

На правах рукописи

Ведер

**ВЕДЕРНИКОВ
КОНСТАНТИН ЕВГЕНЬЕВИЧ**

**БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В
НАСАЖДЕНИЯХ УРБАНОЭКОСИСТЕМ
(НА ПРИМЕРЕ Г. ИЖЕВСКА)**

Специальность 03.00 16 – экология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук



Тольятти – 2008

Работа выполнена на кафедре растениеводства Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»

НАУЧНЫЙ
РУКОВОДИТЕЛЬ

кандидат биологических наук, доцент
Бухарина Ирина Леонидовна

ОФИЦИАЛЬНЫЕ
ОППОНЕНТЫ

доктор биологических наук, профессор
Кулагин Алексей Юрьевич

доктор биологических наук, профессор
Неверова Ольга Александровна

ВЕДУЩАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ

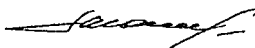
Самарский государственный университет

Защита состоится **19 февраля 2008 г. в 16 часов** на заседании диссертационного совета Д 002 251 01 при Институте экологии Волжского бассейна РАН по адресу 445003, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Комзина, 10

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института экологии Волжского бассейна РАН

Автореферат разослан «16» января 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



А. И. Маленков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Улучшение экологической обстановки в городах является важнейшей задачей современности. Одним из путей ее решения является оптимизация внутригородских древесных насаждений, выполняющих средообразующие функции.

Особенности жизнедеятельности и экологическая роль древесных растений в городах изучались многими известными учеными (Кулагин, 1974, Тарабрин, 1974; Николаевский, 1979, 2002; Сергейчик, 1984, Горышина, 1991; Чернышенко, 1996, Неверова, 1999, 2001; Кавеленова, 2006 и др.) Современные города представляют собой уплотненные урбанизированные образования с интенсивно используемыми территориями, и это создает особые задачи эффективного научно-обоснованного обустройства их зелеными насаждениями. Для этого необходимо обладать информацией об эколого-физиологическом состоянии различных видов древесных растений, позволяющей оценить их роль в оптимизации качества среды.

Ритм роста и развития является важнейшей характеристикой растений, отражающей особенности адаптации к окружающим условиям. Но вопросы морфогенеза растений в условиях интенсивной антропогенной нагрузки в настоящее время изучены недостаточно. К перспективным направлениям можно отнести выявление информативных морфометрических показателей, отражающих состояние древесных растений и использование их в целях фитомониторинга.

Экономическая и социальная особенность развития современных городов диктуют при экологической оптимизации урбано-среды эффективнее использовать насаждения пригородной зоны, но для этого требуется разработка новых подходов к формированию ее структуры.

Цель работы – выявление биологических и экологических особенностей древесных растений, произрастающих в насаждениях различного функционального назначения и обоснование их использования в экологической оптимизации города (на примере г. Ижевска).

Задачи исследования:

- 1 Изучить видовой состав, состояние, особенности ритмов сезонного развития и формирования морфоструктуры годичного побега у древесных растений в насаждениях различного экологического назначения.
- 2 Характеризовать динамику содержания тяжелых металлов в ассимиляционном аппарате древесных растений, произрастающих в условиях интенсивного техногенного воздействия.
- 3 Дать экологическую оценку состояния насаждений пригородной зеленой зоны.
- 4 Намечить пути оптимизации городских и пригородных древесных насаждений крупного промышленного центра.

В качестве модели крупного промышленного центра выбран г. Ижевск с населением свыше 630 тыс. человек, развитой промышленностью, транспортной сетью и социальной инфраструктурой. Уровень загрязнения в г. Ижевске соответствует среднестатистическим показателям городов России.

Научная новизна. Впервые в г. Ижевске проведено изучение особенностей роста и развития, морфологии годичного прироста древесных растений в насаждениях разных экологических категорий. Выделены характерные изменения побегообразования, особенности динамики накопления химических элементов и биогеохимической активности ассимиляционного аппарата древесных растений. На основе анализа состояния насаждений и тенденций развития градостроительства даны рекомендации по организации и режиму лесо-

пользования в насаждениях зеленых зон крупных промышленных центров (на примере г. Ижевска)

Защищаемые положения:

1. Морфофизиологические реакции на урбанизированную среду у древесных растений в составе разных экологических категорий насаждений видоспецифичны
2. Для оценки экологического состояния, устойчивости древесных растений и суммарного загрязнения городской среды возможно использование фенологических и морфологических показателей древесных растений
3. Пригородные территории при определенной структурной организации насаждений можно использовать как фактор экологической оптимизации городской среды

Теоретическая значимость работы. Материалы исследований расширяют существующие представления о характере роста и развития морфологических структур, особенностях элементного состава ассимиляционного аппарата древесных растений в условиях антропогенно трансформированной среды, дают возможность полнее характеризовать состояние насаждений зеленой зоны, как фактора экологической оптимизации среды Ижевска и других городов

Практическая значимость работы заключается в разработке рекомендаций по экологической оптимизации урбаноэкосистем с использованием широко распространенных в городах видов древесных растений, часть которых может использоваться при мониторинге состояния урбаноэкосистем

Реализация результатов исследования. Результаты диссертационных исследований включены в «Доклады об экологической обстановке в г. Ижевске» (2005, 2006) Управления природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации г. Ижевска, используются в работе отдела озеленения Главного Управления архитектуры и градостроительства г. Ижевска, при чтении курса «Урбаноэкология» в Удмуртском государственном университете и «Экология леса» в Ижевской государственной сельскохозяйственной академии

Личный вклад автора. Автором определены цель и задачи исследований, осуществлен сбор материала, математическая обработка, анализ и обобщение полученных результатов. Текст диссертации написан по плану, согласованному с научным руководителем

Апробация работы. Основные результаты работы были доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы аграрной науки и пути их решения» секция «урбано- и агроэкология» (Ижевск, 2005), Всероссийской конференции молодых ученых «Современные аспекты экологии и экологического образования» (Казань, 2005), Международной конференции «Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов» (Кемерово, 2006), Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений МСХ РФ по направлению «биологические науки» (Москва, 2007)

Публикации. По теме диссертации опубликовано 18 печатных работ и одна монография

Структура диссертации. Диссертация изложена на 117 страницах, состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы, включающего 278 источников, из них 19 на иностранном языке и 21 приложения. Работа содержит 16 таблиц и 8 рисунков

Работа выполнялась при поддержке гранта «Университеты России» № УР 07 01 050, в рамках научно-исследовательской темы по контракту с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды УР (2006, 2007)

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. ОСОБЕННОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И РОЛЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Дана общая характеристика города как специфической экологической среды. Приводится обзор работ отечественных и зарубежных авторов по влиянию антропогенных факторов на особенности роста и развития древесных растений и средообразующей роли зеленых насаждений в условиях урбано-среды.

Глава 2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ (г. ИЖЕВСК)

Приведена характеристика физико-географического положения, климата, транспортно-промышленного комплекса г. Ижевска. Ведущими отраслями промышленности в городе являются металлургия, теплоэнергетика, металлообработка и машиностроение (Доклад, 2005-2006; О состоянии, 2005). Приведен анализ метеорологических условий периода исследований.

Глава 3. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований являются древесные растения, произрастающие в составе различных экологических категорий насаждений: магистральные посадки (крупнейшие магистрали города – улицы Удмуртская и К. Либкнехта), санитарно-защитные зоны (СЗЗ) ведущих промышленных предприятий – ОАО «Ижсталь», «Нефтемаш», «Буммаш», «Автотавол», ИЭМЗ. В качестве зон условного контроля (ЗУК) выбраны территории Ботанического сада УдГУ (северная окраина города) и городского парка ландшафтного типа (ЦПКиО им. С. М. Кирова) (Краснощекова, 1987).

