

**УДК 635.05:581.1+574**

**DOI 10.37279/2413-1725-2020-6-2-108-118**

## **СОСТОЯНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ ЛИСТЬЕВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

*Кунина В. А., Белоус О. Г.*

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур», Сочи, Россия  
E-mail: oksana191962@mail.ru*

В статье представлены результаты исследований эколого-биологических особенностей ряда перспективных в озеленения города древесных культур. Рассмотрены вопросы изменения содержания зеленых пигментов и оценки флуоресценции хлорофилла в листьях. Растения характеризуются разным содержанием зеленых пигментов, что необходимо учитывать при анализе экологического вклада зеленых насаждений в оптимизацию городской среды. Содержание пигментов в листьях в местах наиболее интенсивного движения автотранспорта, ниже по сравнению с растениями, отобранными в зонах условного контроля (НСР ( $p \leq 0,05$ ) = 0,53 – 0,97). В зоне условного контроля (СБСК) количество хлорофилла а по сравнению с хлорофиллом b существенно выше, чем в стрессовых районах (НСР ( $p \leq 0,05$ ) = 0,68). У видов в условиях оживленной транспортной нагрузки стационарный уровень флуоресценции ниже, что свидетельствует о снижении жизнеспособности растений.

**Ключевые слова:** древесные растения, вечнозеленые, городская среда, хлорофилл, флуоресценция.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Особенности жизнедеятельности и экологическая роль древесных растений в городах изучались многими учеными [1–9]. В дендрологическом отношении хорошо изучены и древесные породы Краснодарского региона [10–17]. Однако, важные характеристики растений, отражающие особенности их адаптации к условиям городской среды, изучены не в полной мере и требуют более детального исследования [18–20].

Нарушение физиологических функций растений в условиях городской среды является ответной реакцией организма на комплекс негативных факторов. Это является проблемой не только для самого растения, но и затрудняет их средообразующую деятельность [18, 21, 22]. Использование эколого-физиологических показателей растений в фитомониторинге перспективно, но необходимо учитывать, что эти показатели лабильны и изменяются под влиянием внешних условий, поэтому исследования желательно проводить в режиме скрининга.

Нередко в городской среде наблюдается повышение содержания азота в листьях, что угнетает синтез хлорофилла и неблагоприятно сказывается на фотосинтетической активности растений [23]. Вредители и болезни снижают

фотосинтетическую активность, подавляется синтез углеводов, что обуславливает слабый рост, появление некротических пятен, в результате сокращаются размеры листовых пластинок, происходит потеря листового аппарата [5, 22, 23]. Проникшие в клетку газы сосредотачиваются в хлоропластах, что вызывает их набухание, это снижает синтез хлорофилла, и, как следствие – более раннее старение и отмирание листьев [4, 15].

Обогащение флоры городов края экологически эффективными, устойчивыми и эстетически привлекательными зелёными насаждениями весьма актуально. Изучение ассортимента городских зелёных насаждений (как аборигенных, так и интродуцированных видов) с оценкой их устойчивости к комплексу стресс-факторов городской среды имеют важное научное и практическое значение. Тем более, что в Сочи комплексных исследований эколого-биологических особенностей древесных культур ранее не проводилось.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Несмотря на довольно широкий ассортимент видов древесных растений, основная доля озелененной территории г. Сочи занята всего несколькими видами, восемь из которых, как виды, перспективные в озеленения города, стали объектами наших исследований. Для исследования нами отобраны: *Magnolia grandiflora* L. (магнолия крупноцветковая), *Laurus nobilis* L. (лавр благородный), *Aucuba japonica* Thunb. (аукуба японская), *Prunus laurocerasus* L. (лавровишня лекарственная), *Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl (коричник камфорный), *Nerium oleander* L. (олеандр обыкновенный), *Jasminum mesnyi* Hance (жасмин Месни), *Viburnum tinus* L. (калина лавролистная), *Ligustrum lucidum* (бирючина) и *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. (эриоботрия японская). Выбор насаждений проведен с учетом зонирования города: посадки вдоль дорог и парковые зоны.

Местом проведения исследований стали улицы Гагарина ( $S = 2,4$  га) и Курортный проспект ( $S = 3,7$  га), которые выбраны по критерию наибольшей протяженности в городе и интенсивности антропогенной нагрузки (характеризуются значительным автомобильным движением). В качестве зон условного контроля (ЗУК) мы остановили свой выбор на территориях Субтропического Ботанического сада Кубани (СБСК) и парка «Дендрарий» [24]. Территория Субтропического Ботанического сада Кубани является не только ЗУК, но и «фоном», так как здесь отмечается минимальное антропогенное воздействие, более мягкий микроклимат, обеспечиваются необходимые агротехнические мероприятия. Улицы Центрального района города Сочи условно названы «стрессовыми» точками наблюдения, поскольку окружены автомагистралями с постоянно интенсивным движением автомобилей, здесь наблюдается повышенный уровень загазованности и запылённости воздушной среды, отмечается высокий уровень инсоляции и повышенные по сравнению с другими частями города температуры, т.е. они являются «островом тепла».

