

УДК 574.2

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

© 2014 Ю.В. Беляева

Поволжский государственный университет сервиса, г. Тольятти  
Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Поступила 11.11.2014

Данная исследовательская работа посвящена изучению водоудерживающей способности *Betula pendula* Roth. Анализирование проводилось в летний период. Было установлено, что в начале лета показатели водоудерживающей способности высокие, а в конце лета, ближе к осени – низкие. На основании полученных данных были выявлены площадки повышенной стрессовой напряженности для данного вида.

**Ключевые слова:** водоудерживающая способность, листовые пластинки, *Betula pendula* Roth., стабильность развития, антропогенные, биотические и абиотические факторы

### ВВЕДЕНИЕ

Зеленые насаждения играют огромную роль для городской среды. Выполняют санитарно-гигиенические и декоративно-планировочные функции [2]. Зеленые насаждения защищают воздух от пыли и газов, уменьшают вредную концентрацию находящихся в воздухе газов, защищают от неблагоприятных ветров, выделяют летучие и нелетучие вещества — фитонциды, обладающие способностью убивать вредные для человека болезнетворные бактерии или тормозить их развитие. Зеленые насаждения защищают почву и поверхности стен зданий от прямого солнечного облучения, предохраняют их от сильного перегрева и, следовательно, от повышения температуры воздуха. Нагреваясь, поверхность листьев деревьев испаряет в воздух большое количество влаги. Зеленые насаждения образуют воздушные потоки. Зеленые насаждения снижают уровень шума на 5—10% [14], а источников шума в городе не мало: транспортные магистрали, электропоезда и т. д. Давно возникла проблема улучшения качества среды обитания в промышленных городах. Актуальным становится появление эколого-биологического мониторинга состояния зеленых насаждений и состояния окружающей среды для анализа эколого-биологических ситуаций в городе [3, 6, 18].

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в Тольятти в 2007-2008 гг. оценивался как «высокий», в соответствии с существующими методами оценки. А в 2009 г. он снизился и оценивается как «повышенный» [17]. За последние годы наблюдается тенденция к снижению уровня загрязнения атмосферы города, что в первую очередь связано со спадом промышленного производства. Мэрия

г. Тольятти ежегодно финансирует работы Тольяттинской специализированной гидрометеорологической обсерватории (ТСГМО) по предоставлению специализированной информации в области гидрометеорологии и по мониторингу загрязнения окружающей среды, составлению прогнозов загрязнения атмосферного воздуха, наступления периодов неблагоприятных метеорологических условий с целью доведения информации общего назначения до населения, а также определения экологической обстановки в городе. Работы по определению загрязнения атмосферного воздуха в жилой части города проводятся на семи стационарных постах. Наблюдения проводятся по следующим ингредиентам: взвешенные частицы (пыль), диоксид серы SO<sub>2</sub>, диоксид азота NO<sub>2</sub>, оксид азота NO, оксид углерода CO, аммиак NH<sub>3</sub>, формальдегид, фтористый водород HF, ароматические и суммарные углеводороды. Они являются приоритетными загрязняющими веществами в составе выбросов промышленных предприятий и автомобильного транспорта. В связи с возможностью роста уровня загрязнения воздуха на предприятия Тольятти в 2009 г. было передано 260 предупреждений о наступлении неблагоприятных метеорологических условий, с рекомендациями перехода на режимы регулирования промышленных выбросов [13]. По данным ТСГМО, максимальные значения концентраций по оксиду углерода CO, оксиду азота NO, диоксиду серы SO<sub>2</sub>, бензолу, толуолу, ксилолу не превышали предельно допустимых. Среднегодовые концентрации по большинству загрязняющих веществ находились в пределах установленных санитарных норм. По сравнению с прошлым годом отмечено снижение среднегодовых концентраций по аммиаку и ароматическим углеводородам. Случаев превышения ПДК в три и более раз, высокого и экстремально высокого загрязнения атмосферного воздуха вредными примесями в течение 2009 г. не зафиксировано. К счастью для городского на-

Беляева Юлия Витальевна, ассистент,  
woodik007@yandex.ru

селения экстремальных выбросов не зафиксировано, однако, стабильное загрязнение городской среды обнаружено, накопление которого из года в год ухудшает состояние зеленых насаждений и человека соответственно.

