Национальная Академия наук Кыргызской Республики
Ботанический сад им. Э. Гареева

На правах рукописи

УДК 581.176:631.1(575.2)(043.3)

Ахматов Медет Кенжебаевич

ОСОБЕННОСТИ ВОДООБМЕНА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В ЧУЙСКОЙ ДОЛИНЕ

03.02.01 – ботаника

Диссертация на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Научный консультант:
доктор биологических наук,
профессор Шпота Л.А.

Бишкек-2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ……4-9

ГЛАВА 1.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ……..……10-55

ГЛАВА 2.

ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ …….56-64

ГЛАВА 3.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ..…..……65-98

ГЛАВА 4.

ОВОДНЕННОСТЬ……..……99-130

4.1. Содержание воды в листьях……..99-118

4.2. Содержание воды в корнях……..118-130

ГЛАВА 5.

ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ, УСТОЙЧИВОСТЬ ЛИСТЬЕВ К ОБЕЗВОЖИВАНИЮ И ВОДНЫЙ ДЕФИЦИТ131-159

5.1. Водоудерживающая способность……131-141

5.2. Устойчивость листьев к обезвоживанию……142-152

5.3. Водный дефицит……152-159

ГЛАВА 6.

ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПИРАЦИИ.....160-208

ГЛАВА 7.

ДНЕВНОЙ РАСХОД ВОДЫ НА ТРАНСПИРАЦИЮ В РАСЧЕТЕ НА ЦЕЛОЕ ДРЕВЕСНОЕ РАСТЕНИЕ……209-221

ГЛАВА 8.

АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСТЬИЦ..…….....222-236

ВЫВОДЫ ……237-240

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ 241-252

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ……253-301

ПРИЛОЖЕНИЯ……...302-315

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы диссертации. В настоящее время нерациональное использование природных ресурсов, порою необдуманное хозяйствование поставили нас перед фактом прогрессирующего ухудшения окружающей среды. В связи с этим, разработка научных основ охраны окружающей среды стала одной из первоочередных задач современной биологической науки. Одним из условий улучшения окружающей среды является озеленение и защитное лесоразведение. Зеленые насаждения обогащают воздух кислородом, поглощают углекислый газ, улучшают микроклимат, очищают воздух от пыли и вредных газов, играют важную защитную и водорегулирующую роль, одним словом являются «биологическим фильтром», «зелеными легкими», способствующими созданию благоприятных условий для жизни, работы, отдыха людей.

В последние годы внимание многих исследований направлено на возможное влияние климатических изменений на экосистемы, что может негативно сказаться на жизнедеятельности растений. Засухоустойчивость растений рассматривается в качестве одного из важнейших эколого-биологических свойств, составляющих адаптационную характеристику вида. В последнее время жители и государственные органы все больше обеспокоены ухудшением экологии г.Бишкек. В связи с сухостью и аридностью климата Кыргызстана изучение вопросов водообмена древесных растений приобретают особую актуальность в подборе ассортимента для озеленения г.Бишкек.

Одной из причин гибели и повреждаемости искусственных насаждений следует считать недостаточную обоснованность используемого ассортимента видов древесных растений и слабую изученность их биологических свойств и, прежде всего, характера адаптации на разных этапах роста и развития к новым условиям произрастания. Для создания долговечных зеленых насаждений большое значение имеет интродукция и акклиматизация древесных растений, отличающихся устойчивостью к почвенно-климатическим условиям конкретного региона.

Интродукция и акклиматизация растений является сложной комплексной научной проблемой, в которой имеются и эколого-физиологические аспекты. Существенным фактором при интродукции растений является обеспеченность их водой. Недостаток влаги приводит к нарушению многих метаболических процессов в растениях. На основе эколого-физиологических исследований важно выявить наиболее приспособленные и засухоустойчивые виды древесных растений с широкими адаптационными возможностями. Для этого необходимо изучение особенностей водообмена интродуцентов, с целью продвижения их в городские условия и использования в озеленении.

