

*На правах рукописи*

**ДВОЕГЛАЗОВА  
АННА АЛЕКСЕЕВНА**

**ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕВЕСНЫХ И  
ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ В НАСАЖДЕНИЯХ  
УРБАНОЭКОСИСТЕМЫ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА  
(НА ПРИМЕРЕ Г. ИЖЕВСКА)**

Специальность 03.00.16 – экология

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Уфа – 2009

Работа выполнена на кафедре плодоводства и овощеводства 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  
Усманов Искандер Юсуфович

доктор биологических наук, профессор  
Неверова Ольга Александровна

ВЕДУЩАЯ  
ОРГАНИЗАЦИЯ:

Институт экологии  
Волжского бассейна РАН

Защита состоится **февраля 2009 г. в часов** на заседании диссертационного совета ДМ 002.136.01 при Институте биологии УНЦ РАН по адресу

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке

Автореферат разослан «\_\_\_» января 2008 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук

Р.В. Уразгильдин

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Проблемы экологической оптимизации городской среды в условиях высоких темпов урбанизации весьма актуальны. Интенсивное развитие современных городов (в том числе Ижевска) предъявляет определенные требования к подбору ассортимента растений, обладающих высоким уровнем эколого-адаптивных реакций, к организации зеленых насаждений, являющихся основным средоулучшающим фактором урбаносреды.

К настоящему времени достаточно основательно изучено действие отдельных загрязнителей на растительный организм (Илькун, 1971, 1978; Кулагин, 1974; Тарабрин, 1974; Антипов, 1979; Гудериан, 1979; Николаевский, 1979, 2002; Dassler, 1976 и др.). Но указанные исследования не дают полной картины влияния городской среды, с ее комплексным воздействием, в том числе микроклиматом и совокупностью техногенных загрязнителей, на жизнедеятельность растений, имеющих продолжительный онтогенез.

Отдельные аспекты процессов роста и развития древесных и травянистых растений в условиях города изучались многими исследователями (Кулагин, 1974; Николаевский, 1979; Сергейчик, 1984; Горышина, 1991; Чернышенко, 1996; Неворова, Колмогорова, 2003; Жуйкова, Безель, 2006; Кавеленова, 2006; Круглова, 2006), но особенности жизнедеятельности, динамики элементного состава структурных частей растений, ассимиляционной активности, формирования генеративных структур растений в условиях урбаносреды изучены недостаточно, а без учета эколого-биологических характеристик растений не представляется возможным создание экологически эффективных насаждений города.

**Цель работы** – изучение эколого-биологических особенностей и оценка средоулучшающего потенциала древесных и травянистых растений в насаждениях урбанозкосистемы крупного промышленного центра (на примере г. Ижевска).

### **Задачи исследования:**

1. Дать анализ состояния насаждений в районе исследований.
2. Выявить особенности адаптивных физиологических реакций древесных и травянистых растений в условиях урбаносреды.
3. Изучить динамику и содержание химических элементов в структурных частях растений в условиях техногенной среды.
4. Дать сравнительную оценку устойчивости и средоулучшающей роли изученных видов древесных и травянистых растений в насаждениях города.

**Научная новизна.** Впервые для Вятско-Камского Предуралья (на примере г. Ижевска) с помощью комплексного подхода дана характеристика эколого-биологических особенностей, состояния и средоулучшающей роли древесно-кустарниковых и травянистых растений в насаждениях города. Установлены особенности динамики физиологического осеннего оттока основных элементов минерального питания в побегах растений в условиях городской среды.

### **Защищаемые положения:**

1. В условиях урбаносреды интенсивность фотосинтеза, водоудерживающая и пылеудерживающая способности листьев древесных и травянистых растений, произрастающих в разных типах насаждений, имеют видовую специфику.

2. В городской среде у древесных растений происходит нарушение баланса основных элементов минерального питания и процессов оттока элементов в период подготовки к зимнему физиологическому покою.
3. Изменение морфологии и качества генеративных структур у растений в урбано-среде. Возможность использования этих показателей в оперативном мониторинге городской среды.

**Теоретическая значимость работы.** Материалы исследований расширяют существующие представления о характере протекания физиолого-биохимических процессов, формировании генеративных структур, динамике элементного состава побегов в период подготовки к физиологическому покою у растений в условиях урбанизированной среды.

**Практическая значимость работы.** Результаты оценки состояния насаждений города могут являться основой для планирования работ по созданию и реконструкции насаждений, организации городских ландшафтов. Эколого-биологические особенности изучаемых травянистых растений можно использовать при создании газонов в районах города с интенсивной техногенной нагрузкой.

**Реализация результатов исследования.** Результаты диссертационных исследований включены в Доклады об экологической обстановке в г. Ижевске в 2005-2007 гг. Управления природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации г. Ижевска, используются в работе отдела озеленения Главного Управления архитектуры и градостроительства г. Ижевска, при чтении курсов «Общая экология», «Урбаноэкология» в Удмуртском государственном университете, «Экология леса» в Ижевской государственной сельскохозяйственной академии и «Экологические основы природопользования», «Прикладная экология» в Колледже аграрных технологий, экономики и права.

**Личный вклад автора.** Автором определены цель и задачи исследований, осуществлены сбор материала, математическая обработка и анализ полученных результатов. Текст диссертации написан по плану, согласованному с научным руководителем. В диссертации использованы работы, опубликованные в соавторстве. Доля участия автора в подготовке этих публикаций составляет 50-80%.

**Апробация работы.** Основные результаты работы были доложены на межрегиональной научно-практической конференции «Реализация стратегии устойчивого развития города Ижевска: опыт и проблемы» (Ижевск, 2005), Всероссийской научной конференции «Принципы и способы сохранения биоразнообразия» (Йошкар-Ола, 2006), Всероссийской научно-практической конференции «Молодые ученые в реализации национальных проектов» (Ижевск, 2006), Всероссийской научно-практической конференции «Научное обеспечение реализации национальных проектов в сельском хозяйстве» (Ижевск, 2006), Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди аспирантов и молодых ученых по направлению «биологические науки» (Саратов, 2007), международном экологическом конгрессе «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» (Тольятти, 2007), Всероссийской научно-практической конференции «Научный потенциал – аграрному производству» (Ижевск, 2008), Всероссийском популяционном семинаре «Современное состояние и пути развития популяционной биологии» (Ижевск, 2008).

**Организация исследований** Работа выполнялась при поддержке гранта «Университеты России» № УР 07.01.050, в рамках научно-исследовательских тем по контрактам с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды УР (№ 83-Э от 16.08.2006 г. и № 85-Э от 7.11.2007 г.), а также в рамках плановой научно-исследовательской темы Ижевской государственной сельскохозяйственной академии «Изучение эколого-биологических особенностей и средорегулирующего потенциала древесных и травянистых растений в условиях урбано-среды и пригородных территорий» (Рег. № 01.2.007. 08861).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 11 печатных работ, две из которых в журналах, рекомендованных ВАК.

