

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Бурятский государственный университет»

На правах рукописи

Лыкшитова Людмила Станиславовна

**ЭКОЛОГО - БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ
MALUS BACCATA (L), *ULMUS PUMILA (L)*, *SYRINGA VULGARIS(L.)*
К ВОЗДЕЙСТВИЮ ФАКТОРОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

03.02.01 – ботаника (биологические науки)

03.02.08 – экология (биологические науки)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный консультант:

доктор биологических наук, профессор

Бимба Батомункуевич Намзалов

Научный руководитель:

кандидат биологических наук, доцент

Баханова Милада Викторовна

Улан-Удэ

2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1.ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ Г.УЛАН-УДЭ.....	9
1.1 Местоположение территории исследования.....	9
1.2 Рельеф, геологическое строение.....	9
1.3 Климат	10
1.4 Типы почв.....	13
1.5 Экологическая характеристика г. Улан-Удэ.....	17
1.6 Почвенные факторы.....	26
ГЛАВА 2. ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ФАКТОРОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР).....	28
2.1 Источники загрязнения и их влияние на растительный организм.....	28
2.2. Воздействие городской среды на растительный организм.....	41
2.2.1 Влияние городской среды на водный режим растений.....	42
2.3 Фитоиндикация как основа биоэкологического мониторинга условий городской среды.....	47
ГЛАВА 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	50
3.1 Эколого-биологическая характеристика объектов исследования.....	50
3.2 Характеристика ключевых участков	53
3.3.Методика проведения исследований	66

ГЛАВА 4. ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ <i>MALUS BACCATA</i> (<i>L.</i>), <i>ULMUS PUMILA</i> (<i>L.</i>), <i>SYRINGA VULGARIS</i> (<i>L.</i>) К ВОЗДЕЙСТВИЮ ФАКТОРОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ.....	69
4.1 Дисперсность и запыленность.....	69
4.2 Масса и площадь листовых пластинок.....	75
4.3 Анатомическая структура листьев (<i>Malus baccata</i> , <i>Ulmus pumila</i> , <i>Syringa vulgaris</i>)	80-
4.4. Количество устьиц.....	84
ГЛАВА 5. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ <i>MALUS BACCATA</i>(<i>L.</i>), <i>ULMUS PUMILA</i>(<i>L.</i>), <i>SYRINGA VULGARIS</i>(<i>L.</i>) К ВОЗДЕЙСТВИЮ ФАКТОРОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ.....	87
5.1.Содержание свободной и связанной воды в листьях.....	87
5.2 Интенсивность транспирации.....	90
5.3 Влияние запыленности и дисперсности листьев на водный режим <i>U.pumila</i> , <i>M. baccata</i> . <i>S. vulgaris</i>	92
ГЛАВА 6. РОЛЬ И ОХРАНА ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ...	97
6.1 Влияние древесно-кустарниковых насаждений в создании условий городской среды.....	97
6.2 Пути улучшения санитарно – защитной роли зеленых насаждений г. Улан-Удэ.....	101
ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	105
ВЫВОДЫ.....	107
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	108
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	123

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В настоящее время природные системы урбанизированных территорий подвергаются отрицательному воздействию факторов антропогенного происхождения. Воздушная среда и почвенный покров в городах загрязнен твердыми частицами, пылью и сажой, золой и аэрозолями, газами и дымом, цветочной пылью и т.д. Смешение различных по происхождению загрязнителей серьезно затрудняет оценку воздействия каждого отдельно взятого компонента, которые, вступая во взаимодействие, увеличивают общее отрицательные последствия. Между тем установление баланса между развивающейся современной промышленностью и природной средой разрешимо в рамках построения экологического каркаса урбанизированной территории. И, как основной элемент, для решения этой проблемы выступают создание и планирование оптимальных композиций зеленого строительства в городах. Основная роль в оздоровлении городской среды отводится к задачам озеленения урбанотерриторий.

Ботанические исследования зеленых зон урбанизированных территорий преимущественно ориентированы на выявление разнообразия флоры городов (Ильминских, 1982; Терехина, 2000; Суткин, 2002; Виньковская, 2005; Рябовол, 2007 и др.). Работ, связанных изучением экологии городов чаще связаны с выявлением химического состава почвы, воздуха (Волосиков и др., 1999). Однако последние годы наблюдается возросший интерес к раскрытию экологических проблем городской среды, где в качестве индикаторов состояния используются виды растений (Филиппова, 2007; Ковалева, 2009; Вахнина, 2012), которые используются в озеленении. Именно в данном аспекте роль и значение определенных видов древесно-кустарниковых растений в условиях городской среды остается слабоизученной. Подобные исследования является основой биомониторинга состояния среды. Однако, морфофизиологические адаптации деревьев и кустарников, характерные в

озеленении г. Улан-Удэ до сих пор остаются весьма слабо изученными, что и определило начало наших исследований.

Цель работы – выявление биоэкологических особенностей адаптации у *Malus baccata*, *Ulmus pumilla*, *Syringa vulgaris* к условиям урбанизированной среды.

Задачи исследования:

1. Выявить факторы, обуславливающие атмосферное загрязнение, изучив экологическую обстановку г. Улан-Удэ.
2. Исследовать эколого-биологические особенности адаптации *Malus baccata*, *Ulmus pumilla*, *Syringa vulgaris* в условиях загрязненного атмосферного воздуха, отражающиеся в изменении основных параметров - площади, массы листовых пластинок, дисперсности листьев.
3. Определить соотношение свободной и связанной воды, изменения интенсивности транспирации, как основных показателей функционального состояния растений, реагирующих на атмосферные осадки.
4. Выявить изменения морфофизиологических параметров исследованных видов как биоиндикаторов экологического состояния городской среды.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Особенности морфометрических показателей анатомической структуры листа, водный режим обуславливают адаптивные признаки у *Malus baccata*, *Ulmus pumilla* и *Syringa vulgaris* в условиях загрязнения городской среды. Ключевыми в адаптивной стратегии видов являются изменения в соотношении палисадной и губчатой паренхимы, мелкоклеточности и устойчивый водный режим с преобладанием связанной воды.
2. Результаты комплексных эколого - биологических исследований состояния древесных и кустарниковых растений позволяют разрабатывать различные комбинации устойчивых видов для озеленения урбанизированных

территорий. В частности, в условиях г. Улан-Удэ необходимы пыле-газоустойчивые виды, как *Malus baccata*, *Ulmus pumilla*, *Syringa vulgaris*.

Научная новизна. Для трех древесно-кустарниковых видов в урбосреде г. Улан-Удэ изучен комплекс эколого-биологических показателей, связанных с уровнем их устойчивости в насаждениях. Впервые проанализирована взаимосвязь интенсивности транспирации, содержания свободной и связанной воды, количеством устьиц, изучено изменение анатомической структуры листьев. Проведенные исследования по изучению влияния дисперсности и запыленности городской среды позволили выявить, что это необходимые показатели при отборе пыле-газоустойчивых видов. Обнаружено, что изменение площади и массы листьев в условиях города является проявлением адаптивных механизмов к изменению условий среды. Доказано, что размеры листовой пластины находятся в прямой зависимости от условий обитания. Выявлено, что у исследованных видов изменение анатомической структуры является показателем загрязнения атмосферного воздуха и превышенного содержания свинца и ртути, в частности увеличение массы листа связано с увеличением клеток палисадной паренхимы. За счет мелкоклеточности рыхлой и палисадной паренхимы увеличивается площадь листьев.

Практическая значимость. Полученные данные об особенностях адаптации могут быть использованы в процессе разработки мер по рациональному использованию и охране растительности и в целом, зеленого покрова в г. Улан-Удэ. Разработаны рекомендации по оптимизации городской среды для разработки стратегии по озеленению территории города. Результаты исследований также могут применяться в экологическом образовании учащихся, студентов, широкого круга озеленителей.

Материалы и методы. Основой диссертационной работы послужили материалы, собранные автором в период 2011-2013 гг., на территории г.

Улан-Удэ. Исследования проводились маршрутным методом с заложением серии ключевых участков в соответствии с данными экологического районирования города и по методикам эколога-ботанических экспериментальных (анатомо-морфологических и физиологических) исследований.

Апробация. Материалы диссертации обсуждались на заседаниях кафедры ботаники БГУ (2010, 2011, 2012), а также были представлены на международных и региональных конференциях: Межвузовской научно-практической конференции студентов и аспирантов «Структура, функционирование биосистем и экологическая безопасность: к 80-летию биолого-географического и химического факультетов Бурятского госуниверситета» (Улан-Удэ, 2012), Пятой Всероссийской конференции «Биология будущего: традиции и новации» с международным участием (Красноярск, 2011), II всероссийской школы-конференции молодых ученых с международным участием (Екатеринбург, 2012), Всероссийской школы-конференции «Растительность Байкальского региона и сопредельных территорий» (Улан-Удэ, 2013).

По теме диссертации опубликовано 5 научных работ, из них две статьи в изданиях из перечня ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов, заключения и списка литературы. Она изложена на 125 страницах машинописного текста, иллюстрирована рисунками (18) и таблицами (11), 1 приложение. Список литературы содержит 125 источников.

Автор выражает огромную благодарность за ценные советы и помощь научному руководителю и консультанту - к.б.н. Бахановой М.В. и д.б.н., проф. Б.Б. Намзалову, а также за содействие в работе к.б.н., доценту Ловцовой Н.М. и всему коллективу кафедры ботаники БГУ.

ГЛАВА 1. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ Г.УЛАН-УДЭ

1.1. Местоположение территории исследования

Улан-Удэ - столица Бурятии, административный культурный и экономический центр. Город расположен почти в центре республики, у слияния главных рек – Селенги и Уды, и занимает выгодное географическое положение. Город находится на $51^{\circ} 49$ северной широты, и $107^{\circ} 35$ восточной долготы и лежит на высоте около 542 м над уровнем моря в бассейне оз. Байкал в широкой долине нижнего течения реки Селенги; в местности, переходящей от степных межгорных впадин байкальского типа в горный подтаежный тип с сосновыми лесами (отроги хребтов Хамар-Дабан и Улан-Бургасы) (Дондуков, 1965).

1.2. Рельеф, геологическое строение

Город частично лежит в границах Селенгинского среднегорья у слияния рек Селенги и Уды. Природные условия зоны неоднородны. Город окружен хребтами, которые почти сплошь покрыты лесом. Вершины Хамар-Дабана достигают высоты 1400 м и днища котловин р.Селенга на 500-700 м.

Абсолютные точки Ганзуринского хребта от 950 до 1070 м, а превышение над р.Селенгой - 500 метров. Хребет Улан-Бургасы это продолжение хребта Хамар-Дабан, он к востоку от реки Селенга характеризуется значительной расчлененностью. Пади, распадки, мелкие горные речки разбили хребет на относительно невысокие холмы.

Природные условия зоны неоднородны. Основная часть земель занята хребтами, которые почти сплошь покрыты лесом. Вершины Хамар-Дабана достигают высоты 1400 м и находятся выше ложа долины р.Селенга на 500-700 м. Абсолютные отметки Ганзуринского хребта отмечаются от 950 до 1070 м. Хребет Улан-Бургасы является продолжением хребта Хамар-Дабан и к востоку от реки Селенга характеризуется значительной расчлененностью.

В долине р.Уды выделяется: по левобережью – сплошной полосой шириной 0,5 м и длиной до 11 км, по правобережью – шириной 0,4 м, и длиной 10 км. Три террасы, состоящие из песков, гальки. Эти террасы имеют различную протяженность от 0,4 м до 10 км.

1.3. Климат

Улан-Удэ расположен в умеренной зоне, в удалении от океанов и морей, в глубине Азиатского материка и значительно приподнят над уровнем моря. Это и определяет основные черты его климата. По зональной классификации г. Улан-Удэ расположен в зоне сухих степей. Климат резко континентальный.

Большое влияние на формирование климата оказывает подстилающая поверхность различных форм рельефа, окружающих город, и пересеченность рельефа в самом городе. Кроме того, на климат Улан-Удэ в некоторой степени влияет близость водной поверхности оз. Байкал. Влияние этого огромного водоема сказывается здесь в основном на характере распределения облачности, промерзания и оттаивания почв, образовании ледового покрова на реках и вскрытии их. Зимнее время года в Улан-Удэ длительно и малоснежно. Для него характерно усиление морозов, резкие перепады температур, атмосферного давления в течение суток. Лето короткое, но теплое, в отдельные годы жаркое. Весна короткая, ветреная, с длительными заморозками. Для осени характерны ранние заморозки, ясная, сухая погода.

Одним из основных факторов, влияющих на климат является атмосферная циркуляция. Ее особенности причина частой смены погоды. К основным крупномасштабным атмосферным движениям относится циркуляция воздуха в системе циклонов и антициклонов.

Улан-Удэ находится под воздействием континентального воздуха умеренных широт.

Табл.1.

Типы погоды в летнем (июнь-август) и зимнем (декабрь-февраль) мезонах
(Афони́на, 1983)

Тип погоды	Преобладающая температура воздуха при различных типах погоды, С°		
	Лето (июнь-август)	дни	%
Жаркая	30-35	18	19,6
Теплая	24-29	35	38
Умеренно-теплая	18-23	30	32,6
Прохладная	12-17	9	9,8
	Зима (декабрь-февраль)		
Относительно теплая	-25 и выше	34	37,8
Умеренно-холодная	-26 -32	36	40
Холодная	-33-39	17	18
Очень холодная	-40-45	3	3,3

Среднегодовые температуры всегда отрицательные (-1,4 – -2,8°С). Период активных температур (выше 10°С) - 110-120 дней (Фадеева, 1963). Сложный рельеф и разные условия застройки определяют значительные колебания температуры воздуха в Улан-Удэ. Годовой ход температуры воздуха Улан-Удэ характерен для условий резко-континентального климата. Январь является самым холодным месяцем, но в отдельные годы температура его может быть выше на несколько градусов, чем температура декабря. Средняя месячная температура января – 25,4 С°, как и других месяцев меняется год от года. Самый жаркий месяц июль имеет среднюю месячную температуру

+25,5С°. Также представляют интерес сведения о заморозках и наступлении и прекращении устойчивых морозов. Осенние заморозки наступают в основном в начале второй декады сентября, а весенние прекращаются в конце мая - начале июня. Иногда первые осенние заморозки могут наблюдаться довольно поздно.

Средняя продолжительность безморозного периода равна 102 дням и колеблется в широких пределах. Устойчивые морозы в городе наступают в начале ноября, прекращаются в конце марта.

В зимний период относительная влажность на территории города в среднем за месяц 70-80 %. Наибольших значений она достигает летом.

В летнее время относительная влажность воздуха колеблется в пределах 60-70 %. Среднегодовое количество осадков сухостепной зоны составляет 230-260 мм. Основная масса осадков приходится на июль-август. Зимой и в весенне-раннелетний период уровень выпадения осадков очень низок.

По классификации климата (Атлас ..., 2000) территория г. Улан-Удэ, находится в умеренном поясе, для которого типична большая эрозионная роль ветра. Ветровой режим определяет положение города в пределах субширотной впадины. Преобладают ветра западного, северо-западного и восточного направлений. В городе и предместьях случаются сильные пылевые бури, наиболее частые весной и приводящие к поверхностному выносу ТМ в составе пылевых частиц в наветренные районы города. Зимой при отсутствии ветра часто наблюдаются застои атмосферных масс в пониженных частях ландшафта, что обусловлено приземными инверсиями, и в результате происходит сильное задымление воздуха со стороны ТЭЦ-1, промышленных предприятий, многочисленных котельных и индивидуальных домов с печным отоплением.

1.4. Типы почв

В пределах города выделяют следующие главные природные комплексы: левый берег р. Уды, правый берег р. Селенги (территория Советского, Октябрьского административных районов) – здесь и суглинки, озерно-речные пески, супеси мощностью 30-40 м; центральная часть города – чередование осадочных пород Центральная часть города расположена на отложениях 1 и 2 надпойменных террас песчаного состава, северная окраина города на предгорном пролювиальном шлейфе суглинистого состава (Суткин, 2001).

Почвы территории г. Улан-Удэ в результате интенсивной антропогенной нагрузки подверглись существенному загрязнению. Почва и подстилающие ее горные породы являются конечным пунктом и местом накопления большинства токсичных элементов, которые через атмосферу, снежный покров, поверхностные воды и растительность попадают в почву. Эрозия и удаление растительного покрова верхнего гумусового горизонта приводит к снижению устойчивости по отношению к загрязнению тяжелыми металлами. Такие явления наблюдаются на стройплощадках, свалках, у обочин дорог. Загрязненные тяжелыми металлами почвы на плотнозаселенной территории занимают удобные и ценные для города площади. Основными очагами загрязнения почв являются оживленные магистрали с интенсивным движением, территории заводов и территории свалок.

К западной части города отнесено левобережье р. Селенги. Преобладающий тип местности – плоская луговая равнина поймы и надпойменные террасы. Почвообразующими породами здесь служат галечниковые, песчаные и суглинистые отложения. Формируются каштановые и лугово-каштановые почвы, в пойме р. Селенги – комплекс аллювиальных почв: болотные, лугово-болотные, дерновые, гидроморфные солончаки.

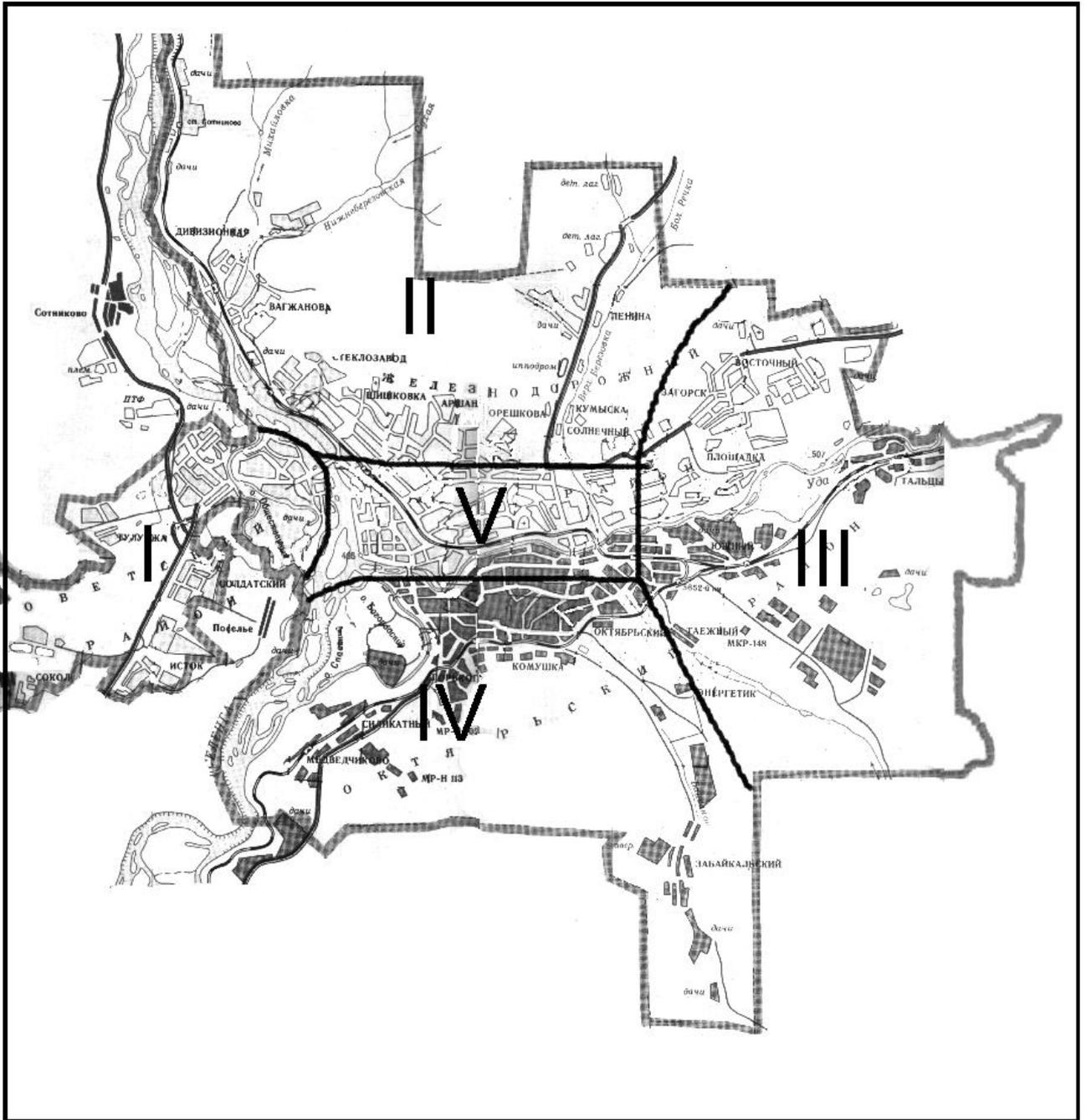


Рис.1. Карта-схема г. Улан-Удэ

Усл. обозн. к рис. 4.1. Части города: I – западная, II – северная,
 III – восточная, IV – южная, V – центральная.

Восточная часть города территориально несколько обособлена и вытянута в восточном и северо-восточном направлениях. Она занимает пойму р. Уда в 5-

7 км восточнее слияния ее с р. Селенга и ее правобережную предгорную часть.

Северная часть города находится на правобережье рек Селенга и Уда на южном склоне хр. Улан-Бургасы на высотах от 700 до 1000 м над у. м. Основной тип рельефа – низкогорный, типы местности – горная степь и сосновые боры. Преобладающими горными породами являются гранитоиды и реликтовые красноцветные глинистые отложения, а почвообразующие продукты выветривания этих пород, преимущественно суглинистого гранулометрического состава. Локально встречаются песчаные отложения. В данных табл.2 представлена ландшафтно-геологическая характеристика.

Табл.2

Ландшафтно-геологическая характеристика территории г. Улан-Удэ (Валова, 2004)

Часть города	Географическое расположение	Преобладающие горные и почвообразующие породы	Основные типы почв
Западная	Плоская луговая равнина и надпойменные террасы левобережья р. Селенга	Аллювиальные отложения	Аллювиальные
Восточная	Долина р. Уда, начиная с 5-7 км восточнее слияния рр. Селенга и Уда	Гранитоиды, бурые суглинки и глины, осадочные породы позднего мезозоя,	Каштановые, боровые пески, аллювиальные

Северная	Высокие песчаные террасы правобережья рр. Селенга и Уда	Выступы фундамента, сложенного гранитоидами, реликтовые глинистые отложения,	Дерновые лесные, каштановые, боровые пески
Южная	Высокие песчаные террасы правобережья р. Селенга и левобережья р. Уда	дресвяники и суглинки, озерно-речные пески, супеси мощностью 30-70 м.	Боровые пески
Центральная	Пойма устья р. Уда, часть правобережья р. Селенга в месте впадения р. Уда	Озерно-речные пески, отложения надпойменных террас песчаного состава.	Аллювиальные

Южная часть города расположена на правобережье р. Селенга и левобережье р. Уда на северном склоне хр. Цаган-Дабан на высоте 700-1000 м над у. м. По типу рельефа и местности она близка северной части. Почвообразующими породами на данной территории являются дресвяники и суглинки, озерно-речные пески и супеси. Преобладающие типы почв – боровые пески, дерновые лесные и каштановые почвы.

Центральная часть города расположена на правом берегу р. Селенга и занимает пойменную и надпойменную части Удинской депрессии на высотах 500-700 м над у. м. Преобладающий тип рельефа – равнинный. Левый борт р. Уда представлен плоской и слабонаклонной равнинами, правый борт –

пологоувалистой и холмистой. Почвообразующими породами в этой части города являются озерно-речные пески и песчаные отложения надпойменных террас. В пойменной части развиты луговые и дерновые почвы, на надпойменных террасах – каштановые. Дерново-лесные почвы распространены на южных, западных склонах и вершинах гор нижней тайги под сосновыми и сосново-лиственничными травянистыми лесами.

1.5 Экологическая характеристика г. Улан-Удэ

Город Улан-Удэ входит в число 30 наиболее загрязненных городов России, где индекс загрязнения атмосферы превышает 14 (в 2007 г. ИЗА составил 14,7). Загрязнение почв г. Улан-Удэ имеет полиметалльный и мозаичный характер, связанный со спецификой производственной деятельности предприятий промышленности, теплоэнергетики, а также интенсивностью потоков железнодорожного и автомобильного транспорта. По мнению экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 23% всех заболеваний и 25% всех случаев рака обусловлены воздействием факторов окружающей среды, в том числе и загрязнения атмосферного воздуха. Среди большинства элементов и веществ, загрязняющих окружающую среду, в силу высокой потенциальной опасности особое место принадлежит тяжелым металлам (ТМ). Улан-Удэ это один из крупных индустриальных центров Восточной Сибири, в атмосферу его выбрасываются значительные количества загрязняющих веществ, в том числе ТМ. Поступая в атмосферу, они постепенно оседают на поверхности земли и депонируются в основном в верхней части почвенного покрова. Превышено фоновое содержание свинца в почвах г. Улан-Удэ по отношению к кларку обуславливает потенциальную биотоксичность металла при современном уровне техногенной нагрузки.

Валовое количество ТМ (Pb, Cd, Zn, Си, Ni и Сг) в почвах в среднем соответствует региональному фону.