Характерным для большинства работ по водному режиму является то, что они проведены на растениях, произрастающих в природных условиях. Однако не менее важным является проведение исследований водообмена интродуцированных растений. В работах, посвященных этой проблеме, изучались только отдельные показатели водообмена растений, в том числе в условиях Ботанического сада им.Э.Гареева [Ткаченко В.И., 1972;Криворучко В.П., Гареев Э.З., 1974; Солдатов И.В., 1975; Воробьева М.Г., 1980; Аширов Д.Ш., 1983; Водяновой С.Р., 1985; Криворучко В.П., 1998]. Исследованию же особенностей водообмена интродуцированных древесных растений с изучением основных его параметров не уделялось должного внимания. В связи с этим, проведение исследований особенностей водообмена древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине является весьма актуальным.

Выявление перспективных интродуцированных древесных растений для внедрения в озеленение представляет большой научно-практический интерес.

Связь темы диссертации с крупными научными программами (проектами) и основными научно-исследовательскими работами. Работа выполнялась в соответствии с проблемой 2.33.2 «Интродукция и акклиматизация растений в Кыргызстане» (№ гос. регистрации 0000620) и планом научно - исследовательских работ лаборатории физиологии растений Ботанического сада НАН им. Э.Гареева.

Цель и задачи исследования. В работе преследовалась цель – проведение эколого-физиологических исследований особенностей водообмена древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине и использование этих данных для научно обоснованного отбора наиболее перспективных из них для использования в озеленении.

Задачи исследования:

1. Изучить основные показатели водообмена и выявить общие черты и различия в характере водообмена у изученных видов древесных растений (интенсивность транспирации в течение дня и вегетации, оводненность листьев и корней, водный дефицит, водоудерживающую способность и устойчивость листьев к обезвоживанию в течение вегетации).

2. Определить показатели водообмена для диагностики устойчивости и приспособленности интродуцированных древесных растений к засухе.

3. Рассчитать дневной расход воды на транспирацию целым растением.

4. Дать анатомо-морфологическую характеристику устьиц древесных растений.

5. Разработать новую методику использования полевых транспирометров, усовершенствовать их конструкцию и модифицировать способы определения площади отдельных листьев и их суммарную поверхность.

6. Отобрать наиболее перспективные виды древесных растений для озеленения населенных пунктов Чуйской долины, с учетом их засухоустойчивости.

Научная новизна работы. Впервые в условиях Чуйской долины проведены эколого-физиологические исследования по изучению особенностей водообмена 33 видов интродуцированных древесных растений. Обобщены и представлены результаты по сравнительной характеристике важнейших показателей водообмена древесных растений, произрастающих в условиях культуры.

Сравнения показателей водообмена различных видов растений затруднены тем, что они возможны лишь в случае, если растения исследуются в

одних и тех же условиях местообитания одновременно. Проведение исследований особенностей водообмена древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине стали возможны, так как 33 вида древесных растений произрастают в одинаковых природно-климатических условиях.

Модифицирована конструкция полевых транспирометров и методика их использования на большом количестве объектов. Усовершенствована методика определения площади листьев и общей листовой поверхности. Рассчитаны дневные расходы воды на транспирацию целыми древесными растениями. Впервые дана анатомо-морфологическая характеристика устьиц древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине.

Практическая значимость полученных результатов.

Результаты исследований особенностей водообмена древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине направлены на научно обоснованный отбор их для создания долговечных и устойчивых зеленых насаждений в городских условиях. Полученные экспериментальные данные позволяют рекомендовать изученные виды интродуцированных древесных растений для посадки в местах с различной водообеспеченностью.

Основные положения, диссертации, выносимые на защиту.

1. Особенности водообмена древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине.

2. Сравнения показателей водообмена различных видов древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине стали возможны лишь потому, что растения исследовались в одних и тех же условиях местообитания одновременно.

3. В качестве показателей для диагностики устойчивости и приспособленности интродуцированных древесных растений к засухе необходимо иметь данные по водоудерживающей способности и пороговому уровню обезвоживания листьев, а также структуре подземных водообеспечивающих органов.

