

УДК 630*181.28

Л.Н. Сунцова, Е.М. Иншаков, Е.В. Козик

Сибирский государственный технологический университет

Сунцова Людмила Николаевна родилась в 1956 г., окончила в 1979 г. Красноярский государственный университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры дендрологии Сибирского государственного технологического университета. Имеет около 70 печатных работ по проблеме влияния условий городской среды на состояние древесных растений.
Тел.: 8 (391) 2-271-928



Иншаков Евгений Михайлович родился в 1962 г., окончил в 1984 г. Сибирский технологический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой дендрологии, декан лесохозяйственного факультета Сибирского государственного технологического университета. Имеет около 50 печатных работ по проблеме влияния условий городской среды на состояние древесных растений.
Тел.: 8 (391) 2-271-928



Козик Евгения Викторовна родилась в 1986 г., окончила в 2009 г. Сибирский государственный технологический университет, аспирант, ассистент кафедры дендрологии СибГТУ. Имеет 11 печатных работ по проблеме состояния древесных растений в насаждениях общего пользования г. Красноярска.
Тел.: 8 (391) 2-271-928



ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ МЕТОДОМ ФИТОИНДИКАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ г. КРАСНОЯРСКА)

Изучено влияние техногенной среды на физиологические особенности некоторых видов древесных растений. Обнаружена зависимость между водоудерживающей способностью листьев и степенью загрязнения мест произрастания растений. Выявлены наиболее информативные виды для целей фитоиндикации в условиях Красноярска, определены районы с наиболее интенсивной степенью техногенного воздействия.

Ключевые слова: древесные растения, фитоиндикация, листья, водоудерживающая способность, экологическое загрязнение, адаптация.

В настоящее время особенно остро стоит проблема улучшения качества среды обитания в крупных промышленных центрах. Общеизвестна роль зеленых насаждений как основного фактора стабилизации экологической обстановки в городе. С этой точки зрения весьма актуальна разработка методов оценки состояния древесных насаждений и методов оценки состояния окружающей среды для анализа экологических ситуаций [4, 5, 7, 8].

В задачу мониторинга состояния зеленых насаждений входит прогноз вероятного развития, с одной стороны, ситуации по сохранению жизнеспособности растений, с другой – экологической опасности. Используя методы фитоиндикации, можно осуществлять экологическое зонирование урбанизированных территорий, т. е. выявлять зоны сильного загрязнения среды.

Уровень загрязнения атмосферы г. Красноярска характеризуется как «очень высокий», преобладают в больших среднегодовых концентрациях бензаперен, формальдегид, сероуглерод, оксид углерода, диоксид азота, фенол, фтористый водород, аммиак, бензол, ксилол, толуол и взвешенные вещества [1]. Содержание многих вредных веществ в атмосфере города существенно превышает ПДК, так, взвешен-

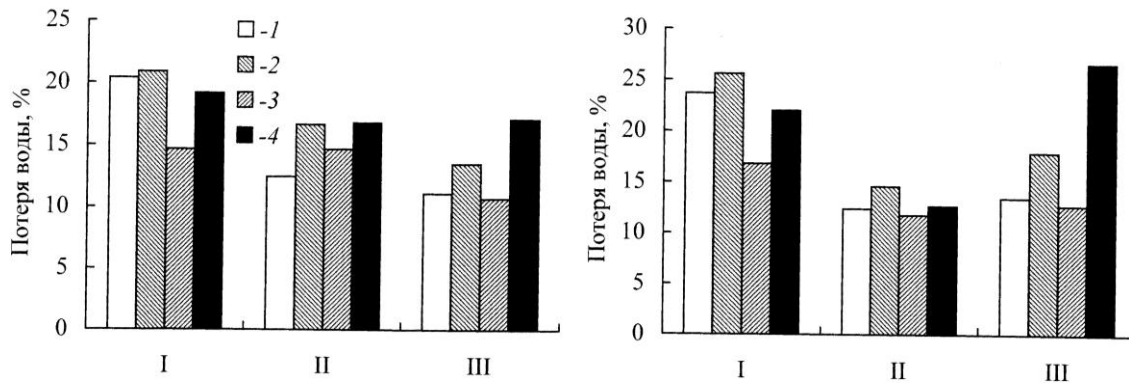
ных частиц, сероводорода, диоксида азота, оксида углерода, хлористого водорода, формальдегида, бензола, толуола больше в 5–10 раз [1]. Основными источниками загрязнения являются предприятия теплоэнергетики, металлургии, деревообработки, химической промышленности, автотранспорт.