Антропогенное загрязнение почв ТМ носит полиметалльный характер и несет вред растительным организмам. Это негативно сказывается на накоплении в почве нитратов и аммония. Целлюлозолитическая активность почв в указанном интервале доз не ингибируется. Значимым фактором окружающей среды является атмосферный воздух. Опасность загрязненного воздуха обусловлена наличием разнообразных загрязняющих веществ, приводящих к комбинированному их действию, возможностью массированного воздействия, непосредственным проникновением загрязнителей воздуха во внутреннюю среду организма, трудностью защиты от загрязненного воздуха. Два основных предприятия – загрязнителя – ТЭЦ - 1, поставляющий основную массу пыли и выбросов SO_2 , которых по замерам лаборатории ТЭЦ-1 в 2012 составило 600 граммов в секунду, 52 тонны в сутки и соответственно за семь месяцев отопительного сезона 10 920 тонн. Норматив предельно допустимого выброса сернистого газа на ТЭЦ-1 в количестве 627 г/сек., 4 326 тонн в год. При этом ПДК SO_2 в воздухе должна быть менее 10 мг/м³. По данным же биохимической экспедиции Бурятского геологического управления, концентрация SO_2 в центре города Улан-Удэ превышала ПДК более чем в 20 раз (Ю.Г. Покатилов, 2006.) Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются электроэнергетика и автомобильный транспорт, жилищно-коммунальное хозяйство, строительство и др. Близкое расположение автомагистралей оказывает негативное влияние на загрязнение атмосферного воздуха селитебных территорий. Загрязнение атмосферного воздуха усугубляется ростом количества автотранспорта. Ведущими загрязнителями атмосферного воздуха превышающими предельно допустимые концентрации, являлись взвешенные вещества (31,1%), азота диоксид(25,3%), аммиак (23,8%), формальдегид(22,3%), серы диоксид(13,4%), бенз(а)пирен(12%), гидроксibenзол (9,3%), углерода оксид(1,4%)и др. ФБУЗ «Центр гигиены и

эпидемиологии в Республике Бурятия» исследовано 2887 проб атмосферного воздуха по городу Улан-Удэ, из них 428 проб, или 14,8% не соответствовали требованиям санитарных правил и нормативов (в 2010 г. – 1,8%). По результатам лабораторных исследований установлено превышение ПДК в атмосферном воздухе по 8 веществам. С 2007 г. в г. Улан-Удэ регистрируются нестабильные показатели доли проб атмосферного воздуха с превышением гигиенических нормативов 6,6 % - 2007, 4,3 % - 2008, 8,9 % - 2009, 1,8% - 2010, 14,8% - в 2011 г. Автомобильный, железнодорожный и авиационный транспорт является также источниками шумового воздействия на окружающую среду. В Улан-Удэ шум от автотранспорта превышает допустимые санитарные нормы. Это связано с резким увеличением количества машин в городе. Была проведена оценка шумового воздействия в непосредственной близости от автодорог с интенсивным движением автотранспорта. Исследования проводились по улицам: Борсоева, Смолина, Трубачеева, Ключевская, Жердева, а также проспектам Строителей и 50-лет Октября (Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Бурятия в 2012 году», 2012).

По результатам измерений уровней шума установлено превышение показателей предельно допустимых уровней во всех контрольных точках. В утреннее время превышение санитарных норм уровня звука зарегистрировано в среднем на 8,3-17 дБА (единица измерения уровня звуковой мощности), максимального уровня звука - на 5-9 дБА; в вечернее время - на 2,7-12,6 дБА и на 1,3-2 дБА соответственно. Наиболее высокие уровни наблюдаются вдоль автодорог по ул. Борсоева, Смолина, Трубачева, Бабушкина. Среди факторов ухудшения экологического состояния города один из наиболее значимых – выбросы вредных веществ от эксплуатации автомобильного транспорта. Проведённые исследования показали, что

автотранспорт оказывает негативное действие на растительность прилегающей территории. Интенсивные транспортные потоки на проспекте 50-летия Октября обусловили повышенное содержание ряда веществ в атмосфере. И заметное снижение среднего показателя площади листовой пластины тополя, можно рассматривать как последствия интенсивных выбросов вредных веществ в атмосферу. Изучение рН снежного покрова также подтвердило зависимость чистоты атмосферы от величины транспортного потока (Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Бурятия в 2012 году»).

Среда города отличается своеобразием основных экологических факторов, а также специфическими техногенными воздействиями. Это дает основание рассматривать город как особый тип экосистем (Одум, 1986). Несмотря на многочисленные исследования, вопрос о механизмах устойчивости древесных растений к загрязнению окружающей среды остается открытым (Кулагин, 1974). Ответные реакции растений ярко выражены и хорошо изучены при оценке воздействия промышленных предприятий. Изменения морфологических и физиологических параметров можно использовать не только при характеристике устойчивости древесных растений к техногенному загрязнению, но и для оценки качества городской среды.

Важным фактором воздействия среды на кустарники является загрязнение атмосферного воздуха. За последние 6 лет в Республике Бурятия по данным Забайкальского управления Ростехнадзора по РБ объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух возросли на 48,8% (на 76,68 тыс. тонн) – с 157,2 тыс. тонн в 2004 г. до 233,882 тыс. тонн в 2012 г. Более 60 % валовых выбросов вносят экономически развитые административные территории республики. В г. Улан-Удэ общий объем

валовых выбросов увеличился на 6,14 тыс. тонн и составил 81,7 тыс. тонн. Вклад автотранспорта в суммарные выбросы в целом по республике составляет более половины выбросов - 50,77 %. Улан-Удэнский промышленный узел является самым крупным по численности населения и занимаемой территории. Всего по промузлу насчитывается 6043 источника выбросов вредных веществ в атмосферу, из них только 1784 (61 %) источника оснащены пылегазоочистным оборудованием. Основными загрязнителями являются Улан-Удэнская ТЭЦ-1, авиазавод, ЛВРЗ, и др. а также крупные и средние свалки бытовых и производственных отходов. Особую опасность представляет ТЭЦ-1, расположенная в Железнодорожной районе г. Улан-Удэ, и ее золошлакоотвал. В 1998 г. на ТЭЦ-1 израсходовано 492030 т. угля и 42256 т. мазута. Общее количество выбросов вредных веществ в атмосферу (по данным пояснительной записки к годовому отчету за 1998 год по ТЭЦ-1) составило 12130, 8 т. Уменьшение валового выброса вредных веществ в атмосферу в 1998 г. по сравнению с 1997 г. объясняется сокращением расхода топлива. Это связано с переходом на сжигание тугнуйского угля и стабилизацией системы орошения скрубберов. Отстойник фенольных вод ЛВРЗ представляет особую опасность, так как в результате испарения загрязняет атмосферу города фенолом, свинцом, марганцем, фосфором. В 1991-1992 гг. центральная эколого-геохимическая партия ПГО «Бурятгеология» («Бурятгеоцентр») проводила работы по литохимической съемке территории Улан-Удэ. Основными загрязнителями ртутью оказались ЛВРЗ, городская свалка и авиазавод. Следует заметить, что фактическое содержание окислов и металлов, которое выбрасывается в воздух и воду и указывается в отчетах, находится в подозрительной близости к предельно допустимой концентрации, хотя на некоторых предприятиях, в частности на «Теплоприборе», не могли показать ни методические указания, ни приборы, позволяющие с точностью определить содержание тех или иных элементов.

Подобная ситуация и на ТЭЦ-1 (табл.3). По данным мобильной эколого-метеорологической станции, созданной в 1996 г. лабораторией радиофизики БИЕН СО РАН, в г. Улан-Удэ определяется высокий уровень загрязнения воздуха диоксидом серы и окисью углерода в зоне влияния ТЭЦ-1 и составляет около 3 ПДК (Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Бурятия в 2012 году»). Следует отметить, что в загрязнении атмосферы участвуют и промышленные предприятия близлежащих городов и областей. Мониторинг состояния атмосферного воздуха населенных пунктов осуществляется Бурятским центром гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды (БЦГМОС) и ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия» (ФГУЗ «ЦГиЭ в РБ) и его филиалами.

Табл.3

Основные предприятия –загрязнители районов исследования (по данным Бурятского ЦГМС по г. Улан-Удэ)

Наименование объекта	Санитарная зона	Район исследования
ТЭЦ-1	1000 м 1 класс опасности	Железнодорожный район
ТЭЦ-2	1000 м 1 класс опасности	
Улан-Удэнский моторостроительный завод	1400 м 1 класс опасности	
Золоотвалы от ТЭЦ	300 м 3 класс опасности	
ЛВРЗ ОАО Филиал РЖД	500 м 2 класс опасности	

ОАО Улан-Удэнское приборостроительное производственное Объединение	100 м 4 класс опасности	
ЗАО Теплоприбор-Комплект	100 м 4 класс опасности	
ООО РЖД	300 м 3 класс опасности	
МУП Городские маршруты	500 м 2 класс опасности	Советский район
ПО «Наран»	100 м 4 класс опасности	
ОАО Электромашина	100 м 4 класс опасности	
ОАО ГАП-2	300 м 3 класс опасности	
ОАО Молоко	100 м 4 класс опасности	
МУП Управление трамвая	300 м 3 класс опасности	Октябрьский район
ООО Буржелезобетон	1125 м 1 класс опасности	

Класс опасности - показатель, характеризующий степень опасности для человека веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Вещества делятся на следующие классы опасности:

- **1 класс** - чрезвычайно опасные;
- **2 класс** - высоко опасные;

- **3 класс** - опасные;
- **4 класс** - умеренно опасные.

По метеорологическим условиям рассеивания примесей вредных веществ в атмосфере, территория города Улан-Удэ относится к зоне высокого потенциала загрязнения воздушного бассейна. При наличии вредных веществ, загрязненный воздух переносится на значительное расстояние. По данным лаборатории радиофизики ОФП БНЦ СО РАН вероятность возникновения инверсий температуры в нижнем 100-метровом слое атмосферы составляет 77%. В таких условиях промышленные выбросы и выбросы от автотранспорта плохо рассеиваются, создавая высокие концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы в черте города. Анализ климатических данных Бурятского ЦГМС по г. Улан-Удэ и результаты подсчетов показали, что количественная оценка факторов, благоприятствующих рассеиванию, значительно ниже оценки факторов, препятствующих очищению атмосферы и, таким образом, метеорологический потенциал самоочищения атмосферы в целом для территории г. Улан-Удэ характеризуется как низкий, что требует принятия действенных мер к ограничению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Контроль за соблюдением гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха также включает измерения, проводимые в зонах влияния выбросов и санитарно-защитных зонах промышленных предприятий, сооружений и других объектов. Имеют место значительные превышения концентраций углерода оксида в 6-9,3 раза на пр. 50-летия Октября; 2,9-3,5 раза на ул. Борсоева; 3,2-3,4 раза на пр. Автомобилистов; 12,2-14,1 раз на ул. Бабушкина. Превышения по СО связаны с тем, что эти улицы являются основными магистралями с максимальным потоком движения от 1155 до 2998 машин в час с повышением количества проходящих машин в дневные часы и некоторым уменьшением в вечерние

часы. В 2012г. по данным наблюдений БЦГМОС уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Улан-Удэ очень высокий. Среднегодовые концентрации взвешенных веществ, формальдегида, бенз(а)пирена, диоксида азота, фенола превышают санитарно-гигиенические нормативы, в г. Улан-Удэ максимально разовые концентрации достигают уровней, превышающих ПДК в 3-4 раза. Индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА) в г. Улан-Удэ составил 13,6. Максимально разовые концентрации превышали ПДК бензапирена в 9 раз (г. Улан-Удэ), тяжелые металлы (железо) – до 5 ПДК (г. Улан-Удэ).

По результатам мониторинга атмосферного воздуха ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия» в жилых микрорайонах г. Улан-Удэ среднегодовые концентрации загрязняющих веществ не превышали ПДК. Однако, в 10,16 % выполненных измерений обнаружены превышения максимально разовых концентраций от 1,1 – 5 ПДК диоксида азота и серы, взвешенным веществам, фенолу, оксиду углерода.

Выбросы автотранспорта, уступая по объему выбросам стационарных источников, обладают более высокой токсичностью. Отработавшие газы автомобилей, поступая в нижний слой атмосферы, сразу попадают в дыхательные пути человека, а процесс их рассеивания значительно отличается от процесса рассеивания выбросов высоких стационарных источников. Поэтому автотранспорт следует отнести к категории наиболее опасных источников загрязнения атмосферы. Интенсивное движение автотранспорта приводит к повышению среднегодовых концентраций сажи, оксида углерода, окислов азота, углеводородов, свинца, диоксида серы вблизи наиболее напряженных магистралей (в г. Улан-Удэ это районы Элеватор, ул. Бабушкина и др.). В воздушную среду г. Улан-Удэ выбрасывается 21404 т/год (по состоянию на 01.01.95) отравляющих веществ, что составляет 24% от суммарной городской эмиссии. По своему

валовому выбросу город относится к 1-й категории опасности. Следует отметить, что количество автотранспортных средств в г. Улан-Удэ год от года увеличивается, как и их суммарные выбросы. Периодические «пробки» в районе «Элеватора», в центре города и других местах создают повышенный фон атмосферного загрязнения. Так, разовые максимальные содержания свинца и бензапирена в воздухе на пересечении улиц Бабушкина и Трубачеева достигают 13 ПДК, а в районе «Элеватора» концентрация оксида углерода равна 4 ПДК. Это обусловлено тем, что на протяжении длительного периода застройка в г. Улан-Удэ проводилась без функционального зонирования территории промышленного и селитебного значения, в связи с чем, в настоящее время в границах нормативных санитарно-защитных зон предприятий размещена значительная часть жилой застройки. Одним из приоритетных задач относится организация санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и других объектов, внедрение новых эколого-сберегающих производственных технологий, позволяющих снизить выбросы загрязняющих веществ и уменьшить границы санитарно-защитных зон.

1.6. Почвенные факторы

Опасность загрязнения почв определяется опосредованным воздействием через контактирующие среды – загрязнением воды, атмосферного воздуха. Основными источниками загрязнения почвы являются места хранения отходов.

По данным социально-гигиенического мониторинга в республике в 2012г. образовано свыше 26 млн. тонн отходов производства и потребления (в 2008г. –24,5 млн. тонн). Из общего количества образованных отходов используется повторно и передается другим организациям – 20,7 %, обезвреживается – 0,2%, размещается и хранится на собственных территориях – 98,7%. Всего на территориях промышленных предприятий размещено 20,075 млн. тонн отходов, хранящихся в течение многих лет.

Лимиты хранения отходов давно превышены. Большинство площадок так называемого временного хранения отходов не соответствует санитарным правилам: не защищены от воздействия атмосферных осадков, не имеют водонепроницаемых покрытий, автономных систем очистки и др. На объектах постоянного хранения отходов (золошламонакопители, отвалы и др.) отсутствует функциональное зонирование, не организованы санитарно-защитные зоны, сроки эксплуатации превышены, что обуславливает загрязнение среды обитания. По результатам экологического контроля подземных скважин в зоне влияния отстойника – накопителя ЛВРЗ и золошлакоотвала ТЭЦ-1 наблюдается повышенное содержание (>ПДК для питьевых вод) аммония, сульфатов, натрия, фтора, нефтепродуктов, фенолов, минерализация, окисляемость, высокая щелочность, сульфат-иона, натрия, алюминия. Хранение твердых бытовых отходов осуществляется на территории 8 полигонов ТБО. В остальных районах ТБО складировются на свалках, которые не приспособлены для хранения отходов. По данным Минприроды РБ, в Республике Бурятия имеется 1419 свалок. Из них санкционированных – 401 шт. на площади – 1040 га и объемом накопленных отходов – 1506335 куб. м. и несанкционированных – 1018 шт. на площади – 341 га и объемом накопленных отходов – 202226 куб. м. Исходя из данных представленного бюллетеня «Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения Республики Бурятия в 2008 г.» ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия» выявлено, что по степени загрязнения химическими веществами почвы населенных мест республики относятся в основном к категории «допустимой». Из общего количества исследований 1,9% (332 пробы) не соответствуют гигиеническим нормативам. (Информационный бюллетень «Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения Республики Бурятия в 2008 г.»)

ГЛАВА 2 ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ФАКТОРОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

Современные темпы урбанизации сказываются на экологической обстановке в городах. Город-это территория глубоко измененной природы (Владимиров, Микулина, 1986). Важная роль в решении экологических проблем города и повышении степени комфортности принадлежит кустарниковым растениям, которые составляют основу экологического каркаса. Состояние кустарников на сегодняшний день представляет определенный интерес, так как различия требований к условиям среды у исследуемых видов наиболее четко проявлялись через эколого-физиологические процессы.

В данной главе нами представлен литературный обзор исследований, посвященных различным механизмам адаптации кустарников к агрессивным воздействиям городской среды и анализируются особенности приспособления разных видов к техногенным условиям. В городской среде наблюдается комплексное воздействие негативных факторов природного и антропогенного характера на рост и развитие растений, их способность к репродукции. Различные аспекты механизмов приспособления растительного организма в условиях города изучались многими исследователями.

2.1. Источники загрязнения и их влияние на растительный организм

Сложной формой влияния города на природную среду является ее загрязнение. Это привнесение в среду, возникновение в ней новых, нехарактерных химических, физических, биологических агентов и энергетических потоков, повышающих их фон, приводящих к нарушению функционирования экосистем или их отдельных элементов.

В последние годы происходит интенсивное загрязнение атмосферы. Загрязнения любого масштаба по цепям связей в природе переходят из одной среды в другую.

Устойчивость растений к токсичным веществам различна и некоторые растения слабо повреждаются. Данные растения можно использовать для озеленения территорий, более или менее постоянно подвергающихся воздействию загрязняющих веществ. Такие растения очень ценны для выяснения механизмов их адаптации.

Под *газоустойчивостью* понимают способность растений противостоять действию вредных газов, сохраняя нормальный рост, развитие и декоративность. Биологическая устойчивость связана со способностью поврежденных растений к регенерации. Чем быстрее растение восстанавливает свои ткани и органы после отравления вредными примесями атмосферы, тем оно менее чувствительно. Лиственные породы по сравнению с хвойными более устойчивы.

Обычно по степени устойчивости выделяют устойчивые, среднеустойчивые и неустойчивые (чувствительные к загрязняющим веществам) растения. Критерием этого служит размер площади некрозов в процентах от общей поверхности листа, некоторые физиолого-биохимические и анатомо-морфологические показатели.

Как выяснил Николаевский (1979), огромное значение в устойчивости растений к газам имеют особенности: интенсивность морфо-биологических процессов роста и развития растений, их экологическая пластичность, географическое происхождение, возраст растений, фотопериодизм.

Анатомо-морфологическая устойчивость связана со строением растений, так как на интенсивность поступления внутрь растения вредных веществ влияют мощность кутикулы, воскового налета, режим работы устьичного аппарата, площадь поверхности растения и др. Самые устойчивые ко всем видам загрязнений листья, которые обладают прочным восковым налетом, перекрывающим устьичные клетки.

Физиолого-биохимическая устойчивость определяется индивидуальными особенностями их метаболизма, скоростью протекания биохимических реакций, способностью утилизировать ядовитые вещества, связывать их белками цитоплазмы и т.д.

Устойчивость растений понижается на малопродуктивных и сухих почвах. Повреждаемости растений газами способствуют повышенная температура, влажность воздуха и солнечная радиация. В настоящее время одной из наиболее важных проблем является изучение эколого-физиологических адаптаций растений в процессе онтогенеза в условиях городской среды. Данное направление развивается в Марийском государственном университете, начиная с работ В.С. Николаевского (1975), основавшего кафедру физиологии растений и возглавлявшего лабораторию газоустойчивости растений. В эколого-физиологическом направлении успешно работают многие отечественные ученые-экологи, однако лишь немногие исследователи оценивают адаптационные возможности особей разных возрастных состояний в условиях загрязнения среды. На сегодня в Марийском государственном университете проводится сравнительный анализ эколого-физиологических параметров в онтогенезе растений в условиях загрязнения городской среды, оценка толерантности растений разного биологического возраста к комплексу антропогенных воздействий; выявление биоиндикационных характеристик для оценки состояния урбанизированной среды.

В настоящее время экологическая стратегия многих городов России направлена на сохранение и развитие зеленого фонда города, для этого предусмотрена система контроля состояния озелененных территорий. Она определяет комплекс организационных мероприятий, обеспечивающих эффективный контроль, разработку современных мер по защите и восстановлению озелененных территорий, прогноз состояния зеленых

насаждений с учетом реальной экологической обстановки и других факторов, определяющих их состояние и уровень благоустройства территории. 1) оценка качественных и количественных параметров состояния растений на озелененной территории; 2) выявление и идентификация причин ухудшения состояния зеленых насаждений; 3) разработка программы мероприятий, направленных на устранение последствий воздействия на зеленые насаждения негативных причин и устранение самих причин; 4) прогноз развития ситуации (Правила создания..., 2002).

Экологическая ситуация в городах - это совокупность взаимодействия многих факторов, формирующих качество окружающей среды. Состояние городских экосистем определяется тремя группами: первая – природные факторы, мало изменяющиеся во времени и обусловленные географическим положением города; вторая – техногенные факторы, как следствие развития промышленности и транспорта, третья – социальные факторы (Фролов, 1998). На растения в урбанизированной среде максимальное влияние оказывает загрязнение воздуха, транспорт и рекреационные нагрузки и др. Воздействие на растение – сложное явление, оно затрагивает биохимические и физиологические процессы и разрушает ультраструктуру клеток листа. По мере разрушения внутриклеточных структур появляются внешние, визуально наблюдаемые повреждения у ассимиляционных органов и других частей растений. Степень воздействия загрязнителя на растение зависит не только от его концентрации и продолжительности действия, но и от видовой принадлежности и стадии онтогенеза растений, их толерантности к загрязнителю, сезона года и состояния окружающей среды (температуры, влажности воздуха и почвы, условий освещенности, силы ветров, условий минерального питания и т.д.) (Горышина, 1991). Уменьшение размеров листьев свидетельствует о проявлении ксероморфных черт в условиях угнетения. В.С. Николаевским (1998) при исследовании ассимиляционных

органов древесных растений в различных условиях загрязнения отмечалось появление ксероморфных признаков у листьев: уменьшение их размеров и даже числа на годичных побегах, утолщение листовой пластинки, увеличение числа устьиц на единицу площади и уменьшение размеров клеток всех тканей листа, толщины кутикулы и эпидермиса. Ксерофитизация ассимиляционных органов объясняется подавлением стадии растяжения клеток из-за недостатка ассимилянтов и нарушения гормональной регуляции роста вследствие воздействия загрязняющих веществ (Orenet. al.; 1988, Ярмишко, 1997). По этим же причинам у растений происходит замедление роста осевых и боковых побегов, листьев, в целом, хвои (снижение ее сухого и сырого веса, площади), изреживание кроны деревьев вследствие повреждения и опадения листьев уменьшении возраста листьев на дереве (Федорков, 2002). Водопроницаемость почвы под пешеходными тропинками снижается в 7 раз и в 2-3 раза увеличивается глубина промерзания. Особая, отличная от естественных условий, среда создается для растений в городах. Растительность на улицах городов обычно рассматривается, прежде всего, с точки зрения улучшения городской среды для человека как в гигиеническом отношении (улавливание пыли, снижение шума, улучшение микроклимата и т. д.), так и в эстетическом.

Несмотря на обширный отечественный и зарубежный материал о воздействии различных загрязнителей на растения, вопрос о фитотоксичности ароматических углеводов (фенолов, бензолов и толуолов) и поглощении их растениями освещается слабо, отсутствуют также сведения о характере влияния сажи на дендрофлору, хотя эти частицы субмикронного диапазона являются важной составной частью и эмиссии промышленных источников, и выхлопных газов автотранспорта.

Согласно проведенным исследованиям Илькуна (1978), загрязняющие вещества вызывают торможение фотосинтеза, причиной которого может

быть разрушение пигментов, изменения в буферной системе и нарушения в слаженной работе ферментов, участвующих в регуляции деятельности клетки.

Ряд исследователей: на основе анализа газоустойчивости древесных растений к токсическим веществам выбросов промышленного предприятия и их аккумулирующей способности установили наиболее оптимальный видовой состав древесных растений санитарно-защитных зон химических предприятий Западной Сибири (Илькун, 1979 и др.).

В сложной и взаимообусловленной системе «растения - промышленная среда» наблюдается не только воздействие растений на окружающую среду, но и неизбежное обратное влияние среды на растения. Загрязнение атмосферы отрицательно влияет на зеленые насаждения, приводя к нарушениям физиологических и биохимических процессов, вызывая повреждение листьев, общее ухудшение существования и даже гибель растений (Николаевский, 1979)

Однако некоторые растения могут произрастать на территории промышленных предприятий, адаптируясь к действию газов. Каждый вид растений обладает различной устойчивостью к вредным соединениям. Обычно в зоне загрязнений одни виды растений сильно повреждаются и даже гибнут, другие - резко снижают продуктивность, третьи не имеют признаков повреждения и успешно выполняют функцию очистки воздуха от вредных примесей. Имеются различия и в устойчивости растений к отдельным вредным газам, парам и пыли. Выращивание растений в зоне повышенного загрязнения воздуха приводит к успеху лишь тогда, когда растения способны переносить без существенного ущерба постоянно содержащиеся в приземном слое атмосферы токсиканты в невысоких и кратковременно - в крайних концентрациях. Проблема устойчивости растений к атмосферным токсикантам в последнее время приобретает особую актуальность и

практическую направленность. В условиях загрязненной атмосферы недостаточно создавать какие-либо зеленые насаждения; они должны быть высокоустойчивыми, производительными и, самое главное, служить надежным и емким фильтром, эффективно очищающим воздух от газообразных и аэрозольных примесей. Формирование новых и поддержание сложившихся ценозов сложно и не всегда ожидаемый эффект оправдан, и в результатах исследований установлено наличие некоторых расхождений в определении растений, которые рекомендованы для санитарно-защитных зон известными авторами (Илюшин, 1953; Ионин, 1961; Кулагин, 1974; Кунцевич, 1957 и др.). Причина этого - видовой состав, структура и плотность размещения зеленых массивов, которые нужно формировать в зависимости от экологических условий среды и режима задымления (Илькун, 1978; Промышленная ботаника, 1980; Сергейчик, 1997 и др.). Попадая в разные условия, растения, несмотря на идентичность состава и концентрации токсических элементов в окружающей среде, аккумулируют различное количество веществ и изменяют предел безвредного или поражающего накопления фитотоксиканта в листовых тканях.

В Западной Сибири проводилась Литвиновой, Левонем (1986) комплексная оценка газоустойчивости растений в антропогенной среде и основанием послужили их физиолого-биохимические и морфологические показатели. В основе их исследований послужила сравнительная характеристика растений по аккумуляции углеводов: метана, бензола, толуола и фенола. Особенно задерживают пыль вяз, рябина, калина обыкновенная, роза морщинистая, черемуха, боярышник, и растения с листьями, выделяющими клейкие вещества: сирень обыкновенная, арония черноплодная и др. (Литвинова, Левонем, 1986). Летом зеленые насаждения осаждают до 86% пыли (деревья вяза - в 6 раз больше, чем тополя). Зеленые насаждения соответствующей структуры могут существенно снижать

шумовой фон города. Для этих целей лучшие из хвойных растений - ель, пихта, сосна, из лиственных - липа мелколистная, ильм (вяз), спирея. В городе для защиты от шума нужна более сложная система посадки: лучше всего многоярусная посадка или чередование нешироких многоярусных полос с открытыми пространствами. Шумоизоляция зависит от конструкции и ширины зеленых полос: кустарниковая посадка шириной 10 м снижает шум на 3-4 децибелла, многоярусная 10-метровая посадка - на 12-15 децибеллов. При создании шумозащитных насаждений важно выбирать быстрорастущие деревья, по возможности более долговечные, с плотной кроной. Среди рекомендуемых - это тополь дрожащий, тополь бальзамический, дуб северный, некоторые виды ивы, вяз, ясень зеленый, клен остролистный с различными формами, ряд видов березы и др. Для создания оптимально благоприятной для человека жизненной среды в городе большую роль играет ионизирующая способность многих видов древесных растений. Фитонциды, как считает А. М. Гродзинский (1975), имеют немаловажное значение в снижении концентрации токсических газов. Большинство рекомендуемых растений обладает антимикробным действием. Это почти все хвойные растения: лиственница, сосна, ель, пихта, можжевельник, и многие лиственные - береза (в большой степени), тополь, клен, белая акация, груша, липа, орех, рябина обыкновенная, черемуха, яблоня, калина, сирень, карагана, смородина черная, барбарис обыкновенный, спирея, ясень цветочный, снежноягодник, арония черноплодная, лох серебристый, буддлея и др.