При исследовании содержания фотосинтетических пигментов использовали спектрофотометрический метод определения содержания хлорофилла с экстракцией пигментов 96 %-м этанолом и использованием расчетных формул Смита и Бенитеза [25]. Оптическую плотность экстрагированных пигментов измеряли на

спектрофотометре ПЭ-5400ВИ, производитель ООО «ЭКРОСХИМ» (Россия) при длине волны для хлорофиллов *a* и *b* – 665 и 649 нм, соответственно, в кюветах с толщиной слоя 10 мм.

Оценка функционального состояния фотосинтетического аппарата велась по параметрам медленной индукции флуоресценции хлорофилла на портативном хлорофилл-флуориметре LPT-3CF/RT-Df (Россия). Перед измерением проводилась темновая адаптация объектов, для чего листья помещали в условия низкой освещённости (менее 50 Лк) на 15–20 минут [26].

Сбор растительного материала проводился маршрутным методом с отбором срединных ассимилирующих листьев годовых побегов с четырех сторон экспозиции растений. Повторность отбора листьев и физиолого-биохимических анализов трехкратная. Общее количество образцов – 60 штук листьев с повторения.

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась с использованием пакета ANOVA в STATGRAPHICS Centurion XV (версия 15.1.02, StatPoint Technologies) и MS Excel 2007. Статистический анализ включал одномерный дисперсионный анализ (метод сравнения средних с использованием дисперсионного анализа, *t*-критерий). Статистически значимой принята значимость различия между средними значениями при  $p < 0,05$ . Все эксперименты проводили в шестикратной повторности. Различия между повторностями оценивались с помощью непарного *t*-теста. Результаты исследования выражены в виде средней арифметической величины со стандартным отклонением.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение поведения растений в условиях окружающей среды требует наличия адекватных методов оценки протекаемых в растении процессов. Надежным источником информации о состоянии растения является фотосинтетический аппарат и его реакция на стрессовое воздействие.

Решающее значение для оценки возможной активности фотосинтеза листа и растения в целом имеет концентрация фотосинтетических пигментов. Хлорофиллы *a* и *b* представляют собой важнейшие компоненты фотосинтетического аппарата листьев. Их количественное содержание в листьях зависит от состояния и жизнедеятельности организма, его генетической природы, поэтому оно может быть использовано как физиологический показатель, характеризующий онтогенетические, возрастные, генетические и адаптационные особенности растений.

По литературным данным в урбанизированной среде условия места произрастания оказывают значительное влияние на содержание хлорофиллов в листьях древесных растений [6, 7, 21, 23]. Так, наше предварительное исследование суммарного содержания пигментов в листьях *Magnolia grandiflora*, произрастающей в местах наиболее интенсивного движения автотранспорта (ул. Гагарина и Курортный проспект), ниже по сравнению с растениями, отобранными в ЗУК (парк Дендрарий и СБСК) (рис. 1).

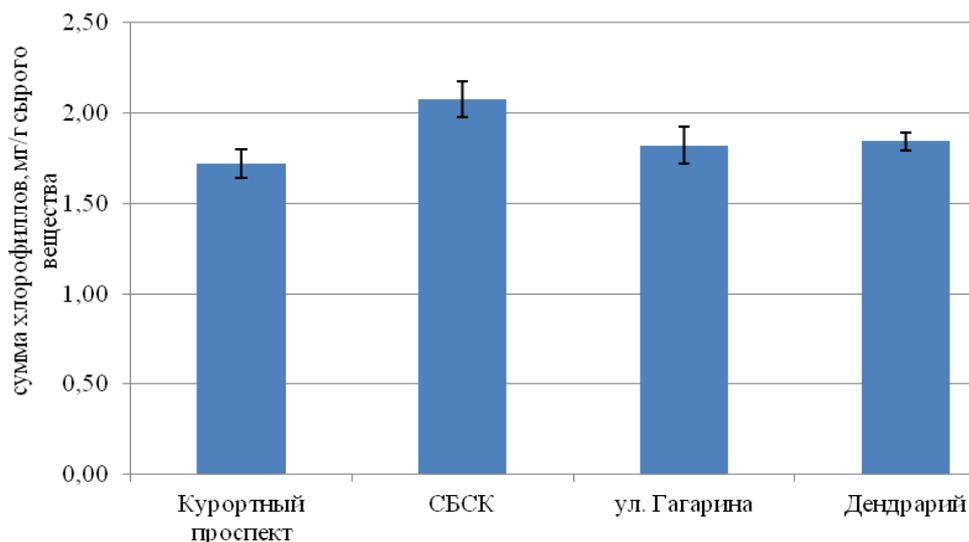


Рис. 1. Содержание хлорофилла в листьях *Magnolia grandiflora* в зависимости от расположения насаждений

Дальнейшие исследования, проведенные на большем количестве пород, показали, что этот процесс справедлив и в отношении остальных исследуемых растений (рис. 2).

