

На правах рукописи



Кунина Виктория Алексеевна

**ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВ
ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ
(на примере г. Сочи)**

1.5.15 – экология (биологические науки)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Ялта – 2021

Работа выполнена в лаборатории физиологии и биохимии растений Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук»

Научный руководитель: Белоус Оксана Геннадьевна, доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории физиологии и биохимии растений Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук»

Официальные оппоненты: Калаев Владислав Николаевич, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры генетики, цитологии и биоинженерии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет»
Келина Анна Викторовна, кандидат биологических наук, заведующий Отделом управления знаниями и научной информации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Сочинский Национальный Парк»

Защита диссертации состоится « 11 » ноября 2021 г. в 10-00 часов на заседании диссертационного совета Д 24.199.01 ФГБУН «Ордена Трудового Красного знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» по адресу: 298648, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52; e-mail: dissovvet.nbs@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУН «Ордена Трудового Красного знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» по адресу: 298648, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52; адрес сайта <http://obr.nbgnsc.ru>

Автореферат разослан « ___ » _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Корженевская Юлия Владиславовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Город – это природно-антропогенная система, основными системообразующими факторами которой являются человек и природная среда (Артамонов, 1986; Боговая, Теодоронский, 1990; Ганина, 1990; Белоус, 2013). Нарастающие темпы урбанизации ведут к увеличению численности городского населения, количества зданий и автотранспорта, что приводит к возрастанию антропогенного давления на растительность города. Помимо негативного влияния антропогенного фактора, в городской среде наблюдается воздействие на рост и развитие растений, их способность к репродукции факторов природного характера (Глазачев, 1980). В итоге, комплекс стрессоров обуславливает развитие неблагоприятной экологической обстановки и ухудшение качества жизни городского населения. В этой связи, проблема улучшения экологической обстановки городов (в первую очередь, путем улучшения условий для развития растительного биотопа) с целью создания комфортной среды для проживания людей, их труда и отдыха значима и актуальна.

Важной составляющей городской инфраструктуры является разноплановые зеленые насаждения (Дышловой, Плехов, 1978; Карпун, 2016; Клемешова, Келина, 2019), изучение которых для южного города-курорта, каким является Сочи, приобретает исключительную актуальность.

Особые природные условия и мягкий субтропический климат позволяют использовать в практике городского озеленения Сочи растения, которые во многих регионах России выращиваются только в оранжереях. В видовом отношении, для рассматриваемого нами региона, учитывая его субтропический климат, наибольшую ценность представляют вечнозелёные растения, количество которых только среди видов, рекомендуемых для преимущественного применения (кроме хвойных) – 127 (Карпун и др., 2011; Карпун, Кунина, 2015; Карпун, 2016). Из их числа особый интерес представляют вечнозелёные лиственные деревья (9 видов), вечнозелёные кустарники и кустовидные деревья (66 видов), вечнозелёные лианы (11 видов), а также специфические для региона древовидные растения (пальмы – 5 видов, бамбуки – 3 вида и розеточные растения – 6 видов). Именно эти культуры формируют характерный облик курортного города, придавая ему южный колорит, и именно они являются объектами нашего исследования (Келина, Клемешова, 2014; Клемешова, Келина, 2019). Однако, культивирование многих уникальных растений в городе на сегодняшний момент не соответствует необходимым требованиям.

Степень разработанности темы. Изучению состояния древесных растений в городах и их экологическому значению посвящены исследования многих ученых (Баранова, 1971; Глазачев, 1980; Николаевский, 1998 и др.). Древесные растения региона хорошо изучены и в дендрологическом отношении, широко известны работы Адо, Карпуна, Солтани, Коркешко, Колесникова, Коробова и др. ученых

(Адо, 1934; Коркешко, 1971; Колесников, 1971; Карпун, 2003, 2006, 2010, 2011, 2016, и др.; Келина, Клемешова, 2015 и др.). Однако, важные характеристики, отражающие особенности адаптации растений к окружающим условиям, ритм роста и развития, ассимиляционная активность, изучены не в полной мере и требуют более детального исследования. Кроме того, они совершенно не изучены в качестве компонентов урбоэкоценозов. В практике зелёного строительства региона использование тех или иных видов во многом носит случайный характер, а не основывается на результатах их научного изучения.

Между тем, древесные растения в современных городских условиях, помимо их фитоценотической значимости для нормального существования урбоэкоцистем, являются одним из наиболее эффективных средств повышения комфортности и качества жизни городских жителей (Гусев, 1952; Болховитина, 1977; Илькун, 1978; Ганина, 1990). Высаживаемые на городских территориях деревья и кустарники, помимо декоративно-планировочной и рекреационной функций, выполняют важную фитосанитарную роль, оптимизируя окружающую среду. Зеленые насаждения в значительной степени обеспечивают устойчивость, инерционность природных систем, сглаживают их внутренние реакции на внешние воздействия (Кулагин, 1968; Заугольнова, 1988; Кретинин, Селянина, 2006; Карпун, 2016).

Обогащение флоры городов Краснодарского края экологически эффективными, устойчивыми и эстетически привлекательными зелёными насаждениями своевременно. Изучение ассортимента городских зелёных насаждений (как аборигенных, так и интродуцированных видов) с оценкой характера их роста и развития в местных условиях, устойчивости к комплексу стресс-факторов городской среды имеют важное научное и практическое значение.

В связи с постоянным активным пополнением выращиваемого в городе ассортимента интродуцированными видами, изучение древесных растений в составе инфраструктуры урбанизированных территорий – актуальная задача, требующая своего решения. Тем более что в Сочи комплексных исследований эколого-биологических особенностей древесных культур с позиции разработки концепции озеленения ранее не проводилось.

Таким образом, нами были поставлены вопросы изучения эколого-биологических особенностей древесно-кустарниковых субтропических культур, динамики изменения их состояния для установления оптимального ассортимента уличного озеленения города.

Цель и задачи исследований.

Цель работы – выявить эколого-биологические особенности функционирования и устойчивости декоративных древесных насаждений в стрессовых условиях городской среды для разработки основных направлений экологической оптимизации урбосистемы (на примере города Сочи).

В соответствии с целью поставлены следующие задачи:

- 1) провести анализ видового состава и структуры древесных насаждений города Сочи;
- 2) дать оценку эколого-биологического состояния древесных растений в условиях городской среды;
- 3) выявить особенности лидирующих структурообразующих видов и их адаптивных реакций к стрессовым факторам урбосреды;
- 4) разработать научно-обоснованный ассортимент видов для оптимизации урбосистемы города.

Научная новизна полученных результатов заключается в том, что впервые в условиях влажных субтропиков России:

- проведены исследования 316 видов древесных растений по комплексу признаков (оценка жизненного потенциала, экологическая толерантность древесных растений к дефициту влаги, распространение растений самосеянного происхождения), дана сравнительная оценка современного состояния зелёных насаждений на объектах общего пользования в зоне контроля и в условиях техногенной нагрузки.

- выявлены эколого-биологические особенности древесно-кустарниковой растительности в различных условиях произрастания.

- получены основные экологические характеристики городских зелёных насаждений (газоустойчивость, устойчивость к морским бризам, затенению, дефициту влаги).

