

УДК [630\*17:582.47+630\*161.32](470.51-25)

**ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ  
В УСЛОВИЯХ УРБАНОЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ Г. ИЖЕВСКА)**

© А.С. Алексеенко, Е.В. Пашков, К.Е. Ведерников, И.Л. Бухарина

В условиях городской среды проанализированы данные о состоянии хвойных видов, дана оценка их жизненного состояния в зависимости от экологических условий произрастания. Выявлены особенности морфогенеза хвойных растений на примере формирования годичного и радиального прироста. Оценивалось состояние фотосинтеза в различных функциональных зонах города.

Ключевые слова: жизненное состояние, морфогенез растений, почвенный профиль, адаптивный механизм, интенсивность фотосинтеза.

Городская среда отличается своеобразием экологических факторов, специфичностью техногенных воздействий, приводящих к значительным изменениям окружающей среды.

Загрязнение окружающей среды является острой экологической проблемой, особенно в городских и промышленных районах. Воздействие токсикантов приводит к значительному ухудшению состояния и даже гибели биологических систем на обширных территориях, поэтому актуальной задачей является поиск объективных и достаточно простых в исполнении методов ранней диагностики техногенного загрязнения природной среды.

Исследования проводились в г. Ижевске, одном из крупнейших городов Приволжского региона. Современный Ижевск имеет достаточно высокий уровень загрязнения, на территории города располагаются 149 предприятий. Исторически сложившаяся планировка в целом неблагоприятна для экологической обстановки. Жилые массивы расположены вблизи предприятий, что способствует

загрязнению воздушного пространства города промышленными газами при любом направлении ветра.

В качестве районов исследования были выбраны различные функциональные зоны по мере воздействия антропогенной нагрузки – селитебная зона (спальный микрорайон «Север»), примагистральные посадки (ул. Удмуртская). В качестве зоны условного контроля (ЗУК) выбран парк ландшафтного типа им. С.М. Кирова площадью 113 га, имеющий компактную нерасчлененную конфигурацию. Объектами исследований являлись хвойные растения – ель европейская (*Picea abies* L.) и ель колючая (*Picea pungens* Engelm.).

Экологическая характеристика районов исследования была выполнена на основе фундаментальных материалов [1]. Для оценки состояния хвойных растений в изучаемых районах были выбраны по 3 особи каждого изучаемого вида. Таксационное описание проводили согласно таксации отдельно растущих деревьев [2], пороки древесных растений определялись согласно ГОСТ 2140-81 [3].

АЛЕКСЕЕНКО Анна Сергеевна, ФГБОУ ВПО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, e-mail: elena7108@yandex.ru

ПАШКОВ Евгений Васильевич, ФГБОУ ВПО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, e-mail: bimer1@mail.ru

ВЕДЕРНИКОВ Константин Евгеньевич – к.б.н., ФГБОУ ВПО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, e-mail: wke-les@rambler.ru

БУХАРИНА Ирина Леонидовна – д.б.н., ФГБОУ ВПО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, e-mail: buharin@udmlink.ru

Жизненное состояние устанавливали визуально по степени повреждения ассимиляционного аппарата и крон растений [4].

Для описания почв, изучения их морфологических признаков, установления границ между различными типами почв отбора образцов для анализов делали почвенные разрезы [5].

Почвы отбирались на пробных площадях методом конвертов (смешанная проба).

Особенности морфогенеза хвойных растений изучали на примере формирования годичного и радиального прироста. Для этого проводили измерение биометрических показателей годичного прироста. С каждого учетного растения собирали по 10 побегов нынешнего и прошлого года с южной экспозиции кроны. Побеги собирались в конце сентября после остановки ростовых процессов (длина годичного побега, биомасса хвоинок, параметры хвоинок (длина и ширина)).

Для определения радиального прироста изучаемых растений с каждого учетного растения брали керны с высоты 1,3 м от основания ствола при помощи возрастного бурава. По этим данным сделали предварительные выводы о том, как влияет степень техногенной нагрузки на ростовые процессы хвойных растений различных видов. Для обработки применялся пакет статистических программ Statistica 6.0.

Агрохимические анализы почв показали, что для почв парковой зоны характерна кислотность, равная 6,0, и нормальная плотность сложения. Выявлено среднее и высокое содержание гумуса, подвижного фосфора, обменного калия, аммонийного азота и очень низкое содержание нитратного азота.