Исследования проведены в 2003-2007 гг. Характеристика степени загрязнения атмосферного воздуха г. Ижевска, метеорологических условий в период исследований составлена на основе опубликованных материалов. Расчет комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) для районов исследования проведен по материалам Удмуртского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УЦГМС). Сведения о структуре и площадях объектов зеленого фонда заимствованы из Генерального плана г. Ижевска (2005), материалов Министерства лесного хозяйства УР, а в ряде районов исследования по материалам проведенной нами инвентаризации насаждений (Инструкции по проведению, 2002).

Изучение особенностей роста и развития деревьев и кустарников выполнено на девяти видах древесных растений, наиболее широко практикуемых в озеленении города. Указанные виды представлены во всех изучаемых типах насаждений и участвуют в формировании ярусной структуры.

На пробных площадях (по 5-10 шт. в каждом районе, размером не менее 0,25 га) проведены отбор и нумерация учетных растений (10-15 деревьев каждого вида) средневозрастного генеративного состояния (g_2), для анализа годичного прироста из них выделены растения хорошего и удовлетворительного жизненного состояния (Родин, 1968, Методические рекомендации, 1981, Смирнова, Чистякова, Попатюк и др., 1990). Общее количество учетных растений – более 800. Проведены таксация (Соколов, 1998), оценка жизненного состояния (Николаевский, 1999) и анализ феноритмов (Фенологические наблюдения, 1990, Булыгин, Яришко, 2001) учетных древесных растений.

Биометрический анализ годичного побега древесных растений проводили после прекращения ростовых процессов. С этой целью срезали по 10 верхушечных вегетативных побегов с каждого учетного растения и измеряли длину побега (с помощью штангенцирку-

лы с точностью до 0,01 мм), количество метамеров, массу и площадь (контурно-весовым методом) листьев Зимостойкость почек годовичного прироста оценивали в марте по 6-балльной шкале (Пашкина, 2002) и данные подвергали статистическому анализу качественных признаков (Доспехов, 1973).

В местах сбора растительных образцов провели отбор почвенных проб (Методические рекомендации по оценке , 1999), для которых определили pH_{KCl} (ГОСТ 26483-91), pH_{H_2O} (ГОСТ 17 54 01-84) (АНИОН 7000), содержание органического вещества (гумуса) (%) – по методу Тюрина И В. в модификации Симакова, аммонийного азота – фотоколориметрически (КФК – 2), нитратов – ионометрическим методом (МИКОН), подвижных формы калия (ПФА – 354) и фосфора (КФК – 2) (мг/кг почвы) – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО, плотность сложения и влажность почв – по общепринятым методикам (Практикум по агрохимии, 1987, Кузнецов, 1997) Анализ почв на содержание ионов натрия провели по ГОСТ 17 5 4 02-84, ГОСТ 26427-85 и хлора – по ГОСТ 17 5 4 02-84, ГОСТ 26425-85

Во всех исследуемых районах в марте провели отбор проб и анализ снежного покрова pH талой воды (ГОСТ 17.54 01-84), содержание в фильтрате нитратов (ГОСТ 29270-95), ионов натрия и хлора (ГОСТ 17 5 4 02-84), растворимых форм тяжелых металлов (Cu, Cd, Pb, Zn, Mo, Ni) на вольтамперометрическом анализаторе «Ива-5». Фоновые образцы снега взяты на территории лесного массива, находящегося на расстоянии 60 км от г. Ижевска.

Анализы проводили в лаборатории физиологии и биохимии растений и лаборатории агрохимического анализа ФГОУ ВПО «Ижевская ГСХА».

Валовое содержание химических элементов (Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Cd, Ni, Cr, Pb) в почве и золе растений (отбор проб проведен согласно ГОСТ 17-4 4 02-84) определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии (спектрометр типа СЭ-1 на базе дифракционного спектрографа ДФС-458С и регистрирующих устройств типа ФП-4, совмещенных с ПЭВМ) на базе аккредитованной лаборатории экологического контроля Казанского государственного университета (РОСС RU 0001 510958)

Для оценки состояния насаждений зеленой зоны города были заложены пробные площади размером 1 га (Площади пробные лесоустроительные, 1984), которые располагались на разном удалении от черты города (в двух направлениях с подветренной и наветренной сторон), проведена таксация насаждений (Соколов, 1998), расчет относительного жизненного состояния (ОЖС) древостоев (Алексеев, 1990), расчет их кислородопродуктивности (Рысин, Осипов, 1991) Определена интенсивность фотосинтеза (Быков, 1974), пылесаждающая способность (Кавеленова, 2006) и морфометрические показатели годовичного прироста у основных лесобразующих пород

Математическую обработку материалов провели с использованием статистического пакета «Statistica 5 5» Для интерпретации полученных материалов применен дисперсионный многофакторный анализ (по перекрестно-иерархической схеме, при последующей оценке различий методом множественного сравнения LSD-test), а также проведен кластерный, корреляционный анализы (коэффициент Спирмена) и использован метод главных компонент

Глава 4. СТРУКТУРА, СОСТОЯНИЕ И ВИДОВОЙ СОСТАВ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА ИЖЕВСКА

4.1 Экологическая характеристика условий произрастания древесных растений

При экологической характеристике условий произрастания древесных растений нами использованы материалы зонирования города по уровню загрязнения почв и атмосферы

ного воздуха (данные Геоэкологической лаборатории Удмуртского государственного университета, Стурман, Гагарин, 2002, Стурман, Загребина, 2002), результаты исследований почв и снежного покрова, проведенных Н.Г. Рыловой (2003), а также полученные нами материалы анализов образцов почв и снежного покрова. Для характеристики уровня загрязнения атмосферного воздуха в каждом исследуемом районе нами проведен расчет комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА)

По сравнению с пригородной и парковой зонами в санитарно-защитных зонах и, особенно вдоль магистралей, наблюдается высокий уровень загрязнения почв, снежного покрова, здесь же зафиксированы наиболее высокие значения суммарного индекса загрязнения атмосферы. Изменяются агрохимические и физические свойства почв: возрастает значение pH, содержание элементов минерального питания, снижается влажность почв, увеличивается их плотность сложения. В магистральных посадках для почв характерно довольно высокое содержание ионов натрия, хлора, а также органических веществ. Среди промышленных предприятий наибольшая техногенная нагрузка характерна для санитарно-защитных зон предприятий «Ижсталь» (центральная промышленная зона), «Буммаш» и «Автозавод» (северо-восточная промышленная зона). Кроме наличия загрязняющих веществ в воздухе, почвах и снежном покрове в урбанозосистемах неблагоприятным для древесных насаждений фактором (особенно в магистральных посадках) являются более высокие температуры, освещение в ночное время, значительная высота и плотность снежного покрова в зимний период.

4.2 Структура размещения и видовой состав древесных насаждений г. Ижевска

Характеристика структуры и состояния насаждений города дана по опубликованным материалам (Доклады об экологической обстановке в г. Ижевске в 2002-2005 гг., Генеральный план Ижевска, 2005) и на основе материалов инвентаризации, проведенной автором.

Инвентаризация насаждений санитарно-защитных зон промышленных предприятий и магистральных посадок свидетельствует о том, что существующие насаждения по структуре и посадкам не соответствуют требуемым нормативам. В насаждениях преобладают деревья в возрасте свыше 30-50 лет, что отражает тенденцию «старения» зеленого фонда города.

