

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОЛИЧЕСТВА ПЫЛИ
НА ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНКАХ *BETULA PENDULA* ROTH., ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В Г.О. ТОЛЬЯТТИ

© 2015 Ю.В. Беляева

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Статья поступила в редакцию 03.03.2015

Данная исследовательская работа посвящена изучению распределения количества пыли на листовых пластинках *Betula pendula* Roth., произрастающей в различных районах города Тольятти. Исследование проводилось в летний период. Было установлено, что в промышленной зоне города показатели количества пыли высокие, а в пригородной зоне – низкие. На основании полученных данных были выявлены площадки повышенной стрессовой напряженности для данного вида. Отмечена связь с наличием антропогенных воздействий и морфо-физиологическими особенностями исследуемого вида.

Ключевые слова: показатель количества пыли, листовые пластинки, *Betula pendula* Roth., стабильность развития, антропогенные, биотические и абиотические факторы.

ВВЕДЕНИЕ

В 2011 г. Всемирным Фондом Охраны Дикой Природы (WWF) было подсчитано, что примерно через 40-50 лет биоресурсы планеты Земля будут полностью исчерпаны [19]. К этому приводит устаревшее традиционное природопользование, которое человечество осуществляет до сих пор. Сегодня мы должны радикально пересмотреть свое потребительское отношение к лесам и внедрять программы по сохранению и преумножению лесных массивов. А так же рационально использовать различные виды деревьев в озеленении наших городов. Известно, что древесные растения образуют кислород O_2 (1 га леса выделяет 130-200 кг) и поглощают углекислый газ CO_2 (1 га леса поглощает 180-300 кг). Одно дерево средней величины производит столько кислорода, сколько необходимо для дыхания трех человек. Один гектар лиственных деревьев задерживает за год 200 тонн пыли.

А теперь подробнее о показателях количества пыли, их влиянии на древесные растения и состоянии окружающей среды. Пыль – это частицы, различные по происхождению, размерам и химическим свойствам, которые поступают в воздух в результате естественных и техногенных процессов. Пыль оказывает вред процессу фотосинтеза растения и здоровью человека, оседая на слизистых пыль, порождает аллергию, затормаживает дыхательные движения и т.д. Пыль забивает поры и мешает развитию и жизни листа.

Сегодня является актуальной работа в области экологического мониторинга, который включает в себя химические, физические и биологические

методы оценки качества среды, мы проводим эколого-биологическую оценку состояния древесных растений, произрастающих в городской среде. Используя эколого-биологическую оценку можно получить конкретные данные о состоянии зеленых насаждений в условиях городской среды, подтвержденной антропогенному и климатическому влиянию. 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 [17]. Жара, температура более $40^\circ C$, плюс $45^\circ C$ в тени, плюс $70^\circ C$ на почве, сухая земля на глубине 3-6 м., постоянно палящее солнце, а так же отраженное тепло и свет в городской черте. Все выше перечисленные 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

Объектом исследования является *Betula pendula* Roth. – вид растений рода Берёза (*Betula*), семейства Берёзовые (*Betulaceae*). Это быстрорастущая древесная порода. Очень светолюбива, ее крона ажурна, пропускает много света.

Таксономия. Вид Берёза повислая входит в род Берёза (*Betula*) подсемейства Берёзовые (*Betuloideae*) семейства Берёзовые (*Betulaceae*) порядка Букоцветные (*Fagales*) [2].