4. Дневной расход воды на транспирацию древесными растениями – важный показатель возможности рекомендовать их для посадки в местах с различной водообеспеченностью почвы и определения степени их влияния на микроклимат.

5. Интенсивность транспирации зависит не только от особенностей анатомо - морфологических характеристик устьиц, но в большей степени от их функционального состояния, а именно степени отверстности.

6. Научно-обоснованный отбор древесных растений для озелененяия населенных пунктов Чуйской долины, учитывающих устойчивость к засухе.

Личный вклад соискателя. Результаты исследования получены лично автором и при его непосредственном участии в ходе проведения экспериментальных работ с 1998 по 2012 г.г. Обработка и анализ собранного материала выполнены лично автором.

Апробация результатов исследований. Материалы, положенные в основу диссертации, докладывались и обсуждались на заседании лаборатории экспериментальной ботаники и Ученом совете Ботанического сада им. Э.Гареева НАН КР, Ученом совете Института биологии НАН КР, а также республиканских и международных конференциях и симпозиумах: “International Meeting of Yong Scientists in Horticulture” (Lednice, 1999), 9-thInternational Conference of Horticulture (Lednice, 2001), “Горный Кыргызстан и экология” (Бишкек, 2002), “Ботанические исследования в Кыргызстане” (Бишкек, 2002), “Экологическая безопасность горной страны и новые информационные технологии в образовании” (Бишкек, 2002), «Відновлення порушених природних екосистем» (Донецък, 2002), «Сохранение и устойчивое использование растительных ресурсов» (Бишкек, 2003), «Регуляция роста, развития и продуктивности растений» (Минск, 2003), «Промислова ботаника: стан та перспективи розвитку» (Донецк, 2003), «Жизнь в гармонии: ботанические сады и общество» (Тверь, 2004), “4th Biological Days” (Nitra.Slovakia, 2005), «Наука XXI века: проблемы и перспективы» (Уфа, 2016), «Развитие науки в XXI веке» (Харьков, 2016).

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. По материалам диссертационной работы опубликовано 35 статей в материалах конференций, сборниках и рецензируемых журналах Кыргызстана, Казахстана, Украины, России и Чехии.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 251 странице машинописного текста, состоит из введения, восьми глав, выводов, практических рекомендаций, а также списка использованной литературы и приложения. Список использованной литературы включает 432 автора, в том числе 30 зарубежных. Содержит 25 рисунков и 49 таблиц.

ГЛАВА 1.
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Установлено, что важнейшие жизненные процессы в клетках протекают при определенном содержании воды. Сильное снижение ее количества в клетках приводит к нарушению физиологических процессов и в конечном счете – к повреждению растений [Алексеев, 1948; Алексеев, Гусев, 1957; Сисакян, 1940].

Достаточная оводненность тканей является условием нормального протекания физиологических процессов и одним из основных факторов, определяющим рост и развитие растений. Изменение содержания воды на 20 - 25 % от максимального может привести к приостановке большинства ростовых процессов [Слейчер, 1970].

Содержание воды в растительных тканях представляет собой исключительно изменчивую и динамичную величину. Оно сильно различается у разных видов, в различных частях растений, претерпевая сезонные и суточные изменения в одних и тех же тканях. Изменения обуславливаются возрастом ткани, доступностью почвенной влаги и соотношением поглощения воды и транспирации [Полевой, 1989].

Устойчивым к засухе сортам абрикосов при действии водного стресса свойственна более высокая оводненность листьев, повышенная их водоудерживающая способность и низкие значения водного дефицита в сравнении с растениями незасухоустойчивых сортов [Курманова, 1985].

По результатам исследований М.Д. Кушниренко [1967], у растений в начале вегетации оводненность тканей листьев наибольшая – от 60 до 90 %, а в конце августа, по мере старения листьев, этот показатель снижается на 15-30 %.