Лиственные древесные растения местной флоры отличаются сильной газопоглотительной способностью, но при этом осина и береза считаются малоустойчивыми к ядовитым газам, а клен - среднеустойчивыми. Выраженная газопоглотительная способность, но и поражаемость токсикантами свойственна, как считают Илькун (1971), Николаевский (1979);

Сергейчик (1985) для яблони домашней, тополя китайского, ореха маньчжурского, желтой акации, и других, которые – эти виды не рекомендуют использовать при сильном задымлении воздуха. Некоторые интродуцированные растения, в том числе хвойные, в сравнении с местными породами более устойчивы к ядовитым примесям в городском воздухе и накапливают их в своих тканях без вреда для себя.

Оптимально, когда повышенная газопоглощаемость совмещается с токсикоустойчивостью у растений, это отмечали Гетко и др. (1985). Данные исследователи выяснили виды, наиболее подходящие для городского озеленения, даже около крупных промышленных предприятий. Это дуб северный, клен красный, тополь бальзамический, черемуха поздняя, черемуха виргинская, ива белая, облепиха, белая акация, лох узколиственный, дерен белый, жимолость татарская, бирючина обыкновенная, снежноягодник, рододендрон даурский; из хвойных растений – это ель колючая, можжевельник казацкий и обыкновенный, лиственница, пихта одноцветная. К древесным растениям, устойчивым в условиях промышленного города, относятся также следующие виды: бузина сибирская, барбарис обыкновенный темно-пурпуровый, вяз приземистый, калина обыкновенная, бересклет священный, боярышник, вишня обыкновенная, жимолость каприфоль и Маака, ива ломкая и волчниковая, клен приречный и остролистный Шпедлера, смородина альпийская, золотистая и черная, слива растопыренная, спирея Дугласа, дубровколистная, японская и иволистная, роза собачья, сирень обыкновенная и венгерская, тополь белый, черный и берлинский, черемуха пенсильванская, яблоня ягодная; из хвойных растений - ель Энгельмана, можжевельник виргинский, сосна горная (Гетко и др., 1985).

Согласно экспериментальным исследованиям в лабораториях и полевых условиях, проведенных Илькуном (1971); Кулагиным (1974) в

различных промышленных районах - на Украине, в Белоруссии, на Урале и в Сибири было выяснено, что устойчивость растений к загрязнению атмосферы различными вредными веществами – сложное экологическое явление. Устойчивость вида даже к одному виду загрязнения зависит от разнообразных причин: удаленности от источника загрязнения, времени суток, климатических условий, интенсивности и режима выбросов в атмосферу, от физико-географических условий района, обеспеченности растения питательными элементами и пр. Многие виды наиболее уязвимы к действию ядовитых газов в молодом возрасте: например, местная порода – липа в возрасте до 15 лет, позднее ее устойчивость возрастает.

Древесные растения обнаруживают различную избирательную способность к поглощению токсичных компонентов городского воздуха. Исходя из рекомендаций по устройству городов и поселков (1986), было показано, что интенсивно окись азота и аммиак поглощают желтая акация, береза плакучая, чубушник венечный, клен серебристый, тополь канадский, сирень обыкновенная, клен остролистный и татарский, рябина обыкновенная, а наиболее слабо эти соединения поглощают лиственница сибирская, липа мелколистная, дерен белый, можжевельник казацкий. Устойчивыми к хлористым соединениям оказались такие растения, как широко распространенные в озеленении кизильник блестящий, черемуха обыкновенная, барбарис обыкновенный, клен татарский, дерен белый, снежноягодник, бузина красная, лиственница сибирская, тополь бальзамический и белый, боярышник кроваво-красный, роза морщинистая, вишня и местные виды клена, лещины, липы, березы, вяза, однако в другой обстановке ряд местных видов оказывается малоустойчивы к действию хлористых соединений, что отражается на их декоративности.

Для получения наилучшего эффекта от применения древесных посадок необходим правильный подбор ассортимента. Перечень видов древесных

растений, обладающих способностью отфильтровывать или поглощать токсичные включения из состава городской атмосферы, показывает, что большинство видов рекомендуемых Э.И. Якушиной (1990) ассортимента могут выполнять защитную функцию в промышленных зонах города.

Влияние дороги на растительность ограничено и с удалением от дороги влияние выхлопных газов снижается, хотя и прослеживается на расстоянии до 60 м, как отмечали Сердикова, Мартынюк (1983).

В городах широкая сеть транспортных артерий сопровождается большим фоновым загрязнением. Известно, что симптомы повреждения листовой атмосферными загрязнителями имеют много общего с симптомами, которые вызывает множество других абиотических и биотических факторов (Смит, 1985).

Выработаны подходы к оценке адаптивного потенциала древесных растений при произрастании в техногенных ландшафтах. Атмосферное загрязнение оказывает как прямое воздействие на формирование химического состава ассимилирующих органов растений (аккумуляция поллютантов, выщелачивание элементов питания), так и косвенное, через почву, в результате чего нарушается снабжение растений питательными веществами из – за накопления в ней загрязняющих веществ. Следует знать, что почва обладает важным свойством - буферной способностью, которая проявляется в переводе поступающих токсических ионов в малоподвижное состояние (Ильин и др., 1980). В настоящее время основной поставщик тяжелых металлов - промышленность. Одним из наиболее опасных элементов является ртуть и ее соединения. В почве происходят взаимные превращения между органическими и минеральными соединениями ртути. В растениях ртуть содержится в органических соединениях, процесс перехода неорганической ртути в ее органические производные носит название

биологической метилизации. В ходе данного процесса мобильность ртути возрастает и возможны испарения с верхних горизонтов почвы.

Известно, что растения могут непосредственно поглощать пары ртути. Исследования Ефименко (2009) по накоплению ртути проводились в Забайкальском крае, г. Чита, было отмечено, что за вегетационный период содержание данного металла в листьях объектов (*Populus balsamifera*, *Ulmus pumila*) увеличивалось, так как ртуть транспортируется из одной среды в другую. В различных исследованиях Данилов-Данильян (1997) было установлено, что повышение содержания металлов в почве влияют на рост и развитие растений. Это происходит от того, что пониженное увлажнение почвы в полевых условиях способствует снижению мобильности металлов и с другой стороны, это может быть связано с деятельностью почвенных микроорганизмов, которые снижают свою численность под воздействием тяжелых металлов. Это явление объясняется еще и опосредованным влиянием тяжелых металлов, через воздействие их на биохимические процессы в почве, в результате чего возникает улучшение питательного режима растений.

Таким образом, действие металлов на растительный организм зависит от природы элемента, содержания его в окружающей среде, характера почвы, формы химического соединения, срока от момента загрязнения. Формирование химического состава растительного организма определяется биохимическими особенностями различных видов организмов, их возрастом и биохимическими закономерностями связи между элементами в организме. Содержание одних и тех же химических элементов в различных частях растений может изменяться в широких пределах. В неблагоприятных природных условиях устойчивость и продуктивность растений определяются рядом признаков, свойств и защитно-приспособительных реакций. Различные виды растений обеспечивают устойчивость и выживание в

неблагоприятных условиях тремя способами: механизмы, которые позволяют им избежать неблагоприятных воздействий (состояние покоя, эфемеры и др.); специальные структурные приспособления; физиологические свойства, позволяющие ослабить влияние окружающей среды.

Защита от неблагоприятных факторов среды у растений обеспечивается структурными приспособлениями, особенностями анатомического строения (кутикула, корка, механические ткани и т.д.), специальными органами защиты (жгучие волоски, колючки), двигательными и физиологическими реакциями, выработкой защитных веществ (смол, фитонцидов, токсинов, защитных белков). К структурным приспособлениям относятся мелколистность, отсутствие листьев, воскообразная кутикула на поверхности листа, густое опушение, погруженность устьиц, наличие листьев и стеблей, сохраняющих резервы воды и др. В черте города на состояние экосистем придорожной полосы заметное влияние оказывают совсем другие компоненты техногенного воздействия. К ним относятся:

- тепловые аномальные поля, связанные, в основном, с инженерными коммуникациями;
- подтопление территории города, в том числе связанное с утечками из подземных водонесущих коммуникаций;
- пылевые загрязнения снегового покрова - уникальная депонирующая среда, свидетельствующая о загрязнении воздуха, растительности, а после таяния снега - почв и поверхностных вод, формирующих условия произрастания растений;
- асфальтобетонное покрытие улиц и площадей, препятствующее нормальному воздухо- и влагообмену в местах посадки и роста деревьев;
- нарушение травянистого покрова и его обеднение, следствием чего является снижение уровня численности энтомофагов и других представителей полезной энтомофауны в городских фитоценозах;

- освещение города в ночное время, которое, изменяя поведение многих видов насекомых - фитофагов, способствует их перераспределению и скоплениям в пределах зеленых насаждений, что нередко приводит к сильному повреждению последних.

В результате перечисленных процессов происходит изменение в экосистеме, нарушается ее устойчивость. В результате сжигания топлива растет концентрация свинца в почве и воздухе; истирание протектора шин и тормозных колодок приводит к загрязнению почвы кадмием, асбестом; оксиды серы и азота поступают в атмосферу, образуя кислотные дожди, подкисляющие почву и растворяющие восковой защитный слой хвои и листья. Химическое загрязнение воздуха оказывает разнообразное воздействие:

- закупорку устьиц, нарушающую воздухо-, влаго- и теплообмен;
- высасывание из листьев воды, что приводит к их усыханию;
- нарушение нормального хода фотосинтеза в результате более сильного отражения солнечного света
- перегрев листьев, изменение водного и теплового баланса растений в результате поглощения инфракрасного излучения.

2.2. Воздействие городской среды на растительный организм

Основные экологические факторы в городах существенно отличаются от тех, которые влияют на растения в естественной обстановке. Это загрязнение, запыление, наиболее ощутимо воспринимаемые человеком. В городских условиях сильно видоизменены и другие факторы (температура, световой и гидрологический режим, почвенный покров и т.д.), которые зачастую негативно отражаются на жизнедеятельности растительных организмов.

Температурный режим в городской среде необычен для растений и определяется специфическим микроклиматом города. Городские территории

содержат некоторые участки тепла, которые характеризуются повышенными, температурами; их влияние распространяется и на окружающие территории.

Световой режим от географического положения города, от чего зависит количество поступающей солнечной радиации, что влияет на состояние атмосферного воздуха. Значительное снижение притока солнечной энергии зависит от запыления и задымленности воздуха. В городах меняется качество света, т.е. его спектральный состав. Свет содержит меньше ультрафиолетовых лучей и фотосинтетически активной радиации (ФАР). Комплекс данных факторов негативно воздействует на интенсивность фотосинтеза растений.

Гидрологический режим территорий города зависит от поступления воды в почву, что затруднено из-за асфальтовых покрытий, хотя часто в черте города осадков выпадает больше, чем в пригородах. Большая часть влаги теряется для растений, поступая в канализационную систему. Кроме того, водный режим растений в городе осложняется повышенной сухостью воздуха, что приводит к перегреванию запыленных листьев и влияет загрязняющими веществами на целостность устьичного аппарата. Изолированно растущие деревья в городских условиях страдают от перегрева листовой поверхности и потери воды путем транспирации. Поэтому город это более «сухая» территория на фоне окружающего природного ландшафта.

2.2.1 Влияние городской среды на водный режим растений

Важным аспектом изучения водного режима в условиях городской среды является исследование интенсивности транспирации, поскольку она является наиболее значимым фактором водного обмена. Интенсивность транспирации колеблется.

Изменение транспирации происходит при оседании на листьях пылевидных частиц. В результате изменения оптических свойств запыленных листьев происходит повышение их температуры, и,

следовательно, повышается скорость транспирации. Запыленность нередко нарушает работу устьичного аппарата, ограничивая тогда процесс транспирации. Это было выяснено в исследованиях Артамонова (1986). В подавляющем большинстве случаев у растений, произрастающих в центре города, наблюдалась более высокая интенсивность транспирации, по сравнению с растениями, удаленными от центра города. Интенсивность транспирации может увеличиваться в условиях города более чем в 2 раза более высокую интенсивность транспирации с целью охлаждения листьев. Фактор запыленности, который вызывает закупорку устьиц и снижение транспирации является менее значительным. Различия в интенсивности транспирации по годам обычно связаны с погодными условиями. Для поддержания водного баланса необходимо, чтобы испарение воды через листья компенсировалось ее поглощением через корни. Содержание воды остается неизменным, если расход воды и ее приход равнозначны. Если расход воды превышает его приход, то возникает водный дефицит, отражающий водный баланс растения (Рубин, 1976). Возникновение даже слабого водного дефицита приводит к уменьшению содержания наиболее слабо удерживаемой воды. Таким образом, водный дефицит служит показателем напряженности водного режима растений. В большинстве случаев водный дефицит колеблется от 10 до 20%. Водный дефицит могут вызвать или слишком медленное поглощение, или слишком быстрая потеря воды (Крамер, Козловский, 1983). В городе Чита и Забайкальском крае Скобельщиной (2011) проведен анализ состояния древесных растений с помощью физиологических и аналитических методов. Выявлены экологически значимые физиологические показатели, отражающие реакцию растений на техногенное загрязнение и выработку механизмов адаптации. В листьях древесных растений Забайкальского края определён фракционный состав воды и содержание в них аскорбиновой кислоты. Загрязнение

городской среды приводит к изменению морфометрических показателей у древесных растений. Это выражается в формировании у них ряда адаптивных изменений, в частности, в развитии мелколиственности, связанной с уменьшением площади листовой пластинки и увеличением удельной плотности листьев. Устойчивость древесных растений в условиях урбанизированной среды обеспечивается изменениями в физиолого-биохимических параметрах, в том числе, изменениями в соотношениях свободной и связанной воды.

Проведенные эколого-биологические исследования позволили оценить состояние условий городской агломерации. Исследуемые древесные растения способны приспособиться к агрессивным условиям городской среды, благодаря регуляции водного режима, изменению морфометрических показателей листа. Изменение морфометрических показателей - дисперсность листьев и уменьшение площади листа напрямую зависит от микроклимата ландшафтной площадки города.

Наиболее устойчивый и лабильный вид в условиях города Чита *Ulmus pumila*, интересный для исследования различных показателей водного режима древесных пород в условиях города Пскова. Исследованы наиболее распространенные древесно-кустарниковые породы, произрастающие в центральной части города. Это липа сердцелистная, тополь черный, береза бородавчатая и сирень обыкновенная. Для определения физиологических показателей исследовали брали растения, произрастающие вблизи автомобильных магистралей, на окраине города, удаленных от центра на 5-10 километров. Были выбраны модельные участки, в пределах которых брали среднюю пробу листьев растений одного возраста в трех-шестикратной повторности (Хмелевская, 2008). Основными экстремальными факторами, воздействующими на древесные растения города Пскова, являлись автомобильный и железнодорожный транспорт, а также негативные условия

температурного, водного и светового режимов. Неблагоприятные экологические факторы оказывают влияние на все этапы водного обмена растений. Загрязняющие вещества оказывают различное действие на транспирацию и водный обмен в целом. В городской среде основными фитотоксикантами, вызывающими нарушение обменных функций в растениях, являются загрязняющие вещества атмосферы, а также соли тяжелых металлов.

Анализировались следующие характеристики водного режима растений: фракционный состав воды (содержание общей, свободной и связанной воды), водоудерживающая способность тканей, степень суккулентности, водный дефицит, интенсивность транспирации (Хмелевская, 2008). Содержание воды в растительных тканях представляет собой исключительно изменчивую и динамическую величину.

Присутствие SO_2 в воздухе стимулирует открывание или закрывание устьиц. Под действием SO_2 у устойчивых растений происходит быстрое снижение скорости транспирации. При низкой интенсивности света происходит закрывание устьиц. Повышение концентрации CO_2 при низкой влажности воздуха приводит к снижению водного потенциала клеток. Свинец вызывает сильную степень повреждения листьев, что отражается на водном обмене, доступности почвенной влаги и соотношения поглощения воды и транспирации (Полевой, 1989). По данным Г.М. Илькуна (1971), оводненность листьев, произрастающих в условиях загрязненности воздуха, обычно на 10-15 % ниже по сравнению с листьями растений, находящихся в чистой атмосфере.

Определение фракционного состава воды проводилось общепринятыми методами (Савицкая, 1988). По данным Тарабрина (1980), у растений, произрастающих в зоне загрязнения, уже с начала вегетационного периода уменьшается подвижность внутриклеточной воды. Значительные изменения

фракционного состава воды в условиях загрязнения объясняется повышенным накоплением в листьях растений ингредиентов загрязнения (Кулагин, 1974). Водный режим растений в условиях загрязненной среды находится в условиях пониженной оводненности. При этом общая вода и содержание свободной воды снижается, повышается содержание связанной воды.

В.В. Гриненко (1963) в своей работе указывает, что сокращение количества свободной воды как мера, уменьшающая рост, развитие ассимиляционной поверхности и общей биологической продуктивности.

По мнению В.В. Гриненко (1971), водоудерживающая способность тканей является одним из показателей, характеризующих состояние воды в растениях, их водообмена и засухоустойчивость растений. Способность удерживать воду путем ее связывания можно считать универсальной защитой растительного организма. Изменение водоудерживающей способности связано с уровнем оводненности клеток и носит адаптивный характер против повреждающего действия засухи. Растение всегда снижает свои функции в результате обезвоживания. При повышенной водоудерживающей способности растение устойчивее к неблагоприятным условиям внешней среды. По количеству потерянной воды за первые 30 минут судят о водоудерживающей способности растений. Растения считают устойчивыми, если за 30 минут они теряют не более 4-5 % воды от своей массы (Летние практические задания по физиологии растений, 1973; Баславская, Трубецкова, 1964).

Причина большей водоудерживающей способности растений состоит в увеличении вязкости и эластичности цитоплазмы их клеток. Это связано с тем, что остается наиболее прочно связанная. Кроме того, в клетках устойчивых растений происходит возрастание количества водорастворимых белков. Увеличение фракций водорастворимых белков это причина

повышения водоудерживающей силы. Разнообразный фракционный состав белков способствует большей водоудерживающей способности.

Растение обладает более высокой суккулентности, если на меньшую поверхность листа накапливает большее количество воды. Ксероморфная структура, ведущая к мелкоклеточности, способствует меньшему натяжению цитоплазмы при обезвоживании, что позволяет лучше переносить завядание. У городских растений будет чаще наблюдаться меньшая степень суккулентности (более выраженная ксероморфная структура), что связано с меньшим содержанием общей воды в листьях. Кроме того, исследования ряда ученых доказывают, что устойчивые к городским условиям виды, характеризуются хорошо выраженной ксероморфностью, поскольку такие растения слабее поражаются экстремальными факторами (токсичные газы, обезвоживание, перегрев) (Кулагин, 1974).

2.3 Фитоиндикация как основа биоэкологического мониторинга условий городской среды

Использование растений для оценки городских условий лежит в основе экологического мониторинга. Эффективность биоиндикации зависит от правильного выбора биоиндикатора. В городе древесные растения являются самыми распространёнными биоиндикаторами урбоэкосистемы. На сегодняшний день распространён опыт биомониторинга городских агломераций европейской части страны, в сибирском регионе - г. Красноярск, г. Иркутск. В качестве примера можно привести исследования Жукова, 2007.

Биоэкологический мониторинг г. Читы опирается на данные по техногенным выбросам загрязняющих веществ в атмосферу и водоёмы, и ограничивается определением концентрации загрязнителей в воздушной, водной и почвенной средах (Р. Н. Волосиков и др., 1999; ежегодные госдоклады).

Проведенные комплексные эколого-биологические исследования содержания некоторых тяжелых металлов в почвах и растениях в условиях г. Чита, что в последнее время довольно широкое распространение получили методы биоиндикации атмосферных загрязнений предприятиями и автотранспортом с помощью растительных объектов. В порядке возрастания толерантности к загрязнениям растительные организмы располагаются в следующий ряд: лишайники, хвойные, травянистые растения, листопадные деревья.

В городе Улан-Удэ как биоиндикаторы можно использовать древесные и кустарниковые виды.

Различные виды чувствительны к определенным загрязняющим веществам. При озеленении территорий промышленных предприятий и их санитарно-защитных зон, обочин дорог следует выбирать более устойчивые растения, степень и характер защитного воздействия растений в значительной степени зависят и от типа посадок.

Данные по аккумуляции некоторых тяжелых металлов могут быть использованы в биоиндикации экологического состояния почв и растений, а также могут быть учтены при составлении карт геохимического загрязнения почв и растительного покрова. Антропогенная деятельность оказывает негативное влияние на состояние почв в городской среде. Железо, медь, цинк, никель накапливаются преимущественно в корнях, ртуть аккумулируется в листьях. Целесообразно создание разновидовых насаждений на урбанизированных территориях для наиболее полного очищения атмосферы и почвы от тяжелых металлов, как отмечали Валова, Чимитдоржиева, 2001.

Зеленые насаждения способствуют нейтрализации и ослаблению негативных воздействий промышленных зон на работников предприятий, жителей близлежащих кварталов и на окружающую живую природу, в

целом, играют зеленые насаждения. Особое значение при этом имеют правильный подбор видового состава и грамотная пространственная организация зеленых насаждений, функциями которых являются улавливание, связывание и нейтрализация потенциально опасных физико-химических элементов и соединений, а также существенное ослабление других негативных последствий деятельности предприятий.

По действию посадки разделяют на изолирующие и фильтрующие. *Изолирующими* называются посадки плотной структуры (полосы и небольшие массивы), которые создают на пути загрязненного воздушного потока механическую преграду, заставляющую поток обтекать массив. При нормальных метеоусловиях они снижают содержание газообразных примесей на 25-35% путем рассеивания и отклонения загрязненного воздушного потока, а также поглощающего действия зеленых насаждений. *Фильтрующими* называются посадки, продуваемые и разреженные, выполняющие роль механического и биологического фильтра при прохождении загрязненного воздуха сквозь массив. Эти посадки являются основными для санитарно-защитных зон.

ГЛАВА 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Эколого-биологическая характеристика объектов исследования

Род *Ulmus*L. Преимущественно листопадные растения. Высота деревьев иногда достигает 40 м, при диаметре ствола 2 м, некоторые виды растут в виде кустарника. Крона от широко-цилиндрической с закруглённой вершиной до компактно-шаровидной. Ветвление симподиальное; побеги коленчатые. Ветви без колючек и шипов, с тонкими молодыми побегами на главных толстых ветвях. Кора бурая, у молодых деревьев гладкая, позже толстая и грубая, бороздчатая, с продольными трещинами. На ветвях многих южных видов образуются пробковые наросты. Корневая система обычно без стержневого корня, мощная, с отдельными, глубоко идущими корнями и многими боковыми поверхностными. На сильно подзолистых почвах корневая система поверхностная. Почки сидячие, длиной 2—8 мм, овальные, яйцевидные, острые или тупые, опушенные или голые, с черепитчато налегающими чешуями. Листорасположение очерёдное, двурядно-мозаичное, отчего крона почти не просвечивает и дает густую тень. Листья короткочерешковые, цельные, реже в верхней части лопастные, при основании неравнобокие, размерами от 4 до 20 см, двояко- или тройкозубчатые, редко просто зубчатые, заострённые. Прилистники ланцетные, рано опадающие. Даже на одном побеге листья могут различаться размерами и очертаниями, образуя красивое кружево — так называемую вязь. До созревания плодов листья почти не развиваются и начинают быстро расти только после пожелтения плодов. Осенью перед листопадом пластинка листьев окрашивается в светло-жёлтый цвет или буреет; опадают листья раньше, чем у многих других древесных пород. Цветки мелкие, невзрачные, собраны пучками, сидящими в пазухах листьев, обоеполые, снабжены простым колокольчатым пятираздельным, реже 4—8, околоцветником и таким же количеством тычинок. Цветки ветроопыляемые, у большинства

видов появляются раньше листьев. Цветут обычно до появления листьев, редко осенью. Плод сплюснутый, тонкооболочечный, крылатый орешек, перепончатое крыло которого охватывает семя кругом. Семя чечевицеобразное, без эндосперма. Плоды созревают очень рано разносятся ветром, во влажной почве прорастают через несколько дней. Проросток с двумя обратно-яйцевидными, плоскими, толстоватыми семядолями, за которыми следует 2—3 пары супротивных просто зубчатых листьев. Плодоносят растения ежегодно и обильно, давая до 20—30 кг семян на 1 дерево. Размножаются пневой порослью, корневыми отпрысками и семенами. В раннем возрасте растут быстро. Продолжительность жизни 80—120 лет, доживают до 400 лет. В первый год всходы достигают высоты 10—15 см; затем ежегодный прирост в высоту составляет 30—40 см, и растения сильно ветвятся. В возрасте 40—60 лет годичный прирост около 20 см, позже прирост в высоту падает.

U. pumila. - вяз, ильм приземистый.

Дерево до 25-30 м высотой с широкой кроной. Молодые побеги серые или желтовато-бурые, обычно опушенные. Листья очередные, очень мелкие для вязов, до 5-7 см длиной, опушенные, немного кожистые, от широко ланцетных до обратнояйцевидных, с почти равнобоким основанием и треугольной верхушкой, на коротком, 1-3 мм, черешке, по краю дважды. Листорасположение двурядное, что очень хорошо заметно на длинных облиственных побегах. Цветение в апреле, до распускания листьев. Цветки красновато-бурые, мелкие, на коротких цветоносах равной длины. Плоды созревают в мае, крылатки до 2 см в диаметре, округлые, широкие - ширина нередко превышает длину, на коротких плодоножках.

Pod MalusL. - род листопадных деревьев и кустарников семейства Розовые, насчитывает 36 видов. Деревья с развесистой кроной высотой 2,5—15 м. Ветви укороченные (плодушие), на которых закладываются цветочные

почки, и удлинённые (ростовые). У дикорастущих видов на ветвях колючки. Листья черешковые, голые или опушённые, с опадающими или остающимися прилистниками. Цветки белые, розовые или красные, собраны в полузонтики или щитки.