Ботаническое описание. Листопадное дерево высотой до 20-30 м в высоту и до 80 см в диаметре, с гладкой, белой, легко расслаивающейся корой. У старых деревьев кора оснований стволов с глубокими трещинами, черно-серая. Ветви обычно повислые; молодые побеги красно-бурые, голые, покрыты смолистыми железками – бородавочками. Листья очередные, яйцевидно-ромбические или треугольно-яйцевидные с широким клиновидным основанием или почти усеченные, по краям двояко острозубчатые, гладкие, молодые – клейкие, длиной 3,5-7 см и шириной 2,5-5,5 см. Мужские сережки длиной 5-6 см, повисающие, по 2-3 на концах ветвей; тычиночные цветки в дихазиях по 3. Женские сережки цилиндрические, длиной 2-3 см, одиночные, на коротких боковых веточках; пестичные цветки по 2-3 в пазухах трехлопастных прицветных чешуи. Завязь верхняя, двухгнездная. Берёза повислая в свободном состоянии начинает плодоносить с 10 лет, а в насаждении – с 20-25 лет. Плодоношение продолжается ежегодно. Плоды созревают к концу лета и начинают рассеивание. Рассеивание происходит постепенно в течение всей осени и зимы. В берёзовом лесу может выпадать ежегодно до 35 кг берёзовых семян на 1 га. Плод – продолговато-эллиптический крылатый орешек, с двумя перепончатыми крыльями, в 2-3 раза превышающими ширину орешка. Вес 1000 орешков 0,17-0,2 г. Цветки правильные, мелкие, невзрачные, раздельнополые, собраны в серёжчатые, повисающие соцветия на концах веточек. Цветёт до распускания листьев (по некоторым источникам – одновременно с распусканием листьев). Цветет в мае; плоды созревают в августе-сентябре. Сравнительно недолговечна. Живет до 120-150 лет.

Распространение и экология. Широко распространённая лесообразующая порода, формирующая мелколиственные леса по всем климатическим зонам, кроме тундры; однако берёзовые леса большей частью не являются коренными, а возникают на месте сведённых или сгоревших лесов, в первую очередь хвойных [1, 5, 11]. Чаше связана с бедными, хорошо дренированными почвами. Так как берёза светолюбива, легко вытесняется более долгоживущими и крупными деревьями; во многих случаях присутствует в лесах только как примесь, по более светлым участкам. В лесостепных и степных районах формирует коренные древостои [10, 15, 16]. *Betula pendula* Roth. образует производные леса, возникающие на месте вырубленных или сгоревших сосняков, ельников, лиственничников, дубняков. Она быстро заселяет освобожденные территории и господствует на них, создавая лишь временные группировки; в дальнейшем вытесняется другими древесными породами. Коренные древостои образует лишь в лесостепных и степных областях, особенно в Западной Сибири, где образует характерные для ландшафта лесостепной зоны

берёзовые колки. Часто встречается в разных типах леса в качестве примеси. Растет на сухих и влажных песчаных, суглинистых, черноземных и каменисто-щебнистых почвах. Выносит различные климатические условия, поэтому произрастает от тундры до степной зоны. Растет быстро, хорошо возобновляется порослью и самосевом, цветет рано весной при распускании листьев.

Ареал. Береза повислая имеет обширный евро-сибирский ареал; на большей части территории СНГ он сплошной, с изолированными «островами» в Казахстане, Крыму и на Кавказе. Ареал этой березы охватывает всю европейскую часть СНГ (кроме крайнего севера и юга), Урал, Западную и частично Среднюю Сибирь, северный Казахстан, Тарбагатай, Джунгарский Алатау, Западный Тянь-Шань и Кавказ. На востоке береза повислая доходит до Байкала, однако, единичные её местонахождения отмечены также в бассейне Лены и Алдана, значительно восточнее границы её сплошного распространения. Наиболее обильна в Западной и Средней Сибири, а также в средней полосе европейской части СНГ. За пределами СНГ растет в Средней и Западной Европе. Имеет обширный ареал в Европейской части России (от тундры до степей), растёт в Западной Сибири, на Алтае и Кавказе. Восточная граница – озеро Байкал. За пределами России распространена почти по всей Европе, за исключением Пиренейского полуострова, в Северной Африке, в Передней и Центральной Азии. Из видов берёз имеет наибольший ареал. В горы эта берёза поднимается до высоты 2 100 – 2 500 м н.у.м. Интродуцирована повсюду в зоне умеренного климата.

Химический состав. Почki *Betula pendula* Roth. содержат 5-окси-7,4-диметоксифлавонол (0,3%), эфирное масло (3,5-5,3%), в состав которого входят бетулен, бетулол, бетуленовая кислота и нафталин. В листьях обнаружены: бетулоретиновая кислота в виде бутилового эфира, аскорбиновая кислота (до 2,8%), дубильные вещества (5-9%), гиперозид, 3-дигалактозид миррицетина, тритерпеновые спирты – фолиентриол и фолиентетрол, сапонины (до 3,2%) и эфирное масло (0,04-0,05%). Кора содержит тритерпеновый спирт бетулин (или бетуленол), гликозиды (бетулозид и гаультерин), дубильные вещества, эфирное масло и суберин [4].

