

ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА И ДИЗАЙН

МОНИТОРИНГ ДЕНДРОФЛОРЫ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ МЕТОДОМ ОЦЕНКИ БИОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

М.В. Рябухина¹, А.В. Филиппова¹,
С.Л. Белопухов², Т.А. Федорова³

¹ФГБОУ ВПО Оренбургский государственный аграрный университет
ул. Ленинская, д. 59а, Оренбург, Россия, 460014

²Кафедра физической и органической химии
Университет сельскохозяйственных наук
ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет —
МСХА имени К.А. Тимирязева
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127550

³Кафедра ландшафтной архитектуры и дизайна
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

Первым звеном на биохимическом уровне, на которое воздействуют токсиканты, являются хлоропласты. Изменения в содержании пигментов, в частности, хлорофиллов, использовано в качестве индикаторной реакции повреждения, происходящего под действием загрязняющих воздух веществ. Проведено определение содержания аскорбиновой кислоты, принимающей участие в важнейших энергетических процессах растительной клетки — фотосинтезе и дыхании. Показано, что уровень содержания аскорбиновой кислоты может служить тестом, характеризующим устойчивость и адаптивный потенциал растений. Содержание аскорбиновой кислоты у ели меняется от 4,7 до 15,3%, у сосны от 3,6 до 14,7%, у лиственницы от 3,5 до 7,8%.

Ключевые слова: дендрофлора, стресс, устойчивость, пигментный комплекс, антиоксидантный комплекс, аскорбиновая кислота.

Оценка состояния древесных растений городской среды методом биохимического тестирования в настоящий момент весьма актуальна, так как позволяет выявить негативные изменения на ранних стадиях и своевременно применить комплекс мероприятий направленных на улучшение общего жизненного состояния

оцениваемой выборки растений строго определенного насаждения, парка, массива. Метод биохимического тестирования позволяет также оценить уровень адаптации насаждения [1; 2].

В настоящий момент времени в ряде городов нашей страны уделяют большое внимание дендрофлоре при озеленении городов. Насаждения из древесных пород растений имеет ряд преимуществ перед травянистыми формами, среди которых наиболее важными является: шумо- и пылепоглощение, формирование микроклимата (температура, влажность, освещенность), фитонцидная и газопоглощающая функции [3—5].

Широко популярен метод посадки крупномеров — взрослых деревьев (от трех до пятнадцати метров в высоту), используемых для посадок с хозяйственной и декоративной целью. Озеленение городов крупномерами имеет ряд положительных моментов при оценке общедекоративной функции насаждений, однако очень дорог и требует особенно тщательного ухода.

В связи с этим актуален вопрос ранней диагностики древесных насаждений, позволяющий своевременно разработать и принять ряд мероприятий, направленных на поддержание и сохранение древесных насаждений.

Основной проблемой выпадения насаждений является стресс на присутствие в окружающей среде загрязнителей. Учитывая то, что городская среда неоднородна по уровню загрязнения, а количественные показатели основных загрязнителей варьируют в зависимости от розы ветров, сезона года и прочих условий, становится актуальным исследовать адаптационный механизм растений к факторам окружающей среды [6; 7].

В рамках научно-исследовательской работы в 2010—2013 гг. была осуществлена работа по изучению влияния загрязнения воздушного бассейна на биохимические маркерные показатели (накопление пигментов и аскорбиновой кислоты в зеленой массе) хвойных пород деревьев в различных условиях произрастания на примере города Оренбурга.

Условия произрастания определялись районами исследования: Дзержинский район находится в северной части города, заложено 5 площадей, Ленинский район находится в восточной и юго-восточной частях города, заложено 5 площадей, Промышленный район — западная часть города, заложено 12 площадей, Центральный район — центральная часть города, заложено 17 площадей, Поселок Ростоши — пригород Оренбурга. Выбор места заложения учетных площадей зависело от расположения автострад, автостоянок, санитарно-защитных зон, спальные районы города.

Исследование биохимических маркерных показателей. Исследованиями установлено, что накопление и динамика изменения аскорбиновой кислоты (АК) являются видоспецифичными характеристиками. Динамика накопления АК у изученных видов сходная, но у *Larix sukaczewii* Djl (рис. 1) более высокие абсолютные показатели на протяжении всей вегетации, минимальный показатель АК отмечается в хвое *Picea abies* L. Выявленная динамика увеличения содержания АК с нарастанием степени антропогенной нагрузки внутри исследованных районов объясняется как защитная функция растений.