Вид *M.baccata* яблоня ягодная

Небольшие, до 10 м высотой, плодово-декоративные деревья, часто с неправильной, округлой кроной, реже кустарники. Кора ствола темно-серая. Листья эллиптические или продолговато-яйцевидные, до 10 см длиной, летом темно-зеленые, осенью желтые или красноватые. Цветки до 3-4 см в диаметре, душистые, белые, розовые или карминовые, на опушенных цветоножках, собраны в зонтиковидные соцветия. Плоды яблокообразные, у многих видов ярко окрашенные, варьируют по форме и величине. Внутри плода находятся 5 гнезд, образованных кожистыми створками, с семенами; мякоть образуется за счет разрастающегося, мясистого цветоложа.

Pod Syringa L. — род кустарников, принадлежащий семейству *Oleaceae*. Род включает около десяти видов, распространённых в диком состоянии в Юго-Восточной Европе (Венгрия, Балканы) и в Азии. Листья супротивные, обыкновенно цельные, реже перисто-раздельные, опадающие на зиму. Цветки белые, лиловые или розовые, расположены в метёлках на концах ветвей. Чашечка маленькая, короткая, колокольчатая с четырёх зубчиками. Венчик обыкновенно с длинной цилиндрической трубкой (реже, как, например, у сирени амурской— с укороченной трубкой) и плоским четырёхраздельным отгибом. Тычинок две, прикрепленных к трубке венчика. Завязь одна с двухраздельным рыльцем. Плод сухая двухстворчатая коробочка.

S.vulgaris – сирень обыкновенная. Листопадный куст высотой 2-5 м, с раскидистой густой кроной. Диаметр стволов куста может достигать 15-20 см. Корневая система располагается в верхних слоях почвы. Старые стволы с

тёмно-серой или серо-коричневой корой, которая отслаивается узкими полосками. Кора молодых растений и молодых ветвей гладкая, серая. Однолетние побеги желтовато-серого или оливково-зелёного цвета, с почти незаметными чечевичками, заканчивающиеся двумя толстыми, четырёхгранными почками, реже одной. На почках крестообразно расположены чешуйки (8 наружных и 4 внутренних). Листья супротивные, простые, черешковые, длиной 4—12 см, шириной 3—8 см, сердцевидные у основания или прямо срезанные, цельнокрайние, заострённые к вершине, зелёные, плотные, голые. Опадают зелёными. Цветки обоеполые, от лиловых до фиолетовых (разных оттенков), также белые, мелкие, ароматные, долго не опадающие, собраны в парные, пирамидальные прямостоячие или поникающие метёлки, длина которых 10—20 см. В метелке от 100 до 400 цветков. Цветёт в мае. Созревание плодов в сентябре-октябре. Плод сирени представляет собой двугнёздную коробочку длиной до 1,5 см с несколькими светло-коричневыми, кожисто-крылатыми продолговатыми семенами. Родиной сирени является Балканский полуостров. Распространена на всей территории СНГ. Предпочитает нейтральные или слабощелочные легко прогреваемые почвы, открытые, освещенные места. Растет в садах и парках, около жилья. Обильное цветение наступает на 6 год.

3.2 Характеристика ключевых участков

Различные виды деревьев и кустарников, произрастающих в г. Улан-Удэ, неодинаково реагируют на действие пыли, дыма и газа, в связи с тем, что необходимо подбирать пыле-, дымо- и газоустойчивые виды. В городских выбросах чаще всего содержатся примеси тяжелых металлов, особенно таких, как свинец и ртуть. Поэтому нами выбраны ключевые участки в трех административных районах города Улан-Удэ в соответствии с эколого-геохимической картой (рис.2).

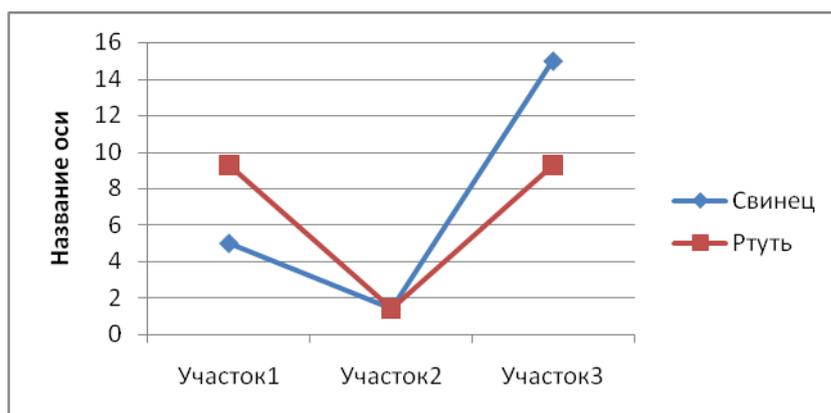


Рис.2. Содержание свинца и ртути на ключевых участках:1 участок – Железнодорожный р-н, 2 участок- Октябрьский р-н, 3 участок- Советский р-н.мг/кг.



Фото 1.Участок 1 .Железнодорожный район

Участок 1 (фото1) находится в северной части города, по географическому положению высокие песчаные террасы правобережья р.р.Селенга и Уда, в Железнодорожном административном районе, в окрестностях кинотеатра «Октябрь», вдоль автомобильной дороги, относящейся ко 3 категории. Участок находился в 400 м от дороги. Промышленная зона вытянута вдоль правобережья рр. Селенги и Уды в широтном направлении. Два основных предприятия – загрязнителя расположены в ее центре – ТЭЦ -1, дающая основную массу пыли, и ЛВРЗ, поставляющие повышенные концентрации химических элементов. По данным эколого-геохимической карты участок

загрязнен тяжелыми металлами, такими как ртуть, свинец (фото 2). Свинец установлен в аномальных содержаниях 5,0 , ртуть установлена в виде обширной аномалии 1,5 – 9,3 мг\кг. В крупных фракциях почвенных отложений в серии проб в районе остановки Элеватор установлены очень высокие (100-1000) содержания. Источником загрязнения являются пылегазовыбросы ЛВРЗ.

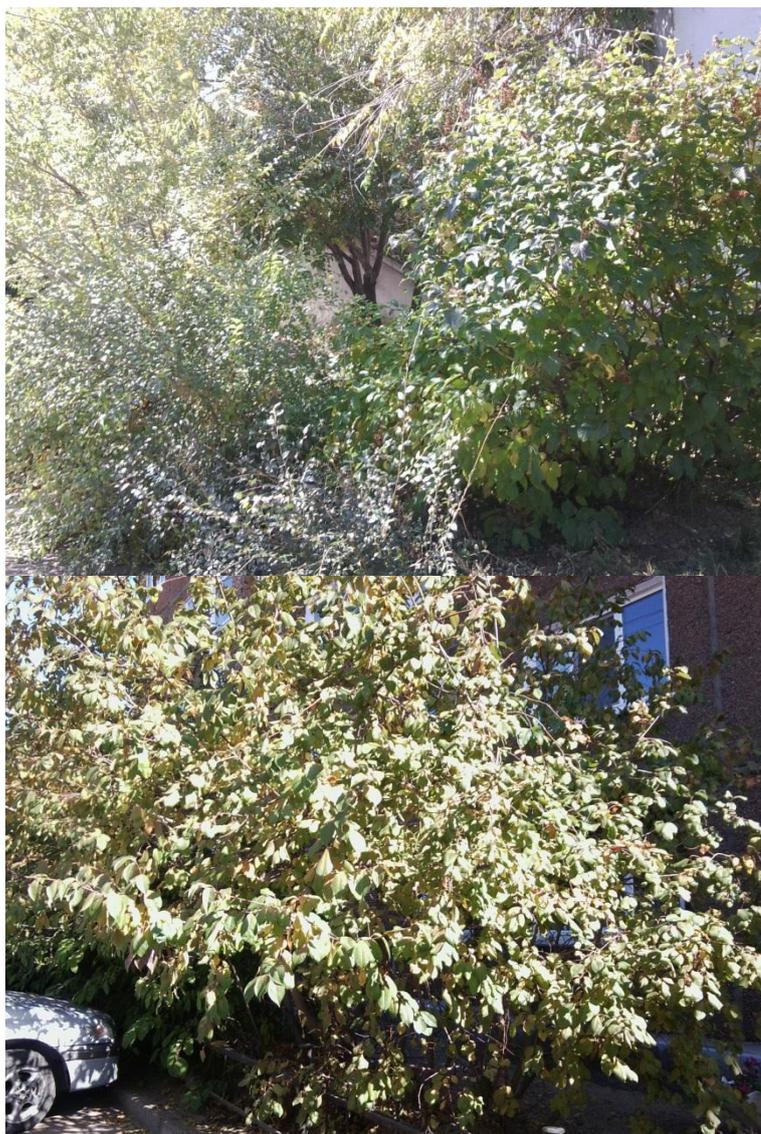


Фото2. Участок 2, Октябрьский район

Участок 2 по географическому положению – южная часть города, высокие террасы правобережья р. Селенга и левобережье р. Уда. Основные типы почв боровые пески, озерно-речные пески, супеси мощностью 30-70 м.

расположен в Октябрьском районе (улица Бабушкина) – зона устойчивого загрязнения, находящаяся вблизи автомобильных дорог 2 категории (фото 3). Участок находился в 50 м от автомобильной дороги. В данном районе выделяется вторая промышленная зона, вытянутая также в широтном направлении вдоль левобережья р.Уды и Селенги. В нее входят карьер строительных материалов, ЗСК, текстильные, деревообрабатывающие предприятия, мелькомбинат и т.д. Содержание ртути на участке составляет 0,3-1,4 мг\кг, содержания свинца минимальны., так как район является относительно молодым и лишь частично расположен в подветренном направлении промышленной зоны центральной части города .



Фото3.Участок 3 , Советский район

Участок3 по географическому положению – часть правобережья р.Селенга вместе впадения р.Уда. Основные типы почв – аллювиальные. Находится в Советском районе г. Улан-Удэ, в центральной части, наиболее насыщен промышленным производством различного профиля (машиностроение, энергетика, и др.). Это бывшие стекольный завод, завод металлоизделий, судостроительный завод, склады энергоносителей и т.д.

Основные транспортные пути совпадают с положением промышленных зон. Участок находился в 100 метрах от автомобильной дороги.

Они являются источниками шума, негативно влияющего на рост и развитие древесных и кустарниковых видов. Особенно сильный шум производят тяжелые самосвалы и трамваи.

На предприятиях проводятся мероприятия по шумозащите. Железнодорожные и трамвайные линии и дороги, по которым проходит грузовой транспорт, нужно выносить из центральных частей городов в малонаселенные районы и создавать вокруг них зеленые насаждения, хорошо поглощающие шум. Автомагистрали могут представлять опасность для растительного организма и как загрязнитель тяжелыми металлами. В районе автомагистраль относится ко 2 категории. Если автомобили используют **бензин**, содержащий свинец, то почвы вдоль дорог загрязняются токсичным металлом, выбрасываемым вместе с выхлопными газами. При вымывании этих токсичных веществ из почвы они попадают в грунтовые воды и вызывают тем самым их химическое загрязнение.

Советский район можно считать самым неблагополучным по содержанию в почвах тяжелых металлов. Он имеет самую высокую концентрацию ртути и свинца, что неблагоприятно влияет на состояние зеленых насаждений, находящихся на его территории, о чем говорит наименьшая интенсивность транспирации в сравнении с другими районами. *Октябрьский район* напротив, имеет самый благоприятный фон для произрастания насаждений -

относительно низкую загрязненность почв тяжелыми металлами. Загрязнение среды тяжелыми металлами происходит в результате сжигания топлива, деятельности промышленности, сбрасывания сточных вод и внесения в почву удобрений. В условиях увеличения техногенных нагрузок санитарно-гигиеническая роль покрытых растительностью пространств города является мощным средством нейтрализации вредных последствий техногенного загрязнения для городского населения. Озелененные территории влияют на микроклиматические характеристики городской среды, в том числе задерживают десятки тонн пыли, концентрируют в листьях тяжелые металлы, участвуют в формировании температурно-влажностных режимов, химического состава воздуха, биотрансформируют и рассеивают сотни тысячи тонн загрязняющих веществ, обогащают воздух кислородом. Они оказывают воздействие на скорость движения воздушных потоков, величину инсоляции поверхностей на уровне земли, зданий и сооружений, а также снижают шумовую нагрузку от автомобилей и других объектов, являются источниками эстетического восприятия и факторами благотворного психологического воздействия на человека.

В связи с тем, что одной из важнейших функций зеленых насаждений городов, наряду с рекреационной, структурно-планировочной и декоративно-художественной, является санитарно-гигиеническая функция, заключающаяся в очистке окружающей среды от токсических веществ, поэтому для озеленения городов следует отбирать такие растения, которые не только декоративны, но и способны активно поглощать загрязнители, адсорбировать пыль, и еще при этом обладающие достаточно высокой устойчивостью к разным поллютантам. В то же время выполнено недостаточное количество работ, в которых бы изучались особенности физиологических процессов на разных этапах онтогенеза. Без физиологической оценки отдельных этапов онтогенеза невозможно в полной

мере представить себе общую картину протекания процессов роста и развития растений в целом, т.к. именно эффективность энергетических и метаболических процессов определяет конкурентноспособность вида, темп его развития и, в конечном счете, устойчивость растений к антропогенному загрязнению.

Табл. 4

Характеристика ключевых участков по неблагоприятным факторам экологической обстановки г. Улан-Удэ (по данным Белоголова В.Ф., 1989)

Номер участка	Административный район	Неблагоприятные факторы
1	Железнодорожный (1участок)	<p>Выбросы в атмосферу: ТЭЦ-1; ТЭЦ-2 поставляют 79,5 тонн ежегодно. В районе находятся 8 предприятий, из которых 3 – 1 класса опасности, 2 – третьего класса и 2 – четвертого.</p> <p>Тяжелые металлы: ртуть – 1,5-9,3 мг\кг, свинец- 5 мг\кг. Очень высокое содержание ртути и свинца в районе Элеватора.</p> <p>Магистраль: Повышенная концентрация оксида углерода в 6-9 раз на проспекте Октября.</p> <p>Наиболее напряженные магистрали находятся также вблизи Элеватора.</p> <p>Постройки: Участок был расположен около жилого дома.</p>

		Участок находился в 400 м от дороги.
2	Октябрьский (2участок)	<p>Выбросы в атмосферу: имеется около 3 предприятий-загрязнителей, из кот. 1 – первого класса опасности, 1-третьего и 1- четвертого.</p> <p>Ветровой режим определяет большой разнос выпадений из атмосферы, что влияет на вторую промышленную зону – Октябрьский район. Выбросы от основных загрязнителей, находящихся в Железнодорожном районе, благодаря ветровому режиму попадают на юго-восточную часть города.</p> <p>Тяжелые металлы: ртуть-0,3-1,4 мг\кг;свинец в минимальных количествах</p> <p>Магистрالی: Основные напряженные магистрالی находятся по ул. Бабушкина, где расположен 2 ключевой участок. 12,2 -14,1 – превышение по содержанию оксида углерода.</p>

		<p>Расположение: Междуречье р.Уда и ее протоки. Участок находился в 50 м от автомобильной дороги.</p>
3	<p>Советский район (Зучасток)</p>	<p>Участок находился (Проспект Победы) на возвышенном рельефе, в тени жилого дома. В связи с функционировавшими ранее предприятиями (завод металлоизделий, стеклозавод и т.д) сохраняется неблагоприятная обстановка по содержанию свинца и ртути в почве.(свинца-15мг\кг, ртути 9,3мг\кг)</p> <p>Ветровой режим (северо-западное направление ветра) определяет большой разнос атмосферных выбросов на территорию Советского района (оксиды углерода, пыль, сернистый газ, окислы азота и т.д).</p> <p>Находился в 100 метрах от автомобильной дороги.</p>

Климатические условия за годы наблюдения(2011-2012) показаны в рис.3-8.

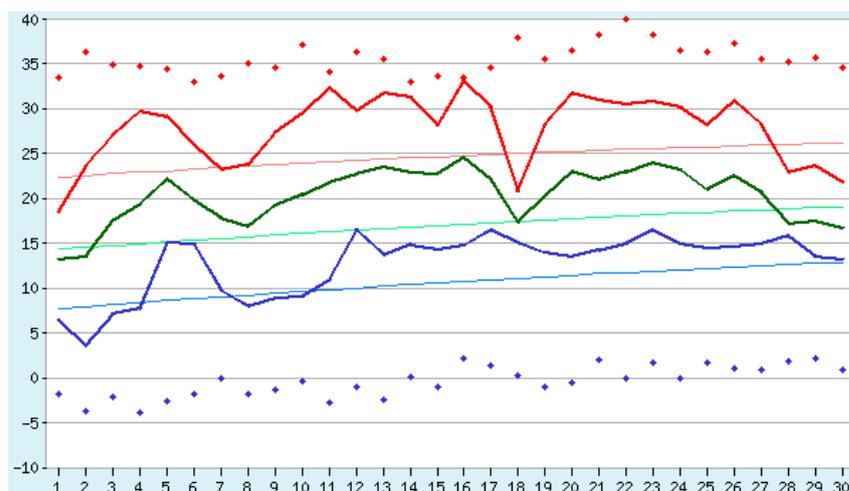


Рис.3. Климатические данные за июнь 2011 г.

Норма среднемесячной температуры июня: 16.9° . Фактическая температура месяца по данным наблюдений: 20.3° . Отклонение от нормы: $+3.4^{\circ}$. Норма суммы осадков в июне: 43 мм. Выпало осадков: 18 мм. Эта сумма составляет 42% от нормы. Самая низкая температура воздуха (3.6°) была 2 июня. Самая высокая температура воздуха (33.2°) была 16 июня.

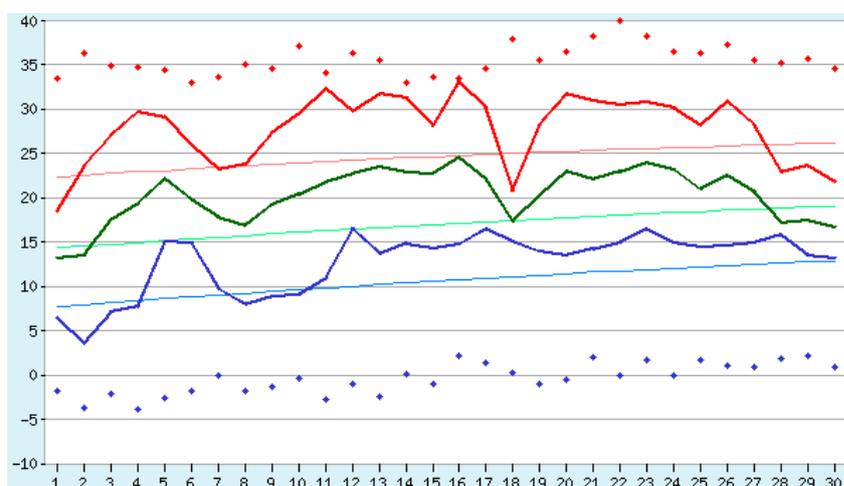


Рис. 4. Климатические данные за июль 2011 г.

Пояснения к графику. Текущие минимальная, средняя, максимальная температура воздуха представлены на графике сплошными линиями соответственно синего, зеленого и красного цветов. Нормальные значения показаны сплошными тонкими линиями. Абсолютные максимумы и минимумы для каждого дня обозначены жирными точками соответственно красного и синего цвета.

Норма среднемесячной температуры июля: 19.8° . Фактическая температура месяца по данным наблюдений: 19.3° . Отклонение от нормы: -0.5° . Норма суммы осадков в июле: 65 мм. Выпало осадков: 66 мм. Эта сумма

составляет 102% от нормы. Самая низкая температура воздуха (7.3°) была 10 июля. Самая высокая температура воздуха (36.3°) была 15 июля.

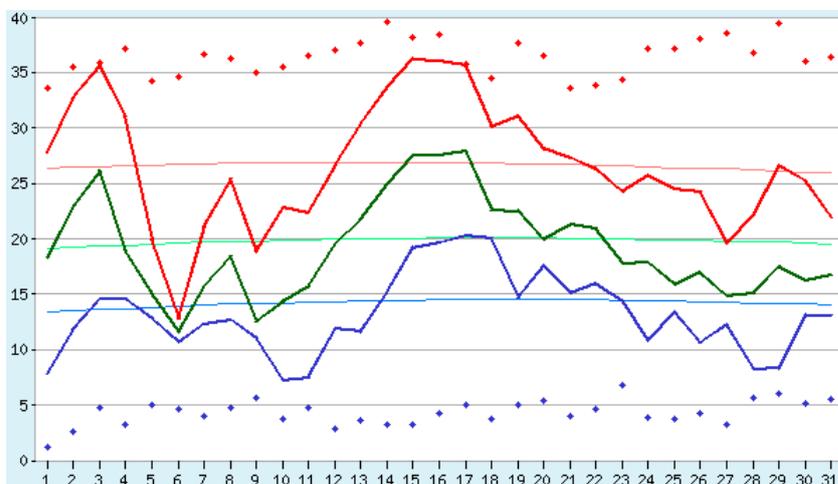


Рис.5. Климатические данные за август 2011 г.

Норма среднемесячной температуры августа: 17.1°. Фактическая температура месяца по данным наблюдений: 18.5°. Отклонение от нормы: +1.4°. Норма суммы осадков в августе: 68 мм. Выпало осадков: 31 мм. Эта сумма составляет 46% от нормы. Самая низкая температура воздуха (5.6°) была 31 августа. Самая высокая температура воздуха (36.2°) была 20 августа.

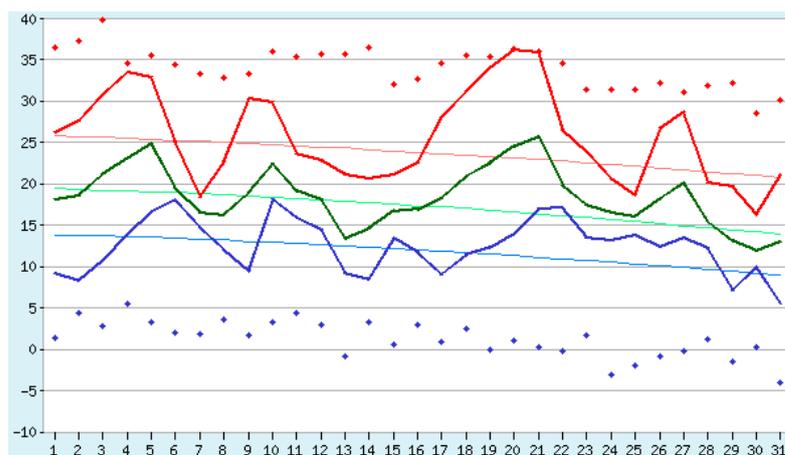


Рис.6. Климатические данные за июнь 2012 г.

Норма среднемесячной температуры июня: 16.9°. Фактическая температура месяца по данным наблюдений: 18.0°. Отклонение от нормы: +1.1°. Норма суммы осадков в июне: 43 мм. Выпало осадков: 15 мм. Эта

сумма составляет 35% от нормы. Самая низкая температура воздуха (5.0°) была 8 июня. Самая высокая температура воздуха (33.9°) была 18 июня.

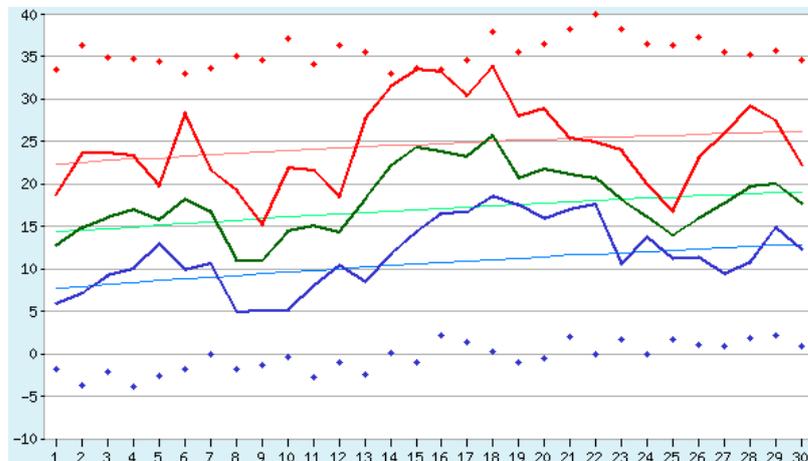


Рис.7. Климатические данные за июль 2012 г.

Норма среднемесячной температуры июля: 19.8° . Фактическая температура месяца по данным наблюдений: 19.6° . Отклонение от нормы: -0.2° . Норма суммы осадков в июле: 65 мм. Выпало осадков: 124 мм. Эта сумма составляет 191% от нормы. Самая низкая температура воздуха (9.7°) была 21 июля. Самая высокая температура воздуха (32.9°) была 2 июля.

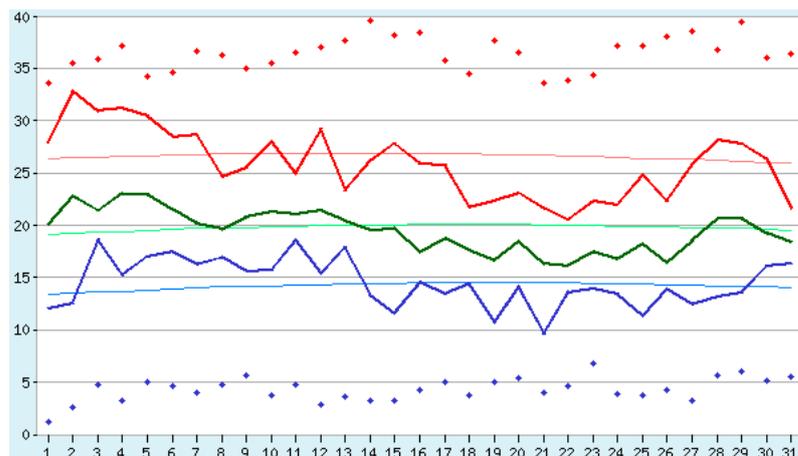


Рис.8. Климатические данные за август 2012 г.

Норма среднемесячной температуры августа: 17.1° . Фактическая температура месяца по данным наблюдений: 15.9° . Отклонение от нормы: -

1.2°. Норма суммы осадков в августе: 68 мм. Выпало осадков: 46 мм. Эта сумма составляет 68% от нормы. Самая низкая температура воздуха (1.7°) была 21 августа. Самая высокая температура воздуха (29.4°) была 4 августа.

Табл.5

Показатели температурного режима t и нормы осадков(мм) за июнь, июль, август 2011-2012 гг.