Суммарное содержание зеленых пигментов в насаждениях «стрессовой» точки наблюдения (ул. Курортный проспект) существенно (НСР ( $p \leq 0,05$ ) = 0,53 – 0,97 в зависимости от пород) ниже, чем у растений из ЗУК (Субтропический Ботанический сад Кубани).

При этом, изучаемые растения характеризуются и разным содержанием зеленых пигментов, что обусловлено, в данном случае, их генетической особенностью. Так, наибольшее количество хлорофилла содержат листья лавра благородного (2,96 мг/г сырого вещества). Невысокое содержание по сравнению с листьями лавра у растений *Nerium oleander* (1,91 мг/г) и *Magnolia grandiflora* (1,86 мг/г). Наименьшее количество зеленых пигментов в листьях *Viburnum tinus* (1,32 мг/г). Данный факт необходимо учитывать при анализе экологического вклада зеленых насаждений в оптимизацию городской среды.

Лист вечнозеленого растения функционирует в течение круглого года и сохраняется на растении более 12 месяцев, характеризуясь невысокими значениями коэффициента вариации (около 10 %) компонентов пигментного комплекса. По уровню варибельности содержания хлорофилла, изученные виды древесных растений можно расположить в следующий ряд: жасмин Месни > бирючина блестящая и эриботрия японская > лавровишня лекарственная > олеандр обыкновенный > коричник камфорный > лавр благородный и магнолия крупноцветковая > аукуба японская > калина лавролистная.

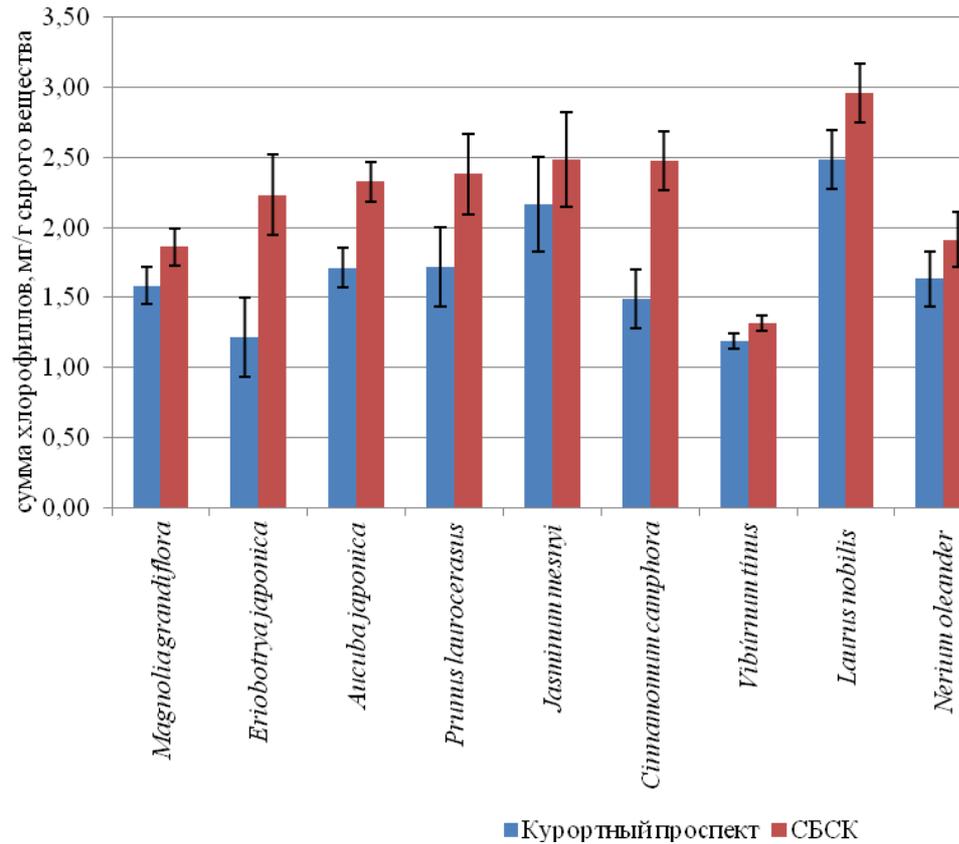


Рис. 2. Суммарное содержание хлорофилла в листьях изучаемых видов древесных растений