- изучены основные физиолого-биохимические процессы растений в условиях урбанизированной среды. Под влиянием стрессовых условий происходит снижение площади листовых пластинок, вододерживающей способности, содержания зелёных фотосинтетических пигментов и танинов, увеличивается флуктуирующая асимметрия, что приводит к снижению жизнеспособности растений. У ряда видов – *Prunus laurocerasus*, *Cinnamomum camphora*, *Nerium oleander*, *Jasminum mesnyi* и *Eriobotrya japonica* – отмечается повышение концентрации аскорбиновой кислоты, что свидетельствует о наличии активного механизма защиты данных видов от антропогенных стрессоров. Выявленные изменения являются общими адаптивными механизмами растений, но степень их вариабельности – видоспецифична.

- установлена высокая степень взаимосвязей между отдельными физиолого-биохимическими показателями, характеризующими функциональное состояние лидирующих видов, что позволяет использовать их при оценке эколого-биологического состояния видов и урбосенотозов.

- на основании комплексной оценки экофизиологических показателей отобраны виды (*Aucuba japonica*, *Cinnamomum camphora* и *Eriobotrya japonica*), характеризующиеся высокой чувствительностью к техногенной нагрузке для использования в качестве биоиндикаторов при экспресс-оценке экологического состояния субтропических урбосистем.

– на основе экологической оценки зеленых насаждений, экофизиологической характеристики видов и рейтинговой оценки их устойчивости к техногенной нагрузке урбосреды разработан научно-обоснованный ассортимент древесных растений, включающий 183 вида, разновидностей, форм и сортов древесно-кустарниковых растений, наиболее эффективных для использования в озеленении города-курорта Сочи.

Теоретическая и практическая значимость работы. Дана оценка средообразующей роли имеющегося зеленого фонда города с учетом функционального состояния древесно-кустарниковых насаждений. Установлена высокая степень взаимосвязей между отдельными физиолого-биохимическими показателями, позволяющая использовать их при оценке эколого-биологического состояния видов и урбоценозов. Предложено три вида-биоиндикатора для экспресс-диагностики экологического состояния субтропических урбосистем. Предложен оптимальный ассортимент древесных видов для уличного озеленения города-курорта Сочи.

Результаты исследований могут быть использованы в интродукционной работе, планировании деятельности питомников декоративных растений, изучении дисциплин декоративного садоводства и дендрологии по специальности «Садово-парковое и ландшафтное строительство».

Изученные эколого-биологические особенности могут являться основой для планирования работ по созданию и реконструкции насаждений, организации городских ландшафтов.

Методология и методы исследования. Исследования выполнены с использованием современных и классических методов оценки исходного материала. Статистическая обработка экспериментальных данных и анализ полученных результатов проведен с использованием пакета программ «Stratigraphic Centurion» и «MS EXCEL 2010».

Положения, выносимые на защиту:

1. В озеленении города лидируют растения из Восточной Азии, что связано со сходством основных климатических параметров; большинство растений самосевного происхождения обнаружено среди пальм. В посадках преобладают растения, относящиеся ко второй категории состояния.

2. Информативными показателями влияния стрессовых условий урбосреды на экологическое состояние зеленых насаждений являются снижение площади листовых пластинок, водоудерживающей способности, содержания зеленых фотосинтетических пигментов, содержания танинов в листьях, увеличение аскорбиновой кислоты и асимметрии листа. Большинство культивируемых видов устойчивы к летне-осенней засухе.

3. Учитывая высокую вариабельность физиолого-биохимических показателей, в качестве тест-объектов (биоиндикаторов) экологического состояния субтропических урбосистем целесообразно использовать *Aucuba japonica*,

Cinnamotum camphora и *Eriobotrya japonica*.

Степень достоверности. Достоверность и обоснованность результатов исследований подтверждаются достаточным объемом экспериментальных данных, собранных с применением апробированных методик и использованием современных методов и прикладных компьютерных программ при их обработке и интерпретации полученных результатов.

Апробация работы. Основные результаты исследований были представлены на 7 научных конференциях различного статуса: 1) VIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 110-летию П.Ф. Варухи «Научное обеспечение АПК» (г. Краснодар, 2 – 4 декабря 2014 г. «Кубанский государственный аграрный университет»); 2) X международная научна практична конференция «Бъдещето въпроси от света на науката – 2014» (Република България, г. София, 17 – 25 декември 2014 г.); 3) III (XI) Международная Ботаническая Конференция молодых ученых (г. Санкт-Петербург, 4 – 9 октября 2015 г.); 4) IX Всероссийская конференция молодых ученых, посвященная 75-летию В. М. Шевцова «Научное обеспечение АПК» (г. Краснодар, 24 – 26 ноября 2015 г. «Кубанский государственный аграрный университет»); 5) XII international scientific and practical conference «Areas of scientific thought – 2015/2016» (UK, Sheffield, December 30, 2015 – January 7, 2016); 6) Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Современные задачи и актуальные вопросы лесоведения, дендрологии, парковедения и ландшафтной архитектуры» (г. Ялта, 9 – 14 сентября, 2018 г.); 7) Международная научно-практическая конференция, посвященная 125-летию ВНИИЦиСК и 85-летию Ботанического сада «Дерево Дружбы» «Научное обеспечение устойчивого развития плодового садоводства и декоративного садоводства» (г. Сочи, 23 – 27 сентября 2019 г.).

Публикации. Автором опубликовано 18 научных работ, по теме диссертации 12 статей в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, в т.ч. 4 – по специальности 1.5.15 – экология (биологические науки), 2 монографии.

Структура и объем работы Диссертация изложена на 221 странице машинописного текста, состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы, включающего 203 источника, из которых 24 – на иностранных языках, 5 приложений. Работа содержит 23 таблицы и 33 рисунка.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

РАЗДЕЛ 1 ОСОБЕННОСТИ ГОРОДА, КАК ЭКОСИСТЕМЫ

1.1 Характеристика условий городской среды. В городе существуют различные микро- и мезоклиматические особенности, идет постоянная смена комплекса климатических условий. Ряд авторов отмечает, что отрицательное влияние в городских условиях на растения оказывают: специфические экологические условия городской среды, нарушение технологии посадки,

бедность и уплотненность почвы, а также антропогенные факторы (Чистяков и др., 1963; Hnativ et al., 2007; Gaffin et al., 2020, и др.). В результате в условиях городской среды растительность подвергается значительной трансформации (Lichtenthaler, 1987; Marsella, 1998). Происходит уничтожение естественных зеленых насаждений, селективное подавление отдельных видов, осуществляется интродукция новых видов, идет стихийный процесс заноса несвойственных данной местности видов растений (Кочарян, 1987; Мамаев, Махнев, 1988; Карпун, 2015; Кунина, 2015; и др.).

1.2 Роль зеленых насаждений в условиях города и диагностика их функционального состояния. На современном этапе развития городов в России и за рубежом активно ведётся анализ ассортимента растений и его систематизация, оценка устойчивости древесно-кустарниковой растительности к городским условиям (Кригер и др., 2013; McDonnell, Hahs, 2015).

Анализ литературных источников показывает актуальность и перспективность темы исследований, т.к. отсутствуют обобщенные данные об эколого-биологической оценке древесно-кустарниковых насаждений в условиях городской среды влажно-субтропической зоны России, в том числе, в Сочи.