В 2012 г. после применения нового антигололедного реагента «Бионорд» на ул. Удмуртской [6] отмечены ожоги хвои ели колючей, той части кроны, которая примыкает к магистрали.

Выявлено, что на побеге текущего года отмечается наибольшее количество хвои, чем на побеге предыдущего года. Однако площадь хвои, наоборот, больше на побегах прошлых лет, чем на побегах нынешнего года. Это мо-

жет быть связано с накоплением в хвое токсичных веществ, вследствие чего пораженная хвоя отмирает и сбрасывается. В оставшейся хвое увеличивается концентрация хлорофилла, что приводит к увеличению площади хвои.

Наибольшие показатели массы хвои отмечены у ели колючей в магистральных посадках на ул. Удмуртской. Это связано с тем, что мощный кутикулярный слой хвои ели колючей, который формируется как адаптивный защитный механизм и защищает от поступления загрязняющих веществ, в связи с чем ель колючая имеет относительно высокие баллы жизнестойкости в городской среде.

Следовательно, ель колючая показала более высокую устойчивость в урбанизированной среде по сравнению с елью европейской.

Для определения радиального прироста брались керны с помощью возрастного бурава, на которых изучались и особенности формирования годичных колец. По этим данным можно оценить степень влияния техногенной нагрузки на ростовые процессы хвойных растений различных видов в динамике.

Наибольший радиальный прирост по годам отмечен у ели колючей, произрастающей в парке им. С.М. Кирова, т.к. парк является естественным природным ландшафтом, благоприятным для произрастания интродуцированных видов.

Практически во всех функциональных зонах в 2010 г. наблюдается резкое снижение радиального прироста, что связано с аномальной жарой и засухой в вегетационный период этого года, но зафиксированного факта гибели изучаемых видов нет.

Фотосинтез весьма чувствителен к факторам внешней среды и тесно связан с физиологическим состоянием листьев и растения в целом. Считается, что хвойные древесные растения по интенсивности фотосинтеза в расчете на единицу площади листовой поверхности уступают травянистым растениям. Низкая интенсивность фотосинтеза компенсируется за счет более продолжительного вегетационного периода и большего количества хвои. Листья (хвоя) распределяются в кроне дерева таким образом, что

достигается максимальное использование энергии света [7].

Изучение сезонной динамики ассимиляционной активности ели колючей показало, что она различалась в насаждениях условного контроля и в зонах воздействия техногенного загрязнения (рис. 1).

В насаждениях зоны условного контроля интенсивность фотосинтеза хвой ели в июне и июле достоверных отличий не имела, но в августе наблюдалось существенное увеличение этого показателя. В июне интенсивность фотосинтеза ели колючей в насаждениях вдоль магистральных улиц достоверно превышала показатель ЗУК. В июле такая особенность была отмечена лишь в насаждениях микрорайона «Север». Можно полагать, что невысокий уровень загрязнения почв и атмосферного воздуха тяжелыми металлами (многие из которых являются для растений биогенными элементами) оказал стимулирующее воздействие на фотосинтез растений. В августе достоверных различий показателя ассимиляционной активности ели колючей в исследуемых типах насаждений не выявлено [8].

Следует отметить, что максимальная ассимиляционная активность хвой ели колючей наблюдалась в насаждениях микрорайона «Север» в июле и составляла  $43.08 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ , что немаловажно, т.к. другие виды древесных растений в этот период, как правило, снижа-

ли интенсивность фотосинтеза из-за высоких температур и уровня загрязнения среды [9].

Можно заключить, что анализ динамики ассимиляционной активности ели колючей в течение вегетационного периода свидетельствовал об относительно высокой устойчивости изучаемого вида.

**Выводы.** В настоящее время в озеленении городов недостаточно используются хвойные растения, среди которых имеются виды с высокой декоративностью и устойчивостью к неблагоприятным условиям среды.

В условиях естественных ландшафтов в почвах отмечено высокое содержание органического вещества и элементов минерального питания. Это может быть связано с тем, что в условиях парка не убирается и не утилизируется естественный опад.