Успешное произрастание деревьев зависит от передвижения воды, минеральных веществ от корней к побегам и от передвижения углеводов от побегов к корням. Показатели водного режима дерева связаны с процессами роста дерева и насаждений и могут быть использованы для экспресс-

диагностики устойчивости древостоев к экстремальным условиям среды. Корневые системы древесных многолетних растений состоят из корней, находящихся на всех стадиях развития. Поглощение воды происходит по градиентам водного потенциала от среды обитания корней до ксилемы. Растения извлекают воду из почвы до тех пор, пока сосущая сила корешков может конкурировать с сосущей силой почвы. Поглощение воды происходит тем интенсивнее, чем больше всасывающая поверхность корневой системы и чем легче корни и почвенная влага приходят в соприкосновение друг с другом [Чернышенко, 1998].

Различные виды деревьев и кустарников существенно отличаются по степени повреждения кроны экстремально высокими температурами и засухой. Наиболее устойчивыми к данным факторам оказались хвойные деревья: ель канадская и колючая, псевдотсуга Мензиса, сосна обыкновенная. Среди лиственных деревьев и кустарников к этой категории относятся тополь итальянский и ива белая. Слабо повреждаются: карагана древовидная, робиния лжеакация, сирень обыкновенная, облепиха обыкновенная. Средний уровень патологий имели: вяз мелколистный, клен ясенелистный, ясень пенсильванский. Сильно пострадали от жары и засухи: ива серая (пепельная), вяз обыкновенный, каштан конский; очень сильно: тополь бальзамический, береза повислая, клен остролистный и татарский. Дуб черешчатый довольно устойчив к экстремальным погодным условиям в лесных насаждениях, а в антропогенных местообитаниях этот вид оказался более уязвимым. В целом городские условия усиливают действие жары и засухи на древесные растения. В зеленом строительстве рекомендуется использовать следующие виды: ель канадскую и колючую, псевдотсугу Мензиса, сосну обыкновенную, тополь итальянский, иву белую, робинию лжеакацию, сирень обыкновенную, облепиху обыкновенную [Овчаренко, Кузьмичев, 2011].

Действие экстремальных высоких температур влечет за собой целый ряд опасностей для растений: сильное обезвоживание и иссушение, ожоги, разрушение хлорофилла, необратимые расстройства дыхания, изменение

скорости биохимических реакций и других физиологических процессов, наконец, тепловую денатурацию белков, коагуляцию цитоплазмы и гибель [Горышина, 1979]. П. А. Генкель [1967], Г. В. Еремин, И. К. Кошелев [1971] утверждают то, что жароустойчивость растений формируется и полностью проявляется в ходе адаптации их к высокой температуре.

В процессе эволюционного развития у растений в засушливых условиях выработались определенные адаптации к недостатку влаги. Механизмы этих адаптаций различны и связаны со снижением температуры листовой пластинки за счет транспирации, с запасанием воды и ее экономным расходованием в засушливый период, наличием толстой кутикулы и т.д. Наряду с этим засухоустойчивость растений в целом определяется особенностями их корневых систем и наземных органов. По мнению Г. Н. Еремеева [1939], между устойчивостью листьев и корней к засухе наблюдается обратная зависимость, то есть чем меньше листья приспособлены переносить завядание, тем более устойчива корневая система растения и наоборот.

Значение воды непосредственно не расходующейся в биохимических превращениях, прежде всего, заключается в том, что именно она в силу своих уникальных физико-химических свойств составляет ту внутреннюю среду, в которой только и разыгрываются все жизненные процессы. Только в водной среде возможно возникновение и поддерживание специфических для биологии протоплазматических структурных образований, их функционирование, причем сама вода является неотъемлемым компонентом этих структур [Алексеев, 1969; Курсанов, 1974; Nobel, 1983; Аксенов, 1985; Рубин, 1987].