**Структура диссертации.** Диссертация изложена на 232 страницах, состоит из введения, 7 глав, выводов, списка литературы, включающего 278 источников, из них 25 на иностранных языках, 20 приложений. Работа содержит 15 таблиц и 37 рисунков.

**Благодарности.** Выражаю искреннюю благодарность научному руководителю к.б.н. И.Л. Бухариной за общее руководство работой; д.с.-х.н., профессору И.Ш. Фатыхову; д.б.н., профессору, зав. каф. общей экологии УдГУ В.В. Туганаву; главному специалисту-дендрологу отдела благоустройства и оформления Главного Управления градостроительства и архитектуры г. Ижевска Т.П. Ложкиной; д.б.н., профессору Н.В. Глотову и к.б.н. Л.В. Прокопьевой; к.б.н. Н.Ю. Сунцовой; к.б.н. Т.М. Поварничиной; к.б.н. К.Е. Ведерникову; коллективу лаборатории агрохимии Ижевской ГСХА; студентке УдГУ М. Ермаковой.

## Глава 1. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ НАСАЖДЕНИЙ В УРБАНОСРЕДЕ И ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРОЦЕССЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ

В первой главе приводится характеристика экологической роли городских насаждений и особенностей жизнедеятельности древесных и травянистых растений в условиях урбано-среды (Кулагин, 1974; Илькун, 1978; Боговая, Теодоронский, 1990; Горышина, 1991; Чернышенко, 2001; Неверова, Колмогорова, 2003; Кавеленова, 2006; Бухарина, Поварничина, Ведерников, 2007).

## Глава 2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ (г. ИЖЕВСК)

Дана характеристика физико-географического положения, природно-климатических условий г. Ижевска. Приведен анализ метеорологических условий периода исследований. Район исследований рассматривается как крупный промышленный центр. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы города от стационарных источников вносят предприятия теплоэнергетики, металлургии и машиностроения. Автотранспорт является основным источником загрязнения атмосферного воздуха (Доклад..., 2005-2007; О состоянии..., 2006).

## Глава 3. МЕТОДЫ И ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований являлись древесные и травянистые растения, произрастающие в городе Ижевске в составе различных экологических категорий насаждений: магистральные посадки (крупнейшие магистральные улицы Удмуртская и К. Либкнехта); санитарно-защитные зоны промышленных предприятий –

ОАО «Ижсталь», «Буммаш», являющихся основными загрязнителями города. 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).

В районах исследования проведена инвентаризация насаждений (Инструкция..., 2002) и заложены пробные площади (ПП), на которых проведены таксационные и геоботанические описания. Пробные площади закладывали регулярным способом (по 5-10 штук в каждом районе, размером не менее 0,25 га в зависимости от площади исследуемой категории насаждений) (Родин, Релизов, Базилевич, 1968; Гришина, Самойлова, 1971; Методические рекомендации..., 1981). В пределах ПП проведен отбор (по 10 растений каждого вида), нумерация учетных древесных растений и дана оценка их жизненного состояния (Николаевский, 1999). Согласно методике, по десятибалльной шкале оценивали: количество живых ветвей в кронах деревьев ( $P_1$ ); степень облиственности крон ( $P_2$ ); количество живых (без некрозов) листьев в кронах ( $P_3$ ); среднее количество живой площади листа ( $P_4$ ). После чего определяли суммарную оценку (максимально 40 баллов) состояния деревьев каждого вида. Для анализа физиолого-биохимических показателей из числа учетных, отобраны растения средневозрастного генеративного и хорошего (или удовлетворительного) жизненного состояния (Смирнова, Чистякова, Попадюк и др., 1990).

В пределах ПП располагали учетные площади (УП) размером 1 м<sup>2</sup> для описания травостоя, их количество зависело от размеров насаждений, расположения изучаемых видов древесных растений, гетерогенности условий произрастания.

В районах закладки ПП провели отбор почвенных проб (смешанная проба, составленная из индивидуально взятых проб по способу конверта) (ГОСТ 17.4.3.01-83; Методические указания..., 1996; Методические рекомендации по оценке..., 1999).

*Лабораторные исследования.* В лабораторных условиях определили агрохимические и физические свойства почвы: рН<sub>KCl</sub> (ГОСТ 26483-91), рН<sub>H2O</sub> (ГОСТ 17.54.01-84) (на приборе АНИОН-700), органическое вещество (гумус, %) – по методу Тюрина И.В. в модификации Симакова, аммонийный азот – фотоколориметрически (КФК – 2), нитраты – ионометрическим методом (МИКОН), обменный калий (ПФА – 354) и подвижные формы фосфора (КФК – 2) – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО, плотность сложения и полевая влажность почв – по общепринятым методикам (Аринушкина, 1961; 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: рН 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.

Анализ содержания основных элементов минерального питания в побегах древесных растений и их зольность проводили в период начала активной вегетации (май-июнь) и в период начала расцветивания листьев и листопада (сентябрь-

октябрь), отбирая верхушечные вегетативные удлинённые побеги с нижней трети кроны деревьев южной экспозиции. В травостое в августе анализировали содержание элементов минерального питания в надземных частях и корневых системах. Растительные пробы подвергали мокрому озолению. Азот определяли фотоколориметрическим методом с использованием реактива Несслера; фосфор – по Труогу–Мейеру; калий – методом пламенной фотометрии (Руководство по..., 1982). Расчет содержания элементов проводили в % абс. сух. массы. Зольность определяли по общепринятой методике (Практикум по агрохимии, 1987).

Зимостойкость почек на годичном побеге (по 10 побегов с южной экспозиции кроны у каждого учетного растения) оценивали в марте по 6-балльной шкале (Пашкина, 2002).

Интенсивность фотосинтеза (ИФ) определяли бескамерным методом (Быков, 1974), который позволяет рассчитывать интенсивность процесса по количеству углеводов, образующихся в листьях на каждый грамм их исходного содержания ( $\text{мг}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$ ). Определение водоудерживающей способности (ВС) проводили весовым методом (Николаевский, 2002). Анализ проводили трижды в течение вегетации.

В исследуемых насаждениях проведены учеты чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) травянистого покрова (Физиология и биохимия растений, 2000).

Пылеудерживающую способность растений определяли по методике Л.М. Кавеленовой, Л.В. Кведер (2006), устанавливая количество растворимых и нерастворимых пылевых частиц на единицу площади листа, применяя раствор поверхностно-активного вещества Синтаמיד-5. Площадь листьев находили контурно-весовым методом (Карманова, 1976).

Повторность всех физиолого-биохимических анализов трехкратная.

Фертильность пыльцы определяли йодным методом, отличающимся быстротой, доступностью, не токсичностью применяемых реактивов (Паушева, 1970).

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

Содержание химических элементов (Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Cd, Ni, Cr, Pb) в почве и золе растений (отбор проб был проведен в сентябре в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84) определяли методом атомно-эмиссионной спектрометрии на базе аккредитованной лаборатории экологического контроля Казанского государственного университета (РОСС RU.0001.510958).