Кроме того, важным является не столько суммарное содержание пигментов, сколько их соотношение, так как антропогенные факторы (в основном, автомобильная нагрузка) в различной степени изменяют оптимальное соотношение пигментов, тем самым нарушают работу фотосинтетического аппарата растений [8, 21]. Нами показано, что помимо снижения общей суммы пигментов, происходят и изменения в соотношении хлорофиллов *a* и *b* в листьях (рис. 3). Как видно из рисунка 3, этот показатель в растениях, отобранных в различных районах города различен. В зоне условного контроля (СБСК) количество хлорофилла *a* по сравнению с хлорофиллом *b* выше, чем в стрессовых районах. В основном, мы фиксировали снижение содержания хлорофилла *a*, что предполагает, повышение синтеза хлорофилла *b*, который, компенсируя недостаток основного пигмента, частично берет на себя его функции. В зоне стрессовой нагрузки нарушение соотношения *a/b* носит существенный характер (НСР ( $p \leq 0,05$ ) = 0,68).

### СОСТОЯНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ ...

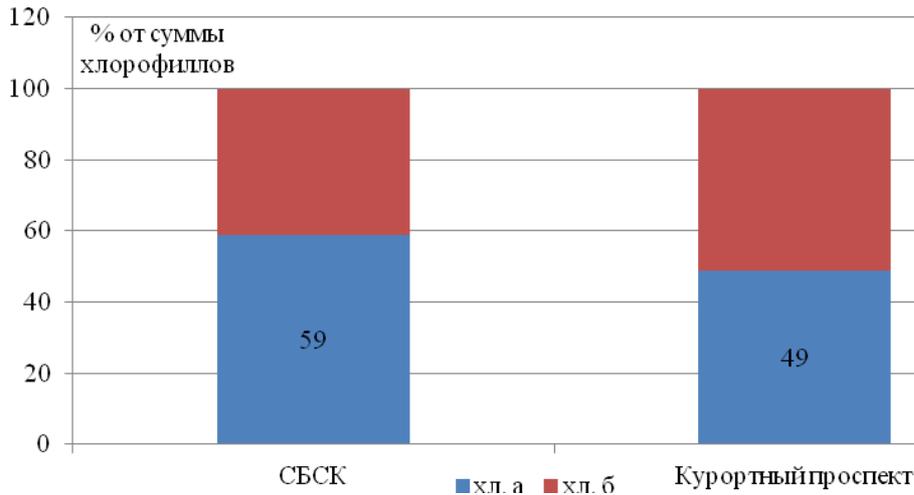


Рис. 3. Содержание хлорофиллов *a* и *b* в листьях изучаемых видов древесных растений (в среднем по породам)

Одним из наиболее информативных методов мониторинга, основанных на измерении биофизических характеристик растений, является анализ флуоресценции хлорофилла (табл. 1). Флуоресценция возбуждается в синей области спектра (470 нм), регистрируется кривая медленной индукции флуоресценции хлорофилла (МИФХ) медленная фаза кривой Каутского и на ее базе определяются параметры фотосинтетического преобразования световой энергии в растительной клетке. Полученные показатели позволяют судить о функциональном состоянии фотосинтезирующих тканей и всего растения в целом.

Исследования флуоресценции дают важную информацию, касающуюся характера активности фактора внешней среды по воздействию на параметры фотосинтеза, применимую не только в целях экологического мониторинга, но и при оценке устойчивости растений [26]. Метод показывает быструю реакцию фотосинтетического аппарата на действие факторов среды, в том числе – на условия культивирования в городе. Не случайно, изучая эколого-физиологические характеристики древесных растений и их средообразующую роль, мы оценивали и основные параметры флуоресценции, как показателя, косвенно связанного с ассимиляционной деятельностью.

Нами оценивался стационарный уровень флуоресценции ( $F_T$ ), уровень жизнеспособности ( $F_m/F_T$ ), показатель фотосинтетической активности по алгоритму экстраполяции ( $Kf_T$ ), показатель фотосинтетической активности, рассчитанный в каждый текущий момент измерений ( $Kf_n$ ).