Устойчивость растений к техногенному загрязнению определяется способностью к изменению физиологических процессов, играющих основную роль в адаптации к экстремальным факторам окружающей среды. В условиях урбанизированной среды у растений снижается ассимиляционная активность, содержание хлорофилла, изменяется кислотность клеточного сока и активность ферментов, нарушается водный режим [4, 9]. Установлено влияние вредных газов на проницаемость клеточных мембран [5]. Промышленные газы вызывают окислительное разрушение биомембран клеток мезофилла, и листья быстрее теряют воду. На стабилизации внутриклеточных структур существенно сказывается способность клеток удерживать воду. В этом случае говорят о водоудерживающей способности листьев растений, которая находится в обратной зависимости от проницаемости мембран. Содержание и состояние воды в клетках и тканях могут выступать критерием оценки устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды [5].

Рядом авторов показано, что скорость потери воды изолированными листьями растений коррелирует со степенью загрязнения воздуха и может служить показателем качества среды [5, 7, 9]. Исследованиям по фитомониторингу городской среды в России посвящен ряд работ [3, 5, 8, 9], однако для регионов Сибири этот вопрос исследован недостаточно. Очевидно, что выбор наиболее информативного биоиндикационного признака и вида-фитоиндикатора должен решаться с учетом специфических экологических и физико-географических условий произрастания.

Целью настоящих исследований явилось изучение влияния техногенной среды на водоудерживающую способность листьев некоторых видов древесных растений в условиях г. Красноярска, выявление наиболее информативных видов для целей фитоиндикации. Объектами исследования служили зеленые насаждения общего пользования, расположенные в различных районах города, отличающихся уровнем техногенного загрязнения. Парки «Космонавтики» и «Троя» находятся соответственно в микрорайонах Зеленая роща и Октябрьский, характеризующихся как густонаселенные, с большим транспортным потоком. Сквер «Баджей» (микрорайон Ленинский) расположен на правом берегу р. Енисей, где в основном сосредоточены промышленные предприятия г. Красноярска. Контролем служили посадки дендрария Института леса, находящегося в условно экологически чистом районе города, удаленном от выбросов промышленных предприятий.

Водоудерживающую способность листьев устанавливали по методике В.С. Николаевского, основанной на определении скорости потери воды изолированными листьями в течение некоторого периода времени [5]. На аналитических весах взвешивали пробы листьев через 3 ч после их изолирования и рассчитывали потерю воды в процентах от первоначальной массы. Материал собирали в два этапа (июль, август 2010 г.). На каждой пробной площади было выбрано по 10 средневозрастных генеративных модельных деревьев яблони сибирской (*Malus sylvestris* Mill.), черемухи Маака (*Padus maackii* Kom.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth.), возраст которых определяли по методике Т.А. Работнова и А.А. Уранова [6]. У всех модельных деревьев с южной стороны средней части кроны срезали по 5 годичных побегов, с каждого из них отбирали по 5 листьев.



Потеря воды листьями исследуемых видов через 3 ч после изолирования в июле (а) и августе (б): I – яблоня сибирская; II – черемуха Маака; III – береза повислая; 1 – парк «Космонавтики»; 2 – парк «Троя»; 3 – сквер «Баджей»; 4 – дендрарий Института леса

В результате проведенных исследований выявлено, что водоудерживающая способность листьев исследуемых видов в июле находится в тесной зависимости от места произрастания (рис. а). В условиях интенсивного промышленного загрязнения (сквер «Баджей») потеря воды листьями березы повислой составила 62,6 % от контроля, у яблони сибирской и черемухи Маака – 76,6 и 87,5 % соответственно.

Для насаждений, произрастающих в парке «Троя», увеличение водоудерживающей способности относительно контроля обнаружено только у березы повислой. У яблони сибирской и черемухи Маака данный показатель снизился. В парке «Космонавтики» скорость потери воды листьями яблони сибирской возросла, в то время как у березы повислой и черемухи Маака снизилась (рис. а).

Обнаружена и видовая специфичность адаптации растений к условиям произрастания. Водоудерживающая способность листьев березы повислой относительно контроля увеличилась на всех объектах исследования и зависела от района произрастания (рис. а). Наименьшая потеря воды листьями яблони сибирской отмечена только в сквере «Баджей», а у черемухи Маака еще и в парке «Космонавтики».