2011 г.						
месяц	Температура Воздуха (среднемесячн .)t	Фактич. температур a t	Отклонения от нормы t	Сумма Осадко в(мм)	Выпал о осадко в (мм)	:%,су ммы осадк ов от норм ы
Июнь	16,9°	20,3°	+3,4°	43 мм	18мм	42%
Июль	19,8°	19,3°	-0,5°	65мм	66мм	102%
август	17,1°	18,5°	+1,4°	68мм	31мм	46%
2012 г.						
месяц	Температура Воздуха (среднемесячн .)t	Фактич. Температур a t	Отклонения от нормы t	Сумма Осадков (мм)	Выпал о осадко в (мм)	:%,су ммы осадк ов от норм ы
Июнь	16,9°	18°	+1,1°	43 мм	15мм	35%
Июль	19,8°	19,6°	-0,2°	65мм	124мм	191%
август	17,1°	15,9°	-1,2°	68мм	46мм	68:%

В годы проведения исследований летние месяцы по температурному режиму были приблизительно одинаковыми. Незначительные отклонения от

нормы были в 2011 в июле $-0,5^{\circ}$ и в 2012 году – июле $-0,2^{\circ}$, августе $-1,2^{\circ}$. Лето было не жаркое. Самыми влажными были июль 2011 года, осадков выпало выше нормы на 102%. И самым влажным был июль 2012 года, осадков выпало выше нормы 191%. Судя, по температурному режиму и норме осадков наиболее благоприятным был 2011 год.

3.3 Методика проведения исследований

Для изучения влияния городской среды на эколого-биологические особенности *Ulmus pumilla*, *Malus baccata*, *Syringa vulgaris* нами проводилось:

1. Измерение интенсивности транспирации.
2. Изучение изменения морфометрических показателей листьев.
3. Определение содержания свободной и связанной воды в листьях
4. Для сравнительного анализа рассмотрена анатомическая структура листа всех видов.

Наиболее доступными параметрами, отражающими состояние листа, являются морфометрические показатели, которые определяли по общепринятым методикам (Попова, Уманская, 2000): масса и площадь, дисперсность листьев. Как показатель напряженности экосистемы является уровень пылевого загрязнения у исследуемых видов. Для определения выбранных параметров с каждого экземпляра древесного растения брали по 10 листьев. Повторность троекратная.

Массу листьев определяли с помощью взвешивания на торсионных весах (г). По методике подсчета квадратиков на миллиметровой бумаге, планиметрической. Для определения площади листа мы раскладывали на миллиметровой бумаге, обводили контур каждого листа, а затем подсчитывается количество квадратных сантиметров (см^2). Если контур (по краю) попадает более половины 1 сантиметра, то это принимается за целый см^2 , а если меньше, то отбрасывается. По результатам подсчетов рассчитывалась средняя площадь листа.

Дисперсность листьев это количество листьев на 1 м², для определения брали лист бумаги определенной площади (0,25см²) и плотно на ней укладывали листья исследуемых видов. Результаты пересчитывали на 1 м².

По степени загрязнения листьев можно судить о степени загрязнения экосистемы. При отборе проб (листьев) учитывали ярус, возраст растения. У всех исследуемых экземпляров они одинаковы. Для определения пылевого загрязнения с трех растений осторожно срывали 3 листа, быстро взвешивали каждый в отдельности на торсионных весах, затем обтирали с двух сторон ваткой и снова взвешивали. Разница в весе (количество пыли) рассчитывалась в процентах от сырой массы. Измерение интенсивности транспирации проводилось в летний период, с июня по август 2011-2012гг в разные фенологические фазы с помощью торсионных весов по методике Иванова (1950). На торсионных весах взвешивали свежесрезанные листья (10шт.). Вес листа – M1 (мг). Через 5 мин повторяли взвешивание (M2, мг). Разность отсчетов M1–M2 дает представление о количестве испаренной воды в процессе транспирации. Продолжительность транспирации-t (время, затраченное на транспирацию). Затем определяли площадь листовой поверхности S с помощью миллиметровой бумаги с точностью до 0,01 дм². Рассчитывали интенсивность транспирации (ИТ, мг воды/дм²) по формуле $(M1-M2) \times 60 \times 1000 / S \times t = ИТ$.

Содержание свободной и связанной воды определяли с использованием водоотнимающих средств по методике Г.А.Сулейманова. Собранный материал взвешивают на весах. Затем навеску материала в коробочке помещали над водоотнимающим реагентом (серная кислота 2N). Через два часа материал в коробочке (вместе с коробочкой) взвешивается, (потеря воды составит свободную воду), и снова помещали над кислотой. По истечении 48 часов навеска с коробочкой взвешивается, разность между первым и последним взвешиванием составляет общую воду в навеске. Связанная вода

определяется по разности между общей и свободной водой. Каждая фракция воды выражается в граммах сырой массы или в % от сухой массы растений. Статистическую обработку проводили с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel 2010.

Анатомическая структура листа исследована общепринятым методом, на фиксированных образцах, собранных в период вегетации. Для анализа брали листья, достигшие полного развития, и основное внимание уделяли строению эпидермы и мезофилла как наиболее пластичным признакам. Поперечные срезы делали от руки бритвой – временные срезы. Рисунки рисовались самостоятельно от руки. Микроскопические измерения проводились по методике Пронзиной М.Н.. Это пересчет количества структурных элементов (устьиц) на единицу площади (1 мм²) листа.

Необходимо вычислить площадь поля зрения микроскопа по формуле: $S=\pi r^2$,

где: S –площадь поля зрения,

r-радиус поля зрения микроскопа

d-диаметр поля зрения микроскопа

π -3,1416

Диаметр поля зрения микроскопа измеряется объект-микрометром. Зная цену деления объект – микрометра(см. маркировку на пластинке объект-микрометра), легко вычислить диаметр поля зрения микроскопа. Затем подсчитывали количество изучаемых структурных элементов в поле зрения микроскопа(при условии, что изучаемая ткань или орган занимают все поле зрения микроскопа). Количество изучаемых структурных элементов =Количество их в поле зрениях1мм²/площадь поля зрения на ед. пл. в 1 мм² (1мм²). Отношение – 1 мм²/площадь поля зрения микроскопа(мм²) является постоянным коэффициентом для данной оптики, на который можно умножать подсчитанное количество структурных элементов в поле зрения, не составляя каждый раз уравнения.

ГЛАВА 4. ЭКОЛОГО - БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ *MALUS BACCATA* (L.), *ULMUS PUMILA* (L.), *SYRINGA VULGARIS* (L.) К ВОЗДЕЙСТВИЮ ФАКТОРОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

4.1 Дисперсность и запыленность листьев

Древесные породы, для которых естественно произрастание в сомкнутых ценозах, на городских улицах, в скверах и парках представляют собой растительные группировки. Это приводит к перестройке, то есть структура и жизнедеятельность лесного дерева, оказавшегося на открытом местообитании, перестраиваются, и увеличивает опасность перегрева листовой поверхности, потерю воды путем транспирации, значительно возрастает доля листьев световой структуры даже в глубине кроны. Уровень пылевого загрязнения листьев является показателем напряженности экосистемы, поэтому по степени загрязнения листьев можно судить о степени загрязнения экосистемы.

Нами проведены исследования по изучению дисперсности и запыленности листьев, как показателей, способствующих отбору древесных и кустарниковых пород, обладающих наибольшими пыле-, газо- и дымоустойчивыми свойствами в условиях загрязнения атмосферного воздуха г. Улан-Удэ. Разные виды деревьев и кустарников, произрастающих в городе Улан-Удэ, неодинаково реагируют на действие пыли, газа и дыма, а в городских выбросах чаще содержатся примеси тяжелых металлов свинец, ртуть и другие.

При отборе проб (листьев) для определения учитывали возраст и ярус растения. Запыленность листьев определяли по разнице в весе запыленной и чистой листовой пластинки. Данные исследований приведены в таблице 6.

Табл.6

Показатели запыленности листьев *Ulmus pumila*, *Malus baccata*, *Syringa vulgaris* за 2011-2012гг на 3-х ключевых участках в сравнении с контролем

Уч.	<i>Malus baccata</i>		<i>Ulmus pumila</i>		<i>Syringa vulgaris</i>	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
1	7,0±0,1	2,1± 0,2	6,6± 0,1	2,2±0,3	9,6±0,3	1,8±0,2
2	14,0±0,2	1,6± 0,4	12,0± 0,3	0,9±0,1	9,6±0,5	2,7± 0,1
3	23,3±0,2	1,2± 0,1	13,6±0,1	1,4 ±0,1	5,3±0,1	2,4±0,1
Контроль ный участок	1,5± 0,1	3,3± 0,2	0,8± 0,1	1,8± 0,2	12,1±0,2	2,6± 0,1

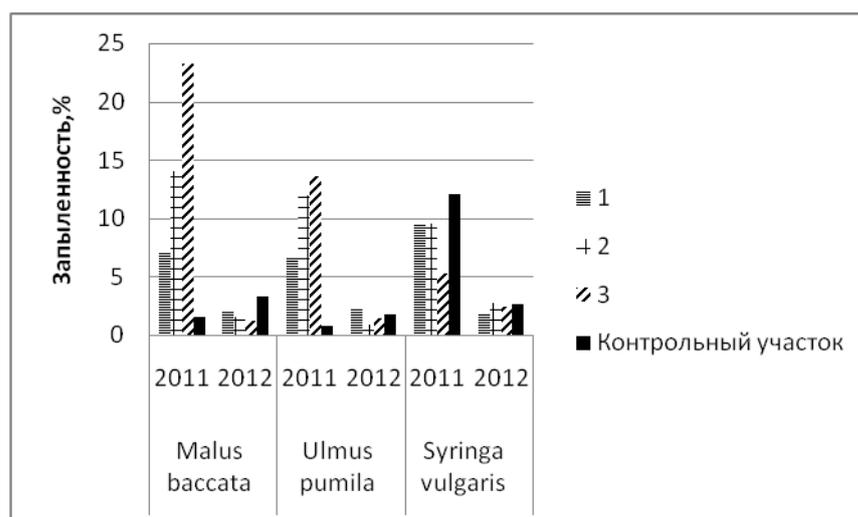


Рис.9. Запыленность листьев(%) *Ulmus pumila*, *Malus baccata*, *Syringa vulgaris* за 2011-2012г на 3-х ключевых и контрольном участках

Результаты наблюдений свидетельствуют, что существует заметное различие. За 2011 г. дисперсность у яблони на 1 участке снижена (57,4) и имеет сравнительно одинаковые показатели на 2 и 3 участках. У сирени (56,05) снижена на 1 участке и повышена на 3 участке (69,3), у ильма (83,3) на втором участке (рис.9) повышена и снижена на 1 участке (53,01). За 2012 г. напротив дисперсность у яблони снижается на 2 участке (52,81), а на первом

– повышается (58,1). Низкий показатель у ильма зафиксирован на 1 участке, на 2 и 3 показатели относительно одинаковые. Сирень имеет повышенные показатели на 3 участке (58,42) и снижает значение на 1 участке (43,08). Такое различие связано с разницей по годам температурного режима и количества осадков. Так как в 2011 году была более высокая температура(+20,3), чем в 2012 г.(+19,6). А количество осадков в 2012 г. преобладало (выше нормы на 191%). Запыленность в 2012 году у всех видов снижена в связи с повышенными осадками.

Как видно из данных таблицы 1, в 2011 году показатель запыленности листьев на всех ключевых участках был выше у всех видов растений в сравнении с 2012 годом. Это объясняется тем, что 2011 год был более сухим, чем 2012 год. Сезон 2012 года отличался повышенной влажностью и частым выпадением осадков в виде дождя. Атмосферные осадки смывали накопившуюся пыль, что и привело к уменьшению запыленности листьев. В 2011 году сравнение показателей запыленности листьев по видам растений, показало, что процент запыленности листьев отличается по участкам. На первом участке у яблони и ильма он примерно одинаков и составляет 7 и 6,% соответственно, тогда как у сирени он составляет 9,6%. На втором участке процент запыленности листьев наоборот, больше у яблони и ильма, а у сирени меньше, но такой же, как и на первом участке. На третьем участке показатель запыленности неравномерен и составляет 23,3 % у яблони, 13,65%% у ильма, 5,3%. Интересно отметить, что запыленность у двух видов - яблони и ильма- на первом участке ниже, чем на втором и третьем, несмотря на то, что основными загрязнителями являются пылегазовыбросы ЛВРЗ (1 участок) текстильные и деревообрабатывающие предприятия (второй участок). Это, видимо, объясняется тем, что на тубах ЛВРЗ имеются защитные фильтры, а предприятия второго участка небольшие и особо атмосферу не загрязняют. Сравнение исследуемого показателя запыленности

у разных жизненных форм исследуемых видов, показало, что у древесных видов яблони и ильма приземистого показателя меняются в зависимости от участка исследования – низкие на первом участке и высокие на втором и третьем участках. В то же время у сирени, которая относится к кустарникам, показатели опыления одинаковы на первом и втором участках и немного ниже – на третьем. Это может объясняться морфологическими особенностями строения листовой пластинки сирени. В отличие от листовых пластинок яблони и ильма, листовые пластинки сирени гладкие, поэтому пыль может сдуваться ветром. Опушение листьев яблони и ильма способствует удержанию пыли, поэтому, яблоню и ильм можно рекомендовать для озеленения территорий с повышенной пыленностью. При рассмотрении показателей пыленности листьев исследуемых видов, проведенных в 2012 году, выявилась интересная закономерность: показатели опыления были значительно ниже в сравнении с 2011 годом у всех трех видов. При этом процент опыления и у древесных форм яблони и ильма, и у кустарниковой формы – сирени был примерно одинаков на всех трех участках. Видимо, это связано с более влажной и дождливой погодой вегетационного периода 2012 года, когда осадки смывали всю пыль.

Сравнение показателей опыления листьев яблони, ильма и сирени показало, что процент опыления был ниже на эталонном участке. На основании данных о пылении листьев древесных и кустарниковых видов на трех ключевых участках, можно сделать вывод о том, что в 2011 году, наиболее экологически напряженным был третий участок, а наименее – первый. В 2012 году все три ключевых участка в связи со специфическими климатическими условиями экологического напряжения не испытывали. В сложной и взаимообусловленной системе «растения-промышленная среда» наблюдается не только воздействие растений на окружающую среду, но неизбежное обратное влияние среды на растения. Загрязнение среды

отрицательно влияет на зеленые растения, приводя к нарушениям физиологических и биохимических процессов, вызывая повреждения листьев, общее ухудшение функционирования растительного организма и даже его гибель. Однако, некоторые растения могут произрастать на территории, подвергающейся техногенному загрязнению, адаптируясь к пылегазовым выбросам. Каждый вид растений обладает разной устойчивостью к вредным воздействиям. Обычно в зоне повреждений одни виды сильно повреждаются, другие снижают продуктивность, третьи не имеют признаков повреждения и успешно выполняют функции очистки воздуха. Выращивание растений в среде с техногенным загрязнением приводит к успеху, если растения способны без существенного ущерба переносить это загрязнение.

Такие растения должны эффективно вырабатывать действующие механизмы адаптации к загрязнению среды. Поэтому проблема изучения механизмов адаптации растений к техногенному загрязнению в последнее время стала очень актуальной. Это связано с тем, что в условиях загрязненной атмосферы недостаточно создавать какие-то зеленые насаждения. Они должны быть устойчивыми, производительными, и служить надежным и емким фильтром, эффективно очищающим воздух. Поскольку функцию очищения воздуха выполняют листья, мы исследовали, как изменяется дисперсность листьев растений, обитающих в техногенной среде. Дисперсность листьев – это показатель количества листьев на 1 кв.м.

По этому показателю можно судить испытывает ли растение угнетающее воздействие окружающей среды и стрессовое состояние. Данные по изучению дисперсности приведены в таблице 7.

Табл.7

Средние показатели дисперсности листьев ($\text{мг}/\text{см}^2$) *Ulmus pumila*, *Malus baccata*, *Syringa vulgaris* за 2011-2012 гг на 3-х ключевых и контрольном участках

№	<i>Malus baccata</i>		<i>Ulmus pumila</i>		<i>Syringa vulgaris</i>	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
1	7,4±0,1	58,1±0,4	53,1± 0,3	68,3±0,2	56,1±0,2	43,8±0,3
2	70,5± 0,1	52,8±0,2	83,3± 0,2	80,8±0,1	60,1±0,6	45,2±0,2
3	70,5± 0,3	57,2±0,2	61,4± 0,2	80,5±0,2	69,3±0,4	58,4±0,2
Контрольн ый участок	78,2±0,1	79,3±0,6	195,1±0, 1	196±0,3	79,2±0,2	79,5±0,5

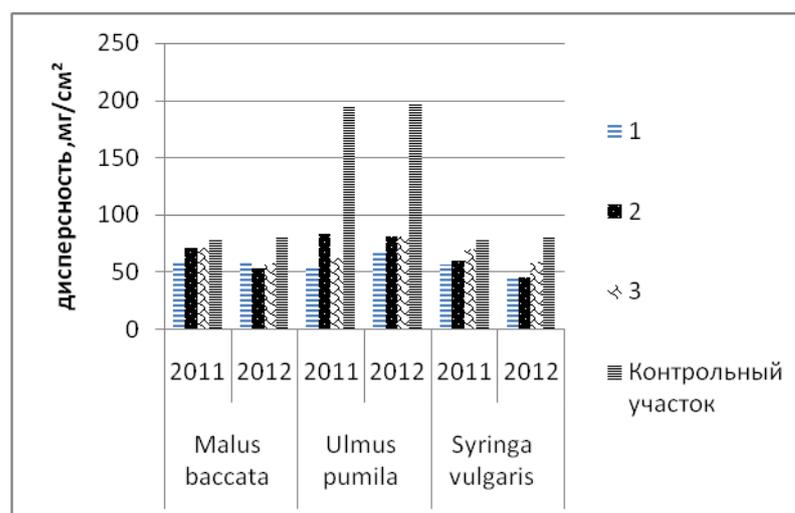


Рис.10. Дисперсность листьев ($\text{мг}/\text{см}^2$) *Ulmus pumila*, *Malus baccata*, *Syringa vulgaris* за 2011-2012 гг на 3-х ключевых и контрольном участках

Из данных таблицы видно, что в сравнении с контрольным участком, в условиях техногенного загрязнения у всех видов растений уменьшается дисперсность листьев в среднем: у яблони – на 7 %, ильма – на 39%, сирени – на 6%. Особенно резкое уменьшения количества листьев на 1 кв.м наблюдается у ильма, что может означать более сильную стрессовую реакцию ильма на загрязнение. В то же время у яблони и сирени ответная

реакция на загрязнение примерно одинакова и составляет 7 и 6%. Сравнение показателей дисперсности листьев за 2011 и 2012 годы показали, что у яблони этот показатель на первом участке не изменился. А на втором и третьем снизился в 2012 году на 8%. У ильма на первом участке немного повысился, в сравнении с 2011 годом, а на втором изменился незначительно, на третьем – повысился примерно на 7%. У сирени на всех участках отмечается примерно одинаковое снижение. В целом, можно отметить, что исследуемые виды растений реагируют на загрязнение среды неодинаково. Наиболее устойчивыми оказались яблоня и ильм. Так дисперсность листьев в сравнении с эталонным участком в городской среде, у них снизилась от 6 до 7%, тогда как у ильма наблюдалось резкое снижение дисперсности листьев.

Таким образом, на первом участке, наиболее неблагоприятном по выбросам в атмосферу (повышенная концентрация оксида углерода), концентрации свинца и ртути, вид *M. baccata* выработал адаптивные приспособления (увеличение массы листьев за счет изменения анатомической структуры листа, плотное расположение клеток палисадного мезофилла, а это способствует увеличению хлорофилла в клетках и устойчивость за счет вегетативной массы). А ильм в этих же условиях приспособливается снижением дисперсности за счет увеличения размеров клеток палисадной паренхимы, и довольно высоких показателей массы и площади листовой пластины.

4.2. Масса и площадь и листовых пластинок

Изучение морфологических особенностей органов растений является одним из признанных методов выявления адаптивных особенностей к различным условиям существования. Наиболее пластичным органом, реагирующим на изменение условий окружающей среды является лист, в котором осуществляются важнейшие функции (транспирация, газообмен). Выполнение этих функций связано со строением листа, которое представляет

собой комплекс приспособительных структур (Буинова и др., 2002). *Листовая пластинка* - самая важная часть типичного листа. Ее пластинчатая форма создает наибольшую поверхность на единицу объема тканей, что наилучшим образом способствует выполнению всех указанных функций зеленого листа. Масса единицы площади представляет собой сумму удельных масс функциональных, живых частей клеток и их механических компонентов, по соотношению вклада которых можно судить о функциональном состоянии растения в целом. Листья видов, произрастающих на более освещенных участках, имеют обычно меньшую площадь, но большую массу, так как свет способствует росту палисадной паренхимы.

Для определения эколого-биологических адаптаций деревьев и кустарников нами была изучена площадь и масса листовой пластинки *Ulmus pumila*, *Malus baccata*, *Syringa vulgaris*. В природных фитоценозах ильм является ксерофитом, яблоня – мезоксерофитом, сирень – культурный вид мезофит. Поэтому изменения площади и массы листьев в условиях городской среды могут быть проявлением адаптивных механизмов к изменению условий среды (рис.11).

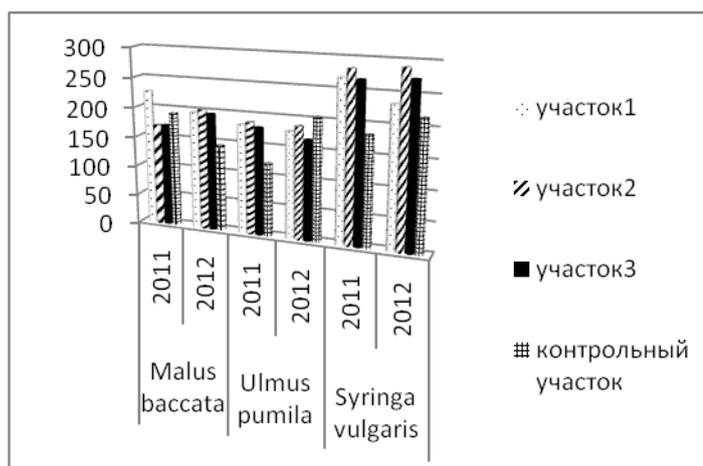


Рис 11. Масса листьев (г) *Ulmus pumila*, *Malus baccata*, *Syringa vulgaris* за 2011-2012гг.

Табл.8

Масса листа *Ulmus pumila*, *Malus baccata*, *Syringa vulgaris* за 2011-2012гг на 3-х ключевых и контрольном участках

№	<i>Malus baccata</i>		<i>Ulmus pumila</i>		<i>Syringa vulgaris</i>	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
участок1	227±0,6	197±0,3	183±0, 4	179±0,1	269,2±0,1	234,2±0,2
участок2	171±0,2	203±0,1	188±0, 2	188±0,2	283,6±0,2	289,9±0,0 1
участок3	171±0,5	196±0,5	180±0, 3	167±0,1	267,6±0,7	273,2±0,1
контрольный участок	191,8±0, 7	144,7±0, 3	122±0, 5	204,2±0, 2	183,7±0,5	216,2±0,3

Увеличение массы листьев у сирени в 2011 и 2012 году в сравнении с яблоней и ильмом на всех исследуемых участках, и в среднем по 3 участкам составил 273 г за 2011 г, и 265 за 2012г. Тогда как у яблони и ильма он был 189 (2011) и 183 (2011), также 198 (2012) и 144 (2012).

Таким образом, сирень, как культурный вид, длительное время обитал в городской среде и в отличие от природных ценозов, более адаптирован к условиям городской среды. В сравнении с яблоней и ильмом, у сирени наблюдалось увеличение массы листьев в сравнении с эталонным участком. Кроме того, у всех видов наблюдалось повышение массы листьев в сравнении с эталонным участком. Это может объяснить тем, что в городской среде увеличение массы листьев может происходить по двум причинам: 1.Отсутствие конкуренции с другими видами, т.к. в городской среде нет четкой ярусности растений; 2.Большая масса листьев является следствием экологической пластичности листьев и адаптации фотосинтетического аппарата к загрязнению атмосферы.

Размеры листовой пластинки находятся в прямой зависимости от условий обитания. Измерения параметров листовой пластины изучаемых видов показало, что в 2011 году масса листа яблони больше всего на участке 1 ($227 \pm 0,6$), в 2012г.- на 2 –ом участке ($203 \pm 0,1$). В 2011 году масса листа больше именно на первом участке вследствие благоприятного температурного режима (самый высокий показатель за июль $+20,3$), хотя условия по освещенности участка были менее благоприятными. В 2012 году масса листьев яблони была больше на 2 участке благодаря тому, что осадков выпало свыше нормы 191% и положению участка в междуречье р. Уда и ее протоки. Это способствовало повышенной влажности воздуха на данном участке. Яблоня ягодная имеет повышенную адаптивную способность, о чем свидетельствует увеличение массы листа (рис. 12, табл. 9).

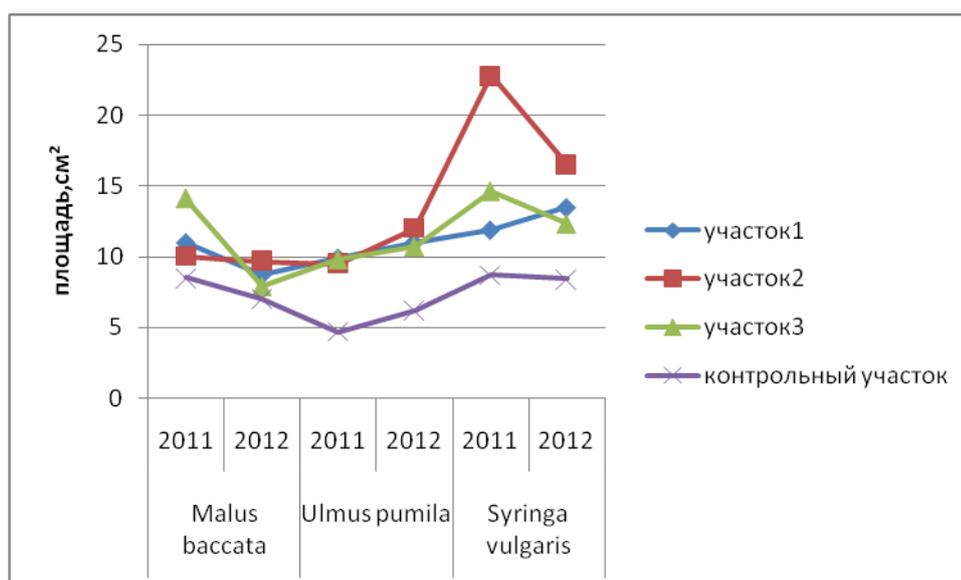


Рис. 12. Площадь листовой пластины (см²) *Ulmus pumila*, *Malus baccata*, *Syringa vulgaris* за 2011 -2012 гг.