Предметом исследования является **запыленность листовой пластинки** как диагностический показатель уровня запыленности районов города, где произрастает исследуемый вид. Величина запыленности исследуемых растений классически определяется по методу смыва с последующей фильтрацией через бумажные фильтры и их взвешиванием на весах [1, 3, 6-9, 12, 18]. По изученным методикам была разработана и апробирована методика подходящая для определения запыленности листовых пластинок *Betula pendula* Roth., произрастающей в условиях различных природ-

ных ценозов и внутригородских территорий г.о. Тольятти, Самарская область [13, 14].

Техника проведения эксперимента состоит из трех этапов. Подготовительный этап включает постановку цели и задач, подготовку материалов и оборудования, составления плана-схемы и таблиц. Этап проведения полевого исследования – собирается материал с модельных (учетных) площадок, снимаются показания в полевых условиях. Лабораторное исследование – снимаются показания, делаются необходимые расчеты, заполняются таблицы, делаются выводы.

Таблица 1. Шкала определения степени запылённости

№, п/п	Характер запылённости	Балл	Внешние проявления запылённости
1	Незначительная	1	Едва заметное наличие пылевых частиц
2	Малая	2	Малое заметное наличие пылевых частиц
3	Средняя	3	Хорошо заметное скопление пылевых частиц, различимое даже при беглом взгляде, но не ухудшающее прозрачность ленты
4	Высокая	4	Большое количество пылевых скоплений на липком слое, ухудшающее прозрачность ленты
5	Очень высокая	5	Большое количество пылевых частиц, делающее ленту непрозрачной

Исследование количества пыли, осевшей на листовых пластинках *Betula pendula* Roth., проводилось в течение 10 дней после дождя. Проводился сбор материала раз в месяц (три раза за летний сезон) на 5 площадках (5 в черте г. Тольятти, 1 контрольная – Узюковский бор). Образцы листьев брались на высоте 1,5-2 м с укороченных побегов, по кругу. С каждой из десяти *Betula pendula* Roth. одной площадки в индивидуальную чистую стеклянную банку с крышкой были собраны

нормально развитые неповрежденные листья, которые помещались слегка свернутыми. Банки заполнялись материалом доверху. Всего было собрано 150 банок с образцами проб листовых пластинок со всех исследуемых площадок за летний сезон одного года. Всего было обследовано 150 особей исследуемого вида в различных функциональных зонах города. Общий объем материала 6000 листовых пластинок. В таком виде банки были доставлены в лабораторию. Здесь банки с собранными листьями взвешивались на электронных весах отдельно для каждого дерева. Данные заносились в таблицу. Затем под проточной водой пыль тщательно смывалась с поверхности каждого листа и банки. Листовые пластинки просушивались. Банки с просушенными листьями повторно взвешивались. Данные заносились в таблицу. По математическим формулам рассчитывалась масса пыли.

Как дополнительный метод к исследованию использовался способ определения запыленности листовых пластинок визуальным методом. Использовались следующие материалы и оборудование: стеклянные бюксы, белая бумага, скотч, бланки с рабочими таблицами для внесения полученных данных, растительный материал. Листья собирались на площадках исследования на высоте 3 м, 1,5 м и в приземном слое. Прикладывали скотч к поверхности листовых пластинок. Пленка с листьев снималась вместе со слоем пыли, а скотч приклеивался к листу белой бумаги. Степень загрязнения оценивалась по пятибалльной шкале (табл. 1). Полученные данные подвергались обработке и делались выводы (табл. 2).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В соответствии с полученными данными показатели запыленности 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. Из диаграммы видно, что за год показатель запыленности листовых пластинок поднялся в среднем на 0,12 г. Если подсчитать, сколько пыли будет оседать на деревья через 40 лет, то этот показатель будет выше 4,8 г. Сравнительные показатели запыленности воздуха на исследуемых площадках города, было выяснено, что наибольшая загрязненность поверхности листьев наблюдается в Промышленной зоне города, вблизи центральной автодороги. Наименьшее содержание пыли по массе отмечено на контрольной площадке – Узюковский бор. Было установлено, что показатель запыленности воздуха на исследуемых площадках по городу в среднем превышает контроль в 2,5–3 раза. Количество пыли осевшей на листья в Узюковском бору в 4,5 раза меньше по сравнению с наиболее запыленной площадкой сбора (диаг. 1).