РАЗДЕЛ 2 УСЛОВИЯ, МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Агроклиматическая характеристика агломерации Сочи и погодноклиматические условия в годы проведения исследований. Агломерация Сочи находится в пределах Средиземноморской климатической области, располагающейся от Атлантического побережья Южной Европы на западе до Памира на востоке (Селянинов, 1961). Под влиянием горного рельефа климатические условия варьируют. Зона характерна максимумом атмосферных осадков, выпадающих в холодную часть года, минимумом – летом. Терморесурсы субтропиков определяют видовое разнообразие культур. Субтропические растения развиваются в районах, где сумма активных температур равна 3 500 – 6 000 °С. Агломерация Сочи расположена в зоне, где сумма активных температур (> 10 °С) достигает 3 810 – 4 650 °С. Зимний (XI – III) вегетационный период отличается варьирующими тепловыми ресурсами, значительным количеством осадков ливневого характера и наличием отрицательных температур. Морозы в основном интенсивности -5... -8 °С. Летнему вегетационному периоду (IV – X) свойственны значительные теплоресурсы, аномально варьирующее количество осадков, чаще ливневого характера и засушливые периоды различной продолжительности. В период интенсивной вегетации наблюдаются длительные бездождные периоды (до 30-70 дней), что негативно действует на рост, развитие древесно-кустарниковой растительности и на экологическое состояние агломерации.

2.2 Методы исследований. При изучении видового состава использовали маршрутный метод обследования озеленённых территорий. При определении

видовой и сортовой принадлежности древесно-кустарниковых насаждений опирались на данные Ю.Н. Карпуна (2014). Характеристика видов дана согласно таксономической БД, Ю.Н. Карпуну (1999) и А.И. Колесникову (1958). Анализ жизненных форм проведен по системе Ю.Н. Карпуна (2015). Фенологические наблюдения – по адаптированным методикам ГБС РАН, с учётом специфики фенологических наблюдений за субтропическими растениями. На выделенных объектах вели оценку категории их состояния (согласно модифицированной шкале санитарного состояния) с расчётом среднего балла по Карпун Н.Н. (2009).

Анализ фотосинтетических пигментов проведен по методу Шлыка (1971) с экстракцией пигментов 96 %-м этанолом и использованием расчетных формул Смита и Бенитеза. Оценку функционального состояния фотосинтетического аппарата вели по методу Будаговского (2006) на портативном хлорофилл-флуориметре LPT-3CF/RT-Df (Россия). Определение биохимических маркеров устойчивости вели по Ермакову (1972). Водоудерживающую способность определяли методом «завядания» по Арланду (Гунар, 1972) Толщину листьев измеряли прибором Тургоромер-1. Определение массовой доли сухого вещества проводили путем высушивания навески (1 г) до постоянной массы при температуре 105 °С.

Степень изменчивости морфологических признаков оценивали по величине коэффициента вариации. Оценку асимметрии листовых пластинок проводили по Марченко (2008). Определение площади листьев вели с применением компьютерного сканирования. Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась с использованием пакета ANOVA в STATGRAPHICS Centurion XV и MS Excel 2007.

2.3 Характеристика модельных объектов и площадок исследования. В качестве зон условного контроля выбраны территории Субтропического Ботанического сада Кубани (СБСК, «Белые ночи») и парка «Дендрарий», так как здесь отмечается минимальное антропогенное воздействие, более мягкий микроклимат, обеспечиваются необходимые агротехнические мероприятия. Улицы Центрального района города Сочи – т.н. участки магистральных посадок – Гагарина ($S = 2,4$ га) и Курортный проспект ($S = 3,7$ га), условно названы «стрессовыми» точками наблюдения, окружены автомагистралями с постоянно интенсивным движением автомобилей, наблюдается повышенный уровень загазованности, запылённости воздушной среды, высокий уровень инсоляции и повышенные температуры. Можно отметить возможность сравнимости почвенного покрова всех объектов наблюдения, так как основными почвами в зоне залегания корневой системы древесных видов являются бурые лесные и желтоземы, которые зачастую образуют переходные желто-бурые почвы. В ходе исследования фиксировались факторы, оказывающие наибольшее влияние на древесные виды в условиях антропогенных фитоценозов выбранных территорий. Таким образом, случаев высокого и экстремально высокого загрязнения

атмосферного воздуха и почв за период исследований не зарегистрировано, однако наблюдались незначительные повышения загрязняющих веществ.

Основная доля озелененной территории г. Сочи занята несколькими видами, десять из которых, как виды, перспективные в озеленения города, являются объектами исследований: *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 блестящая) и *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. (эриоботрия японская). Для характеристики роста и физиолого-биохимических исследований отобраны растения средневозрастного генеративного и хорошего или удовлетворительного жизненного состояния. Для удобства таксации возраста растений разработана шкала с учетом климатических особенностей региона и биологией культивируемых насаждений.

РАЗДЕЛ 3 СОСТОЯНИЕ И ВИДОВОЙ СОСТАВ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА СОЧИ

3.1 Биоморфологический и географический анализ дендрофлоры города Сочи. Выявлено 252 вида, из них около 41 % составляют садовые формы, что свидетельствует о высокой степени адаптации рассматриваемых растений. Местные растения представлены в меньшей степени – 12 пород (4,76 %), остальные являются интродуцентами. Отмечено большое число видов с повышенными декоративными свойствами – 171 (67,86 %). Среди древесно-кустарниковых преобладают красивоцветущие – 142 (56,35 %), красивоплодные – 26 (10,32 %), растений с окрашенными и пёстрыми листьями – 20 (7,94 %). Наиболее декоративной группой являются листопадные кустарники и кустовидные деревья – 53 вида. Около двух третей всех видов, массово применяемых в озеленении города, являются вечнозелёными растениями (161,00 – 63,89 %), что немаловажно для нормального функционирования круглогодичного курорта. Результаты флористического анализа свидетельствуют о высоком адаптационном потенциале группы декоративных древесных растений, которые используются в районе Сочи массово.

3.2 Анализ распространения видов древесных растений в озеленении улиц города Сочи. Среди флористических регионов-доноров лидируют виды из Восточной Азии – 44,94 %; далее: Средиземноморье – 23,10 % и Северная Америка – 17,41 %, что соответствует представлениям о перспективности использования интродуцентов из данных регионов (Таблица 1).

Количество видов из Евразии составляет 11,71 %, благодаря местным растениям, большинство из учтённых экземпляров – самосеянного происхождения. Южное полушарие представлено единичными видами, они не

играют существенной роли в озеленении Сочи. Выбранные для обследования объекты озеленения типичны в флористическом отношении.

Таблица 1 – Географическая представленность видов и подвидов растений, используемых в озеленении улиц города Сочи (ул. Гагарина и Курортный проспект), используемых в озеленении улиц Сочи в разрезе видов и подвидов

Всего		Флористические регионы						
		Европа	Средиземноморье	Вост. Азия	Сев. Америка	Южная Америка	Австралия	Новая Зеландия
Виды	219	32	38	105	36	4	2	2
Подвиды	316	37	73	142	55	4	2	3
Представленность видов, %		14,61	17,35	47,95	16,44	1,83	0,91	0,91
Представленность подвидов, %		11,71	23,10	44,94	17,41	1,27	0,63	0,95

В условиях региона периодом наибольшей декоративности для деревьев, лиан и пальм следует считать возраст от 25 до 100 лет; для кустарников и кустовидных растений – от 10 до 50 лет; для бамбуков – до 50 лет; для розеточных – от 10 до 50 лет; для почвопокровных растений – до 25 лет.

Результаты флористического анализа показывают (Рисунок 1), что лидеры относятся к упомянутым флористическим регионам.

Анализ лидеров основных биоморф свидетельствует о представленности пород из Восточной Азии (80 %), Северной Америки (14 %) и Средиземноморья (6 %), что может свидетельствовать о стабильности дендрологической составляющей озеленения улиц рассматриваемого региона.