Анализ видового состава показал, что в изучаемых насаждениях произрастают 143 вида древесных растений, большая часть из которых 104 являются интродуцентами из Северной Америки (16%), Дальнего Востока, Западной и Восточной Сибири (15,4%), Крыма, Украины, Молдавии, Кавказа (11,2%). В систематическом спектре наиболее многочисленны виды семейств *Salicaceae*, *Rosaceae* и *Betulaceae*. В насаждениях преобладают тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), береза повислая (*Betula pendula* Roth), липа мелколиственная (*Tilia cordata* Mill.) и клен ясенелистный (*Acer negundo* L.). В урбанодендрофлоре г. Ижевска деревья и кустарники представлены примерно равным количеством видов. В озеленении Ижевска недостаточно используются хвойные деревья и кустарники.

Глава 5. БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Несмотря на довольно широкий ассортимент видов древесных растений, основная доля озелененной территории г. Ижевска занята девятью видами, которые стали объектами наших исследований.

5.1 Таксационная характеристика и жизненное состояние древесных растений

Таксационные описания показали, что для деревьев в зонах условного контроля характерно повреждение листьев филофагами и закрытые прорости на стволах. В промзонах и магистральных посадках основными пороками являются кривизна ствола, механические повреждения, сухобокость, нередко встречаются инородные включения в стволе деревьев, обдир коры и открытая прорость

Материалы таксации деревьев, произрастающих в различных функциональных зонах города, были использованы для расчета прироста ствола по объёму. Данный показатель характеризует среднюю продуктивность и может косвенно отражать качество условий произрастания. Поскольку для получения более точных результатов его рекомендуют (Ушаков, 1997) применять лишь для древесных растений, формирующих полнодревесный ствол, указанный выше показатель вычислен нами для березы повислой и липы мелколистной (табл. 1)

Таблица 1 – Прирост ствола по объёму у березы повислой (*Betula pendula* Roth) и липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill), произрастающих в различных функциональных зонах г. Ижевска, м³/год

| Функциональная зона | Место произрастания | Прирост ствола по объёму, м ³ /год | |
|--|-----------------------|---|-------------------|
| | | Береза повислая | Липа мелколистная |
| Зоны условного контроля | Ботанический сад УдГУ | 0,05 | 0,02 |
| | Парк им. Кирова | 0,03 | 0,04 |
| Санитарно-защитные зоны промышленных предприятий | Ижсталь | 0,03 | 0,03 |
| | Автозавод | 0,02 | 0,007 |
| | Нефтемаш | 0,007 | 0,008 |
| | ИЭМЗ | 0,03 | 0,01 |
| | Буммаш | 0,02 | 0,01 |
| Магистральные посадки | Ул. Удмуртская | 0,02 | 0,02 |
| | Ул. К. Либкнехта | 0,02 | 0,03 |

Установлено, что деревья, произрастающие в районах с наибольшим уровнем техногенного влияния, имеют наиболее низкие значения прироста ствола по объёму.

В качестве диагностического показателя устойчивости видов является степень их жизнеспособности в условиях города, для характеристики которой используются различные шкалы оценки жизненного состояния (Алексеев, 1990; Теодоронский, 2002)

Так наименьшими баллами жизненного состояния (ЖС) в насаждениях города характеризуются липа мелколистная, роза майская (*Rosa majalis* Herrm.) и карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.) (рис. 1, 2). Липа мелколистная и рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) в зоне условного контроля имеют более низкие баллы ЖС, чем в санитарно-защитных зонах (СЗЗ) промышленных предприятий и магистральных посадках, что вызвано повреждением листовой пластинки липы – филофагами, рябины – ржавчинными грибами (степень повреждения составляет 80-100%). Во всех исследуемых районах города отмечено сильное поражение караганы древовидной и розы майской мучнистой росой. У ивы козьей (*Salix caprea* L.) низкие жизненные баллы в ЗУК связаны с повреждениями листовой пластинки филофагами, а в других насаждениях города – мучнистой росой (рис. 1). Тополь бальзамический имеет низкие баллы жизненного состояния в магистральных посадках, где его листья значительно поражены насекомыми-минерами (рис. 2)

В целом невысокие жизненные баллы характерны для растений, произрастающих в магистральных посадках. Значительного снижения жизненного состояния растений в промзонах нами не выявлено, что свидетельствует об относительно удовлетворительном со-

стоянии ассимиляционного аппарата деревьев в указанных районах. Высокие баллы ЖС отмечены у березы повислой, клена ясенелистного и яблони ягодной (*Mallus baccata* L.) (рис. 2).

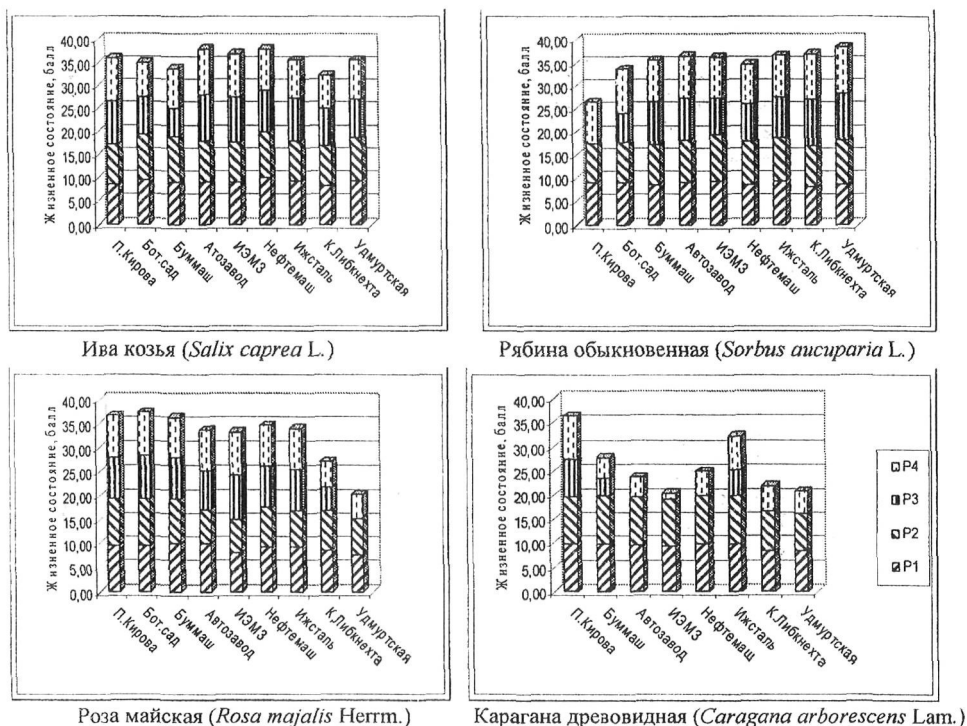
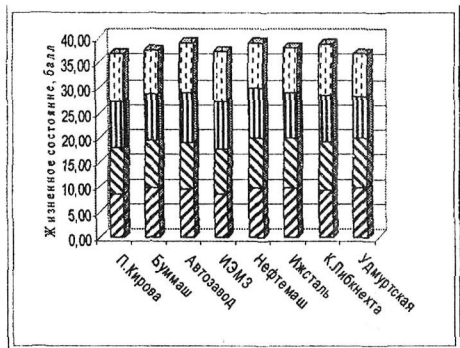


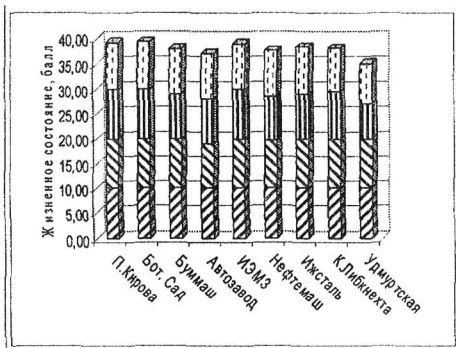
Рисунок 1 – Жизненное состояние деревьев кустового типа и кустарников в различных районах г. Ижевска

Примечание: P₁ – количество живых ветвей в кронах деревьев; P₂ – степень облиствленности крон; P₃ – количество живых (без некрозов) листьев в кронах; P₄ – среднее количество живой площади листа.