*Обработка результатов.* Математическую обработку материалов провели с применением статистического пакета «Statistica 5,5». Для интерпретации полученных материалов использовали методы описательной статистики и дисперсионный многофакторный анализ (по перекрестно-иерархической схеме, при последующей оценке различий методом множественного сравнения LSD-test).

В главе дана эколого-биологическая характеристика изученных видов растений.

## Глава 4. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ Г. ИЖЕВСКА

### 4.1 Характеристика зеленых насаждений в районах исследования

При написании данного раздела использованы фондовые материалы Комитета по земельным ресурсам и землеустройству г. Ижевска, Докладов об экологи-

ческой обстановке в г. Ижевске в 2005-2007 гг., Генерального плана Ижевска (2005), монографии И.Л. Бухариной, Т.М. Поварничиной, К.Е. Ведерникова (2007), отчетов по выполнению научно-исследовательских тем по экологической оценке состояния городских насаждений, проведенных в рамках контрактов с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды УР.

Проведено описание травостоя в насаждениях и выделены виды, являющиеся преобладающими (ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.) и кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leys) Holub)).

Анализ состояния насаждений показал, что наиболее острыми проблемами озеленения города являются: 1) сокращение площади насаждений; 2) старение зеленого фонда города; 3) не восполнение потерь от вырубki деревьев и кустарников компенсационным озеленением; 4) отсутствие плана озеленения и системы мониторинга состояния насаждений.

#### 4.2 Оценка жизненного состояния древесных растений

В районах исследования проведена оценка жизненного состояния (ЖС) видов древесных растений, преобладающих в насаждениях. Жизненное состояние оценивалось по состоянию ассимиляционного аппарата, обладающего высокой чувствительностью к уровню загрязнения (Николаевский, 1999). Определяли суммарную оценку (максимально 40 баллов) состояния деревьев каждого вида и проводили распределение деревьев по шкале категорий: 39-40 баллов – хорошее состояние; 35-38 – удовлетворительное; менее 35 баллов – ослабленные растения. Высокие баллы жизненного состояния характерны для березы повислой и клена ясенелистного.

#### 4.3 Экологическая характеристика условий произрастания растений

На растительные организмы в условиях городской среды оказывает влияние не только уровень техногенного загрязнения, а целый комплекс факторов. В связи с этим нами составлена экологическая характеристика условий произрастания изучаемых видов растений. При ее составлении использованы материалы зонирования города по уровню загрязнения почв и воздуха (данные Геоэкологической лабораторий Удмуртского государственного университета; материалы Удмуртского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УЦГМС); Стурман, Гагарин, 2002; Стурман, Загребина, 2002; Бухарина, Поварничина, Ведерников, 2007), результаты исследований почв и снежного покрова города, проведенных Н.Г. Рыловой (2003), а также оригинальные материалы анализов образцов почв и снежного покрова, отобранных нами в местах произрастания учетных растений.

В санитарно-защитных зонах и особенно вдоль магистралей наблюдается высокий уровень загрязнения почв, снежного покрова и более высокие значения суммарного индекса загрязнения атмосферы по сравнению с пригородной и парковой зонами (4,53-6,10). Агрохимические и физические свойства почв в этих районах также существенно отличаются от зон условного контроля: возрастают значения рН (до 7,58), изменяется содержание элементов минерального питания, снижается влажность почв (с 40 до 13%). В магистральных посадках для почв характерно довольно высокое содержание ионов натрия и хлора, а также органических веществ. Относительно низкая степень техногенной нагрузки характерна для пригородной и парковой зон, которые выбраны нами в качестве зон условного



контроля. Сложная экологическая обстановка характерна для санитарно-защитных зон предприятий «Ижсталь», «Буммаш», а наиболее неблагоприятная – складывается вдоль магистралей.

## Глава 5. ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ В НАСАЖДЕНИЯХ РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАТЕГОРИЙ

В главе представлен анализ физиологических показателей березы повислой (*Betula pendula* Roth.) и клена ясенелистного (*Acer negundo* L.), отличающихся наиболее высокими баллами жизненного состояния (по показателям ассимиляционного аппарата), а также костреца безостого и ежи сборной, доминирующих в травостое исследуемых насаждений.

### 5.1 Ассимиляционная активность растений

Значимым показателем функционального состояния растений является ассимиляционная активность. Дисперсионный многофакторный анализ результатов исследований 2006 г. показал, что на интенсивность фотосинтеза (ИФ) древесных растений достоверное влияние оказали условия места произрастания, сроки вегетации и их взаимодействие ( $P < 1,3 \cdot 10^{-4}$ ), аналогично взаимодействию видовых особенностей и условий мест произрастания ( $P = 3,52 \cdot 10^{-3}$ ), а также взаимодействие всех изучаемых факторов ( $P = 3,38 \cdot 10^{-4}$ ). В период активной вегетации растений этот год был довольно благоприятным по метеорологическим условиям, отличался умеренной влажностью и стабильными температурами, незначительно превышающими среднемноголетние значения.

В июне у березы повислой показатель ИФ в насаждениях СЗЗ промышленных предприятий выше (на 34,57 при  $P = 2,02 \cdot 10^{-7}$ ), а в магистральных посадках – ниже (на 25,98 при  $P = 4,91 \cdot 10^{-5}$ ), чем в зонах условного контроля ( $12,70 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ ) (рис. 1). В июле и августе достоверные различия у растений, произрастающих в разных типах насаждений, отсутствуют. В магистральных посадках достоверное повышение показателя ИФ наблюдается лишь в августе. У клена ясенелистного в июне ИФ в насаждениях санитарно-защитных зон превосходит зоны условного контроля (на  $17,74 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ , при  $P = 4,29 \cdot 10^{-3}$ ), в июле – достоверных показателей у особей в разных типах насаждений не выявлено. В августе ассимиляционная активность растений в насаждениях промышленных зон и магистральных посадках значительно выше, чем в парковой зоне.

По обобщенным данным самая высокая интенсивность фотосинтеза у древесных растений наблюдалась в насаждениях СЗЗ промышленных предприятий ( $17,24 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ ), тогда как в магистральных посадках этот показатель не имел достоверных различий с зонами условного контроля. Ассимиляционная активность древесных растений наиболее высока в период завершения формирования листового аппарата (июнь), в сравнении с последующими месяцами (на 7,36 и  $10,83 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$  соответственно).

В 2007 г. в период вегетации растений отмечены обильное выпадение осадков, превышающее среднемноголетние данные, и температуры ниже нормы. Дисперсионный многофакторный анализ показал, что на интенсивность фотосинтеза в этом году достоверное влияние оказали сроки вегетации, а также взаимодействие видовых особенностей и условий мест произрастания ( $P < 0,033$ ).