Рисунок 1 – Соотношение количественно лидирующих видов в основных биоморфах по различным флористическим областям

Наиболее распространёнными в ландшафте города являются группы вечнозеленых кустарников, пальм, хвойных деревьев и бамбуков, что можно

рассматривать и как показатель устойчивого применения данных растений в озеленении улиц, и как свидетельство недостаточного использования потенциала остальных декоративных древесных растений в регионе.

3.3 Оценка жизненного потенциала древесных растений. В ходе маршрутного обследования выбранных городских территорий учтен 12 181 экземпляр разновозрастных древесных видов (без лиан и почвопокровных). Преобладают ослабленные растения, относящиеся ко второй категории состояния – 72 %; на долю полностью здоровых видов приходится около 20 %.

Количественно доминируют *Cupressus sempervirens*, *Platycladus orientalis*, *Magnolia grandiflora*, *Liquidambar styraciflua*, *Ligustrum lucidum*, *Spiraea cantoniensis* и *Trachycarpus fortunei*. Среди данных видов выявлено преобладание ослабленных экземпляров – 89 %. Ситуация по пальмам ухудшается из-за массового поражения стволовыми вредителями, борьба с которыми затруднительна из-за скрытого внутристволового образа жизни. У растений отсутствуют внешние симптомы заражения.

Распределение растений по категориям состояния и преобладание ослабленных может быть следствием несоответствия почвенно-климатических условий региона для произрастания отдельных пород, отсутствия надлежащего ухода за древесными насаждениями, усилением антропогенного воздействия на окружающую среду.

3.4 Эколого-биологическая характеристика доминирующих структурообразующих видов и видов углубленного изучения. В разделе дана дендрологическая характеристика доминирующих видов и особенности их выращивания с учётом произрастания во влажных субтропиках России.

3.5 Распространение растений самосевого происхождения в зелёных насаждениях города. Отмечено, что большинство растений самосевого происхождения (37,3 %) обнаружено среди пальм. Среди лиственных растений широко представлена группа листопадных (34,2 %) и вечнозелёных деревьев (24,6 %) и листопадных кустарников (10,9 %). Большинство растений самосевого происхождения обладают повышенной декоративностью (Рисунок 2).

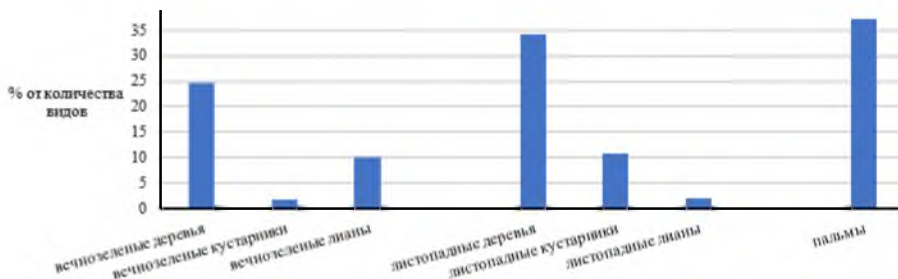


Рисунок 2 – Представленность самосеменных древесных растений в зелёных насаждениях обследованных участков

Во флористическом отношении лидирует жизнеспособный самосев видов из Восточной Азии. По способу распространения семян преобладают виды самосевого происхождения, распространяемые растительоядными птицами.

РАЗДЕЛ 4 ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЛИДИРУЮЩИХ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

4.1 Характеристики ассимиляционного аппарата листьев лидирующих структурообразующих видов. Суммарное содержание зеленых пигментов (Рисунок 3) в насаждениях «стрессовой» точки наблюдения (ул. Курортный проспект) существенно ниже ($HCP (p \leq 0,05) = 0,53 - 0,97$ в зависимости от вида), чем у растений из ЗУК (СБСК).

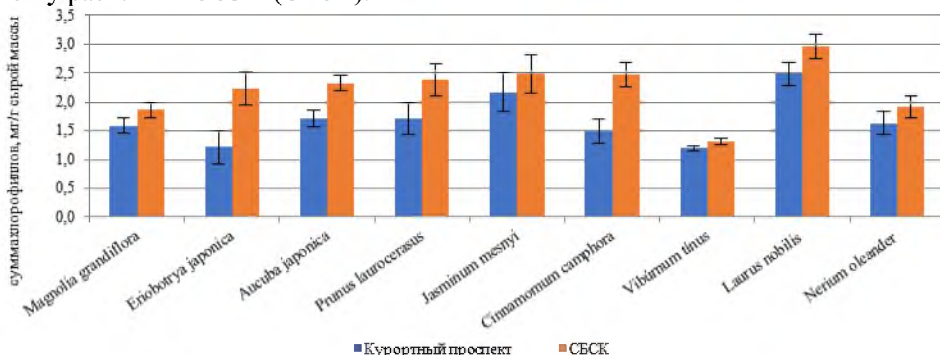


Рисунок 3 – Суммарное содержание хлорофилла в листьях лидирующих структурообразующих видов

По уровню варибельности содержания хлорофилла, изученные виды древесных растений располагаются в следующий ряд: *Jasminum mesnyi* > *Ligustrum lucidum*, *Eriobotrya japonica* > *Prunus laurocerasus* > *Nerium oleander* > *Cinnamomum camphora* > *Laurus nobilis*, *Magnolia grandiflora* > *Aucuba japonica* > *Viburnum tinus*.

В зоне условного контроля (СБСК) количество хлорофилла *a* по сравнению с хлорофиллом *b* выше, чем в стрессовых районах (Рисунок 4). В зоне стрессовой нагрузки нарушение соотношения *a/b* носит существенный характер ($HCP (p \leq 0,05) = 0,68$).

Наибольшей фотосинтетической активностью отличаются растения *L. nobilis* и *N. oleander*, уровень активности сохраняется и в условиях техногенной нагрузки. У *M. grandiflora*, *E. japonica* и *C. camphora*, культивируемых в условиях оживленной транспортной нагрузки, фотосинтетическая активность ниже ($\Delta = -20,3...-32,4$), что свидетельствует о некотором снижении жизнеспособности растений. (Таблица 2).

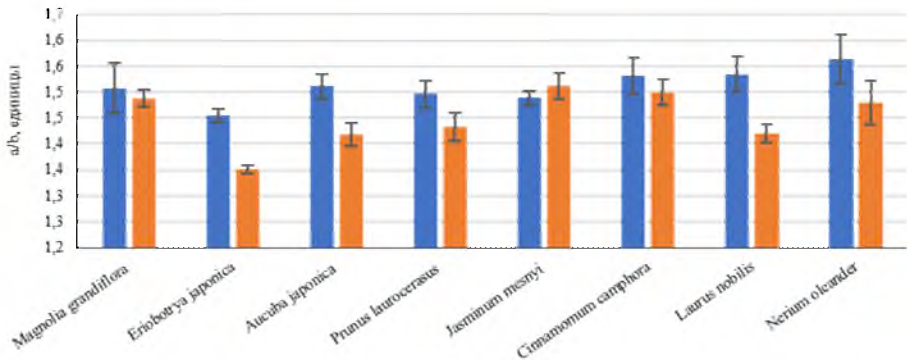


Рисунок 4 – Соотношение a/b в листьях лидирующих структурообразующих видов (в среднем по видам)

Таблица 2 – Фотосинтетическая активность листьев лидирующих структурообразующих видов, ($M \pm m$)