В данном микрорайоне проходит оживленное транспортное движение с ул. Бабушкина и обратно. Данная дорога соединяет все улицы города.

Табл.9

Площадь листа *Ulmus pumila*, *Malus baccata*, *Syringa vulgaris* за 2011-2012гг на 3-х ключевых и контрольном участках

№	<i>Malus baccata</i>		<i>Ulmus pumila</i>		<i>Syringa vulgaris</i>	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
участок1	11±0,2	8,7±0,1	9,9±0,2	11±0,1	11,9±0,2	13,5±0,2
участок2	10±0,2	9,7±0,3	9,5±0,3	12±0,2	22,8±0,1	16,5±0,1
участок3	14,1±0,6	7,9±0,2	9,8±0,3	10,7±0,3	14,6±0,5	12,3±0,1
контрольный участок	8,5±0,7	7,03±	4,7±0,1	6,2±0,1	8,7±0,3	8,4±0,4

Необходимо отметить, что у всех исследуемых нами видов площадь листовой пластины варьирует по годам, что свидетельствует о повышенной пластичности и адаптивности, так как при сравнении с контрольным

участком показатели увеличиваются. Условия ключевых участков сильно различаются по характеру воздействующих факторов.

На первом участке ильм и сирень имеют сниженные показатели площади листа, а яблоня - сравнительно высокое значение. Виды *Ulmus pumila* и *Syringa vulgaris* не проявляют реакции на изменения температуры и количества осадков, так и в 2011 и 2012 годах одинаково повышенную массу имеют на 2 участке. Второй участок наиболее благоприятен по условиям концентрации тяжелых металлов - минимальное по сравнению с остальными участками содержание ртути и свинца (ртуть-0,3-1,4мг\кг; свинец в минимальных количествах). В городских насаждениях у ильма площадь и масса листовой пластинки выше на 2 участке, чем на 1 и 3 участках. Возможно, это свидетельствует о том, что *Ulmus pumila* на 2 –м участке адаптировался как мезоксерофит, но, как природный ксерофит, имеет более высокую массу листовой пластины при относительно небольшой площади, а сирень как мезофит, более высокие показатели и массы и площади листа. Самым неблагоприятным для всех исследуемых видов является 3 участок, где в связи с функционировавшими ранее предприятиями (завод металлоизделий, стекольный завод и т.д.) сохраняется неблагоприятная обстановка по содержанию свинца и ртути в почве (свинца-15мг\кг, ртути 9,3мг\кг) и доминированию северо-западного направления ветра (нанос атмосферных выбросов с основных загрязнителей Железнодорожного района.)

4.3.Анатомическая структура листьев (*Ulmus pumila*, *Malus baccata*, *Syringa vulgaris*)

У *Ulmus pumila* на участке 1 и 2 наблюдается увеличение размеров клеток палисадной паренхимы, листовая пластина на этих участках имеет довольно высокие показатели массы и площади. Это происходит благодаря тому, что условия участка 1 являются неблагоприятными по расположению ТЭЦ-1 и ЛВРЗ, вследствие чего повышенной сухости воздуха, т.е. вид

адаптирует анатомическую структуру листа для увеличения интенсивности транспирации, что предохраняет растение от перегрева. Участок 2 является самым напряженным по близости автодорог и концентрации выхлопных газов, что отражается на *Ulmus pumila* (рис. 13).



Рис 13.Анатомическая структура листа *Ulmus pumila* на трех ключевых и контрольном участках: А- 1, Б-2, В-3,Г-контроль (Оз. Щучье).

У *Malus baccata* на участке 1 при сравнительно одинаковой площади листовой пластинки со 2 участком, лист имеет самую высокую массу. Увеличение массы листа связано с увеличением размеров клеток палисадной паренхимы возрастает число клеток богатых хлорофиллом, что способствует увеличению интенсивности фотосинтеза и нарастанию вегетативной массы. Это происходит в связи с тем, что условия 1 участка более располагают к образованию ксерофитных признаков - высокая концентрация свинца и ртути (1,5-9,3 мг\кг, свинец-5мг\кг), более низкая влажность в связи с близостью ТЭЦ-1. На 3 участке за счет мелкоклеточности клеток рыхлой паренхимы (рис.14) увеличивается площадь листовой пластинки, клеток становится больше. *Malus baccata* на участке 3 – типичный мезоксерофит, и для нее это наиболее благоприятные условия.

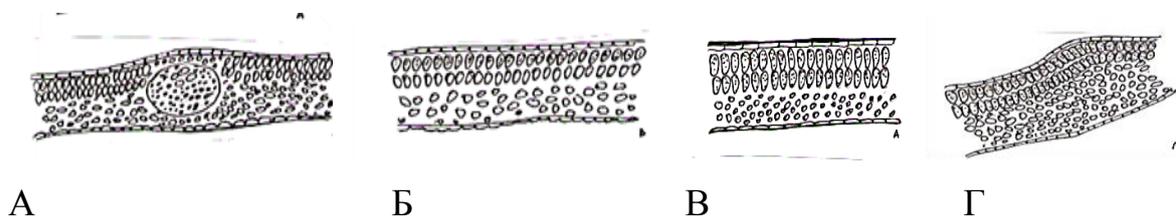


Рис.14 Анатомические показатели *Malusbaccata* на трех ключевых и контрольном участках: А-1, Б-2, В-3, Г- контроль (оз.Щучье)

У *Syringa vulgaris* при небольшой массе листа – крупные листовые пластинки на 2 участке (рис.15). Вид является типичным мезофитом, структура палисадной паренхимы однорядная. На 3-м участке за счет увеличения числа клеток рыхлой паренхимы масса листа уменьшается. Этот признак проявляется как свидетельство мезофитности и соответствия требованиям вида к экологическим условиям участков. На третьем и втором участке наблюдалась недостаточная освещенность. Площадь листа на 1 участке небольшая, а масса увеличивается за счет уплотнения структуры листа, возможно, это связано с приспособлением *Syringa vulgaris* к условиям среды.

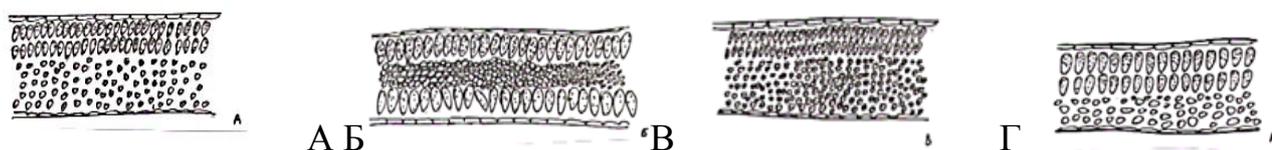


Рис.15 Анатомическая структура листа *Syringa vulgaris* на трех ключевых и контрольном участках: А-1, Б-2, В-3,Г-контроль.

Таким образом, проведенный анализ анатомической структуры листа показывает, что на 1 участке, который самый неблагоприятный: высокая концентрация Рb и Hg, низкая влажность, у исследуемых видов происходят изменения в анатомической структуре листа. У *U.pumila* увеличиваются размеры клеток палисадной паренхимы, за счет этого идет увеличение хлорофильных клеток, увеличивается масса листа.

У *M.baccata* развивается мелкоклеточность, большая часть листовой пластины занята рыхлой паренхимой. Мелкоклеточность способствует повышению ксерофитных признаков.

У *S.vulgaris* такая же структура листа, клетки листовой паренхимы (палисадной и губчатой) мелкие.

На 2 участке, в связи с близостью автомагистралей, вследствие повышенной концентрации выхлопных газов, у ильма происходят некоторые изменения в анатомической структуре листовой пластины - развивается

рыхлая структура листа, но клетки палисадной паренхимы крупные, однорядные, так как участок находился в затененности от жилой постройки. Это проявление ксеромезофитных признаков как адаптации к условиям участка. (затененность, расположение в междуречье р.Уда и ее протоки, близость автодороги).

У яблони палисадная паренхима двурядная, клетки мелкие. Эти признаки появляются под воздействием недостатка света и повышенной запыленности листьев.

У сирени клетки крупные, при небольшой массе листа палисадная паренхима однорядная и расположена под верхней и нижней эпидермой. Сирень образует с двух сторон палисадную паренхиму для наилучшего улавливания солнечного света.

На 3 участке, который находится на возвышении, в тени жилого дома, в Октябрьском районе, где неблагоприятная обстановка по концентрации свинца и ртути, у ильма внутренняя структура рыхлая. Палисадные клетки расположены в один ряд. Это отражает проявление видом ксеромезофитной природы, что можно объяснить как приспособление к факторам среды.

У яблони проявляются в еще большей мере черты мезофитной структуры. Двурядная палисадная паренхима, соотношение палисадной и губчатой мелкоклеточной ткани примерно одинаково. Условия этого участка соответствуют экологическим требованиям вида-мезоксерофита.

Сирень развивает двурядную палисадную паренхиму. У *S.vulgaris* масса листа увеличивается за счет уплотнения клеток листовой паренхимы, структура листовой пластины, где мелкоклеточность, разное расположение и соотношение палисадной и губчатой паренхимы – это приспособления к условиям обитания, где вид испытывает недостаток влаги в силу мезофитной природы.

4.4. Количество устьиц

Известно, что загрязнение среды, в первую очередь, влияет на устьичный аппарат растений. Основными функциями устьиц являются газообмен и транспирация. Нарушение функций этих устьиц может привести к гибели листьев, и, в целом, к гибели всего растения (Лыкшитова, 2013). Мы подсчитали количество устьиц на листовых пластинках исследуемых видов растений на ключевых участках в сравнении с контролем. Данные исследований приведены на рис.16.

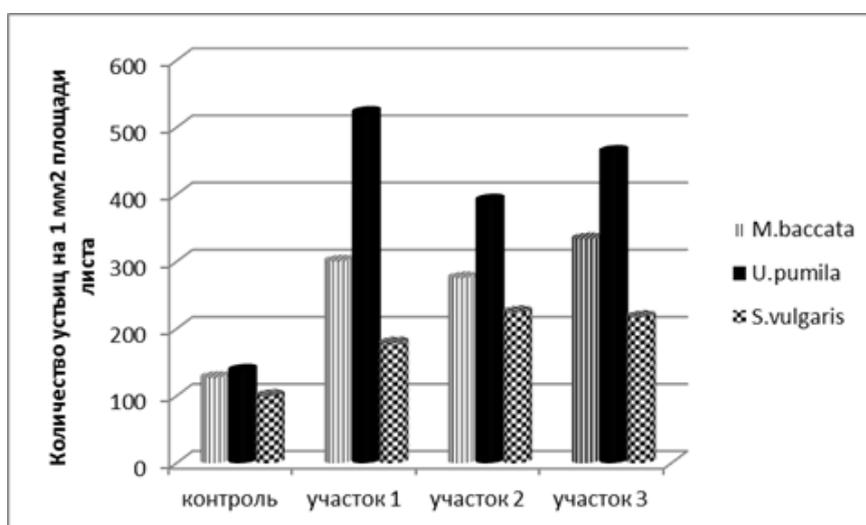


Рис. 16 Количество устьиц на листовых пластинах *Ulmus pumila*, *Malus baccata*, *Syringa vulgaris* на 1 мм² площади листа

Подсчёт числа устьиц на единицу площади листовой пластинки у древесных растений, произрастающих в городских условиях, показал, что действительно, при приближении к автомагистрали количество устьиц возрастает. Влияние атмосферного загрязнения нарушает целостность клеток устьиц, и замыкающие клетки устьиц теряют способность регулировать ширину устьичной щели.

При постоянно открытых устьичных щелях, расход влаги растительным организмом на физиологические процессы особенно влияет на интенсивность транспирации.

Уменьшение общей оводнённости тканей и увеличение количества связанной воды над количеством свободной воды может свидетельствовать об адаптации растений к условиям городской среды. В качестве биоиндикационных показателей городской среды можно использовать морфобиологические показатели древесных растений, процент пылевого загрязнения и особенности фракционного состава воды.

Из представленного рисунка видно, на контрольном участке наибольшее количество устьиц отмечается у ильма приземистого и составляет 138, у яблони -127, у сирени -100. В условиях загрязнения среды количество устьиц на листовых пластинках всех исследуемых видов резко увеличивается. Это является морфологическим адаптивным приспособлением к выживанию растений в условиях загрязнения атмосферы. Увеличение количества устьиц на листовых пластинках компенсирует уменьшение дисперсности листьев, как было показано ранее. Это связано с тем, что уменьшение площади листьев, приводит к сокращению устьичного аппарата, поэтому увеличение количества устьиц при уменьшении общей площади листовых пластинок, способствует сохранению функций газообмена и транспирации листьев. Данные о количестве устьиц хорошо коррелируют с данными о дисперсности листьев. Как было указано ранее, наибольшее уменьшение дисперсности листьев отмечалось у ильма. Данные о количестве устьиц свидетельствуют о том, что у ильма уменьшение количества листьев на кв.м, компенсировалось более резким увеличением количества устьиц. Так, в среднем по трем участкам у ильма приземистого количество устьиц возросло в сравнении с эталонным участком, на 321, тогда как у яблони и сирени 175 и 106 соответственно.

Это свидетельствует о том, ильм хорошо адаптируется к неблагоприятным условиям среды.

Таким образом, можно отметить, что в условиях техногенного загрязнения атмосферы города Улан-Удэ, как древесные жизненные формы (яблоня и ильм), так и кустарниковые (сирень), довольно хорошо адаптируются к загрязнению атмосферы. У всех видов активизируются морфологические механизмы адаптации. В условиях более сильного пылевого загрязнения можно рекомендовать древесные формы - яблоня и ильм.

ГЛАВА 5. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ *MALUS BACCATA* (L.), *ULMUS PUMILA* (L.), *SYRINGA VULGARIS* (L.) К ВОЗДЕЙСТВИЮ ФАКТОРОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Нами проводились исследования по изучению интенсивности транспирации, содержанию свободной и связанной воды растений. Все показатели даны рисунками в средних значениях за 2012-2011 г.

5.1. Содержание свободной и связанной воды в листьях

Данные, полученные нами в ходе исследования, представлены на рис.17 и в табл.10.

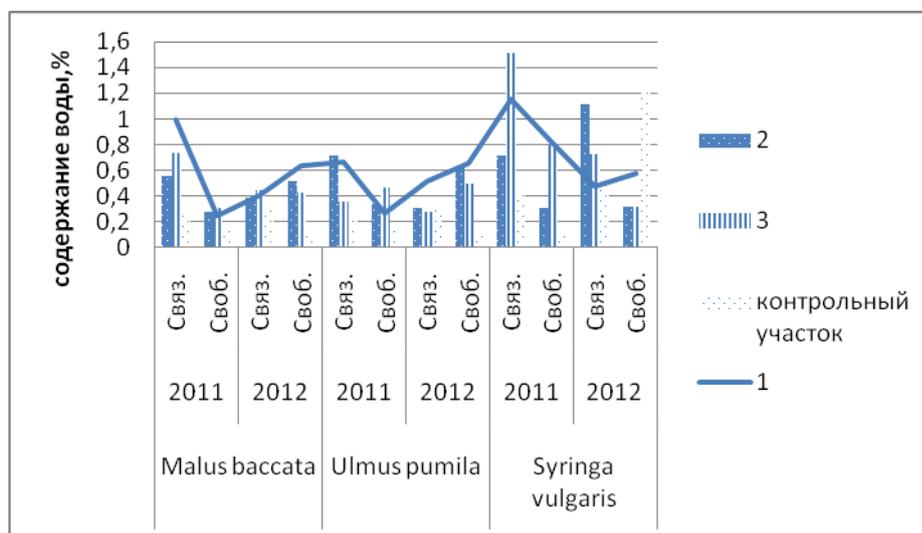


Рис.17. Содержание свободной и связанной воды в листьях *Ulmus pumila*,
Malus baccata, *Syringa vulgaris* за 2011-2012г. (%)

Табл.10

Показатели содержания свободной и связанной воды в листьях за 2011-2012
г. на 3-х ключевых участках и эталонном,(%).

У ч.	<i>Malus baccata</i>				<i>Ulmus pumila</i>				<i>Syringa vulgaris</i>			
	2011		2012		2011		2012		2011		2012	
	Свя	Сво	Свя	Сво	Свя	Сво	Свя	Сво	Свя	Сво	Свя	Сво

	з.	б.										
1	0,9 9±0 ,03	0,25 ±0,0 1	0,4 1±0 ,07	0,64 ±0,0 3	0,67 ±0, 01	0,27 ±0,0 5	0,52 ±0, 01	0,66 ±0,0 1	1,1 5±0 ,05	0,81 ±0,0 4	0,4 8±0 ,07	0,58 ±0,0 3
2	0,5 5±0 ,05	0,28 ±0,0 1	0,3 8±0 ,02	0,51 ±0,0 4	0,71 ±0, 01	0,33 ±0,0 1	0,31 ±0, 03	0,63 ±0,0 4	0,7 1±0 ,01	0,31 ±0,0 1	1,1 1±0 ,03	0,32 ±0,0 1
3	0,7 3±0 ,04	0,31 ±0,0 3	0,4 4±0 ,01	0,42 ±0,0 5	0,36 ±0, 02	0,46 ±0,0 1	0,28 ±0, 01	0,49 ±0,0 5	1,5 1±0 ,01	0,79 ±0,0 2	0,7 2±0 ,02	0,32 ±0,0 3
Эт ал он	0,2 6±0 ,01	0,16 ±0,0 1	0,3 1±0 ,02	0,12 ±0,0 5	0,26 ±0, 03	0,16 ±0,0 4	0,31 ±0, 05	0,11 ±0,0 1	0,4 3±0 ,02	0,12 ±0,0 1	0,5 1±0 ,04	1,21 ±0,0 3

У всех исследуемых видов содержание свободной воды и связанной воды имеет различия по годам. За 2011 год содержание свободной воды у ильма больше на 3 участке, меньше – на 1 участке, у яблони более на 3 участке, менее на 1 участке, у сирени показатель повышен на 1 участке, снижен на 2 участке. Содержание связанной воды у ильма выше на 2 участке, ниже на 3 участке. На третьем участке и в 2011 и в 2012 годах ильм содержит в листьях повышенное содержание свободной воды и сниженное количество связанной. Самый низкий показатель связанной воды можно соотнести с повышенными значениями свободной воды. Это связано с условиями произрастания ильма, так как первый участок отличается напряженной обстановкой в отношении концентрации тяжелых металлов и наличии основной автомагистрали, второй участок также имеет основные автомагистрали и находится в неблагоприятном ветровом режиме. У яблони

больше содержание связанной воды на 1 участке, меньше на 2. Показатели свободной и связанной воды за 2012 год яблоня ягодная имеет более высокие в сравнении с сухим 2011 годом. В 2012 году содержание свободной воды на 1 участке выше, чем на остальных участках, интенсивность транспирации повышена. Это связано с тем, что участок 1 находится вблизи с ТЭЦ-1, что обуславливает сухость воздуха, тем самым необходимость в охлаждении листьев возрастает.

В 2011 году на третьем участке самый высокий показатель содержания свободной воды у сирени, что обусловлено развитием клеток рыхлой паренхимы. Этот признак проявляется как свидетельство мезофитности и соответствия требованиям вида к экологическим условиям участков.

За 2012 год на 1 участке ильм и яблоня имеют повышенные показатели по содержанию свободной воды, это связано с повышенным количеством осадков по сравнению с 2011 годом. А сирень снижает уровень свободной воды в 2012 году, в связи с влиянием более низких температур, нежели в 2011г. А также на первом участке в 2011 году интенсивность транспирации у сирени была ниже и повысилась в 2012, что обуславливают осадки, и условия Железнодорожного района, отличающиеся напряженностью по атмосферным выбросам и сухостью воздуха из-за близости ТЭЦ-1. На третьем участке сирень в 2012 году снижает показатели свободной и связанной воды и интенсивность транспирации также вследствие повышения количества осадков, а в 2011 году эти показатели были более высокими в сравнении с остальными районами. Это можно объяснить более низким количеством осадочной влаги и неблагоприятными условиями по концентрации свинца и ртути в связи с ранее функционировавшими предприятиями – загрязнителями. В условиях неблагоприятных для произрастания растения увеличивают содержание связанной воды в клетках. Количество связанной воды по сравнению со свободной у всех видов больше на первом участке. (от

0,4 до 1,1%). Участок 1 можно охарактеризовать как самый неблагоприятный для произрастания.

5.2 Интенсивность транспирации

Данные по транспирации листьев у исследуемых видов представлено на рис. 18. Из данных рис.18 видно, что интенсивность транспирации ильма на разных участках колеблется от 9,5 до 49,5г/дм²/г. Наибольшее значение зафиксировано на участке 1 (Железнодорожный район), наименьшее – на 3 участке (Советский район, центральная часть, сквер Балтахинова). На участке 1 интенсивность транспирации у ильма самая высокая, что говорит о повышенной степени адаптации вида к условиям окружающей среды обитания. Интенсивность транспирации *Malus baccata* находится в пределах от 8,5до18,5 г/дм²/г. Самая высокая интенсивность транспирации у яблони на участке 1 (18,5г/дм²/г), а наименьшая (8,5 г/дм²/г) на 3 участке. Значения интенсивности транспирации у *Syringa vulgaris* колеблются в пределах от 8 до 19,5 г/дм²/г). В Железнодорожном районе у сирени обыкновенной интенсивность транспирации в сравнении с другими участками повышена, что говорит, возможно, об адаптации вида к условиям загрязнения. Наиболее высокая интенсивность транспирации у всех видов исследуемых растений, наблюдается на участке 1. Показатели интенсивности транспирации у сирени на участке 1 самые высокие, соответственно содержание свободной воды повышено, а связанной, наоборот, снижено. Самый низкий показатель интенсивности транспирации *Syringa vulgaris* на 3 участке, так как наблюдается увеличение фракции связанной воды (табл.11).

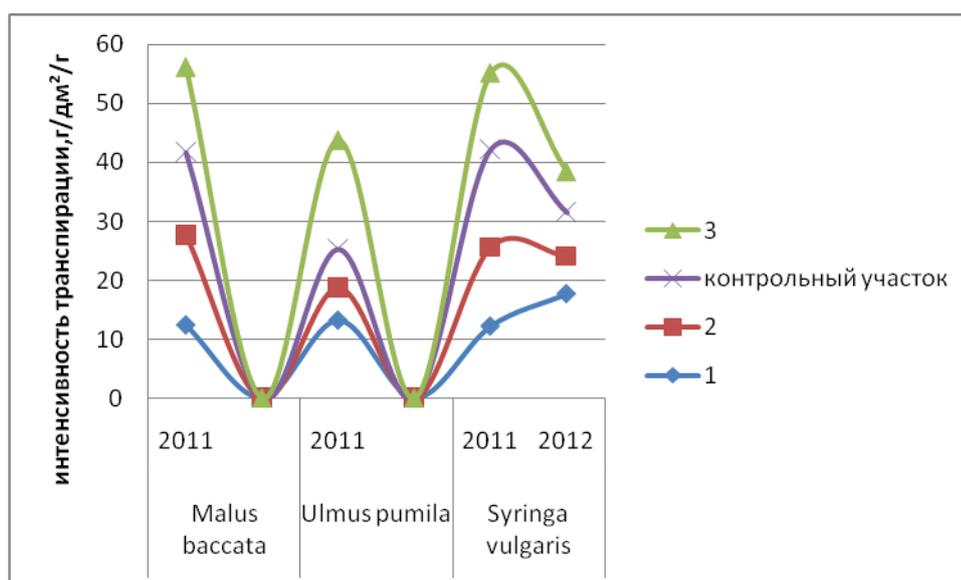


Рис. 18. Средние показатели интенсивности транспирации листьев (*Ulmus pumila*, *Malus baccata*, *Syringa vulgaris*) за 2012 г на 3-х ключевых участках и эталонном (г/дм²/г)

Табл.11.

Интенсивность транспирации в листьях (*Ulmus pumila*, *Malus baccata*, *Syringa vulgaris*) за 2011-2012 гг. (г/дм²/г)

№	<i>Malus baccata</i>		<i>Ulmus pumila</i>		<i>Syringa vulgaris</i>	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
1	12,4±0,1	18,4±0,1	13,2±0,1	18,9±0,2	12,2±0,4	17,7±0,1
2	15,4±0,1	6,7±0,2	5,6±0,3	11,6±0,4	13,5±0,1	6,4±0,3
3	14,4±0,3	6,6±0,1	18,4±0,1	9,4±0,5	12,9±0,1	6,9±0,1
Контрольный участок	13,9±0,1	8,1±0,3	6,5±0,1	16,9±0,1	16,5±0,2	7,4±0,2

Интенсивность транспирации в более влажном 2012 году на затененном 3 участке снижается, на остальных же она более высокая, чем в 2011 году. Об этом свидетельствуют довольно высокие данные по содержанию свободной воды в листьях. Это связано с тем, что участок 1 находится вблизи с ТЭЦ-1,

что обуславливает сухость воздуха, тем самым необходимость в охлаждении листьев возрастает. Показатели интенсивности транспирации на 2 участке у сирени и яблони в 2012 году снижены по сравнению с более сухим 2011 годом, а интенсивность транспирации у ильма повышена. Участок отличается неблагоприятным расположением с точки зрения близости автодороги, потому сирень и яблоня имеют более высокие показатели ит. Условия более влажного 2012 года способствовали повышению интенсивности транспирации у ксерофитного вида-ильма. Все виды в 2011 году на 3 участке имеют показатели интенсивности транспирации выше, чем в 2012 году, в связи с расположением участка на возвышенном рельефе и неблагоприятными условиями по содержанию свинца и ртути. В 2012 году показатели всех видов на 3 участке снижены. Это связано с увеличением уровня осадков и расположением участка от автомагистрали (400 м). Высокая интенсивность транспирации это показатель повышенной степени адаптации вида к условиям обитания. Все виды имеют повышенную интенсивность транспирации на первом участке, что связано с загазованностью и сухостью воздуха, чтобы сохранить листья от перегрева, виды активно транспирируют за счет повышенного содержания свободной воды.