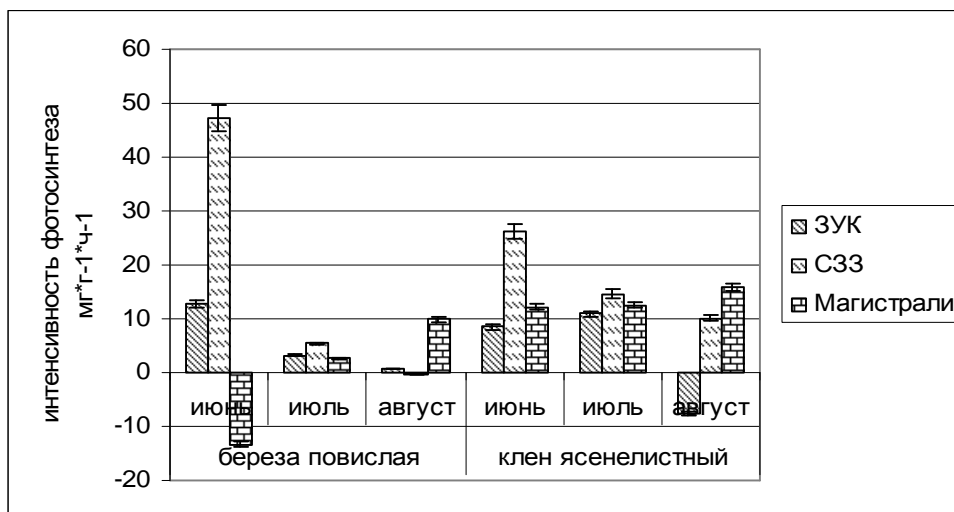


Рис. 1 – Динамика интенсивности фотосинтеза у березы повислой и клена ясенелистного, произрастающих в насаждениях различных функциональных зон (г. Ижевск, 2006)

Примечание: ЗУК – зоны условного контроля; СЗЗ – насаждения санитарно-защитных зон промышленных предприятий; Магистралли – магистральные посадки.

По обобщенным данным самые низкие показатели ИФ наблюдались в июне ( $4,75 \text{ мг}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$ ).

У березы повислой резкое снижение ассимиляционной активности наблюдалось в магистральных посадках (на  $3,41$  и  $2,40 \text{ мг}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$  ниже, чем в зонах условного контроля и СЗЗ промышленных предприятий соответственно). Клен ясенелистный в разных условиях произрастания достоверных различий по изучаемому показателю не имел.

На интенсивность фотосинтетической деятельности травянистых растений в 2006 г. достоверное влияние оказали видовые особенности, условия места произрастания, срок вегетации и взаимодействие этих факторов ( $P < 0,006$ ).

Интенсивность фотосинтеза у костреца безостого в среднем составляет  $21,99 \text{ мг}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$ , что значительно выше, чем у ежи сборной ( $6,84$ ).

По обобщенным данным у изученных видов травянистых растений интенсивность ассимиляции в течение вегетации меняется следующим образом: наибольшие показатели установлены в июне ( $38,86$ ), а самые низкие – в августе ( $-5,87 \text{ мг}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$ ), аналогичную динамику показателя фотосинтеза мы установили и для изученных видов древесных растений.

В июне у обоих видов, произрастающих во всех типах насаждений, показатели ИФ наиболее высоки, хотя у ежи сборной они выше в магистральных посадках, а у костреца безостого – в зонах условного контроля. Видовые особенности ассимиляционной деятельности изученных видов начинают проявляться с июля: у ежи сборной она снижается во всех типах насаждений, а у костреца безостого лишь в зонах условного контроля и магистральных посадках (рис. 2). В августе во всех типах насаждений для ежи сборной характерен отрицательный баланс ассимиляции. А кострец безостый отличается достаточно высокой ИФ в магистральных посадках.

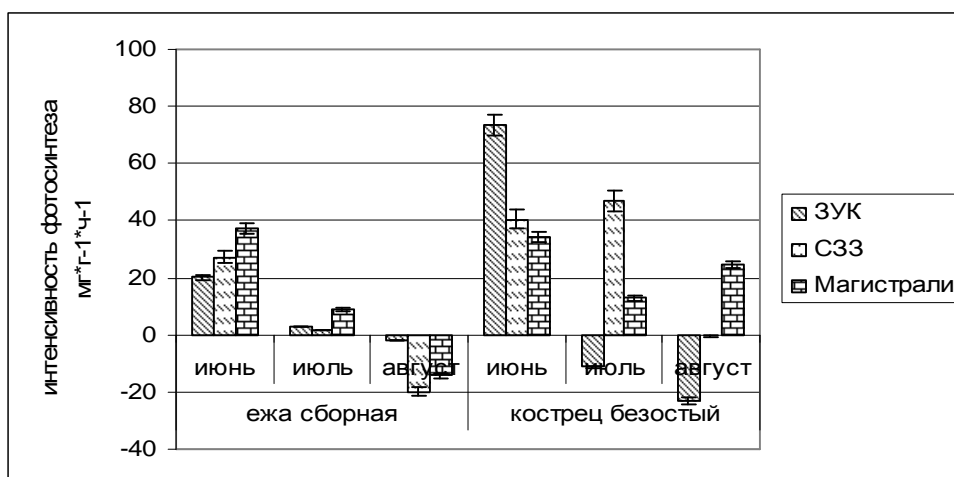


Рис. 2 – Динамика интенсивности ассимиляции у ежи сборной и костреца безостого, произрастающих в различных функциональных зонах (г. Ижевск, 2006)

Примечание: ЗУК – зоны условного контроля; СЗЗ – насаждения санитарно-защитных зон промышленных предприятий; Магистралы – магистральные посадки.

В 2007 г., характеризующемся обилием осадков и температурами ниже нормы в период вегетации растений, достоверное влияние на интенсивность фотосинтеза оказали видовые особенности, условия места произрастания и сроки вегетации ( $P < 0,023$ ). Влияние взаимодействия изучаемых факторов статистически не доказано.

Самые высокие показатели ИФ в этот год наблюдались у ежи сборной ( $9,81 \text{ мг}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$ ), по сравнению с кострецом безостым ( $8,35 \text{ мг}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$ ).

По обобщенным данным наиболее низкой ассимиляционная активность у трав оказалась в насаждениях СЗЗ промышленных предприятий, а самой высокой – в ЗУК, что является следствием накопленного эффекта действия уровня загрязнения и неблагоприятных погодных условий. Наиболее высоких значений фотосинтез у изученных видов достиг в июле.

Наряду с определением интенсивности фотосинтеза ведущих древесных пород и доминирующих травянистых растений мы определили чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) травостоя в изучаемых типах насаждений. Наиболее низкой она оказалась в магистральных посадках и в среднем составила  $0,66 \text{ г}\cdot(\text{м}^2\cdot\text{сут.})^{-1}$ , против  $5,48$  в зонах условного контроля.

Опираясь на полученные данные, можно заключить, что как у трав, так и у древесных растений наиболее высоких значений фотосинтез достигает в июне-июле. Уровень интенсивности ассимиляции зависит от метеорологических условий года, в которых реализуются биологические возможности вида.

## 5.2 Вододерживающая способность листьев растений

Для нормального функционирования листового аппарата важное значение имеет его способность удерживать влагу в условиях стресса. Высокая вододерживающая способность (ВС) листьев наблюдалась у березы повислой в магистральных посадках. Клен ясенелистный, произрастающий в разных типах насаждений, существенных отличий по данному показателю не имел.