Таблица 1

## Параметры медленной индукции хлорофилла, (M±m)

Виды	F_T		Fm/F_T		Kf_n	
	Курортный проспект	СБСК	Курортный проспект	СБСК	Курортный проспект	СБСК
<i>M. grandiflora</i>	87,0±2,1	62,4±5,4	1,9±0,1	2,7±0,5	0,3±0,01	0,4±0,03
<i>L. nobilis</i>	48,5±3,2	37,2±3,8	3,0±0,2	3,6±0,5	0,5±0,01	0,5±0,04
<i>A. japonica</i>	72,2±4,5	60,6±8,1	2,4±0,3	2,8±0,2	0,4±0,04	0,4±0,02
<i>P. laurocerasus</i>	59,3±5,6	59,0±2,3	2,7±0,3	2,8±0,3	0,4±0,03	0,4±0,04
<i>C. camphora</i>	72,5±4,1	48,7±7,6	1,9±0,1	2,9±0,3	0,4±0,01	0,5±0,03
<i>N. oleander</i>	83,2±1,9	55,2±4,2	3,1±0,2	3,4±0,2	0,5±0,01	0,5±0,01
<i>J. mesnyi</i>	51,4±1,9	42,0±5,6	3,1±0,1	3,3±0,5	0,5±0,01	0,5±0,04
<i>E. japonica</i>	81,3±2,5	62,1±5,5	2,7±0,2	3,4±0,5	0,4±0,02	0,5±0,03
HCP ( $p \leq 0,05$ )	19,86		0,16		NS	

Уровень жизнеспособности (Fm/F\_T) можно рассматривать как меру потенциальной активности фотосинтеза. Если величины Fm/F\_T около 2,5 единиц или выше указывают на высокую активность фотосинтеза, то значения ниже 1,0 позволяют предположить, что процесс ассимиляции CO<sub>2</sub> подавлен [26].

Исследования показали, что изучаемые нами виды отличаются по параметрам медленной индукции хлорофилла (табл. 1). Наибольшей фотосинтетической активностью отличаются растения *L. nobilis*, *N. oleander*, *J. mesnyi*, *C. camphora* и *E. japonica*. У видов, культивируемых в условиях оживленной транспортной нагрузки (Курортный проспект) стационарный уровень флуоресценции ниже, что свидетельствует о некотором снижении жизнеспособности растений. И как видно из таблицы 1, уровень жизнеспособности таких культур, как *M. grandiflora* и *C. camphora* характеризуются величиной Fm/F\_T в пределах 1,9 единиц, что значительно ниже, даже по сравнению с остальными породами, произрастающими в «стрессовой» точке наблюдения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, выявлено, что изучаемые растения характеризуются разным содержанием зеленых пигментов, что обусловлено их генетической особенностью. Данный факт необходимо учитывать при анализе экологического вклада зеленых насаждений в оптимизацию городской среды.

Суммарное содержание зеленых пигментов в насаждениях «стрессовой» точки наблюдения существенно (HCP ( $p \leq 0,05$ ) = 0,53 – 0,97) ниже, чем у растений из зон условного контроля.

По уровню variability суммарного количества хлорофилла, изученные виды древесных растений располагаются в следующем порядке: жасмин Месни > бирючина блестящая и эриоботрия японская > лавровишня лекарственная > олеандр

*обыкновенный > коричник камфорный > лавр благородный и магнолия крупноцветковая > аукуба японская > калина лавролистная.*

В зоне условного контроля (СБСК) количество хлорофилла *a* по сравнению с хлорофиллом *b* существенно выше, чем в стрессовых районах (НСР ( $p \leq 0,05$ ) = 0,68).

Исследуемые нами виды отличаются по параметрам медленной индукции хлорофилла, при этом, в условиях оживленной транспортной нагрузки (Курортный проспект) наблюдается снижение стационарного уровня флуоресценции, что свидетельствует о низкой жизнеспособности растений.