Виды	Fm/F _T		Δ, %	Kf _T		Δ, %
	СБСК	Курортный проспект		СБСК	Курортный проспект	
<i>Magnolia grandiflora</i>	2,72±0,51	1,93±0,10	-29,0	0,52±0,01	0,47±0,03	-9,6
<i>Laurus nobilis</i>	3,61±0,53	3,01±0,22	-16,6	0,65±0,01	0,54±0,04	-16,9
<i>Aucuba japonica</i>	2,83±0,24	2,45±0,32	-13,4	0,49±0,02	0,44±0,04	-10,2
<i>Prunus laurocerasus</i>	2,85±0,35	2,72±0,30	-4,6	0,54±0,03	0,48±0,04	-11,1
<i>Cinnamomum camphora</i>	2,90±0,32	1,96±0,13	-32,4	0,52±0,03	0,39±0,01	-25,0
<i>Nerium oleander</i>	3,41±0,24	3,15±0,22	-7,6	0,60±0,01	0,56±0,01	-6,7
<i>Jasminum mesnyi</i>	3,32±0,53	3,14±0,15	-5,4	0,55±0,04	0,52±0,01	-5,5
<i>Eriobotrya japonica</i>	3,44±0,55	2,74±0,20	-20,3	0,53±0,03	0,40±0,02	-24,5
HCP ($p \leq 0,05$)	0,16		-	HC		-

У этих же видов уровень жизнеспособности (Kf_T) значительно ниже по сравнению с остальными видами, произрастающими в «стрессовой» точке наблюдения ($\Delta = -24,5 \dots -25,0$).

Толщина листа находилась в пределах от $14,27 \pm 1,94$ нм (у *Jasminum mesnyi*) до $36,56 \pm 1,58$ нм (у *Nerium oleander*). Наблюдалось варьирование показателя в течение вегетации ($V = 2-14$ % в зависимости от вида и места произрастания). Все изученные виды по варьированию толщины листа на территории СБСК располагаются в следующей последовательности: *Nerium oleander*, *Cinnamomum camphora* > *Prunus laurocerasus* > *Magnolia grandiflora*, *Eriobotrya japonica*, *Laurus nobilis* > *Aucuba japonica* > *Jasminum mesnyi*. На территории Курортного проспекта последовательность иная: *Eriobotrya japonica* > *Aucuba japonica*, *Laurus nobilis* > *Nerium oleander* > *Magnolia grandiflora*, *Prunus laurocerasus* > *Jasminum mesnyi*, *Cinnamomum camphora*. Процесс нарастания толщины листовой пластинки

зависит от места расположения растений – зона условного контроля или территория стресса.

Площадь листовой пластинки существенно изменяется под влиянием антропогенных факторов (Таблица 3).

Таблица 3 – Площадь листовой пластинки лидирующих структурообразующих видов, см²

Виды	СБСК	Курортный проспект	HCP ($p \leq 0,05$)	V, %		Δ, %
<i>Magnolia grandiflora</i>	220,0 ± 11,5	177,5 ± 13,5	17,0	5	8	-19,3
<i>Eriobotrya japonica</i>	1007,8 ± 185,8	277,7 ± 19,6	327,1	7	18	-72,5
<i>Aucuba japonica</i>	121,9 ± 17,7	82,0 ± 3,2	8,9	4	14	-32,7
<i>Prunus laurocerasus</i>	166,9 ± 22,7	77,8 ± 16,6	36,2	14	21	-53,4
<i>Jasminum mesnyi</i>	53,7 ± 5,4	38,4 ± 1,5	4,3	4	10	-28,5
<i>Cinnamomum camphora</i>	120,2 ± 17,8	74,5 ± 20,9	12,4	15	28	-38,0
<i>Laurus nobilis</i>	165,0 ± 21,4	66,5 ± 19,1	35,3	13	29	-59,7
<i>Nerium oleander</i>	126,1 ± 15,9	98,3 ± 12,7	13,4	13	13	-22,0
<i>Ligustrum lucidum</i>	93,0 ± 9,1	73,2 ± 6,7	7,9	9	10	-21,3
HCP ($p \leq 0,05$)		68,1	-	-	-	-

Различия обусловлены не только антропогенным воздействием, но и видоспецифичны. У большинства видов площадь листа изменяется незначительно (в пределах от 1,2 до 1,6 раза) в то время, как у *Laurus nobilis* и *Prunus laurocerasus* различия составили 2,1-2,5 раза, а у *Eriobotrya japonica* площадь листьев в зоне условного контроля (СБСК) в 3,6 раза больше, чем в зоне стресса (Курортный проспект).

Антропогенное воздействие, различия в режиме увлажнения и питания оказывают влияние на коэффициент флуктуирующей асимметрии (КФА), который варьирует в пределах 0,0081–0,0495 (Таблица 4). Наибольшее влияние антропогенного стресса испытывают *J. mesnyi*, *L. lucidum*, *L. nobilis* и *C. camphora* (Δ = 560,3; 382,1; 370,4 и 360,5 %, соответственно)

Условия произрастания благоприятны в зоне условного контроля; в условиях регулируемой транспортной нагрузки растения *M. grandiflora* способны противостоять антропогенным стрессорам (Δ = 55,4%). Стабильность развития листьев определяется: уровнем агротехники, вытаптыванием почвенного покрова и расположением вблизи автомагистралей.

Наибольшие различия (Таблица 5) в метрических показателях устьичного аппарата наблюдаются в листьях *A. japonica* (V = 14 %); у остальных видов различия незначительны (V в пределах 7 %); у *J. mesnyi*, *M. grandiflora* и *L. nobilis* размеры устьиц стабильны (V = 2-4 %). Виды, растущие в условиях магистральных посадок, находятся в стрессовых условиях культивирования, что проявляется в изменении характеристик устьичного аппарата.

Таблица 4 – Средние значения коэффициента флуктуирующей асимметрии листовой пластинки лидирующих структурообразующих видов (уровень значимости (p) $< 0,05$), баллы

Виды	СБСК		Курортный проспект		Δ , %
	$M \pm m$	$V, \%$	$M \pm m$	$V, \%$	
<i>Magnolia grandiflora</i>	0,0139 \pm 0,0086	62	0,0216 \pm 0,0014	7	55,4
<i>Eriobotrya japonica</i>	0,0113 \pm 0,0044	39	0,0491 \pm 0,0139	49	334,5
<i>Aucuba japonica</i>	0,0081 \pm 0,0013	55	0,0281 \pm 0,0089	32	246,9
<i>Prunus laurocerasus</i>	0,0068 \pm 0,0014	5	0,0260 \pm 0,0077	3	282,4
<i>Jasminum mesnyi</i>	0,0058 \pm 0,0020	77	0,0383 \pm 0,0147	38	560,3
<i>Cinnamomum camphora</i>	0,0081 \pm 0,0019	74	0,0373 \pm 0,0099	82	360,5
<i>Laurus nobilis</i>	0,0054 \pm 0,0014	70	0,0254 \pm 0,0077	54	370,4
<i>Nerium oleander</i>	0,0072 \pm 0,0016	50	0,0300 \pm 0,0096	45	316,7
<i>Ligustrum lucidum</i>	0,0067 \pm 0,0010	75	0,0323 \pm 0,0104	32	382,1

Таблица 5 – Показатели устьичного аппарата листовых пластинок основных структурообразующих видов