У травянистых растений достоверное влияние на вододерживающую способность оказывает взаимодействие видовых особенностей и срока вегетации ( $P = 0,004$ ). Этот показатель достоверно снижается лишь у ежи сборной в конце ассимиляционного периода.

Обобщение результатов наблюдений за весь период вегетации растений показало, что ВС листьев ежи сборной значительно ниже, чем у костреца безостого. Это дает основание сделать вывод о высокой адаптивной способности водообмена костреца безостого, отличающегося более высокими показателями ассимиляционной активности. У березы повислой усиление водоудерживающей способности листьев в насаждениях с интенсивной техногенной нагрузкой совпадает со снижением их ассимиляционной активности. Листья клена ясенелистного по потере воды не имеют различий в разных условиях произрастания. При среднем уровне водоудерживающей способности листьев у этого вида наблюдаются более высокие, по сравнению с березой повислой, показатели интенсивности фотосинтеза.

### 5.3 Пылеудерживающая способность растений

Пылеудерживающая способность является важным показателем средоулучшающей функции растений. Анализ пылеудерживания листьями изученных видов в связи с условиями места произрастания показал, что у березы повислой, произрастающей в насаждениях СЗЗ промышленных предприятий, листья имеют самую низкую способность аккумулировать растворимую фракцию пыли. У клена ясенелистного в этом же типе насаждений листья, наоборот, удерживают максимальное количество растворимых пылевых частиц ( $44,74 \text{ г/м}^2$ , при  $P = 6,16 \cdot 10^{-3}$ ).

Листья березы повислой минимально аккумулируют нерастворимые пылевые частицы как в магистральных посадках ( $10,36$ , при  $P = 2,18 \cdot 10^{-6}$ ), так и в насаждениях СЗЗ промышленных предприятий ( $13,53$ , при  $P = 3,8 \cdot 10^{-5}$ , в ЗУК –  $27,46 \text{ г/м}^2$ ). Но тем не менее показатели пылеудерживания березы повислой выше, чем у клена ясенелистного, который в этих типах насаждений имеет невысокие показатели ( $3,76$  и  $5,56 \text{ г/м}^2$  соответственно).

Таким образом, в целях пылеочистки атмосферного воздуха эффективно использование как березы повислой (задерживающей нерастворимые частицы пыли), так и клена ясенелистного, отличающегося высокими показателями аккумуляции растворимой фракции пыли, особенно в насаждениях СЗЗ промышленных предприятий.

На листьях ежи сборной осаждается больше нерастворимых частиц пыли ( $29,23$ ), в сравнении с кострецом безостым ( $21,47 \text{ г/м}^2$ ). При этом для последнего более характерно осаждение растворимых пылевых частиц и составляет  $182,65$ , тогда как у ежи сборной –  $134,41 \text{ г/м}^2$ .

Следует отметить, что у изученных видов древесных и травянистых растений самая низкая способность удерживать нерастворимые пылевые частицы наблюдается в магистральных посадках. Установлено, что листья растений, имеющие меньшую площадь поверхности (мелколиственные породы), в большей степени удерживают нерастворимые частицы пыли, в то время как древесные растения с крупными размерами листовых пластинок отличаются более высокой аккумуляцией растворимой фракции пыли.

### 5.4 Формирование генеративных структур у травянистых растений

В зависимости от силы экологического стресса виды реализуют свои адаптивные стратегии, преимущественно развивая вегетативные или генеративные структуры. Значительное снижение высоты генеративных побегов у ежи сборной наблюдается в насаждениях санитарно-защитной зоны предприятия «Ижсталь» при этом их плотность стояния существенно возрастает. У костреца безостого в

изучаемых районах существенной разницы в показателе высоты побега и густоте генеративного стеблестоя не наблюдается.

Показателем качества пыльцы растений является их фертильность. В 2006 г. средние показатели фертильности пыльцы костреца безостого оказались существенно выше (72,42), чем у ежи сборной (56,10%), при  $P = 5,06 \cdot 10^{-7}$ . При этом у последней ее снижение наблюдалось как в СЗЗ промышленных предприятий, так и магистральных посадках (на 44,16 и 25,32 соответственно, в ЗУК = 79,26%). В последующий год у ежи сборной достоверный рост стерильной пыльцы (на 20,49%) наблюдается лишь в магистральных насаждениях, по сравнению с ЗУК (22,47%) (рис. 3). У костреца безостого достоверные различия в качестве пыльцевых зерен в изучаемых типах насаждений наблюдались лишь при произрастании растений в условиях высокой влажности почв (2007 г.), когда гипоксический стресс затрудняет ростовые процессы этого корневищного злака.

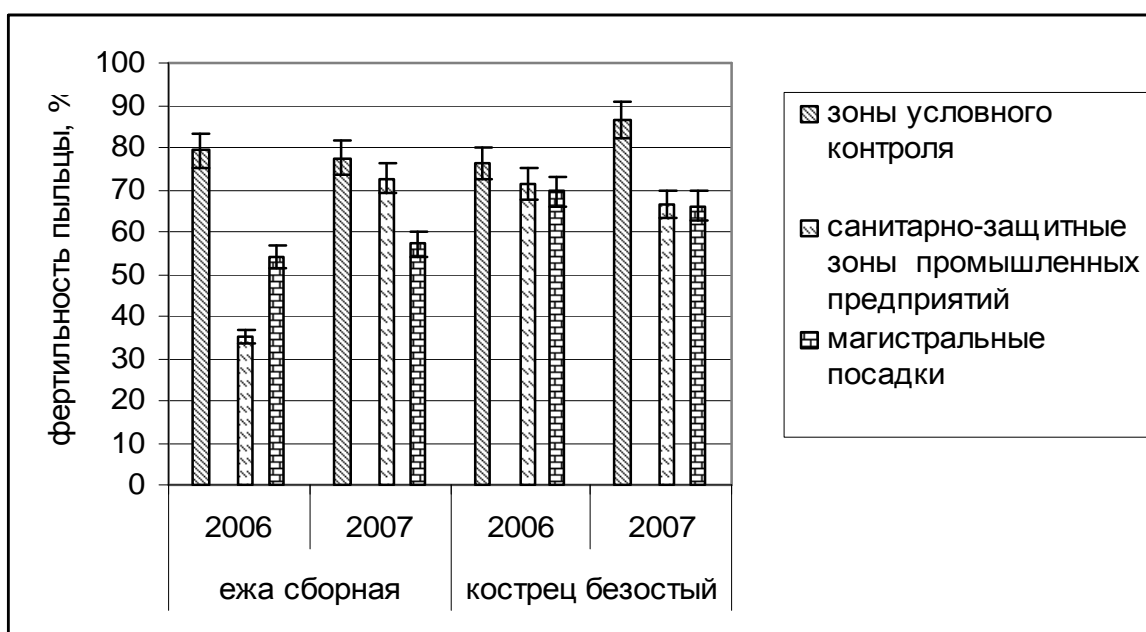


Рис. 3 – Фертильность пыльцы ежи сборной и костреца безостого в зависимости от условий места произрастания, % (г. Ижевск, 2006-2007 гг.)