#### Список литературы

1. Кулагин Ю. З. Древесные растения и промышленная среда / Ю. З. Кулагин. – М.: Наука, 1974. – 125 с.
2. Тарабрин В. П. Использование зеленых насаждений для оптимизации среды в зоне загрязнения предприятий черной металлургии / В. П. Тарабрин, Л. В. Чернышова, Р. И. Пельтихина // Растения и промышленная среда: сб. науч. тр. – Свердловск: УрГУ, 1984. – С. 101–106.
3. Николаевский В. С. Биологические основы газоустойчивости растений / В. С. Николаевский – Новосибирск: Наука, 1979. – 280 с.
4. Сергейчик С. А. Газопоглотительная способность растений и аккумуляция в них элементов промышленных загрязнений / С. А. Сергейчик // Оптимизация окружающей среды средствами озеленения. – Минск: Наука и техника. 1985. – С. 68–75
5. Горышина Т. К. Растение в городе / Т. К. Горышина. – Л.: ЛГУ, 1991. – 152 с.
6. Неверова О. А. Особенности изменений некоторых физиолого-биохимических и биофизических показателей у древесных растений в условиях промышленного города / О. А. Неверова // Материалы всеросс. науч.-практ. конф. «Современные проблемы аграрной науки и пути их решения». – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2005. – С. 220–222.
7. Айдосова С. С. Морфо-анатомическая структура и адаптационные признаки растений в условиях техногенного загрязнения / С. С. Айдосова, Н. З. Ахтаева // Материалы конференции СГУ им. Шакарима. – Семипалатинск, 2006. – С. 108–113.
8. Бухарина И. Л. Городские насаждения: экологический аспект: монография / И. Л. Бухарина, А. Н. Журавлева, О. Г. Большова – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012. – 206 с.
9. Кавеленова Л. М. Проблемы организации системы фитомониторинга городской среды в условиях лесостепи / Л. М. Кавеленова. – Самара: «Универс групп», 2006. – 222 с.
10. Леонова Ю. М. Основные факторы антропогенной трансформации растительности в зоне влияния промышленных предприятий г. Павлодара : автореф...канд. биол. наук. / Ю. М. Леонова – Алматы, 2010. – 22 с.
11. Боровиков В. М. Деревья и кустарники сочинского дендрария / В. М. Боровиков, А. Л. Коркешко – Сочи, 1954. – 168 с.
12. Карпун Ю. Н. Декоративные древесные и многолетние травянистые растения Сочи. Рекомендации по породному и сортовому составу / Ю. Н. Карпун, А. А. Коркешко, В. И. Коробов, Г. А. Солтани, Т. В. Евсюкова, С. М. Лепилов – Сочи: ВНИИЦиСК, 2011. – 150 с.
13. Карпун Ю. Н. Особенности породного состава декоративных древесных растений, массово распространённых в районе Сочи / Ю. Н. Карпун, В. А. Кунина // Садоводство и виноградарство. – 2014. – №5. – С. 43–48
14. Карпун Ю. Н. Проблемы городского озеленения Сочи / Ю. Н. Карпун, М. В. Кувайцев, В. А. Кунина. – Сочи: СБСК-ВНИИЦиСК, 2016. – 88 с. – ISBN: 978-5-91789-220-7
15. Шеньшина Д. В. Проблемы газоустойчивости растений и методы ее диагностики / Д. В. Шеньшина, О. Г. Белоус // IV Международная молодежная научно-практическая конференция «Проблемы, инновационные подходы и перспективы развития индустрии туризма». – Сочи: СГУТиКД. – 2004. – Т.2. – С. 41–43. – ISBN:5-88702-163-2

16. Белоус О. Г. Растения в городе зимней олимпиады: экологический взгляд на проблему / О. Г. Белоус // Научно-практический ежегодник (сборник статей) «Вестник-2013». – Сочи: ИИЦ СИМБиП, 2013. – С. 201–204.
17. Зюзина Ю. И. Изменение структурной организации и ферментативной активности листьев лавра благородного (*Laurus nobilis* L.) в связи с поражением мягкой ложнощитовкой (*Coccus hesperidum*) / Ю. И. Зюзина, О. Г. Белоус // Сб. тр. Сухумского ботсада «165-летие Сухумского ботанического сада и 110-летие Сухумского субтропич. дендропарка». – Сухуми, Абхазия. – 2006 – С. 203–205.
18. Белоус О. Г. Оценка физиолого-экологического состояния растений олеандра / Белоус О. Г., Белоус А. А. // Сб. тр. Сухумского ботсада «165-летие Сухумского ботанического сада и 110-летие Сухумского субтропич. дендропарка». – Сухуми, Абхазия. – 2006. – С. 38–40.
19. Белоус О. Г. Особенности видов и сортов рододендрона в субтропиках России / Белоус О. Г., Локтева Н. А. // Материали за VII международна научна практична конференция «Найновите постижения на европейската наука – 2011». – Том 32. – Ветеринарна наука. Биологии. – София «Бял ГРАД-БГ» ООД. – 2011. – С. 17–19.
20. Грязев В. А. Роль вертикального озеленения в экологии города-курорта Сочи / В. А. Грязев, В. П. Ткаченко, В. К. Козин, О. Г. Белоус, Г. А. Солтани, Ц. В. Тутберидзе, П. В. Борисов, Н. В. Пшеничный. – Сочи, Краснодар: Просвещение-Юг, 2015, – 109 с.
21. Максимова Е. В. Влияние антропогенных факторов химической природы на некоторые эколого-биохимические характеристики растений / Е. В. Максимова, А. А. Косицына, О. Н. Макурина // Вестник СамГУ – Естественные науки. – 2007. – №8(58). – С. 146–152
22. Белоус О. Г. Действие антропогенного фактора на состояние растений / Белоус О. Г., Андреянченко М. В., Сеферян А. С., Косачева П. А. // Сб. тр. Сухумского ботсада «165-летие Сухумского ботанического сада и 110-летие Сухумского субтропич. дендропарка». – Сухуми, Абхазия. – 2006. – С. 14–16.
23. Веретенников А. В. Фотосинтез древесных растений / А. В. Веретенников. – Воронеж: ВГУ, 1980. – 76 с.
24. Краснощекова Н. С. Эколого-экономическая эффективность зеленых насаждений: Обзорная информация / Краснощекова Н. С. – М.: ЦЕНТИ Минжилкомхоза РСФСР, 1987. – 44 с.
25. Шлык А. А. Определение хлорофилла и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев. В кн.: Биохимические методы в физиологии растений / Шлык А. А. – М: Наука, 1971. – С. 154–170.
26. Будаговская О. Н. Комплексная диагностика функционального состояния растений / О. Н. Будаговская, А. В. Будаговский, И. А. Будаговский, С. А. Гончаров // Научные основы эффективного садоводства: Труды ВНИИС им. И. В. Мичурина. – Воронеж: Кварта, 2006. – С. 101–110.