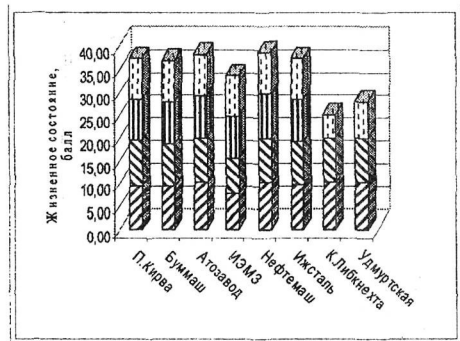
Методами корреляционного анализа нами выявлены видовые особенности связи ЖС растений и содержания отдельных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. У тополя бальзамического и караганы древовидной ЖС коррелирует с содержанием окислов азота в атмосферном воздухе ($r = 0,76$, $n = 80$, $P < 2,35E-07$). Следовательно, можно предположить, что указанные виды способны вовлекать азотсодержащие загрязнители атмосферы в метаболизм и наиболее широко могут использоваться при создании насаждений в районах города с высоким содержанием данных соединений в атмосферном воздухе. На липу мелколистную, рябину обыкновенную ($r = -0,43$, $n = 90$, $P < 2,29E-05$) и яблоню ягодную ($r = -0,40$, $n = 80$, $P = 0,002$), наоборот, окислы азота действуют угнетающе, снижая их жизненное состояние.



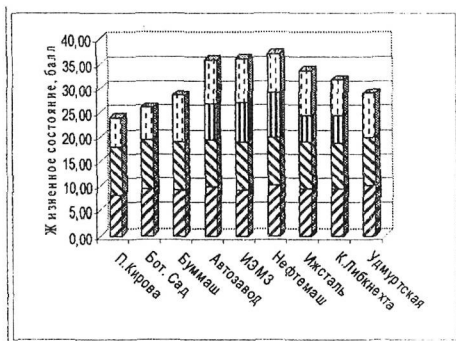
Клен ясенелистный (*Acer negundo L.*)



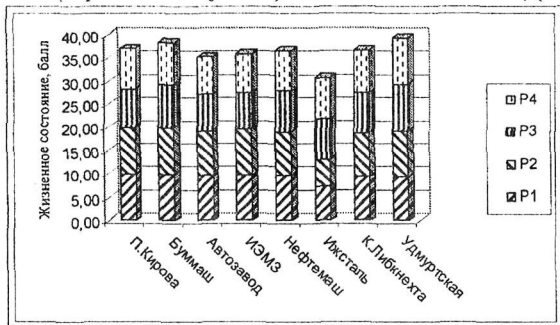
Береза повислая (*Betula pendula Roth.*)



Тополь бальзамический (*Populus balsamifera L.*)



Липа мелколистная, (*Tilia cordata Mill.*)



Яблоня ягодная (*Malus baccata L.*)

Рисунок 2 – Жизненное состояние деревьев в различных районах г. Ижевска

Примечание: P₁ – количество живых ветвей в кронах деревьев; P₂ – степень облиственности крон; P₃ – количество живых (без некрозов) листьев в кронах; P₄ – среднее количество живой площади листа.

Одним из приоритетных загрязнителей атмосферы города является оксид углерода. При повышении его концентрации в воздухе г. Ижевска отмечается снижение жизненного состояния клена ясенелистного ($r = -0,30$, $n = 80$, $P = 0,006$), тополя бальзамического ($r = -0,29$, $n = 80$, $P = 0,009$), липы мелколистной ($r = -0,28$, $n = 90$, $P = 0,008$) и рябины обыкновенной ($r = -0,39$, $n = 90$, $P = 0,0002$), тогда как жизненное состояние яблони ягод-

ной ($r = 0,32$, $n = 80$, $P = 0,004$) и розы майской ($r = 0,25$, $n = 90$, $P = 0,018$) находится в прямой корреляционной связи с содержанием углекислоты в атмосферном воздухе

5.2 Особенности сезонного ритма развития древесных растений

В условиях города в результате высокой загазованности и источников дополнительного освещения и тепла происходит нарушение феноритмов растений (Горышина, 1991, Николаевский, 2002, Неверова, Колмогорова, 2003, Турмухаметова, 2005)

За период наблюдений в г. Ижевске нами отмечены некоторые фенологические особенности у древесных растений, произрастающих в СЗЗ и магистральных посадках по сравнению с зоной условного контроля. У большинства исследуемых видов наблюдалось более раннее появление зеленого конуса листьев, например, у яблони ягодной – на 3-5 и рябины обыкновенной – на 4-9 дней, тогда как у березы повислой и розы майской, наоборот, эта фаза наступала несколько позже.

Выявлено, что у деревьев верхнего яруса (первой величины) в условиях города продолжительность цветения сокращается, особенно в магистральных посадках, у низкорослых деревьев и кустарников, наоборот, цветение более продолжительно по сравнению с зоной условного контроля. У большинства видов позже наблюдалось появление осенней окраски и, особенно, начала листопада (на 4-14 дней). Продолжительность вегетации у большинства видов, кроме ивы козьей и розы майской, в СЗЗ промышленных предприятий и магистральных посадках превышала таковую в ЗУК.

Нарушение естественного ритма развития растений приводит к нарушению физиолого-биохимических процессов в период покоя, вызывающих сокращение его глубины и сроков, что является одной из причин снижения устойчивости и продолжительности жизни растений в городе.

5.3 Морфометрический анализ годичного побега древесных растений

Растения, произрастая в городской среде, испытывают стресс, который выражается в изменении биохимического состава, физиологических особенностей и, как следствие, морфологических признаков. Условия техногенной среды, безусловно, влияют на систему побегообразования древесных растений (Николаевский, 1979, Кулагин, 1985, Неверова, Колмогорова, 2003).

Кластерный анализ показал, что все изучаемые виды по совокупности морфометрических показателей годичного побега подразделяются на два больших кластера. В первый кластер объединились клен ясенелистный и рябина обыкновенная, во второй – остальные виды. При этом кластерный анализ морфометрических показателей, проведенный для каждого из изучаемых видов, выявил, что у клена ясенелистного выделились два крупных кластера по зонам произрастания (рис. 3). В первом кластере объединены растения в составе насаждений СЗЗ промышленных предприятий и магистральных посадок, во втором – зон условного контроля. Следовательно, у данного вида достоверно меняется характер роста побегов в условиях интенсивного загрязнения.

Используемый нами метод главных компонент позволил установить, по каким морфологическим признакам происходит объединение видов в группы. Главная компонента 1 высоко значимо отрицательно коррелирует с сырой (-0,91) и сухой массой (-0,88), а также площадью листьев (-0,86). На эту компоненту приходится 39,3% изменчивости, что свидетельствует о сильном изменении этих морфометрических показателей побега в санитарных зонах промышленных предприятий и магистральных посадках. Главная компонента 2 высоко значимо отрицательно коррелирует с длиной годичного побега (-0,75), при этом на нее приходится 14,6% изменчивости.