Таким образом, у ежи сборной прослеживается четкая закономерность изменения качества пыльцевых зерен при усилении степени техногенной нагрузки, поэтому показатель фертильности пыльцы у данного вида можно рекомендовать как информативный для оперативного мониторинга состояния городской среды. В городской среде у изученных видов наблюдаются индивидуальные адаптивные реакции в формировании генеративных побегов. Кострец безостый в разных условиях произрастания в черте города не имеет существенных различий биометрических показателей побегов. А у ежи сборной в условиях напряженной техногенной нагрузки происходит укорачивание генеративных побегов, в то же время возрастает их плотность стояния.

## ГЛАВА 6. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СТРУКТУРНЫХ ЧАСТЯХ РАСТЕНИЙ

Особенности формирования состава и динамики химических элементов в структурных частях растений рассмотрены нами на примере травянистого покрова и шести видов древесных растений: березы повислой, клена ясенелистного, липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.), тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.), рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) и караганы древовидной (*Caragana arborescens* Lam.), преобладающих в изучаемых типах насаждений.

### 6.1 Особенности распределения основных элементов минерального питания в побегах растений

Для роста побега в последующий вегетативный год большое значение имеет отток элементов минерального питания из листьев в стеблевую часть побега в осенний период.

Динамика основных элементов минерального питания видоспецифична. У березы повислой, произрастающей в разных типах насаждений, концентрация основных элементов минерального питания в побегах достоверных различий не имеет (рис. 4). У липы мелколистной – увеличивается лишь содержание калия в магистральных посадках, а у клена ясенелистного – напротив, происходит уменьшение концентрации калия у особей, произрастающих, как в насаждениях промышленных зон, так и магистральных посадках. В условиях интенсивной техногенной нагрузки в побегах тополя бальзамического отмечено снижение количества азота. У рябины обыкновенной содержание фосфора увеличивается в насаждениях СЗЗ промышленных предприятий и снижается в магистральных посадках. Для караганы древовидной характерны более низкие концентрации азота и калия в насаждениях промзон и высокие – в магистральных посадках.

У большинства видов в начале раскрашивания листьев концентрация азота в побегах значительно выше, чем в период листопада, за исключением липы мелколистной, у которой существенных различий не наблюдается. Содержание фосфора в побегах в период листопада значительно сокращается, по сравнению с периодом начала расцветивания листьев. У ряда видов идет постепенное снижение содержания этого элемента в период от начала раскрашивания листьев до завершения листопада (береза повислая, клен ясенелистный, липа мелколистная), а у других видов отток фосфора приурочен лишь к концу листопада (тополь бальзамический и карагана древовидная). У рябины обыкновенной содержание фосфора в побегах в этот период достоверно не меняется.

Анализируя результаты проведенных исследований, можно заключить, что условия техногенной среды нарушают соотношение основных элементов минерального питания в побегах растений – проявляющееся в повышении концентраций азота и калия, в тоже время снижении фосфора. Нарушается и физиологический отток элементов из листьев в стеблевую часть побега в осенний период, что может быть причиной изменений процессов роста и ускорения старения древесных растений в условиях урбаноcреды. Процессы оттока основных элементов видоспецифичны.

На примере травостоя насаждений установлено, что корневая система трав отличается более низким содержанием азота, фосфора и калия по сравнению с

надземной частью, хотя имеется тенденция к увеличению концентрации азота и фосфора в корнях по мере усиления техногенной нагрузки. Самое низкое содержание азота и фосфора, а калия, напротив, – более высокое, зафиксировано в корневой системе травянистых растений в пригородной зоне.

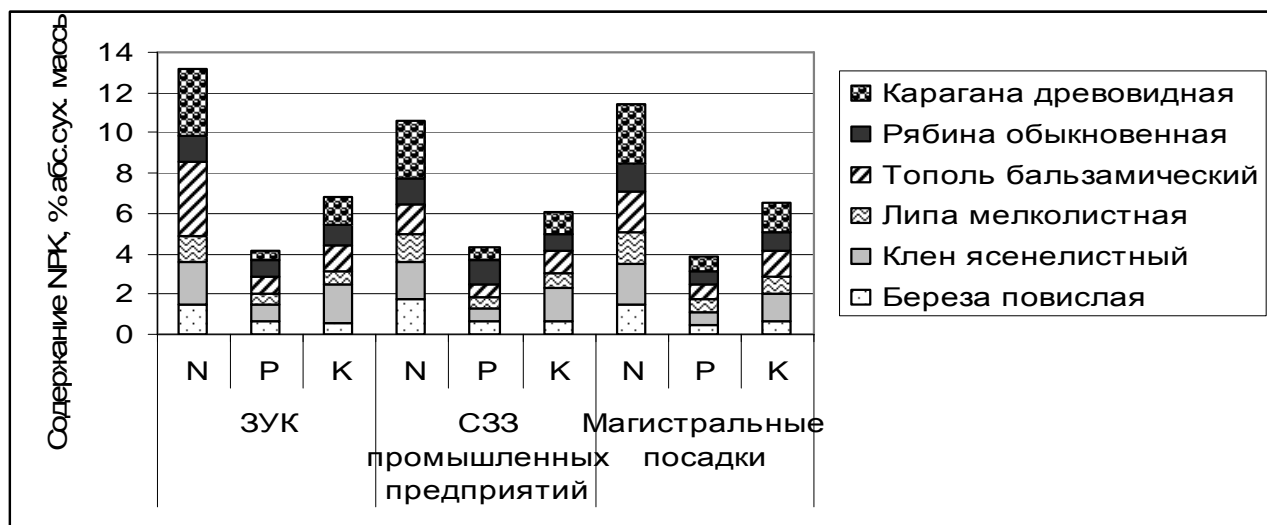


Рис. 4 – Содержание NPK в побегах изучаемых видов растений, произрастающих в разных типах насаждений (г. Ижевск)

Примечание: ЗУК – зоны условного контроля; СЗЗ – насаждения санитарно-защитных зон промышленных предприятий; Магистралы – магистральные посадки.

## 6.2 Зимостойкость почек на годичном приросте древесных растений

Мы исходили из предположения, что нарушение баланса основных элементов минерального питания может повлиять на зимостойкость побегов древесных растений. Результаты анализов показали, что в насаждениях санитарно-защитной зоны предприятия «Ижсталь» возрастает число почек побега с признаками слабого повреждения, в то время как количество сильно поврежденных почек, наоборот, снижается на 34%, что можно связать с повышенной температурой в данном районе за счет выбросов предприятий. В магистральных посадках на 24% сокращается число почек без признаков повреждения в зимний период, но возрастает их количество, характеризующееся степенью повреждения 2-3 балла.