## **STATE OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS LEAVES OF WOODY PLANTS IN AN URBAN ENVIRONMENT**

***Kunina V. A., Belous O. G.***

***Federal State Budgetary Scientific Institution «Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops», Sochi, Russian Federation  
E-mail: oksana191962@mail.ru***

Enriching the flora of the region's cities with environmentally effective, sustainable and aesthetically attractive green spaces is very important. The study of urban green spaces (both native and introduced species) with an assessment of their resistance to the complex of stress factors of the urban environment is of important scientific and practical importance. Moreover, in Sochi, comprehensive studies of ecological and biological features of tree crops have not been conducted before. The article presents the results of

research on the ecological and biological features of a number of promising tree crops in urban greening. The issues of changing the content of green pigments and evaluating the chlorophyll fluorescence in leaves are considered. Eight species that are most used in urban landscaping as research objects have been selected. Streets with the greatest length and intensity of anthropogenic factor (characterized by significant automobile traffic) as «stressful» observation points were chosen. Kuban Subtropical Botanical garden (KSBG) and the park «Dendrarium» are zones of conditional control territories. It is shown that plants are characterized by different content of green pigments. This fact should be taken into account when analyzing the ecological contribution of green spaces to the optimization of the urban environment. According to the level of variability in the content of chlorophyll, the studied species of woody plants can be placed in the following row: *Jasminum mesnyi* > *Ligustrum lucidum* and *Eriobotrya japonica* > *Prunus laurocerasus* > *Nerium oleander* > *Cinnamomum camphora* > *Laurus nobilis* and *Magnolia grandiflora* > *Aucuba japonica* > *Viburnum tinus*. It was found that the content of pigments in leaves in areas of the most intensive traffic is significantly lower (LSD ( $p \leq 0.05$ ) = 0.53 – 0.97 depending on the breed) compared to plants selected in the zones of conditional control. It is shown that total content of pigments not's important, as their ratio In the zone of conditional control (ZCC), the amount of chlorophyll a in comparison with chlorophyll b is significantly higher (LSD ( $p \leq 0.05$ ) = 0.68) than in the «stress» observation points. The stationary fluorescence level (F\_T), the viability level (Fm/F\_T), the photosynthetic activity index using the extrapolation algorithm (Kf\_T), and the photosynthetic activity index calculated at each current measurement point (Kf\_n) were evaluated. It was revealed that *L. nobilis*, *N. oleander*, *J. mesnyi*, *C. camphora*, and *E. japonica* are plants with the highest photosynthetic activity. In species with a busy transport load, the stationary level of fluorescence is lower, which indicates a decrease in plant viability.

**Keywords:** woody plants, evergreen, urban environment, chlorophyll, fluorescence.

### References

1. Kulagin Y. Z. *Woody plants and industrial environment*, 125 (Moscow: Nauka, 1974).
2. Tarabrin V. P., Chernyshova L. V., Peltikhina R. I. Use of green spaces for optimization of the environment in the zone of pollution of ferrous metallurgy enterprises, *Abstract of conference "Plants and industrial environment"* (Sverdlovsk: The Ural State University, 1984), p. 101
3. Nikolaevsky V. S. *Biological bases of gas resistance of plants*, 280 (Novosibirsk: Nauka, 1979).
4. Sergeychik S. A. Gas-absorbing capacity of plants and accumulation of elements of industrial pollution in them. *Optimization of the environment by means of gardening*, (Minsk: Science and technology, 1985), p. 68.
5. Goryshina T. K. *Plant in the city*, 152 (L.: Leningrad state University, 1991).
6. Neverova O. A. Features of changes in some physiological, biochemical and biophysical parameters in woody plants in conditions of an industrial city, *Abstract of All-Russian science conference "Modern problems of agricultural science and ways to solve them"* (Izhevsk: FGOU VPO Izhevsk state agricultural Academy, 2005), p. 220.
7. Aydosova S. S., Akhtayeva N. Z. Morphological-and-anatomical structure and adaptive features of plants in conditions of technogenic pollution, *Abstract of Conference of SGU names as Shakarima* (Semipalatinsk, 2006), p. 108.
8. Bukharina I. L., Zhuravleva A. N., Bolyshova O. G. *Urban plantings: ecological aspect*, 206 (Izhevsk: Udmurt University, 2012).

