке, изменение площади и массы листа, дисперсности, анатомии листа, следует рассматривать как адаптацию популяции *Betula pendula* Roth. к условиям техногенного загрязнения городской среды.

*Betula pendula* Roth. хорошо адаптирующийся вид. Но растущая с каждым годом антропогенная нагрузка настолько большая, что становится больше мертвых особей, чем адаптированных. Понятно, что для улучшения экологической ситуации в г. Тольятти необходима посадка *Betula pendula* Roth. в местах, где отсутствует растительность, и имеются дороги с большой автомобильной нагрузкой (например, Промышленная зона). Сохранение особей *Betula pendula* Roth. так же необходимо, как и высаживание молодых образцов, потому что гибель одного вида растений означает угрозу существования от 10 до 30 видов живых существ.

Эколого-биологическую оценку состояния древесных растений по различным биоиндикационным показателям нужно использовать при ис-

следованиях состояния растений и городской среды.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает глубокую благодарность и искреннюю признательность своему научному руководителю С.В. Саксонову (ИЭВБ РАН, Тольятти) за понимание, поддержку и ценные советы, В.Н. Козловскому (ПВГУС, Тольятти) за направление на путь истинный и неоценимую поддержку, О.В. Козловской (ПВГУС, Тольятти) за личный пример и неоценимую поддержку, А.В. Гребенкину (РГГУ, Тольятти-Москва) и А.С. Мычкиной (ВЭГУ, Тольятти) за помощь в полевых сборах материала и дружескую поддержку, М.А. Пьянову за конструктивную критику (ПВГУС, Тольятти), В.М. Васюкову (ИЭВБ РАН, Тольятти) и А.В. Ивановой (ИЭВБ РАН, Тольятти) за ценные советы и доброе отношение. Особая благодарность за понимание и терпение моей дорогой маме Л.В. Беляевой.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев В.А. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука. 1990. 197 с.
2. Беляева Ю.В. Результаты исследования водоудерживающей способности листовых пластинок *Betula pendula* roth., произрастающей в условиях антропогенного воздействия (на примере г.о. Тольятти) // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т. 16, № 5 (5). С. 1654-1659.
3. Биоэкологические исследования [Интернет-ресурс] – Режим доступа: <http://nsmelaya.narod.ru/есopraktika.htm>
4. Бульгин Н.Е., Ярмишко В.Т. Дендрология: учебник / 2-е изд. стер. - М.: МГУЛ, 2003. 528 с.
5. Гроздова Н.Б., Некрасов В.И., Глоба-Михайленко Д.А. Деревья, кустарники и лианы. М: Лесная промышленность, 1986.
6. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды: методы оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.

7. Кавеленова Л.М. Проблемы организации системы фитомониторинга городской среды в условиях лесостепи. Самара: Изд-во «Универс групп», 2006. 223 с.

8. Кавеленова Л.М. Экологические основы и принципы построения системы фитомониторинга урбосреды в лесостепи // Вестник Сам. гос. ун-та, 2003, спец. выпуск 2. 182-191.

9. Кавеленова Л.М., Прохорова Н.В. Растения в биоиндикации окружающей среды. Учебное пособие. Самара, 2012.

10. Козловская О.В. Материалы к флоре поселка Поволжский и его окрестностей (городской округ Тольятти). 1: Двудольные растения // Экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья. Материалы III научной конференции (Тольятти, ИЭВБ РАН, 3-5 октября 2014 г.) / Под ред. С.А. Сенатора, С.В. Саксонова, Г.С. Розенберга. Тольятти: Кассандра, 2014. С. 210-216.

11. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука, 1974. 125 с.

12. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука, 1979. 280 с.

13. Полевой В.В. Физиология растений. М. 1989. 464 с.

14. Савенко О.В., Саксонов С.В., Сенатор С.А. Материалы для флоры Узюковского лесного массива // Исследования в области естественных наук и образования. Межвуз. Сб. науч.-исслед. работ. Вып. 2. Самара, 2011. С. 48-53.

15. Саксонов С.В., Сенатор С.А. Путеводитель по Самарской флоре (1851-2011). Флора Волжского бассейна. Т.1. Тольятти: Кассандра, 2012. 511 с.

16. Тольяттинская специализированная гидрометеорологическая обсерватория государственного учреждения, Самарский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (данные).

## **RESULTS QUANTITY OF STOMA LAMINA BETULA PENDULA ROTH., GROWING UNDER ANTHROPOGENIC IMPACT (ILLUSTRATED G.O.TOLYATTI)**

© 2015 Y. Belyaeva

Institute of ecology of Volga basin of RAS, Togliatti

This research work is devoted to the study of the water regime *Betula pendula* Roth. The evaluation was conducted according to a study of quantitative indicators of stomata of the leaf blades. Analyzing was conducted in the summer. It was found that in the early summer high performance water-holding capacity, and at the end of the summer, closer to the fall - low. These data show a strong dependence of the number of stomata on air pollution habitats studied species.

**Key words:** water regime, quantitative indicators of stomata, leaf blades, *Betula pendula* Roth., developmental stability, anthropogenic, biotic and abiotic factors.