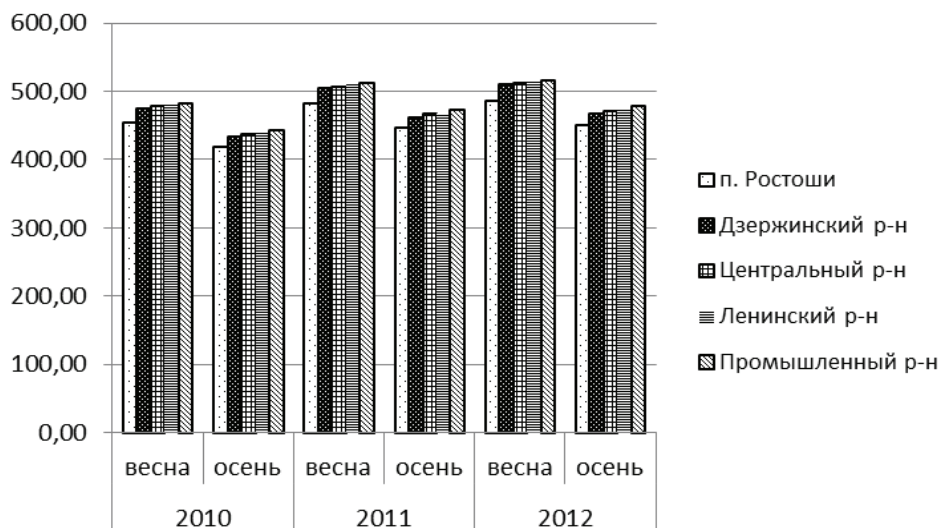


Рис. 1. Динамика уровня аскорбиновой кислоты (мкг/г) в хвое *Larix sukaczewii Djil*

При изучении пигментного комплекса хвои первого, второго и третьего года жизни *Picea abies L.*, *Pinus sylvestris L.* и хвои с двухлетних побегов *Larix sukaczewii Djil* было установлено, что накопление и характер изменения пигментного фонда, как и другие физиологические показатели, являются видоспецифичными характеристиками и зависят от уровня аэротехногенного воздействия.

Изученные виды характеризуются сходной сезонной динамикой пигментного комплекса, максимальное количество пигментов обнаружено в хвое второго года жизни, минимальное в хвое третьего года жизни, в весенне-летний период количество пигментов заметно больше, чем в осенний период.

Отмеченная закономерность объясняется тем, что количество пигментов с возрастом хвои существенно изменяется, в хвое первого года формируется значительная часть фонда хлоропластов и почти все каротиноиды, остальное количество пигментов накапливается в весенне-летний период следующего года [14—15].

С нарастанием степени антропогенной нагрузки количество пигментов в хвое увеличивается. У *Larix sukaczewii Djil* накопление пигментного фонда в связи с листопадностью осуществляется более высокими темпами, чем у *Picea abies L.* и у *Pinus sylvestris L.* Она же отличается и более высоким количественным содержанием пигментов. *Larix sukaczewii Djil* наиболее резистентна в условиях антропогенного загрязнения, вследствие чего более интенсивно накапливает зеленые и желтые пигменты. Минимальное количественное содержание пигментов отмечается в хвое, *Pinus sylvestris L.* среди изученных видов *Pinus sylvestris L.* наименее толерантна к условиям антропогенного воздействия (рис. 2).

Исследования показали, что условия городской среды значительно не меняют характер формирования и деградации пигментного фонда, то есть динамику пиг-

ментов ассимиляционного аппарата. В динамике накопления хлорофиллов (в) в хвое первого года жизни *Picea abies* L. и *Pinus sylvestris* L. в условиях г. Оренбурга отмечен максимум, приходящийся на конец весны — начало лета. С увеличением степени загрязнения в хлоропластах хвои *Pinus sylvestris* L. происходит снижение общего количества хлорофиллов и каротиноидов. Величина отношения суммы зеленых пигментов к каротиноидам указывает на лабильность пигментного комплекса в конкретных условиях существования. Хвойные растения города характеризуются довольно высокими значениями этого показателя.