Используя эколого-биологическую оценку можно получить конкретные данные о состоянии зеленых насаждений в условиях городской среды, подверженной антропогенному и климатическому влиянию. В Самарской обл. лето 2010 г., отличалось тремя месяцами отсутствия дождей, экстремальной сухостью воздуха и как следствие многочисленными пожарами, которые погубили много гектаров драгоценного леса. Жара, температура более 40°C, +45°C в тени, +70°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* продолжают страдать и усыхать. Поэтому особо остро стоит проблема в эффективности данного вида растения, о мероприятиях по восстановлению посадок *Betula pendula* или замене другими более устойчивыми видами, а так же о стабилизации экологической обстановки в городе.

Имея такой сильнодействующий стрессовый фактор, как загрязнение воздуха, для оценки устойчивости, следует использовать динамику водоудерживающей способности и отклонение водоудерживающей способности от значений, соответствующих оптимальным условиям роста. На ход обмена веществ и состояние организмов влияют такие условия среды: свет, температура, влажность, солевой состав воды или почвы, давление, сила ветра или течения и др. Реакция растений на присутствие в воздухе токсичных газов проявляется в снижении общей оводненности тканей [11,12]. Водоудерживающая способность листьев является диагностическим показателем важных физиологических процессов, происходящих в растениях. Высокая водоудерживающая способность характерна для *Betula pendula* [7-9].

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

**Объектом исследования** является *Betula pendula* – 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*).

**Ботаническое описание.** Листопадное дерево высотой до 20-30 м в высоту и до 80 см в диаметре, с гладкой, белой, легко расслаивающейся ко-

рой. 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 чешуй. 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* 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. Коренной древостой 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. Имеет обширный ареал в Европейской части России (от тундры до степей), растёт в Западной Сибири, на Алтае и Кавказе. 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 2100-2500 м н.у.м. Интродуцирована повсюду в зоне умеренного климата.

**Химический состав.** Почка *Betula pendula* содержит 5-окси-7,4-диметоксифлавоноид (0,3%), эфирное масло (3,5—5,3%), в состав которого входят бетулен, бетуллол, 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 мирицетина, три-терпеновые спирты — фолиентриол и фолиентетрол, сапонины (до 3,2%) и эфирное масло (0,04—0,05%). Кора содержит тритерпеновый спирт бетулин (или бетуленол), гликозиды (бетулосид и гаультерин), дубильные вещества, эфирное масло и суберин [4].

**Предметом исследования** является *водоудерживающая способность листовой пластинки* как диагностический показатель важных физиологических процессов, происходящих в тканях растений — стойкость листьев к обезвоживанию. Данная методика опробована для *Betula pendula*, произрастающей в условиях различных природных ценозов и внутригородских территорий г.о. Тольятти, Самарская обл.

Водоудерживающая способность характеризует свойство растений накапливать и удерживать влагу в своем теле в течение более или менее продолжительного времени. Водоудерживающая способность является видоспецифическим при-

знаком и зависит от скорости потери воды тканями, которая, в свою очередь, определяется особенностями белков цитоплазмы. Чем медленнее растение теряет воду, тем выше его водоудерживающая способность и, следовательно, оно может дольше выносить обезвоживание [3,7]. Вода, содержащаяся в тканях растений, обеспечивает жизненно важные процессы — трансляцию и тургор (показатель насыщенности влагой). Ее доступность во внешней среде является условием нормального существования растений. Количество воды в растениях изменяется в течение вегетационного периода. Максимальное и минимальное ее содержание является характерной чертой вида. Методика оценивания содержания воды в тканях растения основана на изучении содержания воды в листьях и водоудерживающей способности [3]. Эту методику можно использовать для мониторинга и выявить с ее помощью максимум и минимум содержания воды в течение вегетационного периода у растений одного вида. Можно сравнивать по этому показателю растения одного вида, но из разных местообитаний. Чем больше водоудерживающая способность листьев, тем более устойчивым оказывается вид к экологическому загрязнению.