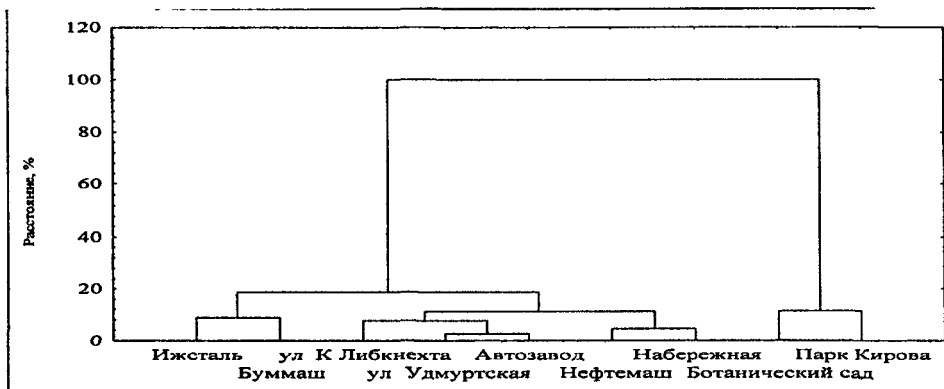


Рисунок 3 – Результаты кластерного анализа морфометрических параметров клена ясенелистного, произрастающего в различных функциональных зонах (г. Ижевск)

Клен ясенелистный и рябина обыкновенная, произрастающие в магистральных посадках и СЗЗ промышленных предприятий, объединены в одну группу (рис 4). У них в зоне интенсивного загрязнения изменяется масса и площадь листьев, а у клена – также и длина годичного побега.

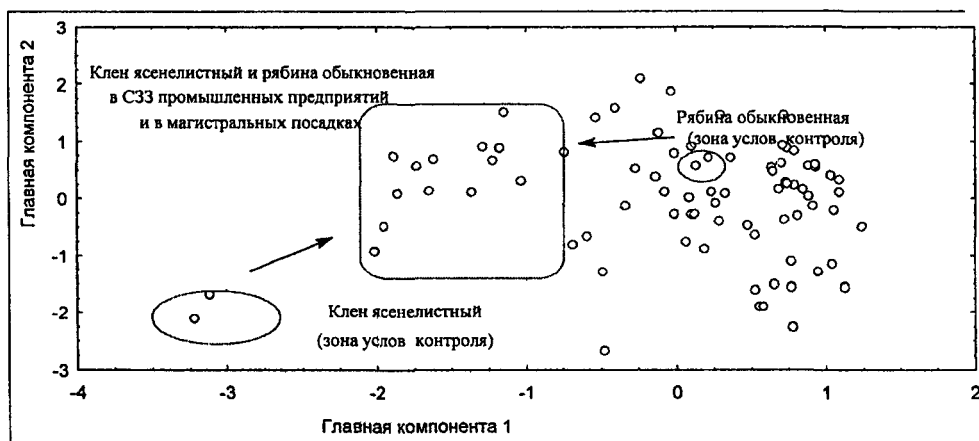


Рисунок 4 – Положение объектов в осях главных компонент 1 и 2

Дисперсионный анализ выявил существенность влияния изучаемых факторов, а также их взаимодействия на морфометрические параметры годичного побега изучаемых видов (табл 2). Анализ видовых особенностей показал, что у розы майской в условиях загрязнения среды годичные побеги укорачиваются, но при этом их структурные элементы либо увеличиваются (количество узлов), либо остаются неизменными (сухая масса и площадь листьев). У клена ясенелистного с повышением уровня загрязненности также происходит уменьшение длины годичного побега и его структур. У караганы древовидной, в условиях интенсивной техногенной нагрузки побеги также укорачиваются, но при этом существенно возрастает число метамеров (рис 5-7). Это соответствует отмечаемому исследователями явлению ксерофитизации побега в условиях техногенной нагрузки (Николаевский, 1979; Кулагин, 1985; Неверова, Колмогорова, 2003).

Таблица 2 – Результаты достоверности влияния изучаемых факторов на морфометрические параметры годовичного побега древесных растений

| Морфометрические параметры | Факторы | | |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | вид древесного растения | функциональная зона | взаимодействие факторов |
| Длина побега | $P < 10^{-29}$ | $P = 6,72 \cdot 10^{-8}$ | $P < 10^{-29}$ |
| Количество метамеров | $P < 10^{-29}$ | $P = 7,38 \cdot 10^{-27}$ | $P = 4,12 \cdot 10^{-20}$ |
| Сухая масса листьев | $P < 10^{-29}$ | $P = 1,97 \cdot 10^{-7}$ | $P = 2,73 \cdot 10^{-29}$ |
| Сырая масса листьев | $P < 10^{-29}$ | $P = 0,0004$ | $P < 10^{-29}$ |
| Площадь листьев | $P < 10^{-29}$ | $P = 0,0002$ | $P < 10^{-29}$ |

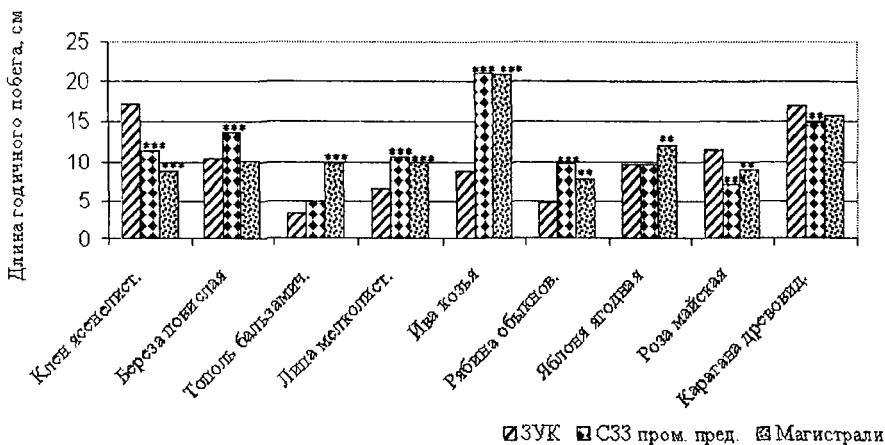


Рисунок 5 – Длина годовичного побега древесных растений, произрастающих в различных функциональных зонах города, см

Примечание: достоверные отличия от зоны условного контроля при * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

У ивы козьяй и рябины обыкновенной в насаждениях специального назначения происходит удлинение годовичного побега, что связано с увеличением числа метамеров, при этом масса и площадь листьев на побеге также возрастают. У липы мелколистной (в СЗЗ промышленных предприятий и магистральных посадках), яблони ягодной и березы повислой (только в магистральных посадках) происходит удлинение годовичного побега за счет увеличения числа метамеров, но при этом остаются неизменными показатели массы и площади листовой поверхности. У тополя бальзамического увеличение длины побега наблюдается только в магистральных посадках, при этом сокращается количество узлов, а увеличиваются площадь и масса листьев (рис. 5-7).

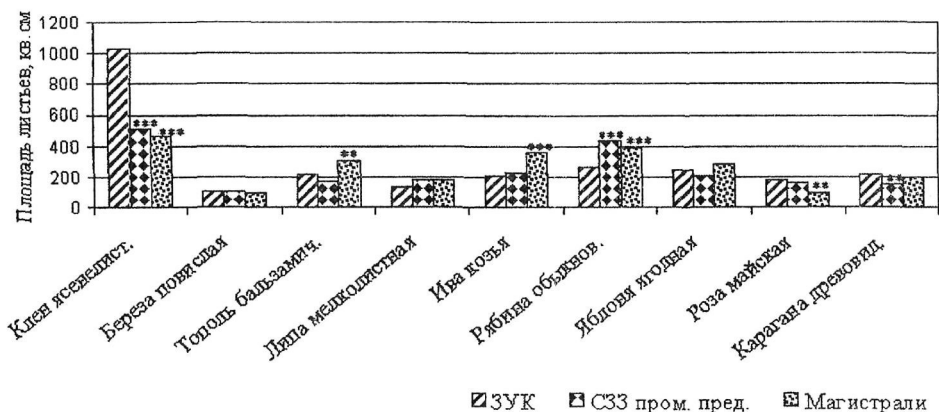


Рисунок 6 – Площадь листьев на годичном побеге древесных растений, произрастающих в различных функциональных зонах города, см²