Почвы в городской среде имеют нормальную плотность сложения, но низкую влажность. Преобразования почвенных горизонтов – более 50 см. Таким образом, все почвы в исследуемых районах трансформировались в урбаноземы.

Проводимые нами исследования, на наш взгляд, представляют не только научный (выявление механизмов адаптации растений в условиях урбанизированной среды), но и практический интерес (материалы исследований могут быть использованы для разработки проекта экологического каркаса

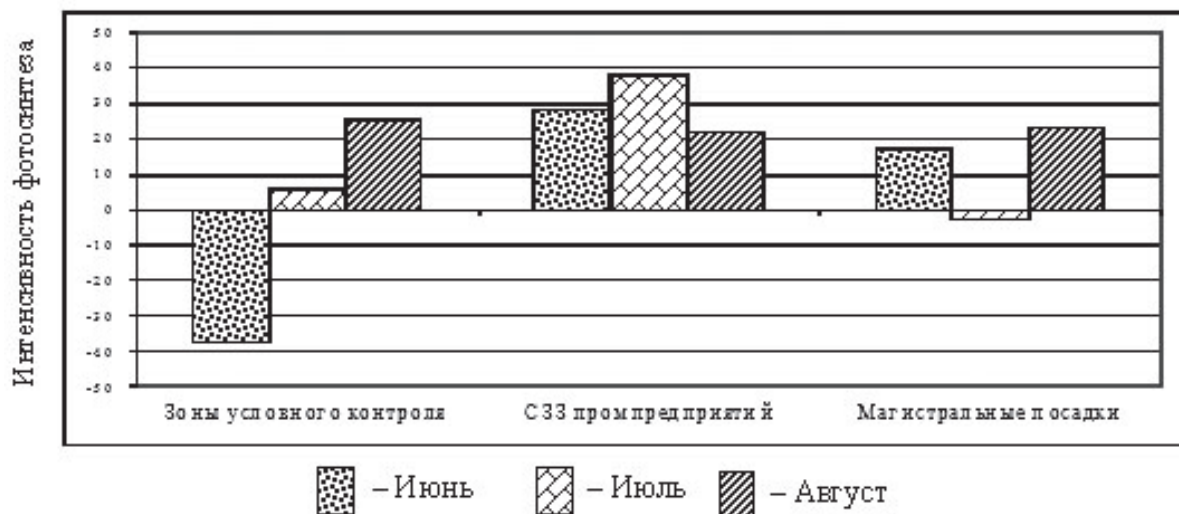


Рис. 1. Интенсивность фотосинтеза ели колючей, произрастающей в насаждениях разных функциональных зон г. Ижевска

г. Ижевска и его окрестностей, при разработке генерального плана реконструкции города).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад об экологической обстановке г. Ижевска в 2011 г. Ижевск, 2012. 83 с.
2. Соколов П.А. Таксация леса. Ч.1. Таксация отдельных деревьев: учебное пособие. Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. 85 с.
3. ГОСТ 2140-81. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. М.: Изд-во стандартов, 1982.
4. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука, 1999. 277, 280 с.
5. Веретенников А.В. Фотосинтез древесных растений. Воронеж: ВГУ, 1980. 76 с.
6. Доклад об экологической обстановке г. Ижевска в 2010 г. Ижевск, 2011. 70 с.
7. Неверова О.А., Колмогорова Е.Ю. Древесные растения и урбанизированная среда. Новосибирск: Наука, 2003. 22 с.
8. Бухарина И.Л., Поварнищина Т.М., Ведерников К.Е. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: монография. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. 216 с.
9. Бухарина И.Л., Журавлева А.Н., Большова О.Г. Городские насаждения: экологический аспект: монография. Ижевск: ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет», 2012.



### PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF CONIFERS IN URBAN ECOSYSTEMS (exemplified by the city of Izhevsk)

© A.S. Alekseenko, E.V. Pashkov, K.E. Vedernikov, I.L. Bukharina

This paper analyzes the data on coniferous species in urban environments and assesses the state of their life depending on the environmental conditions of growth. It also considers peculiar features of conifer morphogenesis based on the formation of one-year and radial growth rings. An assessment is given of the state of photosynthesis in different functional areas of the city.

Key words: state of life, plant morphogenesis, soil profile, adaptive mechanism, rate of photosynthesis.