## 6.3 Динамика зольности и содержание тяжелых металлов в побегах растений

Определение зольности является важным показателем химического состава, т. к. по его параметрам можно судить о накоплении макроэлементов. Проведенные исследования показали, что в условиях повышенной техногенной нагрузки зольность побегов, как его стеблевой части, так и листьев, у большинства изученных видов древесных растений увеличивается. Отмеченную особенность нельзя объяснить благоприятным режимом минерального питания, скорее всего это результат накопления (аккумуляции) ряда элементов в растениях, в результате поглощения загрязняющих веществ, либо – результат нарушения обменных процессов (например, нарушение оттока элементов из листьев в побеги в осенний период).

В начале активной вегетации (июнь) надземные части травянистых растений, произрастающих в разных типах насаждений, по показателю зольности достоверных различий не имели. А в осенний период наибольшей зольностью харак-

теризуется травостой насаждений СЗЗ промышленных предприятий (11,90) и магистральных посадок (11,88), по сравнению с зонами условного контроля (9,12%).

Тяжелые металлы влияют на синтез и функции многих активных соединений. Интенсивность поглощения элементов оценивали по коэффициенту биологического поглощения КБП, который рассчитывали как частное от деления содержания микроэлемента в золе на его содержание в корнеобитаемом слое почвы. Установлено, что высокие значения коэффициента биологического поглощения характерны лишь для биогенных металлов (Zn, Cu, Mn и Mo).

## ГЛАВА 7. РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ И ПРИРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА ИЗУЧЕННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В НАСАЖДЕНИЯХ ГОРОДА

Экспертная оценка устойчивости и уровня физиолого-биохимических процессов у изученных видов выявила тенденцию к снижению рейтинговых баллов у березы повислой в насаждениях СЗЗ промышленных предприятий, и особенно, в магистральных посадках, за счет снижения интенсивности фотосинтеза и пылеудерживающей способности. У клена ясенелистного установлено примерно одинаковое количество баллов рейтинга во всех изучаемых типах насаждений (за счет более высоких показателей интенсивности ассимиляции и водоудерживающей способности в зонах условного контроля; в насаждениях СЗЗ промышленных предприятий – пылеудерживающей способности; в магистральных посадках – ИФ и пылеудерживающей способности растворимых частиц). У ежи сборной рейтинговые баллы в магистральных посадках невысокие за счет низких показателей водоудерживающей и пылеудерживающей способности. У костреца безостого рейтинг стабилен, из-за увеличения в промышленных зонах – ИФ и ВС, а в магистральных посадках – высоких показателей аккумуляции растворимых частиц пыли (рис. 5).

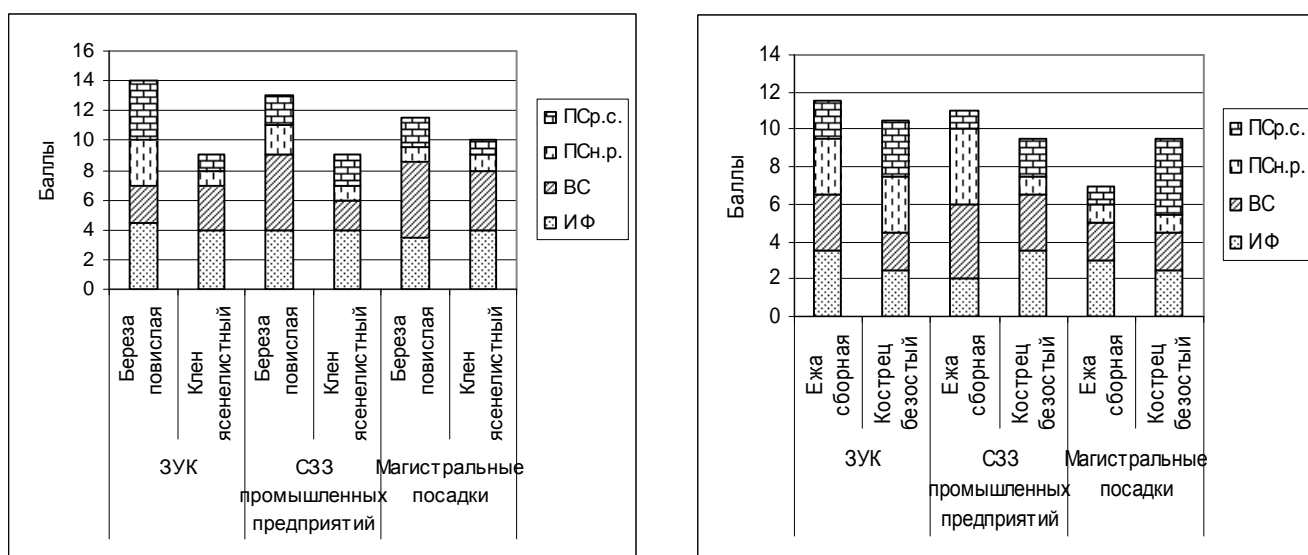


Рис. 5 – Рейтинговая оценка состояния изученных растений, произрастающих в разных типах насаждений г. Ижевска

Примечание: ИФ – интенсивность фотосинтеза; ВС – водоудерживающая способность листьев; ПС<sub>н.р.</sub> – способность листьев удерживать нерастворимые частицы пыли; ПС<sub>р.п.</sub> – способность листьев удерживать растворимые частицы пыли.



На основании полученных физиолого-биохимических показателей мы рассчитали природный потенциал (Пп) древесных и травянистых растений в насаждениях города (Голубева, 2004).

И у древесных, и у травянистых растений магистральных посадок природный потенциал значительно снижается по сравнению с насаждениями СЗЗ промышленных предприятий, в среднем на 23%.

На основании проведенной рейтинговой оценки при реконструкции насаждений с высокой техногенной нагрузкой можно рекомендовать использование изученных видов, березы повислой и клена ясенелистного, из-за высокой ассимиляционной активности и пылеудерживающей способности листьев. Показатель фертильности пыльцы у ежи сборной можно рекомендовать как информативный при оперативном мониторинге, т. к. в условиях техногенной среды происходит снижение качества пыльцевых зерен.

### ВЫВОДЫ:

1. Насаждения санитарно-защитных зон промышленных предприятий и магистральных посадок по структуре и площадям не соответствуют принятым нормативам, нуждаются в реконструкции. Их видовой состав включает 25 видов деревьев и кустарников, преобладающими являются шесть видов березы повислая (*Betula pendula* Roth.), клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.). Наибольшие баллы жизненного состояния имеют береза повислая и клен ясенелистный. В целом в насаждениях города преобладают древесные растения удовлетворительного состояния. В травянистом покрове доминируют ежа сборная и кострец безостый.
2. Интенсивность фотосинтеза у изученных древесных и травянистых растений зависит от метеорологических условий и уровня загрязнения среды. В благоприятные по метеоусловиям годы максимальные значения ИФ установлены в июне, тогда как в годы с температурами и осадками, существенно отклоняющимися от нормы, наблюдаются в июле – августе. У клена ясенелистного в условиях техногенной нагрузки интенсивность фотосинтеза возрастает, а у березы повислой, наоборот, резко снижается. У представителей травянистого покрова – ежи сборной и костреца безостого – в насаждениях санитарно-защитных зон промышленных предприятий и магистральных посадках интенсивность фотосинтеза лишь в благоприятные по метеорологическим условиям годы превосходит зоны условного контроля.