Б.Н.Жолкевич с соавторами [1989] говоря о значении воды в жизнедеятельности растений, отмечают, что вода является: 1) специфической внутренней средой, в которой только и могут активно протекать процессы жизнедеятельности; 2) связующим транспортным звеном между различными клетками, тканями, органами, осуществляющим между ними взаимообмен и обеспечивающим общую взаимосвязь физиологических процессов в растении, поддержание гомеостаза и функционирование растения как единого целого; 3)

неотъемлемым компонентом протоплазматических структур; 4) непременным участником ряда биохимических реакций (в том числе фотосинтеза); 5) фактором, создающим, гидростатическое давление, от которого зависит характерная форма растительных клеток, тканей, органов и растения в целом; 6) фактором, препятствующим перегреву растения и стабилизирующим его температуру за счет транспирации.

Для функционирования растений важны не только их общая оводнённость, но и, состояние в котором находится содержащаяся в них вода. Состояние воды характеризуется ее термодинамическими, структурными и физико-химическими параметрами. Из термодинамических показателей физиологами широко используются понятия водного потенциала [Ouertli, 1969; Weatherley, 1970; Spanner, 1973; Zimmermann, Steudle, 1978], свободная энергия Гиббса, энтропия, энтальпия [Bolt, Frissel,1960; Бреслер, 1963; Воронин, 1966; Сырников, 1966; Эдлефсон, Андерсон, 1966; Ригель, 1967; Крестов, 1973].

Выявление особенностей водного режима является важным звеном в прогнозировании произрастания интродуцентов в новых экологических условиях [Седов, Огольцова, 1999].

До недавнего времени считалось, что в клетке существуют различные по своей подвижности и другим параметрам водные фракции – «свободная» и «связанная». Физиологи уделяли большое внимание их содержанию в растениях, определяя его главным образом с помощью водоотнимающих средств [Гусев, 1960; Маринчик,1957; Шпота, 1992].

Значение воды обусловлено ее физиологической ролью. Достаточное водообеспечение так же необходимо для успешного произрастания растений, как фотосинтез и другие биохимические процессы, участвующие в синтезе питательных веществ и их преобразовании в новые ткани. Важное значение в водном режиме растений имеет поддержание достаточно высокого содержания воды и тургора, чтобы было возможным нормальное функционирование физиологических и биохимических процессов, связанных с процессами роста. Сильное снижение количества воды в клетках приводит к нарушению

физиологических процессов и в конечном итоге к повреждению растений. Эти процессы осуществляются под контролем скорости поглощения и потери воды [Крамер, Козловский, 1983].

Во-первых, в физиолого-биохимических исследованиях стали использоваться физические методы – ядерный магнитный резонанс (ЯМР), диэлектрическая и инфракрасная спектроскопия. Данные, полученные этими методами, были истолкованы первоначально не в пользу существования в растении связанной воды [Жолкевич,1989].

Во-вторых, оказалось, что на состояние воды также влияет водопроницаемость пограничных мембран [Каримова, Шишманцева, Чернышева, 1982]. Вследствие этого, в вопросе о фракционном составе воды создалось неопределенное положение. По нашему мнению, правильнее было бы говорить не о «связанной», а об «удерживаемой» воде.

Вода в почве и воздухе имеет огромное значение в жизни растений, уровень которой определяет возможность существования растений. Вода участвует в процессе фотосинтеза как необходимое химическое соединение, дающее водород для восстановления CO^2, растворитель питательных элементов, сохраняет форму растения, регулирует движение устьиц, является компонентом цитоплазмы клетки, где протекают все жизненные процессы [Смашевский, 2014].

Активная жизнедеятельность растений возможна только при высокой оводненности их тканей, поэтому водный режим является одним из важнейших звеньев в цепи процессов, которые играют существенную роль в жизни растений, и представляет собой одну из центральных проблем экологической физиологии растений. Имеются работы в данной области, посвященных изучению водного обмена деревьев, произрастающих в различных экологических условиях [Гусев, 1966; Самуилов, 1972; Новицкая, 1984; Карасев, 1998; Демаков, 2002; Сенькина, 2002].