Примечание: достоверные отличия от зоны условного контроля при * $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$

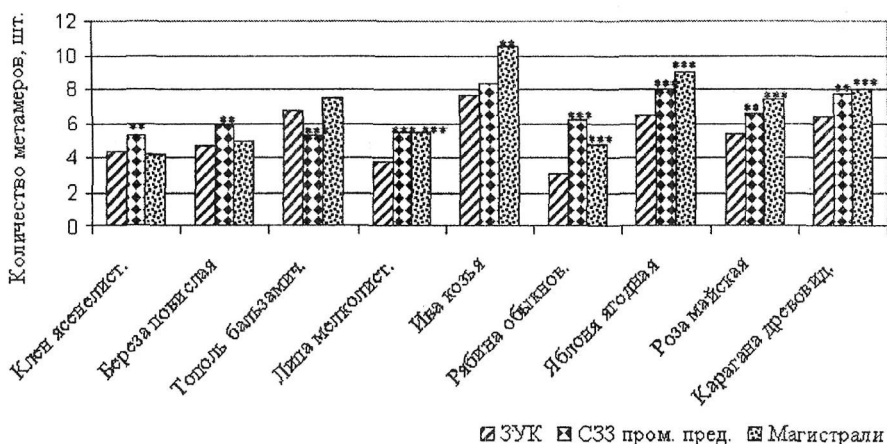


Рисунок 7 – Количество метамеров на годичном побеге древесных растений, произрастающих в различных функциональных зонах города, шт.

Примечание: достоверные отличия от зоны условного контроля при * $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$

Таким образом, в условиях техногенной среды у одних древесных растений наблюдается ксерофитизация морфологических структур (клен ясенелистный, роза майская, карагана древовидная); у других – удлинение годичного побега (ива козья, рябина обыкновенная, липа мелколиственная и яблоня ягодная, тополь бальзамический, береза повислая). При этом удлинение годичного побега у большинства видов растений сопровождается существенным увеличением числа его метамеров. Это свидетельствует о том, что техногенная среда оказывает влияние не только на постэмбриональную стадию побегообразования у древесных растений, но и на эмбриональную фазу.

Кластерный анализ и метод главных компонент выявили достоверные изменения морфологии годичного побега у клена ясенелистного и рябины обыкновенной в условиях техногенной нагрузки разной степени

При рассмотрении разницы между максимальными и минимальными значениями морфометрических показателей выявлено, что наибольшие колебания характерны для показателей площади листовой поверхности и длины годичного побега. Уровень изменчивости площади листьев изучаемых видов можно представить в виде следующего ряда клен ясенелистный > рябина обыкновенная > роза майская > ива козья > яблоня ягодная > карагана древовидная > береза повислая > тополь бальзамический > липа мелколистная

5.4 Зимостойкость почек на годичном приросте побегов древесных растений

Анализ зимостойкости показал, что по наличию почек, имеющих сильную степень повреждения (4-5 баллов), побеги древесных растений в обследованных насаждениях существенно не отличались. При этом на побегах северной экспозиции у всех изучаемых видов деревьев и кустарников достоверно снижено количество почек без признаков повреждений (0 баллов). Для насаждений санзоны предприятия «Ижсталь» и магистралей отмечено наибольшее число растений с максимальным повреждением зимующих почек.

Таким образом, можно заключить, что в условиях города снижается зимостойкость годичных побегов у древесных растений, уменьшается количество почек, не имеющих признаков повреждений, а в условиях интенсивной техногенной нагрузки (магистральные посадки) существенно возрастает число максимально поврежденных почек.

5.5 Динамика содержания тяжелых металлов в листьях древесных растений

Несмотря на активное изучение в последние годы, закономерности накопления и распределения тяжелых металлов (ТМ) в почве и растениях, не раскрыты в должной мере (Соколов, Черников, 1999, Безносос, Башмаков, Нелюбин, 2005, Кулагин, Шагиева, 2005). Нами проведен анализ содержания ТМ в листьях древесных растений (в начале активной вегетации (июнь) и листовенном опаде (сентябрь)) и почвах, который показал, что в ионе избыточные концентрации химических элементов содержатся в листьях липы мелколистной (Zn, Cu, Pb – в промзоне и Zn, Ni, Co – в магистральных посадках), караганы древовидной (Zn, Pb, Mo – в промзоне и Ni – в магистральных посадках) и ели колочей (Cd и Mo – в промзоне). На наш взгляд, высока вероятность поступления этих химических элементов в растения с тальми водами, что подтверждено анализами снежного покрова в районах исследований, где приоритетными загрязнителями являются кадмий, цинк и никель. В листовенном опадe избыточные концентрации элементов отмечены у липы мелколистной (Cd, Pb, Ni – в промзоне), клена ясенелистного (Cu, Ni – в магистральных посадках и Mo – во всех зонах) и яблони ягодной (Pb и Mo в промзоне и Ni в магистральных посадках). Во всех функциональных зонах города в листьях изучаемых видов растений отмечены превышающие норму концентрации хрома. У таких видов, как клен ясенелистный и яблоня ягодная, наблюдается тенденция накопления ТМ в листьях к концу вегетационного периода и их удаление вместе с опавшими листьями, что можно рассматривать как адаптивную реакцию.

Мы полагаем, что увеличение ТМ к концу вегетации может быть связано с ростом содержания танинов, так как ряд авторов (Кретович, 1986, Братчук, 2001; Черненкова, 2004) отмечает, что последние могут образовывать комплексные соединения с микроэлементами. Примененные нами методы кластерного и корреляционного анализов не выявили существенных связей между содержанием танинов по данным ТМ Поварничиной (2007) и ТМ в побегах. Неустановлены связи и с продолжительностью вегетации растений.

Интенсивность поглощения микроэлементов оценивали при помощи коэффициента биологического поглощения (КБП), представляющего собой частное от деления содержания микроэлемента в абсолютно сухой массе листьев на его содержание в корнеобитаемом слое почвы (Ловкова, Рабинович, Понамарева и др., 1989)

Древесные растения вовлекают микроэлементы в особую форму движения – биологическую миграцию. Каждый элемент выполняет особую физиологическую функцию в растительном организме, и поэтому интенсивность их поглощения не одинакова.

По интенсивности биологического поглощения все элементы делятся на следующие группы. Первая группа – это элементы энергичного накопления (КБП = 10-100), вторая – сильного накопления (КБП = 1-10), третья – слабого накопления и среднего захвата (КБП = 0,1-1), четвертая – элементы слабого захвата (КБП = 0,01-0,1) (Братчук, 2001, Винокурова, 2003)

Для березы повислой, клена ясенелистного, яблони ягодной, липы мелколистной и караганы древовидной Мп в начале ассимиляционного периода является элементом сильного накопления. Высокие значения КБП цинка характерны для клена ясенелистного, яблони ягодной и липы мелколистной в магистральных посадках. Также элементом сильного накопления у клена ясенелистного, яблони ягодной, ели колючей и караганы древовидной является Со в промзонах. Остальные изучаемые элементы для всех видов растений являются элементами слабого накопления и захвата. Для осенних листьев клена ясенелистного установлено высокое значение КБП Zn, Cu и Mo в магистральных посадках.

На основе данных о КБП элементов рассчитана биогеохимическая активность (БХА) ассимиляционного аппарата изучаемых видов древесных растений (Айвазян, 1974) $BXA = \sum KBP$. Анализ величин БХА в начале ассимиляционного периода позволил заключить, что они в фоне выше по сравнению с магистральными посадками и промзонами (исключение ель колючая и липа мелколистная). В конце вегетационного периода биогеохимическая активность листьев древесных растений (кроме яблони ягодной и ели колючей) также выше в фоне.