Виды	Плотность устьиц, на 1 мм ²		Длина устьиц, мкм		Ширина устьиц, мкм	
	СБСК	Курортный проспект	СБСК	Курортный проспект	СБСК	Курортный проспект
<i>Magnolia grandiflora</i>	54,23 \pm 1,15	52,10 \pm 2,03	32,42 \pm 1,09	33,45 \pm 2,00	32,67 \pm 2,15	33,42 \pm 1,10
HCP	2,26		1,03		1,00	
<i>Prunus laurocerasus</i>	60,17 \pm 2,14	58,33 \pm 1,37	37,77 \pm 1,20	34,67 \pm 1,43	32,14 \pm 1,23	32,53 \pm 1,15
HCP	3,50		1,27		0,98	
<i>Laurus nobilis</i>	58,65 \pm 2,00	40,41 \pm 1,15	32,68 \pm 2,06	31,20 \pm 1,34	27,88 \pm 1,26	27,95 \pm 1,18
HCP	2,16		1,12		1,09	
<i>Aucuba japonica</i>	33,20 \pm 1,20	29,51 \pm 1,20	34,78 \pm 2,03	33,16 \pm 1,46	32,13 \pm 1,70	27,30 \pm 2,08
HCP	2,00		1,24		1,16	
<i>Cinnamomum camphora</i>	78,57 \pm 2,13	36,69 \pm 1,69	30,78 \pm 2,29	32,31 \pm 1,56	29,05 \pm 1,97	30,21 \pm 2,46
HCP	2,31		1,11		1,21	
<i>Jasminum mesnyi</i>	155,23 \pm 2,56	83,00 \pm 2,16	29,44 \pm 1,26	30,25 \pm 2,16	27,06 \pm 2,03	25,63 \pm 1,25
HCP	3,36		2,02		1,13	
<i>Eriobotrya japonica</i>	59,55 \pm 1,16	46,48 \pm 1,35	30,16 \pm 2,06	29,54 \pm 2,15	29,21 \pm 1,46	26,98 \pm 1,08
HCP	1,25		1,14		1,51	

4.2 Накопление сухих веществ, как показатель функционального состояния видов. В условиях активной городской нагрузки (Курортный проспект), виды не тормозят синтетические процесс (Рисунок 5), а накапливают больше (до 33,6 %) сухого вещества, чем в зоне условного контроля (СБСК). Зависимость накопления сухого вещества обратно пропорциональна толщине листовой пластинки ($r = -0,74$).

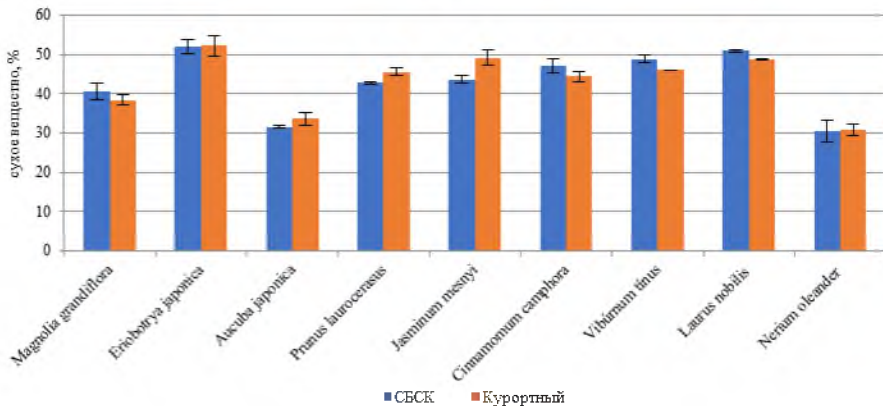


Рисунок 5 – Массовая доля сухого вещества, ассимилируемого листьями лидирующих структурообразующих видов

4.3 Биохимические маркеры устойчивости лидирующих структурообразующих видов. Прослеживается отличие в накоплении ряда метаболитов в листьях, обусловленное видовыми особенностями и условиями произрастания (Таблица 6). Существенный рост содержания аскорбиновой кислоты в листьях *E. japonica*, *P. laurocerasus*, *J. mesnyi*, *C. camphora* и *N. oleander* свидетельствует о хорошей устойчивости данных видов к антропогенным стрессорам. Прослеживается общая для всех видов закономерность – содержание танинов в листьях растений в магистральных посадках (Курортный проспект) ниже, чем в насаждениях зон условного контроля.

Таблица 6 – Биохимические маркеры устойчивости лидирующих структурообразующих видов. (M±m)

Виды	Танины, %		Δ, %	Аскорбиновая кислота, мг/г		Δ, %
	СБСК	Курортный проспект		СБСК	Курортный проспект	
<i>Magnolia grandiflora</i>	4,03±0,07	3,07±0,16	-23,8	11,02±0,18	8,82±0,45	-20,0
<i>Eriobotrya japonica</i>	5,75±0,25	3,73±0,76	-35,1	24,19±1,05	47,55±9,50	96,6
<i>Aucuba japonica</i>	2,13±0,17	1,08±0,31	-49,3	94,59±12,08	51,57±5,02	-45,5
<i>Prunus laurocerasus</i>	4,61±0,04	4,39±0,08	-4,8	18,09±0,14	22,01±0,40	21,7
<i>Jasminum mesnyi</i>	2,26±0,47	1,81±0,85	-19,9	57,80±6,01	100,68±17,20	74,2
<i>Cinnamomum camphora</i>	7,82±0,26	4,75±0,14	-39,3	50,83±8,18	70,14±6,96	38,0
<i>Laurus nobilis</i>	3,95±0,70	1,93±0,11	-51,1	38,09±6,70	10,69±0,60	-71,9
<i>Nerium oleander</i>	4,14±0,36	3,60±0,37	-13,0	15,62±1,36	21,20±2,18	35,7
HCP (p ≤ 0,05)	0,19	0,98	-	2,64	5,76	-

4.4 Оценка экологической толерантности видов и таксонов древесных растений к дефициту влаги. Наибольшей водоудерживающей способностью

обладают растения, произрастающие на в зонах условного контроля (в среднем – 87 %), наименьшей – на площадках стрессовых зон (Таблица 7).

Таблица 7 – Показатели водоудерживающей способности листовых пластинок лидирующих структурообразующих видов, %

Виды	СБСК		Курортный проспект		Δ, %
	M±m	V, %	M±m	V, %	
<i>Magnolia grandiflora</i>	85,30±4,30	5	80,02±1,79	2	-6,2
<i>Eriobotrya japonica</i>	73,22±6,48	9	73,17±2,46	3	-0,1
<i>Aucuba japonica</i>	90,78±4,428	5	86,66±0,88	1	-4,5
<i>Prunus laurocerasus</i>	75,92±9,70	13	74,17±12,32	17	-2,3
<i>Jasminum mesnyi</i>	63,05±10,57	17	60,55±3,80	16	-4,0
<i>Cinnamomum camphora</i>	57,88±7,95	14	52,08±8,87	17	-10,0
<i>Laurus nobilis</i>	75,04±4,20	19	58,99±3,29	21	-0,6
<i>Nerium oleander</i>	78,20±4,73	6	77,72±3,98	5	-9,1
HCP (p ≤ 0,05)	2,07	-	3,88	-	-

Наиболее низкие показатели отмечены у *Jasminum mesnyi* и *Cinnamomum camphora* (HCP₀₅ = 3,88), которые проявляют себя видами, неустойчивыми к условиям городской среды. Большинство культивируемых в регионе видов устойчивы к летне-осенней засухе, несмотря на то что большинство (66,5-71,2 %) являются мезофитами, выходцами из влажных муссонных областей Восточной Азии (Рисунок 6).