Оценка проводилась в период наибольшей напряженности стрессовых факторов — это июнь, июль и август. Листья были взяты из нижней части кроны дерева, на уровне поднятой руки и выше, с максимального количества доступных веток, направленных условно на север, запад, восток и юг, относительно равномерно вокруг дерева в утренние часы. С каждого исследуемого дерева (по 10 особей с анализируемой площадки) собраны листья в стеклянные бюксы, которые плотно закрываются крышками. Водоудерживающая способность листьев определялась в лабораторных условиях с использованием сушильного шкафа (в % от сырой массы). Статистическую обработку полученных результатов проводилась по методике Н.Л. Удольской [17].

**Техника проведения эксперимента.** Использовались следующие материалы и оборудование: термостат, весы, стеклянные бюксы, тигельные щипцы, эксикатор, бланки с рабочими таблицами для внесения полученных данных, растительный материал.

1. Пустые чистые бюксы были взвешены, а данные занесены в рабочую таблицу.

2. Каждая бюкса с пробами листьев исследуемых растений была взвешена на весах в четырех повторностях, результаты занесены в рабочую таблицу и рассчитана средняя сырая масса пробы ( $m_1$ ).

3. Бюксы помещались в термостат и растительный материал высушивался при температуре 105-110°C до постоянной массы. Крышки были

сняты и поставлены в термостат рядом с бюксами.

4. Для отслеживания динамики потери листьями воды, первое взвешивание проведено через 30 минут, второе – 1 час, третье – 1 час 30 минут, а контрольное — еще через 0,5 часа. (Каждый раз, вынутый из термостата, бюкс быстро закрывался крышкой и остужался в эксикаторе.). Если при контрольном взвешивании масса не изменялась, то высушивание заканчивалось. Если масса изменялась, сушку продолжали до постоянной массы. Результаты взвешиваний заносились в рабочую таблицу.

5. Вычислялась средняя сухая масса пробы ( $m_2$ ) и заполнялись пустые графы таблицы. Делался пересчет количества потерянной воды на проценты от общей испаряющей массы (первоначальное взвешивание).

6. По полученным результатам строилась диаграмма, характеризующая динамику водоотдачи у растений. По количеству потерянной воды за первые 30 минут говорилось о водоудерживающей способности растений. Чем большее количество воды (в %) растение сохраняет после высушивания, тем выше его водоудерживающая способность.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

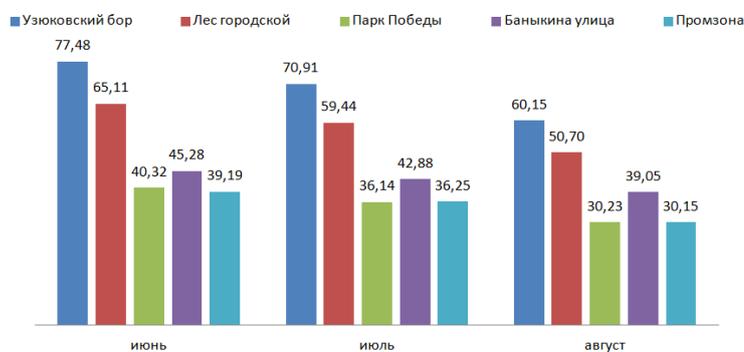
Водоудерживающая способность является одним из универсальных показателей подвижности внутриклеточной воды, которая зависит от фактора напряжения (водоудерживающие силы). Во-

доудерживающая способность растений (стойкость листьев к обезвоживанию) различного территориального расположения оказалась разной. Результаты показали, что наибольшей водоудерживающей способностью обладают растения, произрастающие на площадках Узюковского бора и пригородного леса, наименьшей — на площадках интенсивного антропогенного загрязнения – в промышленной зоне города и Парке Победы (табл. 1). При этом наиболее быстрая потеря воды наблюдается у экземпляров, растущих в придорожных посадках. Растения менее выносливые часто имеют более низкий уровень показателя водоудерживающей способности. К тому же показатели водного режима листьев древесных растений изменяются под влиянием техногенного загрязнения. Связь изменений водного режима растений с загрязнением среды зависит от погодных условий сезона наблюдения [7-9].