У березы повислой высокая водоудерживающая способность (ВС) листьев в условиях интенсивной техногенной нагрузки совпадает со снижением ассимиляционной активности, у клена ясенелистного, обладающего более высокими показателями интенсивности фотосинтеза, отмечаются средние показатели ВС листьев. Аналогичная связь между интенсивностью фотосинтеза и водоудерживающей способностью листьев наблюдается у костреца безостого, а у ежи сборной установлена обратная зависимость.

В магистральных посадках низкая способность удерживать нерастворимые пылевые частицы характерна для всех изученных видов. Установлено, что

древесные растения, имеющие меньшую площадь листовой поверхности, в большей степени удерживают нерастворимые частицы пыли, в то время как, обладающие крупными листовыми пластинками, отличаются более высокой аккумуляцией растворимой фракции пыли. Листья ежи сборной в большей степени осаждают нерастворимую, а костреца безостого, наоборот, растворимую фракцию пылевых частиц.

3. У ежи сборной в городской среде достоверно изменяются генеративные структуры. В условиях интенсивной техногенной нагрузки снижается фертильность пыльцы, укорачиваются генеративные побеги, возрастает их плотность произрастания. Кострец безостый проявляет достаточно высокую устойчивость качества пыльцевых зерен, и его снижение наблюдается лишь в отдельные годы в условиях повышенной влажности. Достоверных изменений размеров и плотности генеративных побегов у этого вида не выявлено.
4. Высокие концентрации азота, фосфора и калия установлены в побегах клена ясенелистного, тополя бальзамического; калия и азота – караганы древесной. Интродуцированные виды отличаются более высоким содержанием азота и калия. В условиях техногенной нагрузки содержание азота в побегах растений снижается в ряду ЗУК – СЗЗ промышленных предприятий – магистральные посадки, калия – лишь в насаждениях СЗЗ промышленных предприятий. У большинства изученных видов листья значительно превосходят стебли по содержанию азота.

Условия техногенной среды нарушают баланс основных элементов минерального питания и динамику их физиологического оттока из листьев в стеблевую часть побегов в осенний период. В условиях техногенной нагрузки увеличивается зольность побегов древесных растений. У клена ясенелистного в насаждениях СЗЗ промышленных предприятий и магистральных посадках обнаружены избыточные концентрации меди и никеля.

Во всех типах насаждений корневые системы травянистых растений отличаются более низким содержанием азота, фосфора и калия по сравнению с надземными органами.

В насаждениях специального назначения у растений обнаружены избыточные и превышающие нормальные концентрации никеля, хрома, молибдена и кадмия, повышена зольность. Во всех функциональных зонах города отмечено избыточное содержание хрома в листьях. Высокие значения коэффициента биологического поглощения характерны лишь для биогенных металлов (Zn, Cu, Mn и Mo).

5. В магистральных посадках растения имеют наиболее низкий природный потенциал. В насаждениях СЗЗ промышленных предприятий, и особенно, в магистральных посадках береза повислая имеет более низкие баллы рейтинговой оценки, по сравнению с насаждениями зон условного контроля, за счет снижения интенсивности фотосинтеза и пылеудерживающей способности листьев. Клен ясенелистный во всех изучаемых типах насаждений оценен примерно одинаковым количеством баллов (в основном за счет высоких показателей интенсивности ассимиляции). Из представителей травянистого покрова ежа сборная имеет невысокие баллы рейтинга в магистральных посадках за счет резкого снижения показателей водоудерживающей и пылеудер-

живающей способности. У костреца безостого уровень рейтинговых баллов стабилен во всех типах насаждений.

### **Список работ, опубликованных в рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК**

1. Бухарина И.Л., Поварницина Т.М., Ведерников К.Е., Двоеглазова 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., Двоеглазова А.А. Оценка экологического потенциала насаждений зеленой зоны Ижевска и возможные пути решения проблемы оптимизации городской среды // Известия Самарского научного центра РАН. – № 4. Т. 9. – Самара, 2007. – С. 1061-1067.

### **Статьи в сборниках международных и Всероссийских конференций**

1. Бухарина И.Л., Двоеглазова А.А. К вопросу о средорегулирующей роли древесных насаждений в условиях урбаноэкосистем // Реализация Стратегии устойчивого развития города Ижевска: опыт и проблемы: матер. межрег. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская республиканская типография, 2005. – С. 158-159.
2. Бухарина И.Л., Двоеглазова А.А. Видовой состав травянистых декоративных растений, используемых в озеленении города // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: матер. Всерос. науч. конф. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2006. – С. 89-90.
3. Ведерников К.Е., Бухарина И.Л., Двоеглазова А.А. Изучение состояния и средорегулирующего потенциала древесных и травянистых растений крупного промышленного центра (на примере Ижевска) // Экологические проблемы промышленных городов: сб. науч. трудов Всерос. науч. конф. – Саратов: ООО «Фиеста-2000», 2007. – С. 38-41.
4. Поварницина Т.М., Двоеглазова А.А., Бухарина И.Л. Влияние техногенной среды на водоудерживающую способность листьев и зольность древесных растений // Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеграция науки и практики: матер. межрегион. науч.-практ. конф. – Ставрополь: СГУ, 2006. – С. 93-96.
5. Двоеглазова А.А., Бухарина И.Л. Влияние городской среды на показатели фотосинтеза травянистого покрова (на примере Ижевска) // Молодые ученые в реализации национальных проектов: матер. Всерос. науч.-практ. конф. Т.1. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2006. – С. 161-165.
6. Двоеглазова А.А. Физиологические особенности адаптации костра безостого и ежи сборной к условиям городской среды (на примере Ижевска) // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов: сб. науч. трудов междунар. науч.-практ. конф. – Тольятти: ТГУ, 2007. – С. 158-163.

7. **Двоеглазова А.А.**, Бухарина И.Л. Содержание зольных элементов в побегах древесных растений в условиях городской среды // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: матер. Всерос. науч. конф. – Пущино, 2008. – С. 411-412.
8. **Двоеглазова А.А.** Зависимость морфологических показателей ежи сборной и костреца безостого от условий произрастания (на примере города Ижевска) // Научный потенциал – аграрному производству: матер. Всерос. науч.-практ. конф. Т.1. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. – С. 240-244.
9. **Двоеглазова А.А.** Влияние техногенной нагрузки на вегетативные и генеративные структуры *DACTYLIS GLOMERATA* L. и *BROMOPSIS INERMIS* (LEYSS) HOLUB. (на примере г. Ижевска) // Современное состояние и пути развития популяционной биологии: матер. Всерос. популяц. семин. – Ижевск: КнигоГрад, 2008. – С. 249-251.

Подписано в печать 22.12.08 г.

Формат 60 x 84/16. Усл. печ. л 1,2. Уч.-изд. л. 0,9

Тираж 100 экз. Заказ № 375.

ФГОУ ВПО «Ижевская ГСХА»

426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11

---