СБСК

Центральный район г.Сочи

Рисунок 6 – Флористический анализ таксонов, обследованных на степень засухоустойчивости (в % к количеству обследованных таксонов)

4.5 Анализ использования физиолого-биохимических показателей древесных растений в мониторинге городской среды. В числе выбранных нами объектов присутствуют виды с разнообразными характеристиками: разные жизненные формы (деревья и кустарники), растения отличаются толщиной

листовой пластинки, виды относятся к разным экологическим группам (мезо- и ксерофиты) и т.д. (Таблица 8).

Таблица 8 – Взаимосвязь физиолого-биохимических показателей, характеризующих функциональное состояние лидирующих структурообразующих видов

Параметры	ВС, %	ЗФП, мг/г	ТЛ, нц	Kf_T, единицы	СВ, %	Тан, %
ВС, %						
ЗФП, мг/г	-0,13					
ТЛ, нц	0,69	-0,71				
Kf_T, единицы	-0,72	0,84	-0,79			
СВ, %	-0,59	0,58	-0,62	0,84		
Тан, %	-0,78	0,81	0,82	0,86	0,76	
АК, мг/г	-0,85	0,84	0,81	0,78	0,02	0,12

Однако, выявленные нами взаимосвязи закономерны для всех исследуемых видов, что можно использовать для оценки состояния видов и в системе мониторинга состояния урбозоосистем: ЗФП – Kf_T; ТЛ – Kf_T; Kf_T – СВ.

РАЗДЕЛ 5 ХАРАКТЕРИСТИКА АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ

5.1 Эколого-биологические особенности адаптации древесных растений в условиях урбосреды. Под влиянием стрессовых условий у всех лидирующих структурообразующих видов снижается площадь листовых пластинок, водоудерживающая способность, содержание зеленых фотосинтетических пигментов, содержание танинов в листьях; увеличивается флуктуирующая асимметрия и количества аскорбиновой кислоты. Данные изменения являются общими адаптивными механизмами, но степень их вариабельности – видоспецифична (Таблица 9).

В условиях зоны условного контроля у видов отмечена высокая рейтинговая оценка (8-9 баллов), у растений в магистральных посадках такое количество баллов только у *Eriobotrya japonica* и *Cinnamomum camphora*. Увеличение количества баллов у растений идет за счет усиленного синтеза Тан и АК, снижение баллов в группе стрессового воздействия происходит за счет слабой ВС клеток листа и количества хлорофилла.

5.2 Экологическая оценка состояния насаждений зеленой зоны города и средообразующей роли древесных насаждений в урбосреде. Наибольший вклад в оптимизацию газового состава воздуха вносят *L. nobilis*, *E. japonica* и *J. mesnyi*, которые отличаются большим содержанием хлорофилла и активным

накоплением ассимилятов. Наиболее декоративными в период засухи будут *M. grandiflora* и *A. japonica*, у которых наибольшая водоудерживающая способность. Следует активизировать использование в озеленении *P. laurocerasus*, *C. camphora*, *A. japonica*, *J. mesnyi* и *E. japonica*, характеризующихся усиленным синтезом танинов и аскорбиновой кислоты в листьях, что повышает устойчивость данных культур. По комплексу признаков (фотосинтетическая активность, жизнеспособность, площадь листа, накопление танинов и АК) мы предлагаем в качестве биоиндикаторов эколого-биологического состояния субтропических урбосистем использовать следующие виды: *Eriobotrya japonica*, *Cinnamomum camphora* и *Laurus nobilis*.

Таблица 9 – Вариабельность физиолого-биохимических параметров лидирующих структурообразующих видов в условиях города

Вид	Коэффициент вариации, %								
	ВС*	ЗФП	Тан	АК	СВ	ТЛ	ПЛ	ФА	ЖС
<i>M. grandiflora</i>	5	12	19	16	4	3	15	47	24
<i>L. nobilis</i>	0	12	49	79	3	5	60	71	13
<i>A. japonica</i>	3	22	46	42	4	8	28	71	10
<i>P. laurocerasus</i>	2	23	3	14	5	6	51	71	3
<i>C. camphora</i>	7	35	35	23	4	3	33	85	27
<i>N. oleander</i>	7	11	10	21	1	3	18	71	6
<i>J. mesnyi</i>	3	10	16	38	9	3	23	85	4
<i>E. japonica</i>	0	42	30	46	0	3	80	94	16

*ЗФП – зеленые фотосинтетические пигменты; ВС – водоудерживающая способность; АК – аскорбиновая кислота; Тан – танины; ФА – флукутирующая асимметрия; СВ – сухие вещества; ТЛ – толщина листа; ПЛ – площадь листа; ЖС – жизнеспособность

Прослеживается неоднородность в распределении древесно-кустарниковой растительности по исследуемым территориальным объектам. Улицы, на которых отмечался достаточный уровень озеленения, практически не подвергались конструктивным изменениям, застройка на них сложилась в 70-90-е годы прошлого века.

В условиях региона периодом наибольшей декоративности для древесных растений и пальм следует считать возраст от 25 до 100 лет; для кустарников и кустовидных растений – от 10 до 50 лет. Большинство культур относятся ко второму (2 989 экз.) и третьему (1 580 экз.) классу возраста.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате многолетних исследований нами проанализировано эколого-биологическое состояние городских насаждений

как основного средообразующего фактора и сделаны следующие выводы:

1. Выявлено 252 вида, из них более 41 % составляют садовые формы (культурары, сорта), что свидетельствует о высокой степени адаптации данных растений. От 63,9 до 161,0 % видов, массово применяемых в озеленении города, являются вечнозелёными растениями, что немаловажно для нормального функционирования круглогодичного курорта. Наиболее декоративной группой являются листопадные кустарники и кустовидные деревья – 53 вида. В озеленении улиц лидируют виды из Восточной Азии (около 45 %), Северной Америки (17 %) и Средиземноморья (23 %).

2. Визуальная оценка состояния насаждений установила, что из общего числа обследованных насаждений преобладают растения, относящиеся ко второй категории состояния – 72,48 %. Количественно доминируют на всех объектах исследования *Cupressus sempervirens*, *Platycladus orientalis*, *Magnolia grandiflora*, *Liquidambar styraciflua*, *Ligustrum lucidum*, *Spiraea cantoniensis* и *Trachycarpus fortunei*. Среди данных видов также преобладают экземпляры второй категории – 89,10 %.

3. Под влиянием стрессовых условий у лидирующих структурообразующих видов происходит снижение площади листа (в среднем в 3-9 раза), водоудерживающей способности (в среднем на 2-6 %), содержания зеленых фотосинтетических пигментов (в 1,2-1,8 раза). Одновременно снижается содержание танинов в листьях (до 2,13-7,82 мг/г в зоне стресса при 1,81-4,75 мг/г у видов в СБСК) и увеличивается флуктуирующая асимметрия (от 0,01 единицы в СБСК до 0,05 единиц в зоне стресса). Это приводит к снижению (в 1,1 – 1,5 раза в зависимости от вида) жизнеспособности растений в магистральных посадках.

4. Наибольший вклад в оптимизацию газового состава воздуха вносят *Laurus nobilis*, *Cinnamomum camphora* и *Jasminum mesnyi*, которые отличаются большим содержанием хлорофилла (2,49-2,96; 1,49-2,48 и 2,17-2,49 мг/г, соответственно); наиболее декоративными в период засухи являются *Magnolia grandiflora* и *Aucuba japonica*, у которых в примагистральных посадках наибольшая водоудерживающая способность (80,02 и 86,66 %, соответственно); *Eriobotrya japonica*, *Prunus laurocerasus*, *Jasminum mesnyi*, *Cinnamomum camphora* и *Nerium oleander*, характеризуются усиленным синтезом аскорбиновой кислоты в листьях (47,55; 22,01; 100,68; 70,14 и 21,20 мг/г, соответственно).