Анализ водоудерживающей способности показал, что в начале лета (июнь) оводненность листьев *Betula pendula* была достаточно высокой, что объясняется длительными весенними дождями 2014 г. и относительно невысокими температурами в данный период. В июле и августе оводненность снижается (рис. 1). У растений в начале вегетации оводненность тканей листьев наибольшая — от 60 до 90%. По мере старения листьев (ближе к концу августа), этот показатель снижается на 15-30% [3,12].

**Таблица 1.** Показатели водоудерживающей способности листовых пластинок *Betula pendula*, произрастающих в г. Тольятти (летний сезон 2014 г., % от сырой массы)

№ выборки	Площадки сбора	Водоудерживающая способность по месяцам лета 2014 г., %			Водоудерживающая способность за летний сезон 2014 г., %
		июнь	июль	август	
1	Узюковский бор	70,48	66,52	58,15	69,51
2	Лес городской	65,11	59,44	50,70	58,42
3	Парк Победы	40,32	36,14	30,23	35,56
4	Банькина улица	45,28	42,88	39,05	42,40
5	Промзона	39,19	36,25	30,15	35,20



**Рис. 1.** Показатели водоудерживающей способности листовых пластинок *Betula pendula*, произрастающих в г. Тольятти (летний сезон 2014 г., % от сырой массы)

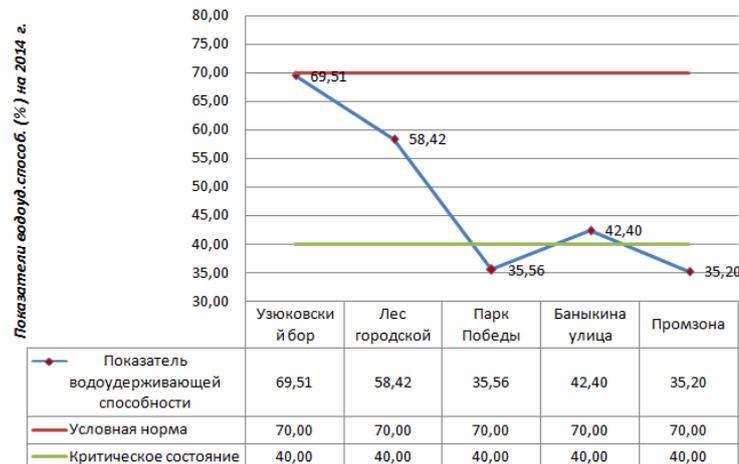
На основании полученных данных, все особи *Betula pendula* по водоудерживающей способности были разделены на 3 группы: с низкой (от 0 до 40%), средней (от 40 до 70%) и высокой (свы-

ше 70%) водоудерживающей способностью. В первую группу вошли деревья с Парка Победы и промышленной зоны города; во вторую — дере-

вья с улицы Баныкина и пригородного леса; в третью – деревья Узюковского бора (рис. 2).

В промышленной зоне особи характеризуются низкими показателями водоудерживающей способности, в селитебной зоне средние показатели, а в лесной зоне соответственно высокие. В целом районе водоудерживающая способность выше. На водный обмен исследуемого вида в более загрязненных районах влияют различные загрязняющие вещества, находящиеся в атмосферном воздухе. Повышение гидрофильности клеточных

коллоидов и упорядоченности воды может являться адаптивным свойством растений к условиям загрязненной среды. Способом снижения потерь воды в неблагоприятных условиях является ее перевод в осмотически неактивную связанную форму. У большинства видов интенсивность потери воды согласуется с невысоким содержанием связанной воды и это присуще растениям, произрастающим в условиях повышенного загрязнения окружающей среды.