5.3. Влияние запыленности и дисперсности листьев на водный режим

U.pumila, M.baccata, S.vulgaris

Отрицательное воздействие загрязнения сказывается на листьях растений. Листовая масса задерживает городскую пыль, очищает воздух. Химическое действие пыли определяется составом, количеством и токсичность для данного растения. Физическое действие пыли проявляется, прежде всего, в образовании чехла, препятствующего нормальному тепло- и влагообмену листа с атмосферой и уменьшающего интенсивность доступного для растений света. Температура листа повышается на 8-10С,

соответственно увеличивается скорость транспирации. При сплошном покрытии листьев пылью испарение воды прекращается, и растения погибают. Иногда физиологические повреждения не сопровождаются внешними изменениями, но обычно признаки поражения растений токсикантами выражаются в некрозах края листа, побурении листьев, уродливых формах листа («смятые листья»), скручивании, «ожогах», а в тяжелейших случаях - засыхании и опадании листьев, отмирании растений. Сильное повреждение листового аппарата не всегда приводит к гибели растения. Благодаря регенерационной способности растения восстанавливают новые листья и побеги взамен поврежденных, как отмечали Якушевская, Якимова (2013).

Влияние различных факторов городской среды вызывает изменение внешнего облика растений. У деревьев и кустарников на промышленных площадках листья мелкие, иногда сморщенные или необычной формы – гофрированные, свёрнутые, количество листьев увеличивается и т. д. Но не только наличие промышленных предприятий влияет отрицательно на внешний облик растений. По мнению Якушевской, Якимовой (2013) это может быть и массированное действие выхлопных газов, засоление и загрязнение почвы и т. д.

Пыль является одним из факторов, влияющих на рост и развитие растений. Пылевидные частицы оказывают на растение как физическое, так и химическое воздействие. Запылённость нарушает работу устьичного аппарата, ограничивает процесс транспирации, способствует повышению температуры листьев на 2–4 °С, а иногда на 8–10°. Влияние различных факторов городской среды вызывает изменение внешнего облика растений. Вся структура растения подчинена основной задаче – получить необходимое количество солнечной энергии и углекислого газа. Для этого нужна большая поверхность, воспринимающая солнечные лучи и контактирующая с

воздушной средой. У придорожных растений происходит усиленное развитие механических тканей. Формируются листья с мелкими клетками и весьма плотной их упаковкой, малым развитием межклетников, благодаря чему сильно сокращается внутренняя испаряющая поверхность листа (Бухарина И.Л., Поварницына Т.М., Ведерников К.Е., 2007).

Таким образом, данные изменения на уровне листовой пластинки можно рассматривать в качестве адаптационных показателей. Замечено Бухариной, Поварницыной, Ведерниковым (2007), что многие растения в промышленных районах характеризуются меньшей оводненностью тканей и пониженной интенсивностью транспирации, что нарушает тепловой режим листа.

Использование воды растениями зависит от факторов, обуславливающих специфичность физиологической реакции растений на водный стресс. Закономерное перераспределение в тканях фракционного состава воды сказывается на интенсивности ряда физиолого-биохимических процессов в растительном организме (фотосинтез, дыхание, транспирации, передвижение веществ), на устойчивости его к внешним условиям и т. п. По данным М. Д. Кушниренко (1966), увеличение с возрастом растений связанной воды в них происходит в основном за счет осмотически связанной. Устойчивость растений к различным факторам среды напрямую связана с водоудерживающей способностью тканей, так как одним из способов снижения потерь воды в неблагоприятных условиях является перевод ее в осмотически неактивную, связанную форму (Кайбияйнен, 1984; Николаевский, 1998; Поварницына, 2007).

Природно-климатические факторы влияют на содержание воды в растениях, а именно загрязнение атмосферного воздуха, минеральное питание, метеорологические явления. Изменения водного баланса растений, вызванные ухудшением экологической обстановки самый мощный фактор

ограничивающий рост и развитие растений. В связи с различиями в строении листьев ксерофита и мезофита, многим ксерофитам и присуща более высокая интенсивность транспирации, чем мезофитам. Транспирация является одним из процессов, которые осуществляют связь между поступлением влаги из почвы и отдачей воды в атмосферу. Интенсивность транспирации и содержание воды связаны со свободными пространствами листьев, т.е. в основе транспирационного тока воды лежит диффузия ее через клетки мезофилла листа. Так, А.А. Заялов (1984) отмечает, что при пониженной влажности межклетников падает проводимость, затормаживаются поступление воды к устьицам и околоустьичным клеткам и, следовательно, снижается интенсивность транспирации. Локализация большого количества воды в межклетниках, таким образом, должна приводить к очень тесной взаимосвязи между оводненностью листьев и транспирацией в подавляющем большинстве случаев. Кроме того, такая локализация зависит от плотности сложения ассимилирующих органов. Растения с более плотным мезофиллом испаряют воду медленнее, чем виды с большим количеством свободных пространств в листьях (Шереметьев, 2005).

При проведении корреляционного анализа изучаемых параметров – содержания свободной и связанной воды, дисперсности и запыленности, нами установлены общие для всех видов закономерности: 1) Прямая корреляция между дисперсностью и содержанием свободной воды в листьях *Ulmus pumila*($r=0,61$), *Malus baccata* ($r = 0,86$), *Syringa vulgaris* ($r = 0,57$); между запыленностью и содержанием связанной воды *Ulmus pumila*($r=0,85$), *Malus baccata* ($r = 0,44$) *Syringa vulgaris* ($r = 0,83$). 2) Обратная корреляционная связь между дисперсностью и показателем связанной воды в листьях *Ulmus pumila* ($r = -0,99$) *Malus baccata* ($r = -0,76$) *Syringa vulgaris* ($r = -0,63$); между запыленностью и фракцией свободной воды в листьях *Ulmus pumila*($r = -0,81$), *Malus baccata* ($r = -0,99$) *Syringa vulgaris* ($r = -0,94$).

Исходя из представленных данных можно сделать вывод, что виды, имея довольно низкий водный потенциал, это происходит в связи с повышением загазованности, испытывают недостаток воды в листьях. Это результат негативного воздействия окружающей среды, но при наступлении более благоприятных условий поступление воды в растительный организм усиливается, так как водный потенциал у растений был низким. Увеличение дисперсности (о чем свидетельствуют корреляционные связи между дисперсностью и фракционным составом воды) является защитным механизмом для обеспечения нормального водного баланса в растительном организме. Увеличение массы и площади листьев компенсирует потерю воды, потому что именно в клетках листовой пластины сохраняется нормальное соотношение свободной и связанной воды.

В условиях повышенной запыленности нарушается механизм поступления воды в растение (это иллюстрируют корреляции между запыленностью и содержанием воды), так как тормозится работа верхнего концевое двигателя воды в растении.

Корреляционный анализ показал: 1) прямые связи между дисперсностью и содержанием свободной воды в листьях, что самый высокий коэффициент корреляции имеет *Malus baccata* ($r = 0,86$); между запыленностью и содержанием связанной воды в листьях повышенный коэффициент у *Ulmus pumila* ($r = 0,85$). 2) обратные связи между дисперсностью и показателем связанной воды в листьях, самый высокий коэффициент имеет *Ulmus pumila* ($r = -0,99$); между запыленностью и фракцией свободной воды в листьях высокий коэффициент зафиксирован у *Malus baccata* ($r = -0,99$). К условиям атмосферного загрязнения (пыль, газы), содержанию свинца и ртути в почве г. Улан-Удэ наилучшим образом адаптировались *Ulmus pumila* и *Malus baccata*.

ГЛАВА 6. РОЛЬ И ОХРАНА ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Растительный покров – неотъемлемая часть природной среды, благодаря которой осуществляется обмен веществ в природе, обеспечивающей возможность самого существования жизни. При оценке последствий влияния любой антропогенной деятельности на виды нужно исходить из ее прямой и косвенной роли в функционировании экосистемы города.

6.1. Влияние древесно-кустарниковых насаждений в создании условий городской среды

Зеленые насаждения, - важнейший элемент градостроительства, фактор, имеющий большое значение в санитарном и архитектурно-планировочном и социальном отношении. Санитарное значение зеленых насаждений заключается в том, что они являются мощным фактором защиты населенных мест от пыли, газов, ветра и шума. (О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Бурятия в 2011 году, 2011). Зеленые насаждения смягчают температурный режим открытых пространств. Следует учитывать большое значение пылезащитных и газозащитных свойств зеленых насаждений. Пылевые частицы загрязненного воздуха, встречая на своем пути зеленый массив, под влиянием силы тяжести вследствие уменьшения скорости движения воздуха; выпадают из воздуха, наталкиваясь на стволы, ветви и листья деревьев; наконец, значительное количество пыли задерживается на поверхности листьев и хвои. Запыленность воздуха среди зеленых насаждений в 2-3 раза меньше, чем на открытых городских территориях. Влияние древесных и кустарниковых пород на снижение концентраций в воздухе вредных газов происходит, по мнению Литвинова (1986), главным образом путем рассеивания этих газов в верхние слои атмосферы кронами деревьев, и в некоторой степени путем поглощения газов листьями через устьица и клеточную оболочку листьев. Известно, что зеленые насаждения улавливают из атмосферного воздуха

сернистый газ и накапливают его в виде сульфатов в своих тканях. При наличии зеленых насаждений в городе человек защищается от прямой солнечной радиации благодаря большой поверхности листьев, стволов, а также почвы, имеющей более низкую температуру, чем температура воздуха. В связи с этим облегчаются условия теплоотдачи, улучшается теплообмен. Известны эффективные средства борьбы с вредными выбросами автомобильного транспорта - это полосы зеленых насаждений, эффективность которых может варьироваться в довольно широких пределах - от 7 % до 35%. На ионизацию воздуха влияет степень озеленения и природный состав растений. Наблюдается большое влияние антропогенных факторов на озеленение. В летние жаркие дни асфальтовое покрытие, нагреваясь, отдает тепло не только приземному слою воздуха, но и почве. При температуре воздуха 26–27 °С температура почвы на глубине 20 см достигает 34–37 °С, а на глубине 40 см – 29–32 °С. Для уличных растений создается необычная тепловая ситуация: температура подземных органов у них нередко выше, чем надземных. В естественных же условиях, наоборот, жизненные процессы у большинства растений умеренных широт протекают при обратном температурном режиме. Из-за уборки опавших листьев осенью и снега зимой в холодный зимний период городские почвы сильнее выхолаживаются и глубже промерзают, чем в лесных массивах. Все это отрицательно сказывается на состоянии корневой системы растений. Но не только микроклимат ухудшает жизнь растений в городе. Важнейший экологический фактор в жизни растений – вода. В городах растения часто испытывают недостаток в почвенной влаге из-за стекания ее в канализационную сеть. Сложная экологическая обстановка. Этим и объясняется тот факт, что видовой состав наиболее часто высаживаемых вдоль дорог и на улицах деревьев не слишком разнообразен. Основными породами являются тополь, ильм, яблоня, сирень, черемуха. Последние часто

используются для создания живых изгородей. Сложнейшая экологическая обстановка оказывает отрицательное действие на всю живую и неживую природу, включая человека. Так как в городах уровень загрязнений выше, то и влияние на природу сильнее. Непосредственные воздействия на растения могут принимать различные формы, как отмечала Горышина (1979): 1) генетические изменения; 2) видовые изменения; 3) нанесение прямого вреда растительности. В зависимости от чувствительности вида и размеров нагрузки масштаб воздействия может простирается от незначительного (обратимого) ущерба до полной гибели растения. Защитные свойства растений во многом зависят от тех экологических условий, в которых они находятся. В городских условиях оптимальными для роста и развития многих растений являются парки площадью 50-100 га и сады, несколько худшими - бульвары и скверы и неблагоприятными – асфальтированные улицы. В составе парковых насаждений у растений наблюдаются более интенсивные процессы фотосинтеза и дыхания по сравнению с теми, которые произрастают на асфальтированных улицах и вблизи магистралей. По мере накопления загрязняющих веществ в почвах и тканях растений, лесные насаждения теряют свою биологическую устойчивость и при сохранении существующего в городе уровня промышленных и автотранспортных выбросов могут уже в короткие сроки деградировать как лесные экосистемы. Под влиянием антропогенного влияния в зеленой массе растительности уменьшается содержание хлорофилла. Ткани растения изменяют цвет на желтый, охристый, растение поражает хлороз. Степень поражения зеленых насаждений существенно отличается в разных районах. Большой вред наносит пыль (распыляемый в воздухе асфальт и бетон дорог, резина покрышек автомобилей) и сажа сильно ослабляют газообмен, процессы дыхания и ассимиляции, вызывает угнетение растений и ослабления их роста, затрудняет процессы фотосинтеза и дыхания, что также не может не

сказываться на состоянии растительности. (Бухарина И.Л., Поварницына Т.М., Ведерников К.Е., 2013). Причина летнего листопада - высокое содержание свинца в воздухе. Деревья тяжело переносят свинцовое отравление. Концентрируя свинец, они тем самым очищают воздух. Заметное влияние на растения оказывается в районах с повышенным содержанием оксидов азота в атмосфере. В воздухе города оксидов азота способствует интенсивному разрастанию на коре деревьев мелких водорослей зеленого цвета. Они получают необходимое им обильное азотное питание непосредственно из воздуха. Содержание свинца в растениях, выращенных на почвах легкого механического состава (песчаных и супесчаных) колеблется от 0,13 до 0,96 мкг/кг; в почвах тяжелосуглинистых (с $pH < 5,5$) 0,22 - 0,96 мкг/гк; в почвах тяжелосуглинистых ($pH > 5,5$) в более широких пределах 0,34 - 7,0 мкг/гк. Более высокие концентрации свинца (до 1000 мкг/гк) характерны для растительности на техногенно загрязненных территориях: в окрестностях металлургических предприятий, рудников по добыче полиметаллов и главным образом вдоль автострад согласно исследованиям Сергейчика (1997) Значительное негативное воздействие на растительность лесов и парков оказывают возрастающие рекреационные нагрузки. Переуплотнение почвы в местах массовых гуляний ухудшает ее водно-воздушные свойства и сопровождается гибелью растений, в том числе и деревьев. Для того чтобы уберечь растения от подобных воздействий, в лесах и парках следует прокладывать дорожки с твердым покрытием. Они принимают на себя основной поток отдыхающих и тем самым защищают растительность от повреждений (Жуков А.Г., 2007).

6.2. Пути улучшения санитарно-защитной роли зеленых насаждений г.

Улан-Удэ

В создании благоприятных условий важная роль принадлежит уличным и парковым насаждениям. Соответствующий подбор древесных и кустарниковых пород при озеленении улиц, парков и скверов может существенно улучшить условия труда и отдыха людей. Однако сегодня следует признать, что озеленение города до сих пор осуществляется без какой-либо научной основы. Крайне беден ассортимент высаживаемых древесных растений. Очень мало хвойных пород. При озеленении города совершенно не учитываются бактерицидные свойства биологически активных соединений, выделяемых растениями, их пылезадерживающие и газопоглощающие свойства, кислородопродуктивность, устойчивость к вредителям и болезням и многое другое. На улицах создаются однорядные однопорядные посадки. Большинство парков и скверов не имеют опушечных защитных барьеров, что значительно повышает их "пропускную" способность для пыли и тем самым увеличивает количество бактерий в воздухе. В настоящее время в городе создаются новые жилые кварталы. В этом случае требуется особенно тщательная разработка проекта озеленения, предусматривающего создание зеленого фильтра между автомагистралями и жилой зоной, поглощающего из воздуха оксиды азота, задерживающего пыль, снижающего уровень шума (Терехина Т.А., 2000).

1. В уличных и парковых насаждениях необходимо увеличить долю участия хвойных пород, доведя ее до 30%
2. Во вновь создаваемых парках и скверах следует создавать опушечно-защитные барьеры с использованием пылезадерживающих древесных растений.

3. При озеленении улиц нельзя создавать чистые однопородные посадки (улицы "тополиная", «сиреневая" и т.д.), что в случае массового размножения вредителей приводит к полной потере ими защитных функций.
4. Использование в озеленении города устойчивые к загрязнению и адаптивные виды кустарниковых видов – *Malus baccata*, *Ulmus pumilla*, *Syringa vulgaris*.
5. Пересмотреть проекты озеленения г. Улан-Удэ, предусмотрев создание газопоглощающих, пылезадерживающих, а также снижающих уровень шума насаждений (Улан-Удэ. Генеральный план города : пояснительная записка., 1987)

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследованные нами древесно-кустарниковые виды *Ulmus pumila*, *Malus baccata*, *Syringa vulgaris* на трех ключевых участках различаются по морфофизиологическим показателям как в пределах одного участка, так и при сравнении показателей между участками. Для выявления оптимальных условий, соответствующих экологическим требованиям каждого исследуемого вида, учитывались морфологические параметры (масса, площадь, дисперсность, запыленность листовых пластинок) и физиологические показатели (интенсивность транспирации, содержание свободной и связанной воды). Кроме морфофизиологических показателей нами была изучена анатомическая структура листа (количество устьиц, структура палисадной и губчатой паренхимы).

Наиболее широко используется в озеленении г. Улан-Удэ *Ulmus pumila*. Для выявления наилучших условий для *U.pumila* даны морфофизиологические показатели всех ключевых участков. Основным критерием нами выбран показатель интенсивности транспирации, как основного физиологического процесса в растительном организме. Запыленность влияет на интенсивность транспирации. По данным полученным в ходе исследования можно судить о роли запыленности для уровня интенсивности транспирации видов-объектов. Содержание свободной и связанной воды также напрямую связано с интенсивностью транспирации. Масса листьев у всех видов влияет на интенсивность транспирации. *U .pumila* интенсивнее транспирирует на участке 1, имеет высокую массу листовой пластины за счет уплотнения клеток мезофилла листа, повышенное содержание свободной и связанной воды, максимальное количество устьиц при относительно небольшой площади листа по сравнению с другими участками. Первый участок, в целом, неблагоприятен по факторам окружающей среды (высокая загазованность за счет близости

промышленных предприятий, превышение содержания свинца и ртути в соответствии с геохимической картой г. Улан-Удэ.) Ильм проявляет высокую адаптивную способность (увеличивает массу листа, количество устьиц, содержание свободной и связанной воды). На 1 участке вид приобретает качества мезоксерофита. На 3 участке, где проходят все основные автомагистрали, повышена запыленность и довольно высокое содержание свинца и ртути, поэтому интенсивность транспирации и другие показатели (табл. 19) самые низкие. И при высокой интенсивности транспирации ильм за 2011 г, отличающийся малым количеством осадков, на 3 участке имеет соотношение повышенного показателя свободной воды и сниженных данных по связанной воде. Дисперсность и количество устьиц по показателям средние, *Malus baccata* в природных сообществах являющаяся мезоксерофитом, в городе имеет максимальные показатели интенсивности транспирации на 1 ключевом участке в Железнодорожном районе за счет увеличения массы листа и количества устьиц. У яблони запыленность минимальная как и у ильма на 1 участке вследствие удаленности участка от автодорог. Неблагоприятные для вида условия, судя по полученным данным, на участке 3 Советского района. Минимальная интенсивность транспирации, самое низкое содержание свободной и связанной воды, максимальная запыленность, минимальная масса при относительно максимальной площади листьев. *M. baccata* хорошо адаптируется на 1 участке. На участках с высокой запыленностью, вблизи автомагистралей для использования в озеленении *M.baccata* не рекомендуется. У *Syringa vulgaris* самая высокая транспирация на 3 участке (Советский район). Увеличение массы происходит в связи с уплотнением внутренней структуры листа. *S.vulgaris* можно рекомендовать для посадок вблизи автомобильных дорог, так как она обладает ионизирующей способностью отталкивать пыль, которая при этом не влияет на физиологические процессы (приложение 1).

Заключение

Проблемы озеленения города далеко не исчерпываются выполненной работой. Проведенные нами исследования лишь свидетельствуют о наличии дальнейшей перспективы оптимального использования древесно-кустарниковых видов.

В результате исследования выявлено, что содержание свободной и связанной воды влияет на физиологические функции растительного организма, в частности на интенсивность транспирации. Прослеживается корреляция между содержанием связанной воды и интенсивностью транспирации, чем выше содержание связанной воды, тем выше интенсивность транспирации. По результатам исследования самая высокая интенсивность транспирации на первом участке (Железнодорожный район) у *U. pumila* и *M. baccata* за счет высокого содержания связанной воды. Виды адаптировались к условиям первого участка, хотя вблизи находятся ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, основные загрязнители атмосферы. Сильное загрязнение уменьшает теплоотдачу, поэтому повышенная транспирация регулирует температуру листа. На участке 1 у *U. pumila* и *M. baccata* интенсивность транспирации выше, чем на 2 и 3 участках, а самый высокий показатель у ильма. *Ulmus pumila* транспирирует активнее, чем другие 2 вида на участке 2, что свидетельствует о повышенной адаптивности данного вида за счет большого количества свободной и связанной воды в листьях. Типичный ксерофит проявляет себя в городе как мезоксерофит.

Кроме физиологических показателей результатами проведенного эксперимента доказано, что индикатором неблагоприятных условий обитания также является изменение морфометрических показателей листовой пластинки. Процессы ксерофитизации приводят к изменению анатомической структуры мезофилла листа. У типичного мезоксерофита *Malus baccata* на участке 1 при сравнительно одинаковой площади листовой

пластинки со 2 участком, лист имеет самую высокую массу. Это происходит в связи с тем, что условия 1 участка, где расположены ЛВРЗ И ТЭЦ-1 , основные поставщики атмосферных выбросов, более засушливые и располагают к образованию ксерофитных признаков. *Malus baccata* на участке3, где особые условия создают жилые постройки: затененность, большая увлажненность, защита от ветра, проявляет признаки мезоксерофита.

Syringa vulgaris является типичным мезофитом и условия 3-го участка наиболее оптимальны, так как листовые пластинки вида на данном участке имеют максимальные значения массы за счет уплотнения мезофилла листа. У вида зафиксирован максимальный показатель интенсивности транспирации

ВЫВОДЫ

1. Выявлены основные адаптивные механизмы у исследованных видов: изменение площади и массы листьев; количества устьиц и анатомической структуры листа
2. Наиболее лабильными в условиях городской среды являются *Ulmus pumila* и *Malus baccata*. Ильм, типичный ксерофит, приобретает признаки мезоморфности. У ксеромезофильного вида *Malus baccata* уменьшается максимальная площадь листа, что снижает содержание свободной и связанной воды и интенсивности транспирации.
3. Вид *Syringa vulgaris* - типичный мезофит с крупными листьями, однорядной палисадной паренхимой. Листья обладают ионизирующей способностью, что уменьшает запыленность. Сохраняются крупные листовые пластинки благодаря увеличению числа клеток рыхлой паренхимы на 3 -м участке, значит условия третьего участка соответствуют экологическим требованиям вида, у него на данном участке самая высокая интенсивность транспирации.
4. Изменение количества свободной и связанной воды в листьях, интенсивность транспирации; устойчивый водный режим с преобладанием связанной воды, важный показатель пыле-газоустойчивости вида. Это характерно у таких видов как *Malus baccata* и *Syringa vulgaris*.
5. Исследованные виды имеют разные адаптивные особенности и экологические показатели по оздоровлению городской среды, что необходимо учитывать при проведении озеленительных мероприятий.

Список литературы

1. Антипов Б. П. Устойчивость древесных растений к промышленным газам / Б. П. Антипов. – Минск: Наука и техника, 1977. – 215 с.
2. Артамонов В. И. Растение и чистота природной среды / В. И. Артамонов. – Москва, 1986. – 172 с.
3. Ассортимент газоустойчивых растений для озеленения санитарно-защитных зон промышленных предприятий. – Москва, 1973. – 75 с.
4. Атаманюк Ю. А. Озеленение санитарно-защитных зон / Ю. А. Атаманюк, Л. Л. Костюченко. – Киев :Будивельник, 1981. – 64 с.
5. Атлас Забайкалья Бурятская АССР и Читинская область. – Москва; Иркутск: ГУГК, 1967. – 176 с.
6. Афанасьева Л. В. Влияние атмосферного промышленного загрязнения на элементный химический состав *Vaccinium myrtillus*L. в Южном Прибайкалье / Л. В. Афанасьева, В. К. Кашин // Растительность Байкальского региона и сопредельных территорий: материалы всероссийской школы-конференции с участием иностранных ученых, (г. Улан-Удэ, 11-13 ноября 2013 г.). – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2013. – С. 88-91.
7. Афанасьева Л. В. Состояние сосновых древостоев в условиях техногенного загрязнения в Республике Бурятия / Л. В. Афанасьева, Т. А. Михайлова, В. К. Кашин // Растительные ресурсы. – 2010. – Т. 46, вып. 2. – С. 51-61.
8. Базаров Д. Б. Четвертичные отложения и основные этапы развития рельефа Селенгинского Среднегорья / Д. Б. Базаров. – Улан-Удэ: Бурят.кн. изд-во, 1968. – 165 с.
9. Баславская Е. С. Практикум по физиологии растений / Е. С. Баславская, О. М. Трубецкова. – Москва : Московский университет, 1964.

- 10.Баханова М. В. Биоэкологические особенности перспективности сортов яблони в условиях Западного Забайкалья / М. В. Баханова. – Улан-Удэ : Изд-во Бурятского госуниверситета, 2007. – 110 с.
- 11.Бейденман И. Н. Водный режим растений на островах и берегах озера Байкала и методика его изучения / И. Н. Бейденман, В. Н. Паутова. – Москва: Наука, 1969. – 378 с.
- 12.Белоголовов В. Ф. Геохимический атлас города Улан-Удэ / В. Ф. Белоголовов. – Улан-Удэ: Бурят.кн. изд-во, 1989. – 52 с.
- 13.Березуцкий М. А. Антропогенная трансформация флоры / М. А. Березуцкий // Ботанический журнал. – 1999. – Т. 84, № 6. – С. 8-19.
- 14.Березуцкий М. А. Толерантность сосудистых растений к антропогенным местообитаниям (на примере флоры окрестностей г. Саратова) / М. А. Березуцкий // Ботанический журнал. – 1998. – Т. 83, № 9. – С. 77-83.
- 15.Большаков В. Н. Город и природа / В. Н. Большаков, Б. С. Рябинин // Человек и природа. – 1981. – № 6. – С. 21-55.
- 16.Будаев Х. Р. Леса зеленой зоны и озеленение городов и сел Бурятии / Х. Р. Будаев. – Улан-Удэ : Бурят.кн. изд-во, 1985. – 150 с.
- 17.Буинова М. Г. Анатомия листа растений Забайкалья / М. Г. Буинова, Н. К. Бадмаева, Л. К. Бардонова. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2002. – 152 с.
- 18.Бурда Р. И. Направленное формирование флоры при ее антропогенной трансформации / Р. И. Бурда // Интродукция и акклиматизация растений. – Киев, 1989. – С. 9-14.
- 19.Бутина Н. А. Эколого-биологические особенности *U. pumila*(L.) и *U.macrocarpa* (L.) Восточном Забайкалье / Н. А. Бутина // Экология в современном мире: взгляд научной молодежи: материалы

- Всероссийской конференции молодых ученых. – Улан-Удэ: Изд-во ГУЗ РЦМП МЗ РБ, 2007. – С. 10-11.
20. Бутина Н. А. Классификация сообществ с *Ulmus pumila* L. в Восточном Забайкалье (Красночикойский район) / Н. А. Бутина // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – Барнаул, 2007. – С. 120-125.
21. Бухарина И. Л. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: монография / И. Л. Бухарина, Т. М. Поварничина, К. Е. Ведерников. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – 216 с.
22. Быков Б. А. Экологический словарь / Б. А. Быков. – 2-е изд., доп. – Алма-Ата : Наука, 1988. – 12 с.
23. Валова Е. Э. Эколого-геохимические особенности загрязнения территории г. Улан-Удэ / Е. Э. Валова, Г. Д. Чимитдоржиева // Материалы научно-практической конференции преподавателей, сотрудников и аспирантов БГУ: тезисы докладов : в 2 ч. – Улан-Удэ : Изд-во Бурятского госуниверситета, 2001. – Ч. 1. – С. 23-26.
24. Василевич В. И. Рудеральные сообщества как особый тип растительности / В. И. Василевич, В. П. Монтекайтите // Ботанический журнал. – 1988. – Т. 73, № 12. – С. 1699-1707.
25. Василевская В. К. Формирование листа засухоустойчивых растений / В. К. Василевская. – Ашхабад: Изд-во АНТ СССР, 1954. – 182 с.
26. Васильев Б. Р. Строение листа древесных растений различных климатических зон / Б. Р. Васильев. – Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1988. – 205 с.
27. Виньковская О. П. Состав флоры города Иркутска / О. П. Виньковская // Разнообразие растительного покрова Байкальского региона: материалы международной научной конференции, (г. Улан-Удэ, 7-10 сентября 1999 г.). – Улан-Удэ, 1999. – С. 11.