Таким образом, нами зафиксирована тенденция избыточного накопления хрома в листьях изучаемых древесных растений. В целом накопление химических элементов видоспецифично. Превышающие нормы концентрации металлов, выявлены у ели колючей, караганы древовидной (только в июне), клена ясенелистного и яблони ягодной (в сентябре), а также у липы мелколистной (в оба срока). Высокие значения КБП характерны только для биогенных металлов (Zn, Cu, Mn и Mo). Анализ БХА ассимилирующего аппарата древесных видов выявил, что данный показатель в экологически благоприятных условиях произрастания растений выше, чем в загрязненных, что согласуется с исследованиями, проведенными ранее с другими видами растений (Валеева, 2004)

Глава 6 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ЗЕЛеной ЗОНЫ ИЖЕВСКА, ПУТИ ИХ ОПТИМИЗАЦИИ

Анализ состояния объектов озеленения г. Ижевска показал, что насаждения города по структуре и площадям не соответствуют принятым нормативам, требуется принятие срочных мер по подбору ассортимента древесных растений с высокой функциональной активностью, реконструкции и расширению площади насаждений.

Опыт решения аналогичных проблем во многих крупных городах России и зарубежных стран показал трудности осуществления этих мер в условиях значительной трансформации урбаноcреды и интенсивного развития современных городов (Мозолевская, Теодоронский, Кузьмичев, 1996; Горохов, 2005)

Исходя из этого, мы считаем, что в экологической оптимизации городской среды большое значение должно быть отведено прилегающим территориям. В настоящее время

проблема «город-пригород» реализуется через создание зеленых зон, в основу расчетов размеров которых (Белов, 1964) положен принцип потребления кислорода населением города. При этом не учитывалось потребления кислорода промышленными предприятиями и автотранспортом, возможности пригородных лесов обеспечивать город этим ресурсом, а также физиологическое состояние растительности, находящейся под влиянием комплекса негативных факторов урбаноcреды. Современная экологическая ситуация требует пересмотра и уточнения вопросов организации зеленых зон городов. Одной из задач исследований являлось экологическая оценка состояния насаждений пригородной зеленой зоны с целью выявления их роли в оптимизации городской среды.

Зеленая зона г. Ижевска включает лесопарковую и лесохозяйственную части площадью 8324 и 29903 га соответственно, причем лесные насаждения на этих территориях составляют основную часть (92 и 83%). Средневозрастные и приспевающие леса (имеющие наиболее важное экологическое значение) в лесопарковой части составляют 59 (4532,6), а в лесохозяйственной – 63% (15465,5 га).

При анализе продукции кислорода, поступающей в город, мы учли долю лесных площадей, способных в этом участвовать в силу особенностей ветрового режима территории. В Ижевске в течение года преобладающими являются ветры юго-западного направления, лесистость пригородных территорий в этом направлении невысока и составляет лишь 23%. Основные лесные массивы сосредоточены на севере и северо-востоке от черты города. Однако в период вегетации растений в Ижевске (по средним многолетним наблюдениям) господствуют северные и северо-западные ветры.

Исходя из вышесказанного, мы провели примерный расчет продукции кислорода (Рысин Осипов, 1991) всей территории зеленой зоны города и лесных массивов, находящихся с подветренной и наветренной сторон. Она составила для всей территории зеленой зоны, занятой лесами – 246,5 тыс тонн в год или 12,3 т/га (для сравнения высокопроизводительные леса умеренной зоны производят 15-18 т O_2 /га (Жарасев, 2001)). При этом насаждения южного и юго-западного направлений производят 58,4 тыс т (24%), а северного – 66,7 тыс т (27%) кислорода.

В указанных направлениях на разной удаленности от черты города были заложены и описаны пробные площади, рассчитаны баллы относительного жизненного состояния деревьев, проведен морфологический анализ годичного прироста, пылеосаждающей способности и ассимиляционной активности лесобразующих пород.

Установлено, что в южном и юго-западном направлении по мере приближения к городу снижается полнота насаждений, изменяются физические свойства почв – уменьшается их влажность и повышается плотность сложения, они становятся менее кислыми. Лесобразующие породы – ель и пихта сибирская, отличаются высокой пылеосаждающей способностью. По мере приближения к городу у них возрастает интенсивность фотосинтеза, но снижаются ростовые процессы, уменьшается длина годичных побегов и площадь ассимилирующей поверхности.

В северном направлении, по мере удаления от города возрастает полнота насаждений, увеличивается влажность и понижается кислотность почв. Основными лесобразующими породами здесь являются ель и липа мелколиственная. Максимальное количество пыли осаждается насаждениями в 21 км удаленности от города. Следует сказать, что ель и пихта сибирская осаждают в 4-9 раз больше пыли, чем лиственные породы. У основных лесобразующих пород по мере удаления от города возрастает интенсивность фотосинтеза, но достоверных изменений в морфоструктуре годичного побега не зафиксировано.

С целью повышения средоулучшающих функций пригородных территорий необходимо использовать нарушенные территории зеленой зоны города путем организации плантационной формы лесного хозяйствования из обладающих высокой кислородопроductивностью,

быстрорастущих, технически ценных пород древесных растений (тополей, древовидных ив, лещины, облепихи крушиновой, эффективного подбора хвойных пород).

Особое место при создании насаждений должно быть отведено подбору ассортимента древесных растений, обладающих высокой продуктивностью, функциональной активностью обменных процессов. Конкретные особи деревьев, адаптированные к урбаносреде (плюсовые деревья, имеющие хорошие таксационные показатели), можно использовать для получения семенного и вегетативного посадочного материала для репродукции устойчивого к условиям урбаносреды дендрофонда города и пригородной зоны

ВЫВОДЫ

1. Анализ состояния насаждений г Ижевска выявил острую необходимость их существенной реконструкции и проведения компенсационного озеленения. В насаждениях специального назначения (особенно в автомагистральных посадках) отмечены многочисленные пороки деревьев. Видовой состав насаждений включает 143 вида деревьев и кустарников, имеющих преимущественно североамериканское и дальневосточное происхождение. Основу существующих насаждений составляют девять видов, удельный вес которых в общей площади насаждений города составляет около 80%. Для растений магистральных посадок характерны низкие баллы жизнеспособности, что связано не только с отрицательным воздействием экологических факторов, но и несоблюдением агротехнических требований при уходе за ними. Их наименьшие значения наблюдаются у липы мелколистной (31), розы майской (24) и караганы древовидной (22 балла), высокие – у березы повислой (37), клена ясенелистного (38) и яблони ягодной (38 баллов). При возрастании содержания окислов азота и углерода в атмосферном воздухе у всех видов, за исключением тополя бальзамического и яблони ягодной, снижается жизненное состояние, что подтверждается наличием достоверных корреляционных связей.
2. В условиях интенсивной техногенной нагрузки происходит изменение ритмов сезонного развития древесных растений (более раннее появление зеленого конуса листьев, сокращение продолжительности цветения, более позднее появление осенней окраски листьев и начала листопада, увеличение сроков вегетации) и снижение зимостойкости годичных побегов. Рост побега зависит от биологических особенностей видов, условий произрастания и взаимодействия факторов. Этим объясняется изменчивость площади и массы листа (на них приходится 39% изменчивости), длины годичного прироста (15 %). В техногенной урбанизированной среде у одних древесных растений наблюдается ксерофитизация морфологических структур (клен ясенелистный, роза майская, карагана древовидная), у других – увеличение годичного прироста за счет умножения числа метамеров (ива козья, рябина обыкновенная, липа мелколистная, яблоня ягодная, тополь бальзамический, береза повислая).
3. Биоаккумуляционные свойства древесных растений видоспецифичны. В промышленной зоне в ассимиляционном аппарате караганы древовидной и ели колочей (в июне), клена ясенелистного и яблони ягодной (в сентябре), липы мелколистной (в оба срока) выявлены избыточные концентрации Zn, Cu, Pb, Mo, Cd и Cr, а в магистральных насаждениях – Ni, Cd, Cr. Высокие значения коэффициента биологического поглощения характерны лишь для биогенных элементов (Zn, Cu, Mn и Mo). Биогеохимическая активность листьев древесных растений при возрастании степени техногенной нагрузки существенно снижается, в связи с чем, этот показатель можно рекомендовать к использованию в мониторинге состояния урбаносреды.
4. При создании и реконструкции насаждений следует расширить ассортимент используемых древесных растений, а традиционно применяемый – дифференцировать согласно экологической категории насаждений в магистральных посадках необходимо ис-