Растительные организмы в природных условиях очень часто подвергаются воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Способность растений сопротивляться экстремальным условиям произрастания, приспосабливаться к ним и сохранять при этом свой жизненный потенциал – одно из определяющих условий существования растений и зависит от возможности реализовать приспособительные механизмы, т.е. адаптироваться к разнообразным стрессовым воздействиям [Храмченкова, 2016].

При изучении засухоустойчивости растений во многих работах [Генкель, 1946, 1949; Володин, 1951; Гусев, 1959; Свешникова, 1962; Генкель, Абдиева, 1971; Ахматов, 1976; Альтергот, 1981; Генкель, 1982] большое внимание уделялось ксерофитизации. Некоторыми ксерофитизация оценивается двояко: как способность растений переносить длительное и глубокое обезвоживание [Максимов, 1958] и как способность экономно расходовать воду при усиленной подаче ее корневыми системами [Григорьев, 1955, 1977]. Первая оценка основана на признании пассивной адаптации к засухе, вторая - весьма активной [Агаханянц, 1981].

П.А.Генкель [1946, 1956] дает более точное определение засухоустойчивости, как способности растений переносить обезвоживание и перегрев. В более поздней работе [1982] он определяет засухоустойчивость как результат возникновения адаптивных перестроек у организмов в процессах онтогенеза и филогенеза.

Одним из наиболее губительных абиотических факторов, действующих на растения, является недостаток влаги. Засухоустойчивость – это свойство растений переносить перегрев и обезвоживание, а также в ходе онтогенеза приспосабливаться к действию засухи; осуществлять в данных условиях нормальный рост, развитие и воспроизведение благодаря наличию ряда свойств, возникающих в процессе эволюционного развития под влиянием условий существования. Способность растений приспосабливаться к условиям окружающей среды является результатом изменчивости, наследственности или отбора. Жаростойкость, засухоустойчивость сформировались в ходе эволюции в результате действия высоких температур, засухи [Генкель, 1960].

По мнению П.Д. Крамера и Т.Т. Козловского [1983], термин «засухоустойчивость недостаточно полно отражает суть явления, и лучше было бы пользоваться термином « засуховыносливость».

В. Лархер [1978] определяет засухоустойчивость как способность растений переживать засушливые периоды.

По J. Lewitt [1985] засухоустойчивость достигается тремя путями: избегания засухи, избегания обезвоживания, выносливости к обезвоживанию.

A. Pisek [1956] полагает, что в способности растений переживать засуху особое значение принадлежит их выносливости, которая показывает, как долго (часы, дни) растения того или иного вида могут оставаться неповрежденными после закрытия устьиц и без поступления воды.

Оценка засухоустойчивости растений основана на сочетании наблюдений за состоянием растений с изучением изменений в водном обмене, а так же жаростойкости во время вегетации, особенно вовремя засухи, а так же в течение суток [Кулагин, 2003].

В статье Е.А.Арестовой, Н.Б.Маренькковой [2012] рассмотрены особенности адаптации трех видов родового комплекса *Armeniaca* Mill. (A. *mandshurika, A. sibirica, A. vulgaris*) в условиях Саратовского Поволжья. Изучена засухоустойчивость растений по показателям водного режима: содержанию общей воды, дефициту воды, водоудерживающей способности. Экспериментальные данные показали, что представители рода *Armeniaca* Mill. засухоустойчивы.

В условиях засушливого климата без дополнительного орошения может произрастать только тот вид растений, который обладает значительным запасом адаптивного потенциала и уровнем экологической толерантности к стрессовым факторам среды [Семенютина, 2005].

Многочисленными исследованиями установлено, что в условиях достаточного водоснабжения интенсивность транспирации находится в прямой зависимости от солнечной радиации и температуры воздуха и в обратной – от влажности атмосферы. В засушливых условиях такой зависимости обычно не

наблюдается [Иванов и др., 1952; Гулидова, 1955; Романова, 1955; Хлебникова, Маркова, 1955].