Особенности потери воды листьями исследуемых видов сохранились и в августе (рис. б). Увеличение водоудерживающей способности листьев в различные периоды вегетации в парках «Космонавтики», «Троя» и в сквере «Баджей» характеризует возможности адаптации растений к условиям загрязнения.

Тем не менее, в конце вегетационного периода водоудерживающая способность листьев яблони сибирской и березы повислой снизилась. Потеря воды листьями этих пород по сравнению с данными июля в парке «Космонавтики» возросла на 3,3 и 2,4 %, в парке «Троя» – на 4,7 и 4,5 %, в сквере «Баджей» – на 2,1 и 1,1 %, в контроле – на 2,8 и 9,6 % соответственно. Это обусловлено как процессами естественного старения клеточных мембран, которые к концу вегетационного периода уже не способны эффективно контролировать процесс потери воды, так и загрязнением мембран и клеток токсичными соединениями, накопленными в течение вегетационного периода.

Напротив, у черемухи Маака по окончании вегетационного периода водоудерживающая способность листьев увеличилась. По данным В.С. Николаевского, у видов, устойчивых к загрязнению воздуха, уменьшается апертура устьиц и снижается скорость потери воды, а у неустойчивых очень слабо изменяется апертура устьиц и резко увеличивается потеря воды [3, 4]. Повышение водоудерживающей способности листьев у черемухи Маака свидетельствует о большей устойчивости данного вида к условиям городской среды.

Исследованиями показано, что водоудерживающую способность листьев можно использовать как метод фитоиндикации. В качестве биоиндикаторов предложены наиболее чувствительные виды – ясень пенсильванский и жимолость татарская [4]. Согласно нашим данным наиболее чувствительным к фитотоксикантам, а значит, и более информативным видом для целей фитоиндикации в условиях г. Красноярска, является береза повислая. Этот вид обладает большой пластичностью (способен адаптироваться к условиям произрастания) и высокой чувствительностью к загрязнению [2, 5]. По степени увеличения экологического загрязнения исследуемые территории г. Красноярска распределились следующим образом: Октябрьский район (парк «Троя») – Зеленая роща (парк «Космонавтики») – Ленинский район (сквер «Баджей»).

Таким образом, в результате проведенных исследований обнаружена тесная зависимость между водоудерживающей способностью листьев и степенью загрязнения мест произрастания растений. Наиболее чувствительным биоиндикатором оказалась береза повислая, а водоудерживающую способность листьев можно использовать в качестве показателя экологической ситуации городов Сибири.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Красноярского края в 2007 году»
2. Козик Е.В., Сунцова Л.Н., Иншаков Е.М. Физиологические особенности древесных растений в условиях урбанизированной среды г. Красноярска // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-техн. конф. Брянск: БГТА, 2010. Вып. 26. С. 139–141.
3. Неверова О.И., Еремеева Н.И. Опыт использования биоиндикаторов в оценке загрязнения окружающей среды: аналит. обзор. Новосибирск, 2006. 88 с.
4. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука, 1979. 280 с.
5. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. Пушкино: ВНИИЛМ, 2002. 220 с.
6. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. 1950. Вып. 1. С. 465–483.
7. Сунцова Л.Н., Иншаков Е.М. Древесные растения в условиях техногенной среды // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. 24, № 1. С. 95–99.
8. Уфимцева М.Д., Терехина Н.В. Фитоиндикация экологического состояния урбогеосистем Санкт-Петербурга. СПб.: Наука, 2005. 339 с.
9. Чернышенко О.В. Древесные растения как аккумуляторы и показатели загрязнения атмосферы // Мониторинг состояния лесных и городских экосистем: моногр. / под ред. В.С. Шалаева, Е.Г. Мозолева. М.: МГУЛ, 2004. С. 219–230.

L.N. Suntsova, E.M. Inshakov, E.V. Kozik
Siberian State Technological University

Assessment of Urban Environment State by Phytoindication Method (based on example of Krasnoyarsk)

The effect of anthropogenic environment on physiological peculiarities of some species of woody plants is studied. The dependence between water retentivity of leaves and pollution degree of plants growth places is detected. The most informative species are revealed for phytoindication in the conditions of Krasnoyarsk, the districts with the highest degree of anthropogenic effect are determined.

Keywords: woody plants, phytoindication, leaves, water retentivity, environmental pollution, adaptation.