пользовать яблоню ягодную и клен ясенелистный, для которых характерны высокие баллы жизненного состояния, минимальная пораженность вредителями и болезнями, аккумуляция тяжелых металлов – Pb, Ni, Mo и Cu, в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий – тополь бальзамический и карагану древовидную, особенно в районах с повышенным содержанием окислов азота в атмосферном воздухе, а последнюю – и в качестве концентратора тяжелых металлов (Pb, Zn и Mo), а также березу повислую и ель колючую. В парковой зоне следует использовать все рассмотренные нами виды, хотя некоторые интродуценты (клен ясенелистный, тополь бальзамический) характеризуются здесь невысокими баллами жизненности. Липу мелколистную, как накопителя тяжелых металлов, целесообразно применять на территориях города, отличающихся высоким загрязнением почв тяжелыми металлами (ОАО «Ижсталь»)

- 5 Экологическая оценка состояния насаждений зеленой зоны города показала необходимость реконструкции и совершенствования ее организационной структуры соответственно уровню социально-экономического развития города. Это касается пересмотра размера зеленой зоны, характера размещения лесных насаждений, создания лесопарковых культур, плантаций из быстрорастущих, продуктивных и технически ценных пород

Монография

- 1 Бухарина И Л, Поварничина Т М, **Ведерников К.Е.** Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде – Ижевск, 2007 – 216 с

Список работ, опубликованных в рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК

- 1 Бухарина И.Л., Поварничина Т М, **Ведерников К.Е.**, Двоглазова А А К вопросу об особенностях метаболизма основных элементов минерального питания у древесных растений в урбанизированной среде // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им Н.И. Вавилова. – № 1 Вып 2 – Саратов, 2007 – С 18-23
- 2 Бухарина И Л, **Ведерников К.Е.**, Поварничина Т М К вопросу о влиянии техногенной среды на формирование и биохимический состав годичного побега древесных растений // Вестник Иж ГТУ. – № 2(34) – 2007. – С 145-148.

Список работ, опубликованных в региональных журналах и сборниках.

- 1 Бухарина И Л, **Ведерников К.Е.**, Поварничина Т М Роль зеленых насаждений в обеспечении экологической безопасности города // Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности интеграция науки и практики матер межрег науч -практ. конф – Ставрополь СГУ, 2005 – С 16-18
- 2 Бухарина И Л, **Ведерников К.Е.**, Поварничина Т М Способы оценки средорегулирующей функции древесных насаждений крупного промышленного центра // Биоразнообразиие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий матер междунар науч -практ конф – Оренбург, 2006 – С 36-39.
- 3 **Ведерников К.Е.**, Бухарина И Л К вопросу о роли древесных насаждений городов, проблемах их создания, инвентаризации и паспортизации // Безопасность. Технологии Управление матер междунар науч конф. – Тольятти, 2005 – С 65-68
- 4 **Ведерников К.Е.**, Сунцова Н Ю, Бухарина И Л К вопросу о влиянии рекреационной нагрузки на биоразнообразиие Национального парка «Нечкинский» // Молодые ученые в XXI веке матер Всерос науч -практ конф молодых ученых и специалистов – Ижевск. 2005 – Т 1. – С 301-306
- 5 Бухарина И Л, **Ведерников К.Е.** Проблемы паспортизации и инвентаризации зеленых насаждений городов // Адаптивные технологии в растениеводстве матер Всерос науч -практ конф – Ижевск РИО ИжГСХА, 2005 – С 255-260

- 6 Бухарина И Л., Ведерников К.Е К вопросу о создании системы наблюдения за состоянием зеленых насаждений городов и их окрестностей // Проблемы биологической науки и образования в педагогических вузах матер Всерос науч -прак конф – Новосибирск, 2005 – С 55-57
7. Бухарина И Л, Ведерников К.Е Функциональная роль насаждений городов и их окрестностей и система наблюдения за их состоянием // Лесопользование, экология и охрана лесов: фундаментальные и прикладные аспекты. матер междунар науч -практ. конф – Томск СГТУ, 2005 – С. 215-216.
- 8 Ведерников К.Е., Бухарина И Л. Влияние городской среды на рост и развитие побегов древесных растений // Современные аспекты экологии и экологического образования. матер. Всерос науч конф. – Казань, 2005. – С. 406-408
- 9 Туганасев В В , Адаховский Д А , Ведерников К.Е и др Основные направления исследований экологической оптимизации сельских и урбанизированных территорий // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения матер Всерос науч -практ конф. – Ижевск, 2005. – Т 2 – С. 288-293.
10. Ведерников К.Е Морфометрический анализ древесных растений, произрастающих в условиях техногенной среды // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения матер Всерос науч -практ. конф – Ижевск, 2005 – Т 2 – С 135-140
11. Ведерников К.Е , Бухарина И Л Анализ роста побегов древесных растений в условиях техногенной среды // Экология. от генов до экосистем матер конф молодых ученых / ИЭРиЖ УрО РАН – Екатеринбург, 2005 – С 28-29
- 12 Ведерников К.Е., Бухарина И Л , Сунцова Н Ю , Килина Н.Ю , Елькина Н А Анализ жизненного состояния и морфометрические показатели древесных растений в промышленных зонах г. Ижевска // Научное обеспечение реализации национальных проектов с сельским хозяйством матер Всерос науч -практ. конф. – Т I – Ижевск, 2006. – С. 338-343
- 13 Ведерников К.Е., Бухарина И Л , Артемьева Т.О Анализ жизненного состояния и морфометрические показатели древесных растений в магистральных посадках г Ижевска // Научное обеспечение реализации национальных проектов с сельским хозяйством матер. Всерос науч.-практ. конф – Т I – Ижевск, 2006 – С 334-337
14. Ведерников К.Е , Бухарина И Л Видовой состав и состояние древесных насаждений г. Ижевска и его окрестностей // Принципы и способы сохранения биоразнообразия матер Всерос науч конф – Йошкар-Ола МарГУ, 2006. – С 77-78
15. Ведерников К.Е , Бухарина И Л Зимостойкость побегов древесных растений в условиях техногенной среды // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов матер междунар. конф – Кемерово, 2006 – С. 134-137.
- 16 Ведерников К.Е., Двоєглазова А.А., Бухарина И Л Изучение состояния и средорегулирующего потенциала древесных и травянистых растений крупного промышленного центра (на примере г Ижевска) // Экологические проблемы промышленных центров мат. Всерос науч.-практ конф – Саратов, СГУ, 2007 – С 38-41.

Подписано в печать 14 01 08. Формат 60x84/16
 Бумага офсетная Усл печ л 1,0
 Тираж 100 экз. Заказ 170
 Отпечатано в типографии Издательства ИжГТУ

Издательство Ижевского государственного технического
 университета 426069, г Ижевск, Студенческая, 7