Выполненные П.Д.Крамером, Т.Т.Козловским [1983] многочисленные измерения интенсивности транспирации деревьев и кустарников различных видов и разного возраста при разнообразных условиях показали, что в целом пределы изменений интенсивности транспирации древесных и травянистых растений сходны. Существуют большие различия этого показателя у отдельных особей и у листьев разного возраста и расположения на одном и том же растении. Несмотря на то, что в стволах деревьев запасается много воды, ее масса незначительна по сравнению с транспирационными потерями древесных растений.

Наблюдения за водным режимом характерных ксерофитов и мезофитов горного Таджикистана были проведены М.И.Матвеевым [1948, 1953]. Им определялись интенсивность транспирации, общая оводненность, сосущая сила листьев и движение устьиц у миндаля бухарского и ореха грецкого. Делаются выводы об экологической цлесообразности диапазона изменчивости изученных показателей. Подчеркивается, что исследованные им показатели еще не достьаточны для установления общей устойчивости и приспособленности растений к засухе.

Причины повреждения и выживания многих древесных пород в условиях континентального Апшерона изучены Б.З.Гусейновым [1952]. Им были определены: строение корневой системы, анатомические показатели листьев, содержание общей, свободной и связанной воды, водоудерживающая способность, осмотическое давление, концентрация клеточного сока, проницаемость и вязкость протоплазмы, а также жароустойчивость листьев в зависимости от влажности почвы. На основании физиологических функций опытные растения выделены в группы по типу приспособительных реакций.

Исследования водообмена древесных растений для выяснения путей приспособления к засухе проведены Ю.Л.Цельникер [1956, 1958, 1960]. По характеру водообмена древесные виды растений делятся ею на две группы.

Первая группа с устойчивым водным режимом и низкой транспирацией (дуб черешчатый), вторая – неустойчивая с высокой транспирацией в период достаточного усыхания почвы и резкими колебаниями водообмена (ясень пушистый).

Уровень и динамика основных показателей водного режима у различных видов и форм бересклета изучены Р.Ш.Хакимовой [2007]. Так, по максимальным величинам интенсивности транспирации и содержанию воды в листьях, динамизму и изменчивости параметров водообмена б. японский, садовые формы и б. Бунге характеризуются умеренно-лабильным, а б. европейский - умеренно стабильным типом водного режима. Интенсивность транспирации у бересклетов характеризуется одновершинным характером. Наибольшее количество воды в листьях отмечается в начале лета, а наименьшее - в конце лета. Максимальные величины реального водного дефицита наблюдаются в середине лета (июнь) и варьируют в пределах 3,2-19,5%. Совокупность функциональных и структурных особенностей растений бересклета позволяет определить их экологическую принадлежность, на основании которой построен экологический ряд: б. японский и его садовые формы - мезофиты (широкий диапазон показателей водного режима), б. европейский - ксеромезофит, б. Бунге - мезоксерофит (диапазон изменчивости показателей водного режима невелик).

Исследования проведенные Е.О.Осиповой [2009] показали, что наибольшая оводненность была характерна для листьев кленов ясенелистного и завитого, а наименьшая – для листьев кленов татарского, остролистного, гиннала и голого. При этом для кленов ясенелистного и завитого характерна также большая водоудерживающая способность тканей листа. У кленов татарского и остролистного (местные) водоудерживающая способность листьев по сравнению с показателем общей оводненности тканей была высокой, в отличие от кленов голого и гиннала (интродуцентов). Это может свидетельствовать о том, что именно водоудерживающая способность обеспечивает стабильность водного режима растения и способность переносить

довольно часто наблюдаемые в наших условиях засушливые периоды и высокие летние температуры. Среди модельных насаждений показатели наибольшей водоудерживающей способности листьев имели деревья из ботанического сада и парковых массивов, которые достаточно велики и по условиям наиболее приближены к естественным, что способствуют формированию благоприятных микроклиматических условий.