- 28.Владимиров В. В. Город и ландшафт: проблемы, конструктивные задачи и решения / В. В. Владимиров, Е. М. Микулина, З. Н. Яргина. – Москва: Мысль, 1986. – 236 с.
- 29.Войтюк Е. А. Аккумуляция тяжелых металлов в почве и растениях в условиях городской среды: (на примере г. Чита): автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Е. А. Войтюк. – Улан-Удэ, 2011. – 22 с.
- 30.Воскресенская О. Л. Физиология растений: учебное пособие / О. Л. Воскресенская, Н. П. Грошева, Е. А. Скочилова. – Йошкар-Ола, 2008. – 148 с.
- 31.Гаврильева Л. Д. Антропогенное воздействие на растительность аласов Центральной Якутии / Л. Д. Гаврильева // Растительность Байкальского региона и сопредельных территорий: материалы всероссийской школы-конференции с участием иностранных ученых (г. Улан-Удэ, 11-13 ноября 2013 г.). – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2013. – С. 66-69 .
- 32.Горчаковский П. Л. Тенденции антропогенных изменений растительного покрова Земли / П. Л. Горчаков // Ботанический журнал. – 1979. – Т. 64, № 12. – С. 1697-1714.
- 33.Горшкова А. А. Значение эколого-физиологических методов в исследованиях растительного покрова / А. А. Горшкова // Нетрадиционные методы в исследованиях растительности Сибири. – Новосибирск : Наука, 1982. – С. 3-9.
- 34.Горшкова А. А. Экология флоры Забайкалья / А. А. Горшкова. – Иркутск, 1971. – 215 с.
- 35.Горышина Т. К. Растение в городе / Т. К. Горышина. – Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1991. – 149 с.

36. Горышина Т. К. Экология растений: учебное пособие / Т. К. Горышина. – Москва : Высш. школа, 1979. – 368 с..
37. Гриненко В. В. О способах регулирования водного режима растения в связи с их устойчивостью к засухе / В. В. Гриненко // Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью. – Москва: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 251-256.
38. Гриненко В. В. Состояние воды в тканях как показатель устойчивости растений / В. В. Гриненко // Физиол. уст. раст. – Москва: Изд-во АН СССР, 1960. – С. 431-435.
39. Гусев Н. А. Физиология водообмена растений / Н. А. Гусев. – Казань, 1966. – 72 с.
40. Гусев Н. А. Некоторые закономерности водного режима растений / Н. А. Гусев. – Москва, 1959. – 156 с.
41. Основы общего и регионального почвоведения: учебное пособие / А. Б. Гынинова [и др.]. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2004. – 148 с.
42. Дондуков Ц. Ц. Улан-Удэ столица Советской Бурятии: историко-краеведческий очерк / Ц. Ц. Дондуков. – Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во. 1965. – 180 с.
43. Дыскин Б. М. Использование природоохранных и средообразующих функций леса в градостроительстве / Б. М. Дыскин // Лес и его роль в охране окружающей среды : тезисы докладов всесоюзного симпозиума. – Таллин, 1976. – С. 44.
44. Евдокимова С. В. Социально-экономическое развитие г. Верхнеудинска в 17-19 в.в. / С. В. Евдокимова // Улан-Удэ в прошлом и настоящем: материалы и тезисы докладов научно-практической конференции. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 1996. – С. 33-41.

45. Ершова Э. А. Антропогенная динамика растительности юга средней Сибири / Э. А. Ершова. – Новосибирск., 1995. – 52 с.
46. Жуков А. Г. Интродукция травянистых растений декоративных растений в парке флоры и фауны «Роев ручей» (г. Красноярск) : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / А. Г. Жуков. – Красноярск, 2007. – 19 с.
47. Жуков В. М. Климат Бурятской АССР / В. М. Жуков. – Улан-Удэ : Бурят.кн. изд-во, 1960. – 187 с.
48. Зарубин Г. П., Ю. В. Новиков Гигиена города / Г. П. Зарубин, Ю. В. Новиков. – Москва: Медицина, 1986. – С. 3-6; 78-88.
49. Захарова Е. И. Эколого-биологические особенности адаптации некоторых древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* (L.) при интродукции в Нижегородском Поволжье: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Е. И. Захарова. – Нижний Новгород, 2012. – 23 с.
50. Илькун Г. М. Загрязнители атмосферы и растения / Г. М. Илькун. – Киев, 1979. – 247 с.
51. Ильминских Н. Г. Анализ городской флоры (на примере города Казани): автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Н. Г. Ильминских. – Ленинград, 1982. – 23 с.
52. Касьянова Л. Н. Водный обмен растений в экосистемах Прибайкалья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Л. Н. Касьянова. – Иркутск, 1999. – 34 с.
53. Ким Н. В. Очерки истории Улан-Удэ (17 начало 20 вв.) / Н. В. Ким. – Улан-Удэ : Бурят.кн. изд-во, 1966. – 113 с.
54. Климат Улан-Удэ / под.ред. Н. И. Сницаренко, Ц. А.Швер. – Ленинград : Гидромет, 1983. – 240 с.

55. Ковалева С. В. Эколого-биологические особенности вяза приземистого (*Ulmus pumila* L.) и яблони ягодной (*Malus baccata* (L.) Borkh.) в условиях г. Читы: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / С. В. Ковалева. – Улан-Удэ, 2009. – 20 с.
56. Котляр М. Я. Экологические особенности озеленения населенных пунктов Западного Забайкалья : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / М. Я. Котляр. – Улан-Удэ, 2009. – 23 с.
57. Крамер Пол Д. Физиология древесных растений / Пол Д. Крамер, Теодор Т. Козловский; пер. с англ. И. Г. Завадской [и др.]. – Москва, 1983. – 462 с.
58. Кулагин Ю. З. Древесные растения и промышленная среда / Ю. З. Кулагин. – Москва: Наука, 1974. – 208 с.
59. Кушниренко М. Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений / М. Д. Кушниренко, С. Н. Печерская; отв. ред. С. И. Тома; АН Респ. Молдова, Ин-т физиологии и биохимии растений. – Кишинев, 1991. – 304 с.
60. Лаврентьева И. Н. Содержание и распределение тяжелых металлов (Pb, Zn, Cu, Ni) в основных типах почв Иволгинской котловины / И. Н. Лаврентьева, В. Л. Убугунов // Геохимия ландшафтов, палеоэкология и этногенез. – Улан-Удэ, 1999.
61. Лыкшитова Л. С. Особенности взаимосвязи интенсивности транспирации кустарников (*Ulmus pumila* (L.), *Malus baccata* (L.), *Syringa vulgaris* (L.)) и концентрации свинца и ртути в почвах г. Улан-Удэ / Л. С. Лыкшитова // Структура, функционирование биосистем и экологическая безопасность: к 80-летию биолого-географического и химического факультетов Бурятского госуниверситета : материалы

- научно-практической конференции : в 2 ч. / отв. ред. Ц. З. Доржиев. – Улан-Удэ : Изд-во Бурятского госуниверситета, 2012. – Ч. 2. – С. 49-54.
62. Лыкшитова Л. С. Сравнительный анализ морфометрических параметров листьев древесных пород (*Ulmus pumila(L.)*, *Malus baccata(L.)*, *Syringa vulgaris(L.)*) в условиях г. Улан-Удэ / Л. С. Лыкшитова // Растительность Байкальского региона и сопредельных территорий: материалы всероссийской школы-конференции с участием иностранных ученых, (г. Улан-Удэ, 11-13 ноября 2013 г.). – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2013. – 109-112 с.
63. Лыкшитова Л. С. Содержание свободной и связанной воды у кустарниковых форм в Улан-Удэ (Западное Забайкалье) / Л. С. Лыкшитова // Биология будущего: традиции и новации: материалы II всероссийской с международным участием школы-конференции молодых ученых. – Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2012. – С. 78-81.
64. Лыкшитова Л. С. Физиологические адаптации кустарников к условиям г. Улан-Удэ / Л. С. Лыкшитова // Вестник Бурятского государственного университета. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2013. – Вып. 4. – С. 62-65.
65. Лыкшитова Л. С. Морфологические адаптации деревьев и кустарников к загрязнению атмосферного воздуха г. Улан-Удэ / Л. С. Лыкшитова // Вестник Бурятского государственного университета. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2014. – Вып. 4. – С. 78-83.
66. Любушкина С. Г. Общее землеведение: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. "География" / С. Г. Любушкина, К. В. Пашканг, А. В. Чернов; под ред. А. В. Чернова. – Москва: Просвещение, 2004. – 288 с.
67. Литвинова Л. И. Зеленые насаждения и охрана окружающей среды / Л. И. Литвинова, Ф. М. Левон. – Киев: Здоровья, 1986. – 64 с.

68. Мазур Л. В. Вариабельность морфометрических параметров генеративных растений *Cacalia hastate* L. в зависимости от фитоценотической приуроченности Л. В. Мазур // Структура, функционирование биосистем и экологическая безопасность: к 80-летию биолого-географического и химического факультетов Бурятского государственного университета: материалы научно-практической конференции : в 2 ч. / отв. ред. Ц. З. Доржиев. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского государственного университета, 2012. – Ч. 2. – С. 54-56 .
69. Миркин Б. М. О некоторых вопросах изучения рудеральной растительности городов / Б. М. Миркин, М. Г. Сахапов // Экология. – 1990. – № 5. – С. 18-29.
70. Михеева Д. В. Влияние промышленных выбросов алюминиевого завода на развитие проростков одуванчика лекарственного / Д. В. Михеева // Экология и проблемы защиты окружающей среды: тезисы докладов 8 Всероссийской студенческой научной конференции / Краснояр. гос. ун-т. – Красноярск, 2001. – С. 23-23.
71. Мокшина Д. Д. Система устойчивых зеленых насаждений и ее функции / Д. Д. Мокшина // Антропогенная трансформация природной среды : научные чтения памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка : материалы международной школы семинара молодых ученых. – Пермь, 2012. – 276 с.
72. Николаевский В. С. Биологические основы газоустойчивости растений / В. С. Николаевский. – Новосибирск: Наука, 1979. – 280 с.
73. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум; пер. с англ. – Москва : Мир, 1975. – 740 с.
74. Особенности изучения флоры территорий преобразованных деятельностью человека // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики: материалы 2 рабочего совещания по

- сравнительной флористики Неринга (1983). – Ленинград : Наука, 1987. – С. 234-237.
75. Плотников В. В. На перекрестках экологии / В. В. Плотников. — Москва: Мысль, 1985. – 208 с.
76. Полевой В. В. Физиология растений / В. В. Полевой. – Москва: Высшая школа, 1989. – 464 с.
77. Рубин Б. А. Проблемы физиологии в современном растениеводстве / Б. А. Рубин. – Москва: Колос, 1979. – 302 с.
78. Ручин А. Б. Урбоэкология для биологов: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 020803 "Биоэкология" и направлению 020200 "Биология" / А. Б. Ручин, В. В. Мещеряков, С. Н. Спиридонов. – Москва: Колос, 2009. – 195 с.
79. Рыбкина Г. В. К изучению механизмов регуляции внутриклеточного обмена / Г. В. Рыбкина; Академия наук СССР. – Казань, 1981. – С. 87-102.
80. Савицкая Н. Н. Методические разработки опытов по физиологии растений для летней полевой практики / Н. Н. Савицкая. – Ленинград, 1988. – 80 с.
81. Самуилов Ф. Д. О регуляции водного режима растений / Ф. Д. Самуилов // Вопросы водообмена и состояния воды в растениях / Академия наук СССР. – Казань, 1981. – С. 68-87.
82. Свалки, твердые коммунальные и промышленные отходы на территории Бурятской ССР: отчет Центральной эколого-геохимической партии по договору с Госкомэкологией за 1991 -1992 гг. – Улан-Удэ, 1992.
83. Сергейчик С. А. Растение и экология / С. А. Сергейчик. – Минск : Ураджай, 1997. – 224 с.

- 84.Сергейчик С. А. Устойчивость древесных растений в техногенной среде / С. А. Сергейчик. – Минск :Навука і ТЭХНІКА, 1994. – 279 с.
- 85.Сергиевская Л. П. Степи Бурят-Монголии / Л. П. Сергиевская // Тр. Томского гос. ун-та. – Томск, 1951. – Т. 116. – С. 217-256.
- 86.Серебряков И. Г. Жизненные формы высших растений и их изучение / И. Г. Серебряков // Полевая геоботаника. – Ленинград : Наука, 1964. – Т. 3. – С. 146-208.
- 87.Скобельцина А. В. Биоэкологические особенности адаптации древесных растений в условиях урбанизированных территорий (на примере г. Чита): автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / А. В. Скобельцина. – Улан-Удэ, 2011. – 17с.
- 88.Скобельцина А. В. Научные методы оценки городской среды с помощью древесных растений / А. В. Скобельцина // Молодая наука Забайкалья : аспирантский сборник / Забайкал. гос. гуманитар.-пед. ун.-т. – Чита, 2009. – С.237-242.
- 89.Скобельцина А. В. Анализ фракционного состава воды в листьях древесных растений в условиях города / А. В. Скобельцина, Е. Б. Присянникова // Ученые записки. Сер: Естественные науки / Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический университет им. Н. Г. Чернышевского. – Чита, 2011. – №1(36). – С.116-121.
- 90.Скобельцина А. В. Значение древесных растений в биоиндикации городской среды / А. В. Скобельцина // Ученые записки «Кузнецовские чтения». – Чита: Поиск,2010. – Вып. 2. – С. 98-101.
- 91.Смит Р.Л. Наш дом планета Земля: полемические очерки об экологии человека / Р. Л. Смит. – Москва: Мысль, 1982. – 382 с.

92. Сосудистые растения советского Дальнего Востока / отв. ред. С. С. Харкевич. – Санкт-Петербург: Наука, 1991. – Т. 5. – 390 с.
93. Сперанская Н. Ю. Состав и жизненное состояние древесных насаждений г. Барнаул: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Н. Ю. Сперанская. – Барнаул, 2007. – 15 с.
94. Суткин А. В. Флора сосудистых растений г. Улан-Удэ: диссертация на соискание научной степени кандидата биологических наук / А. В. Суткин. - Улан-Удэ, 2002. - 134 с.: ил.
95. Сымпилова Д. П. Экологическое состояние и структура природно-территориальных комплексов пригородной зоны г. Улан-Удэ : диссертация на соискание научной степени кандидата географических наук / Д. П. Сымпилова. - Улан-Удэ, 2000. - 150 с.
96. Тарабрин В. П. Водный режим и устойчивость древесных растений к промышленным загрязнениям / В. П. Тарабрин // Газоустойчивость растений. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 18-29.
97. Терехина Т. А. Антропогенные фитосистемы / Т. А. Терехина. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2000. - 250 с.
98. Тиваненко А. В. Основные этапы Верхнеудинска первого столетия / А. В. Тиваненко // Улан-Удэ в прошлом и настоящем: материалы и тезисы докладов научно-практической конференции. - Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 1996. - С. 23-33.
99. Тимченко Н. А. Эколого-биологические особенности дендрофлоры амурской области, состав, охрана, использование в озеленении: автореферат диссертации кандидата биологических наук / Н. А. Тимченко. - Благовещенск, 2012. – 22 с.

100. Убугунов В. Л. Устойчивость почв г. Улан-Удэ к загрязнению тяжелыми металлами / В. Л. Убугунов, Д. Б. Сосорова // Вестник Бурятской ГСХА. Вып. 1. – Улан-Удэ, 2002. – С. 116-118.
101. Убугунов В. Л. Тяжелые металлы в садово-огородных почвах и растениях г. Улан-Удэ: диссертация на соискание научной степени кандидата биологических наук: 03.00.27 / В. Л. Убугунов. - Улан-Удэ, 2003. - 195 с.
102. Улан-Удэ. Генеральный план города: пояснительная записка. – Ленинград : Изд-во Ленгипрогор, 1987. - 240 с.
103. Ухваткина О. Н. Древесные растения в озеленении городов юга Дальнего Востока (биологические особенности, перспективность, интродукции): автореферат диссертации кандидата биологических наук / О. Н. Ухваткина. - Владивосток, 2008. – 22 с.
104. Хикматуллина Г. Р. Сравнение морфологических признаков листа *Betula pendula* в условиях урбаноcреды / Г. Р. Хикматуллина // Вестн. Удм. ун-та. – 2013. – Вып. 2. - С. 48-57.
105. Хикматуллина Г. Р. Сравнительный анализ морфологических параметров листьев древесных растений в условиях урбанизированной среды: автореферат диссертации кандидата биологических наук / Г. Р. Хикматуллина. – Казань, 2013. - 24 с.
106. Хмелевская И. А. Эколого-физиологические исследования древесных пород в г. Пскове / И. А. Хмелевская // Вестник Псковского государственного университета. Сер.: Естественные и физико-математические науки. - 2008. - № 6. - С. 37-57.
107. Хузина Г. Р. Влияние урбаноcреды на морфометрические показатели листа березы повислой (*Betula pendula* Roth.) / Г. Р. Хузина // Вест. Удм. ун-та. – 2010. - Вып. 3. – С. 53-57.

108. Хузина Г. Р. Изменчивость морфометрических параметров листовых пластинок березы повислой в условиях урбаноcреды / Г. Р. Хузина // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2012. – С. 210-212.
109. Хузина Г. Р. Морфометрические параметры листа липы мелколистной в оценке состояния урбаноcреды / Г. Р. Хузина // Экология России и сопредельных территорий: материалы XVI Международной экологической студенческой конференции. – Новосибирск, 2011. – С. 51.
110. Цыпилова Р. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автомобилей на улицах г. Улан-Удэ / Р. Цыпилова, Р. Нохорова // Продуктивность агрофитоценозов, экология среды и охрана лесных ресурсов глазами молодых: сборник студенческих и школьных работ научно-практической конференции к 60-летию агрономического факультета БГСХА. - Улан-Удэ: Издательство БГСХА им. В. Р. Филиппова, 2012. – 166 с.
111. Шенников А. П. Экология растений: учебник для биолого-почвенных факультетов университетов / А. П. Шенников. – Москва: Советская наука, 1950. - 376 с.
112. Шорина А. А. Флора города Заринска и его окрестностей : автореферат диссертации кандидата биологических наук / А. А. Шорина. - Барнаул, 2010. - 15 с.
113. Шункова З. Г. В помощь озеленителям городов и сел Бурятии / З. Г. Шункова. - Улан-Удэ: Бурят, кн. изд-во, 1968. - 116 с.
114. Эзау К. Анатомия семенных растений : в 2 книгах / К. Эзау. – Москва : Мир, 1986. - Кн.1. - 218 с.

115. Эзау К. Анатомия семенных растений : в 2 книгах / К. Эзау. – Москва : Мир, 1986. – Кн. 2. – 558 с.
116. Экология растений / ред. Т. К. Горышина. – Москва : Высшая школа, 1979. – 369 с.
117. Якушина Э. И. Древесные растения в озеленении Москвы / Э. И. Якушина. – Москва: Наука, 1982. - 158 с.
118. Zimmel F. 1922. Metropolis and Mental Life.
119. Bradshaw A. D. The Evolution of Metal Tolerance and its Significance for Vegetation Establishment on Metal Contaminated Sites / A. D. Bradshaw // Intern. Conference on Heavy Metals in the Environm. - Toronto (Canada), 1975. - V. 27-31. - P. 599-622.
120. Sukopp H. Development of flora and fauna in Urban areas / H. Sukopp, P. Werner // Council of Europe. - Strasborg, 1987. - P. 67.
121. Schroeder F.-G. Zur Klassifizierung der Anthropochoren / F.-G. Schroeder // – Vegetatio. - 1969. - Bd 16, Fasc. 5/6. - S. 225-238.
122. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Бурятия в 2012 году: государственный доклад [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://03.rospotrebnadzor.ru/documents/regional/gosdoklad_rb/
123. Научная библиотека диссертаций и авторефератов Dissercat [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/ekologicheskii-monitoring-zelenykh-nasazhdenii-v-krupnom-gorode-na-primere-g-moskvy>

Приложение 1

Зависимость жизненных параметров видов от условий городской среды.

Уч.	1						2						3						Контрольный участок					
вид	<i>U.pumi</i> <i>la</i>		<i>M.bac</i> <i>cata</i>		<i>S.v</i> <i>ul</i> <i>ga</i> <i>ris</i>		<i>U.p</i> <i>umil</i> <i>a</i>		<i>M.b</i> <i>acca</i> <i>ta</i>		<i>S.v</i> <i>ulg</i> <i>aris</i>		<i>U.p</i> <i>umi</i> <i>la</i>		<i>M.b</i> <i>acc</i> <i>ata</i>		<i>S.vul</i> <i>garis</i>		<i>U.p</i> <i>umi</i> <i>la</i>		<i>M.b</i> <i>acc</i> <i>ata</i>		<i>S.vul</i> <i>garis</i>	
годы	20 11	20 12	2 0	2 0	2 0	2 0	2 0	2 0	2 0	20 12	2 0	2 0	2 0	2 0	2 0	20 12	2 0	2 0	2 0	2 0	2 0	20 12		
			1 1	1 2	1 1	1 2	1 1	1 2	1 1		1 1	1 2	1 1	1 2	1 1		1 1	1 2	1 1	1 2	1 1			
Ртуть мг\кг	9,3						1,5						9,3						-					
Свинец мг\кг	5						2						15						-					
Кат.авто магистр алей	3 категория						2 категория						2 категория						-					
Удален ность участка	400 м						50 м.						100 м						-					
Кол.оса дков.мм	38,3		61,6		38,3		61,6		38,3		61,6													
t°режим	19,3		17,8		19,3		17,8		19,3		17,8													

Запыл .%	6 , 6 ± 0 , 1	2 , 2 ± 0 , 0 0 3	7 , 0 ± 0 , 0 1	2 , 1 ± 0 , 0 2	9, 6 ± 0, 3	1,85 ±0, 02	1 , 0 ± 0 , 3	0 , 4 ± 0 , 0	1 , 4 ± 0 , 0	1 , 6 ± 0 , 0	1 , 6 ± 0 , 0	9 , 6 ± 0 , 5	2, 6 ± 0, 1	1 , 3 ± 0 , 0	1 , 3 ± 0 , 0	2 , 1 ± 0 , 0	1 , 5 ± 0 , 0	2, 0 ± 0, 0	0 , 8 ± 0 , 0	1 , 8 ± 0 , 2	1 , 5 ± 0 , 1	3 , 3 ± 0 , 2	1 , 2 ± 0 , 0	2 , 6 ± 0 , 1
Уч.	1						2						3					ЭТАЛОН						
Диспе р.мг\с м ²	5 3 · 1 ± 0 , 3	6 8 , 3 ± 0 , 2	5 7 , 4 ± 0 , 1	5 8 , 1 ± 0, 2	43,8 ±0, 3	8 3 , 3 ± 0 , 2	8 0 , 8 ± 0 , 1	7 0 , 5 ± 0 , 1	5 2 , 8 ± 0 , 2	6 0 , 1 ± 0, 6	4 5, 2 ± 0, 2	6 1 , 4 ± 0 , 2	8 0 , 5 ± 0 , 2	7 0 , 7 ± 0 , 3	5 9 , 5 ± 0 , 2	6 7 , 2 ± 0 , 0	5 8, 4 ± 0, 2		1 9 6 ± 0 , 3		7 9 , 3 ± 0 , 6		7 9 , 5 ± 0 , 5	
Своб. в%	0 , 2 7 6 6	0 , 6 6 5 4	0 , 2 6 4	0, 8	0,58	0 3 3	0 6 3	0 2 8	0 5 1 2	0 3 1	0, 2	0 4 6	0 4 9	0 3 2 9	0 7 2	0 3 2	0 1 6	0 1 6	0 1 1 1 1	0 1 1 1 1	0 1 1 1 1	0 1 1 1 1	1 2	

СВЯЗ.В %	0 , 6 7	0 , 5 2	0 , 9 9	0 , 4 1 8	1, 1 5	0,48 9	0 , 7	0 , 3	0 , 5 5	0 , 3 8	0 , 7	1, 1	0 , 3 6	0 , 2 8	0 , 7 3	0 , 4 5	1 , 7 2	0 , 2 6	0 , 3 6	0 , 2 6	0 , 3 6	0 , 2 3	0 , 3 4	0 , 4 5
ИТГ\Д м²\Г	1 3 , 2 7 5 ±	4 8 , 9 1 3 ±	1 2 , 4 4 ±	1 8 , 0 4 ±	1 2 ±	17,7 4±	5 , 6 ±	1 , 1 6 ±	1 5 , 4 ±	6 , 7 ±	1 3 , 4 ±	6, 4 ±	1 8 , 4 ±	9 , 3 ±	1 6 , 0 ±	6 , 2 ±	1 2 , 8 ±	6 , 9 ±	6 , 5 ±	1 , 6 ±	1 , 3 ±	8 , 1 ±	1 , 6 ±	7 , 4 ±
Кол.у ст	522		300,4		178,4		391,5		275, 5		224,7		464		333, 5		217, 5		138		127		100	