**Рис. 2.** Результаты оценки состояния *Betula pendula*, произрастающих в г. Тольятти, по показателю водоудерживающей способности листовой пластинки (летний сезон 2014 г., % от сырой массы)

По величине водоудерживающей способности можно судить об устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды, потому что устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды напрямую связана с водоудерживающей способностью тканей, так как одним из способов снижения потерь воды в неблагоприятных условиях является перевод ее в осмотически неактивную связанную форму [7-9,12].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования было выявлено статистически значимое снижение водоудерживающей способности у *Betula pendula*, произрастающей на антропогенно-напряженных точках города по мере усиления загрязнения окружающей среды и рекреационной нагрузки. На техногенно-загрязненных территориях водоудерживающая способность тканей растений понижается вне зависимости от возраста растений. Снижение уровня водоудерживающей способности листьев в урбосреде. Ослабление наблюдается при снижении жизненного состояния древесных растений. Использование показателей водного режима листьев древесных растений открывает перспективы для выявления зон «экологического неблагополучия» древесных растений, в том числе и связанного с техногенным загрязнением. Интенсивность водоудерживающей способности тканей листо-

вых пластинок березы повислой является отражением условий ее произрастания, характера и интенсивности роста, взаимоотношений между компонентами.

По степени увеличения экологического загрязнения, исследуемые площадки г. Тольятти распределились так: Ставропольский район (Узюковский бор) – Тольяттинское лесничество (Пригородный лес) – Центральный район (улица Баныкина) – Автозаводской район (парк «Победы») – Промышленная зона города. В результате проведенного исследования выявлена тесная взаимосвязь между водоудерживающей способностью листовых пластинок *Betula pendula* и степенью загрязнения мест произрастания растений. Так же исследование показало, что водоудерживающую способность листьев можно использовать как метод фитоиндикации для *Betula pendula*, в условиях различных природных ценозов и внутригородских территорий г.о. Тольятти, Самарская обл.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает глубокую благодарность и искреннюю признательность своему научному руководителю С.В. Саксонову, а также В.Н. Козловскому, О.В. Козловской, А.В. Гребенкину, А.С. Мычкиной, М.А. Пьянову, В.М. Васюкову, А.В. Ивановой за помощь в подготовке статьи.

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) // Изв. Самар. НЦ РАН. 2013. Т.15, №3 (7). С. 2196-2200.
3. Биологические исследования [Интернет-ресурс] – Режим доступа: <http://nsmelaya.narod.ru/ecopraktika.htm>
4. *Булыгин 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 СамГУ, 2 спец. выпуск. 2003. С. 182-191.
9. *Кавеленова Л.М., Прохорова Н.В.* Растения в биоиндикации окружающей среды. Учебное пособие. Самара, 2007.
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: ВНИИЛМ, 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/RukovodstvoRukovodstvoprog.html>
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.1. Тольятти: Кассандра, 2012. 511 с.
17. *Удольская Л.Н.* Введение в биометрию. Алма-Ата: Наука, 1976. 76 с.
18. *Беляева Ю.В., Саксонов С.В.* Критерии оценки эффективности зеленых насаждений города Тольятти // Инновационные подходы к обеспечению устойчивого развития социо-эколого-экономических систем. Материалы междунар. конф. 19-21 мая 2014 г. Самара-Тольятти. Тольятти: Кассандра, изд-во Самарс. гос. экон. ун-та, 2014. С. 34-38.

#### RESULTS WATER-HOLDING CAPACITY OF THE LEAF BLADES *BETULA PENDULA* ROTH., GROWING UNDER ANTHROPOGENIC IMPACT (ILLUSTRATED G.O. TOLYATTI)

© 2014 Yu.V. Belyaeva

Volga Region State University of Service, Togliatti  
Institute of Ecology of the Volga River Basin of Russian Academy of Sciences, Togliatti

This research work is devoted to the study of water-holding capacity *Betula pendula* Roth. The analysis was conducted in the summer. It was found that in the early summer water retention rates were high, and at the end of the summer, closer to the fall - low. Based on these data revealed elevated platform stress intensity for the species.

**Key words:** water-holding capacity, leaf blades, *Betula pendula* Roth., developmental stability, anthropogenic, biotic and abiotic factors