9. Kavelenova L. M. *Problems of organization of the system of phytomonitoring of the urban environment in the conditions of forest-steppe*, 222 (Samara: "Univers group", 2006).
10. Leonova Yu. M. Main factors of anthropogenic transformation of vegetation in the zone of influence of industrial enterprises in Pavlodar, *Thesis of diss. cand. science* (Almaty, 2006), p. 116.
11. Borovikov V. M., Korkeshko A. L. *Trees and shrubs of the Sochi arboretum*, 168 (Sochi, 1954)
12. Karpun Yu. N., Korkeshko A. A., Korobov V. I., Soltani G. A., Evsyukova T. V., Lepilov S. M. *Decorative woody and perennial herbaceous plants of Sochi. Recommendations for breed and varietal composition*, 150 (Sochi: RNSIFSG, 2011).
13. Karpun Yu. N., Kunina V. A. Features of the breed composition of decorative woody plants that are widely distributed in the Sochi area, *Horticulture and viticulture*, **5**, 43 (2014).
14. Karpun Yu. N., Kuvaytsev V. M., Kunina V. A. *Problems of urban greening Sochi*, 88 (Sochi: SBGK-RNSIFSG, 2016).
15. Shenshina D. V., Belous O. G. Problems of gas resistance of plants and methods of its diagnostics, *Abstract of International scientific and practical conference "Problems, innovative approaches and prospects of development of the tourism industry"*, **2**, 41 (Sochi, 2004).
16. Belous O. G. Plants in the city of the winter Olympics: an ecological view of the problem, *Abstract of conference "Vestnik-2013"* (Sochi: IIC Simbip, 2013), p. 201.
17. Zyuzina Yu. I., Belous O. G. Change in the structural organization and enzymatic activity of the leaves of the noble Laurel (*Laurus nobilis* L.) in connection with the lesion of soft false leaf (*Coccus hesperidum*), *Abstract of International conference "165th anniversary of the Sukhumi Botanical garden and the 110th anniversary of the Sukhumi subtropical. dendropark's"*, (Sukhumi, Abkhazia, 2006), p. 203.
18. Belous O. G., Belous A. A. Assessment of the physiological and ecological state of oleander plants *Abstract of International conference "165th anniversary of the Sukhumi Botanical garden and the 110th anniversary of the Sukhumi subtropical. dendropark's"*, (Sukhumi, Abkhazia, 2006), p. 38
19. Belous O. G., Lokteva N. A. Features of species and varieties of rhododendron in subtropics of Russia, *Abstract of VII international scientific practical conference "Nainovite postizheniyana evropeyskata Nauka -2011"*, (Sofia "Bjal GRAD-BG" OOD, 2011), p. 17.
20. Gryazev V. A., Tkachenko V. P., Kozin V. K., Belous O. G., Soltani G. A., Tutberidze Ts. V., Borisov P. V., Pshenichny N. V. *Role of vertical gardening in the ecology of the resort city of Sochi*, 109, (Sochi, Krasnodar: Enlightenment-South, 2015).
21. Maksimova E. V., Kositsyna A. A., Makurina O. N. Influence of anthropogenic factors of chemical nature on some ecological and biochemical characteristics of plants, *Vestnik SamGU-Natural Sciences*, **8(58)**, 146 (2007).
22. Belous O. G., Andreyanchenko M. V., Seferyan A. S., Kosacheva P. A. Effect of an anthropogenic factor on the state of plants, *Abstract of International conference "165th anniversary of the Sukhumi Botanical garden and the 110th anniversary of the Sukhumi subtropical. dendropark's"*, (Sukhumi, Abkhazia, 2006), p. 14.
23. Veretennikov A. V. *Photosynthesis of woody plants*, 76 (Voronezh: Voronezh state University, 1980).
24. Krasnoshchekova N. S. *Ecological and economic efficiency of green spaces*, 44 (M.: CENTI of the Ministry of agriculture of the RSFSR, 1987).
25. Shlyk A. A. *Determination of chlorophyll and carotenoids in green leaf extracts. In: Biochemical methods in plant physiology*, 154 (M: Nauka, 1971)
26. Budagovskaya O. N., Budagovsky A. V., Budagovsky I. A., Goncharov S. A. Complex diagnostics of the functional state of plants. In: *Scientific bases of effective gardening. Proceedings of VNIIS. I. V. Michurin*, 101 (Voronezh: Kvarta, 2006).