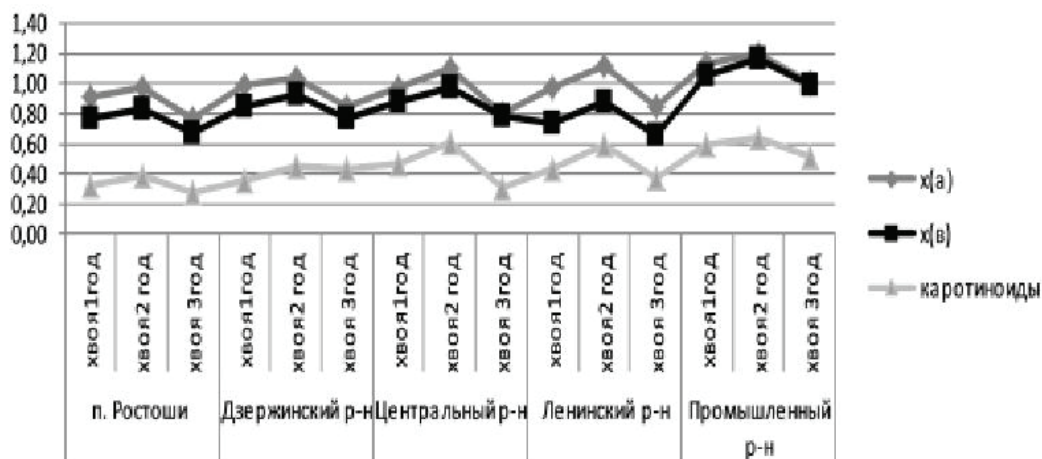


Рис. 2. Динамика фотосинтетических пигментов (мг/г) в хвое *Pinus sylvestris* L. в весенний сезон года

Сравнивая результаты исследования 2010—2013 гг., можно отметить для всех изученных видов увеличение содержания х(а) в 2,5—3 раза, х(в) в 1,5—2 раза, каротиноидов 1,5—2,5 раза. Исследования показали, что в наибольшей степени растения угнетены в Промышленном районе, велика доля ослабленных деревьев в Ленинском и Центральном районах, в наименьшей степени исследованные виды угнетены в п. Ростоши, насаждения в Дзержинском районе занимают промежуточное значение.

Проведенные исследования влияния аэротехногенного загрязнения города Оренбурга на древесные растения: *Picea abies*, *Larix sukaczewii*, *Pinus sylvestris* позволяют сделать следующие основные выводы.

На обследованной территории г. Оренбурга среди изученных видов более высокая жизненность характерна в большей степени для лиственницы и в меньшей для сосны, показатель жизненности ели приближен к показателю лиственницы.

Таким образом, изменение в содержании аскорбиновой кислоты определяются видовой принадлежностью, уровнем аэротехногенного загрязнения, сезоном года отбора проб, возрастом хвои, максимальный уровень отмечается в хвое два года. Содержание аскорбиновой кислоты у ели меняется от 4,7 до 15,3%, у сосны от 3,6 до 14,7%, у лиственницы от 3,5 до 7,8%.

Сильное влияние на количество хлорофилла и каротиноидов оказывает уровень аэротехногенного загрязнения, пространственное местоположение дерева в насаждениях, а также возраст хвои. При этом количество хлорофилла (а) и каротиноидов меняется в среднем у ели от 37 до 58%, у сосны от 32 до 74%, у лиственницы от 20 до 53%. Концентрация хлорофилла (в) в среднем меняется у ели от 22 до 54%, у сосны от 19 до 73%, у лиственницы от 17 до 45%.

Устойчивость изученных видов древесных пород к загрязнению воздушной среды снижается в ряду «лиственница — ель — сосна». Для осуществления локального мониторинга целесообразно применение следующих показателей: уровень содержания аскорбиновой кислоты, накопление каротиноидов и суммы пигментов, наиболее полно отражающих состояние растений.

Ранжирование районов города по изученным параметрам показало, что в наибольшей степени загрязнен Промышленный район, в равной степени Ленинский и Центральный районы, наименее загрязнен Дзержинский район. Контрольный участок отличается лучшими экологическими условиями, в сравнение с Дзержинским районом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Рябухина М.В.* Пигментный состав ели колючей (*Picea pungens engelm*) в условиях урбанизированной среды (на примере г. Оренбурга) // *Материалы международной молодежной конференции в рамках фестиваля науки «Человек. Природа. Общество. Актуальные проблемы»*. Воронеж, 2012. С. 314—316.
- [2] *Бугаев П.Д., Белопухов С.Л., Ламмас М.Е.* Особенности формирования урожая пивоваренного ячменя при использовании защитно-стимулирующих комплексов в условиях Центрального района Нечерноземной зоны // *Достижения науки и техники АПК*. 2014. № 8. С. 26—28.
- [3] *Савельева Н.А., Колонцов А.А., Белопухов С.Л., Филиппова А.В.* Динамика флуктуирующей асимметрии растений-интродуцентов г. Орехово-Зуево // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2014. № 4 (48). С. 149—151.
- [4] *Кошкин Е.И., Андреева И.В., Белопухов С.Л.* Оценка фиторемедиационного потенциала сортов ярового рапса (*Brassica napus l.*) в условиях загрязнения тяжелыми металлами дерново-подзолистой почвы // *Агрехимия*. 2014. № 8. С. 79—87.
- [5] *Белопухов С.Л., Бугаев П.Д., Ламмас М.Е., Прохоров И.С.* Влияние биопрепаратов на фотосинтетическую активность посевов ячменя // *Агрехимический вестник*. 2013. № 5. С. 19—21.
- [6] *Калабаишкина Е.В., Белопухов С.Л., Дмитревская И.И.* Влияние препаратов физиологически активных веществ на основные показатели фотосинтетической деятельности льна-долгунца // *Агрехимия*. 2013. № 4. С. 55—59.
- [7] *Шатилова Т.И., Витол И.С., Герчиу Я.П., Белопухов С.Л., Семко В.Т.* Действие препаратов — фиторегуляторов на формирование качества зерновых культур // *Достижения науки и техники АПК*. 2010. № 12. С. 47—48.
- [8] *Мишина О.С., Белопухов С.Л., Прусакова Л.Д.* Физиологические основы применения регуляторов роста циркона и карвитола для увеличения продуктивности гречихи // *Агрехимия*. 2010. № 1. С. 42—54.