Таблица 2. Исследование количества пыли на экспериментальных площадках г. Тольятти на 2014 г.

№ n/n	Место сбора материала	Масса листьев с пылью, г	Масса чистых листьев, г	Масса пыли, г	Балл
1	Узюковский бор	22,17	21,85	0,32	2
2	Лес пригородный	22,90	22,35	0,55	2
3	Парк Победы	23,84	22,88	0,96	4
4	Банькина улица	21,12	20,35	0,77	3
5	Промышленная зона	21,83	20,34	1,49	5

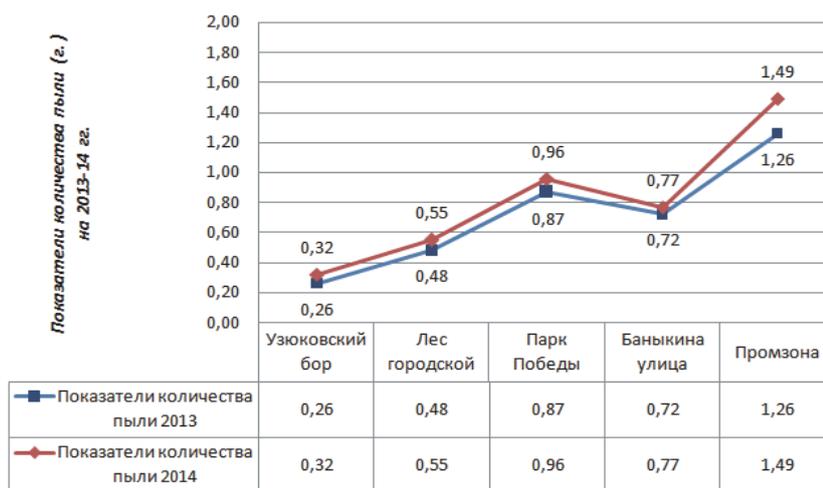


Диаграмма 1. Сравнение показателей запыленности листовых пластинок *Betula pendula* Roth. на исследуемых площадках за 2013-2014 гг.

Замечена максимальная запыленность на листьях, которые растут в нижней части кроны, т.е. находятся ближе к почве. Такое распределение связано с различной скоростью оседания разных фракций пыли под действием силы тяжести. Количество осаждаемой пыли на листовых пластинках исследуемого вида связано с местом произрастания и наличием поблизости загрязняющего объекта. Автомобильные дороги и работающие предприятия являются основными источниками пыли в городе. Деревья, растущие вблизи дорог и промышленных предприятий, имеют очень запыленную листву (Промышленная зона). На территории парков и скверов степень запыленности меньше (Парк Победы и улица Банькина).

Анализ полученных данных по массе пыли в расчете на 1 лист показал, что среднее количество пыли, осаждаемой листьями городских деревьев, выше, чем в загородной зоне (табл. 3). Скопление большого количества пыли на листовых пластинках деревьев, произрастающих в Промышленной зоне связано в большей степени с наличием крупных транспортных магистралей и морфологическими особенностями исследуемой *Betula pendula* Roth. Известно, что *Betula pendula* Roth. улавливает больше пылевых частиц, чем например, *Quercus robur* L., потому что листья исследуемого дерева имеют клейкую поверхность, хотя поверхность листовой пластинки *Quercus robur* L. больше. На распределение пыли по вы-

Таблица 3. Масса пыли (г) в расчете на 1 лист с экспериментальных площадок г. Тольятти на 2014 г.