5. Виды с высокой вариабельностью физиолого-биохимических показателей (фотосинтетическая активность, жизнеспособность, площадь листа, накопление танинов и АК) – *Eriobotrya japonica*, *Cinnamomum camphora* и *Laurus nobilis* — являются биоиндикаторами экологического состояния субтропических урбосистем.

6. При планировании и реконструкции насаждений города Сочи и

окрестных территорий необходимо учитывать эколого-биологические особенности растений, включая репродуктивную способность, которые обуславливают устойчивость и возобновление растений в условиях урбосреды.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для уличного озеленения предложено использовать 183 вида из числа наиболее устойчивых и декоративных; в том числе, для рядовых и аллейных посадок – 74 вида; для живых изгородей и бордюров – 14; требующих солнечных участков – 50; для выращивания в тени – 15; устойчивых к морским бризам – 46 и переносящих известкование грунта – 64 вида.

В качестве видов устойчивых к антропогенному воздействию рекомендуем использовать в озеленении города *Eriobotrya japonica*, *Prunus laurocerasus*, *Jasminum mesnyi*, *Cinnamomum camphora* и *Nerium oleander*.

Учитывая высокую водоудерживающую способность *Magnolia grandiflora* и *Aucuba japonica*, рекомендуем активно использовать их в озеленении примагистральных посадок. Принимая во внимание сильный аромат цветущей *Magnolia grandiflora*, рекомендуем высаживать данную культуру дальше от объектов долговременного отдыха и от мест массового скопления людей.

В связи с высокой устойчивостью к загазованности воздуха лавровишни лекарственно, жасмина мести и олеандра обыкновенного, следует усилить их использование в озеленении примагистральных посадок.

Учитывая высокую вариабельность физиолого-биохимических показателей, рекомендуем использовать *Eriobotrya japonica*, *Cinnamomum camphora* и *Laurus nobilis* в качестве биоиндикаторов экологического состояния субтропических урбосистем.

Для создания живых изгородей в качестве неприхотливого, устойчивого вида рекомендуем использовать *Ligustrum lucidum* при условии своевременной обрезки и формировки растений.

Ограничить применение в озеленении города бамбуки (из-за склонности к неконтролируемому разрастанию), *Trachycarpus fortunei*, *Phoenix canariensis* и *Chamaerops humilis* (в связи с их неустойчивостью к стволовым вредителям) и розеточные растения (из-за недостаточной морозостойкости в условиях влажного климата).

Для поддержания южного колорита рекомендуем использовать *Butia capitata* и *Washingtonia filifera*, как наиболее устойчивые к вредителям.

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки)

1. 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.

2. Кунина, В. А. Оценка состояния насаждений улиц г. Сочи на примере Центрального района / В. А. Кунина // Политематический сетевой электронный

научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 114. – С. 683-693.

3. **Кунина, В. А.** Проблемные вопросы распространения растений самосеянного происхождения в городских зелёных насаждениях Сочи / В. А. Кунина // Плодоводство и ягодоводство России. – 2015. – Т. 43. – С. 294-297.

4. **Кунина, В. А.** Состояние фотосинтетических пигментов листьев древесных растений в условиях городской среды / В. А. Кунина, О. Г. Белоус // Ученые записки Крымского федерального университета. Биология. Химия. – 2020. – № 2. – С.108-118.

Публикации в иных рецензируемых научных изданиях

5. **Кунина, В. А.** Современное состояние городского озеленения г. Сочи / В. А. Кунина // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2015. – № 55. – С. 182-188.

6. Карпун, Ю. Н. Флористический анализ древесных растений, применяемых в озеленении улиц Сочи / Ю. Н. Карпун, **В. А. Кунина** // Субтропическое и декоративное садоводство. - 2015. - № 52. - С. 84-94.

7. Карпун, Ю. Н. К вопросу о засухоустойчивости декоративных древесных растений Черноморского побережья Кавказа (район Сочи) / Ю.Н. Карпун, М. В. Кувайцев, **В. А. Кунина** // Hortus Botanicus. - 2017. - Т. 12. - С. 668-693.

8. Карпун, Ю. Н. Перспективность использования спонтанных сортов *Nerium oleander* L. самосеянного происхождения в экстремальных условиях культуры / Ю. Н. Карпун, В. В.Лейба, М. В. Кувайцев, **В. А. Кунина** // Субтропическое и декоративное садоводство. - 2017. - № 62. - С. 64-70.

9. **Кунина, В. А.** Особенности современного состояния городского озеленения на примере Центрального района города-курорта Сочи / В. А. Кунина // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. - 2018. - Т. 147. - С. 220-222.

10. Маляровская, В.И. Морфо-биологическая характеристика представителей рода *Forsythia* Vahl. в условиях влажных субтропиков России / В. И. Маляровская, Г. А. Солтани, **В. А. Кунина** // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2020. – № 65(5). – С. 340–353.

11. **Кунина, В. А.** Морфологические параметры листовой пластинки, как показатель функционального состояния городских видов / **В. А. Кунина**, О. Г. Белоус, Н. А. Коннов // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2021. – № 77. – С. 120-131.

12. **Кунина, В. А.** Биологические особенности интродуцированных сортов красивоцветущих кустарников в условиях влажных субтропиков России / В. А. Кунина, В. И. Маляровская // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2021. – № 77. – С. 54-63.

Монографии

13. Карпун, Ю. Н. Проблемы городского озеленения Сочи / Ю.Н. Карпун, М. В. Кувайцев, **В. А. Кунина** – Сочи: СБСК - ВНИИЦиСК, 2016. – 88 с.

14. Рындин, А. В. Красивоцветущие кустарники на юге России (хеномелес, форсайтия, вейгела, гидрангея, гибискус) / А. В. Рындин, В. И. Маляровская, Ю. Н. Карпун, Г. А. Солтани, **В. А. Кунина**, Е. Л. Тыщенко, М. В. Кувайцев – Сочи: ФИЦ ШЦ РАН, 2020. – 188 с.

Научные статьи в журналах (статьи в других научных изданиях)

15. Карпун, Yu. N. Problems of self-seeding plants dispersal in the structure of Sochi urban green spaces / Yu. N. Карпун, **В. А. Кунина** // Бъдешето въпроси от света на

науката – 2014: материали за X международна научна практична конференция, София 17-25 декември 2014 г. – София, Република България: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2014. – Т. 16. – С. 54-58.

16. **Кунина, В. А.** Анализ состояния древесных пород в составе городского озеленения Центрального района г. Сочи / В. А. Кунина // Тезисы докладов III (XI) Международной Ботанической Конференции молодых ученых в Санкт-Петербурге, Санкт-Петербург, 4-9 октября 2015 года. – СПб.: БИН РАН, 2015. – С. 161.

17. **Кунина, В. А.** Основные парковые древесные породы Центрального района г. Сочи / В. А. Кунина // Areas of scientific thought – 2015/2016: materials of the XII international scientific and practical conference, Sheffield, UK: Science and educational LTD, 2015/2016. – Т.18. –С. 63-71.

18. **Кунина, В. А.** Оценка современного состояния городского озеленения г. Сочи на примере Центрального района / В. А. Кунина // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых - 2016. - С. 658-660.