URBAN ENVIRONMENT MONITORING DENDROFLORA METHOD OF ASSESSING BIOCHEMICAL MARKER INDEXES

M.V. Ryabukhina¹, A.V. Filippova¹,
S.L. Belopukhov², T.A. Fedorova³

¹Orenburg state agrarian University
Lenin str., 59A, Orenburg, Russia, 460014

²Department of physical and organic chemistry
Russian State Agrarian University — MTTA named after K.A. Timiryazev
Timiryazevskaya str., 49, Moscow, Russia, 127550

³Department of landscape architecture and design
Russian People's Friendship University
Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

The first link on a biochemical level to which exposure to toxic agents, are the chloroplasts. Changes in the content of pigments, specifically, chlorophyll, used as an indicator reaction damage occurring under the influence of air pollutants. A determination of ascorbic acid content, taking part in the most important energetic processes of the plant cell — photosynthesis and respiration. It is shown that the levels of ascorbic acid can serve as a test characterizing the stability and adaptive capacity of plants. The content of ascorbic acid in spruce varies from 4.7 to 15.3% in pine from 3.6 to 14.7%, larch from 3.5 to 7.8%.

Key words: Dendroflora, stress resistance, pigment complex, a complex antioxidant, ascorbic acid.

REFERENCES

- [1] Ryabukhina M.V. Pigment composition barbed spruce (*Picea pungens* engelm) under the conditions of the urban environment (on the example of Orenburg). *Proceedings of the international youth conference at the Science Festival "Man. Nature. Society. Challenges"*. Voronezh, 2012. S. 314—316.
- [2] Bugaev P.D., Belopukhov S.L., Lammas M.E. Features of formation of a crop of malting barley by using protective-stimulating complexes in the conditions of the Central area of the Non-chemozem zone. *Advances in science and technology APK*. 2014. № 8. P. 26—28.
- [3] Savelyev N.A., Kolontsov A.A., Belopukhov S.L., Filippov A.V. The dynamics of fluctuating asymmetry of introduced plants Orekhovo-Zuyevo. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2014. № 4 (48). P. 149—151.
- [4] Koshkin E.I., Andreeva I.V., Belopukhov S.L. Evaluation of phytoremediation potential varieties of spring rape (*Brassica napus* l.) In terms of heavy metal contamination of sod-podzolic soil. *Agrochemistry*. 2014. № 8. P. 79—87.
- [5] Belopukhov S.L., Bugaev P.D., Lammas M.E., Prokhorov I.S. Influence of biological products on the photosynthetic activity of barley. *Agrochemical Gazette*. 2013. № 5. P. 19—21.
- [6] Kalabashkina E.V., Belopukhov S.L., Dmitrevskaya I.I. Influence of preparations of physiologically active substances on the basic parameters of photosynthetic activity of flax. *Agrochemistry*. 2013. № 4. P. 55—59.
- [7] Schatilova T.I., Vitol I.S., Gerchiu J.P., Belopukhov S.L., Semko V.T. The drugs — phyto-regulators on the formation of the quality of grain crops. *Advances in science and technology APK*. 2010. № 12. P. 47—48.
- [8] Mishina O.S., Belopukhov S.L., Prusakova L.D. The physiological basis for the use of growth regulators and zircon karvitola to increase the productivity of buckwheat. *Agrochemistry*. 2010. № 1. P. 42—54.