№ n/n	Место сбора материала	Средняя масса (г)	
		2013 г.	2014 г.
1	Узюковский бор	0,006	0,008
2	Лес пригородный	0,012	0,014
3	Парк Победы	0,022	0,024
4	Банькина улица	0,018	0,019
5	Промышленная зона	0,031	0,037

соте так же оказывают влияние направление и сила ветровых потоков, расстояние до ближайших сооружений и их архитектура.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, по полученным данным, можно сделать следующие выводы, имеющие практическое значение: показатели запыленности листовых пластинок различна в разных функциональных частях города и пригорода. На запыленность влияют характер размещения автомобильных дорог, промышленных предприятий, различных сооружений и ветровых потоков. В таких случаях для

эффективной очистки городского воздуха от пылевых частиц необходимо увеличивать количество и плотность зеленых насаждений. *Betula pendula* Roth. может использоваться в качестве объекта для накопления пыли на территории города. Для улучшения экологической ситуации в г. Тольятти необходима посадка деревьев в местах, где отсутствует растительность, и имеются дороги с большой автомобильной нагрузкой (Промышленная зона). Сохранение особей *Betula pendula* Roth. так же необходимо, как и высаживание молодых образцов. Ведь гибель одного вида растений означает угрозу существования от 10 до 30 видов живых существ. Богатство растительного окружения является естественной основой духовного и физического развития здоровья человека. Чем больше разнообразие растений в той или иной экосистеме, тем более устойчива она, выше ее возможность приспособления к изменяющимся условиям.

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 (РГТУ, 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. Ленинградское отделение. 1990. – 197 с.
2. Беляева Ю.В. Показатели флуктуирующей асимметрии *Betula pendula* roth. в условиях антропогенного воздействия (на примере г.о.Тольятти) // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15, № 3 (7). С. 2196-2200.
3. Биоэкологические исследования [Интернет-ресурс] – Режим доступа: <http://nsmelaya.narod.ru/есопрактика.htm> (дата обращения 10.02.2015).
4. Булыгин Н.Е., Ярмишко В.Т. Дендрология: учебник/2-е изд. стер. М.: МГУЛ, 2003. 528 с. - ил.
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. 68с.
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 ГУ, 2 спец. выпуск. Самара, 2003. С. 182-191.
9. Кавеленова Л.М., Прохорова Н.В. Растения в биоиндикации окружающей среды. Учебное пособие. Самара, 2013.
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 «Исследования растительного мира Самарско-Ульяновского Поволжья» / под ред. С.А. Сенатора, С.В. Саксонова, Г.С. Розенберга (Тольятти, ИЭВБ РАН, 3-5 октября 2014 г.). С. 210-216.
11. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука, 1974. 125 с.
12. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. Пушкино: ВНИИЛИМ, 2002. 220 с.
13. Паспорт города Тольятти Самарской области— Тольятти: Мэрия Тольятти, 2004. 111 с.
14. Руководство по разработке раздела «Охрана окружающей среды» к проекту планировки (реконструкции) жилого района [Интернет-ресурс] – Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/RukovodstvoRukovodstvopor.html> (дата обращения 12.02.2015).
15. 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.
16. Саксонов С.В., Сенатор С.А. Путеводитель по Самарской флоре (1851-2011). Флора Волжского бассейна. Т. I. Тольятти: Кассандра, 2012. 511 с.
17. Тольяттинская специализированная гидрометеорологическая обсерватория государственного учреждения, Самарский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (данные).
18. Удольская Л.Н. Введение в биометрию. Алма-Ата: Наука, 1976. 76 с.
19. Яницкая Т. Практическое руководство по выделению лесов высокой природоохранной ценности в России: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.wwf.ru> (дата обращения 12.02.2015).

DISTRIBUTION INDICATOR OF THE NUMBER OF DUST ON THE LEAF BLADE *BETULA PENDULA* ROTH., GROWING IN TOGLIATTI

© 2015 Y. V. Belyaeva

Institute of Ecology of Volga Basin of RAS, Togliatti

This research work is devoted to the study of the distribution of dust on the leaf blade *Betula pendula* Roth., Growing in different areas of the city of Togliatti. The study was conducted in the summer. It was found that in the industrial area of high performance dust, and in the suburbs - low. Based on these data revealed elevated platform stress intensity for the species. Marked due to the presence of anthropogenic impacts and morpho-physiological characteristics of the studied species.

Keywords: record amounts of dust, leaf blades, *Betula pendula* Roth., Developmental stability, anthropogenic, biotic and abiotic factors.

Julia Belyaeva, Assistant Lecturer.
E-mail: woodik007@yandex.ru