Влажность тканей значительно изменяется в течение года, а величина содержания общей воды используется как интегральный показатель эколого – физиологических особенностей водного режима растений. Содержание и состояние воды в клетках и тканях влияют на устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды и, в конечном счете, на рост и продуктивность. Содержание воды в растениях зависит от их видовых особенностей, возраста, условий водообеспеченности, минерального питания, а также от других факторов и претерпевает сезонные и суточные изменения. Повышение степени упорядоченности воды ведет к уменьшению водоотдачи и способствует сохранению выровненного водного баланса растений при действии неблагоприятных факторов [Тарабрин, 1980; Емельянов, Анкуд, 1992].

О.А.Мушинской [2007] изучены показатели водного режима видов рода *Populus L.* в условиях степной зоны Южного Урала. Полученные данные согласуются с особенностями их анатомического строения. Более ксероморфные признаки имеют листя тополя бальзамического.

Полученные данные по водному режиму и коллоидно-осмотическим свойствам протоплазмы позволили М.А.Цембелеву [2006] разделить интродуцированные виды каркасов по степени засухоустойчивости на две группы. В первую группу объединены виды, перспективные для лесомелиорации. Они имеют низкий водный дефицит (не более 20 %) и относительный выход электролитов (1,41 - 1,69) в условиях Нижнего Поволжья, отличаются лучшим развитием и регуляцией водного обмена. К этой группе относятся каркасы - западный, сетчатый, толстолистный.

Водоудерживающая способность листьев характеризует состояние плазменных коллоидов клетки. Чем выше эта способность у растения, тем выше и его устойчивость к неблагоприятным условиям среды [Третьяков, Карнаухова, Паничкин, 1990].

Известно, что сохранение жизнедеятельности растений зависит от водоудерживающей способности клеток, которая определяется термодинамическим состоянием воды (водным потенциалом) [Гусев, Киваева, 1978]. Водоудерживающая способность представляет собой интегральный физиологический показатель водного обмена растительных клеток, который зависит от многих механизмов, формирующихся с участием различных клеточных структур [Хохлова, Олиневич, Панкратова, 1997].

Одним из факторов устойчивости растений к неблагоприятным условиям является способность переносить высокие летние температуры и дефицит влаги, что во многом связано с физиологическими особенностями листьев, в частности, способностью листьев удерживать влагу [Кушниренко, 1967].

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 можно считать универсально защитной реакцией растительного организма. Чем выше водоудерживающая способность растений, тем оно устойчивее к неблагоприятным условиям внешней среды.

Растения считают устойчивыми, если за 30 мин. они теряют не более 4-5% воды от своей массы [Баславская, Трубецкова, 1964].

Анализ водоудерживающей способности древесно-кустарниковых растениий различных экологических групп, проведенный Ишмуратовой М.Ю. и др. [2013] показал, что в весенний и летний период показатели у части растений оказались минимальными, тогда как в середине и конце летнего периода – выше.

Способность листьев удерживать влагу может изменяться в течение вегетации, а также зависит от онтогенетического состояния растений [Грошева, 2006; Османова, Федорова, 2006].

Если листья растений через 60 минут после срезания и нахождения в соответствующих условиях теряют не более 4-5% воды, считается, что они обладают высокой водоудерживающей способностью. Устойчивые виды отличаются повышенным содержанием трудно извлекаемой воды, повышают водоудерживающую способность листьев на 6-22% по сравнению с контролем и имеют низкую величину водного дефицита [Лихолат, Мыцик, 1996; Николаевский, 2002; Неверова, Колмогорова, 2003].

К.А.Ахматовым [1976] проводились наблюдения за водоудерживающей способностью различных по возрасту листьев древесных растений, где было показано, что молодые листья медленнее расходовали воду, чем старые и к августу замечено общее снижение водоудерживающей способности растений. Некоторые авторы при изучении водоудерживающей способности растений отмечают, что к концу вегетации возрастает потеря воды, т.е. водоудерживающая способность снижается. Ю.А.Терешин [1968] изучая особенности водного режима сосны в различных типах леса Ильменского заповедника, выявил, что с возрастом в хвое сосны снижается водоудерживающая способность. Исследования водоудерживающей способности спирей в условиях Чуйской долины выявили, что к концу вегетации наблюдается неуклонное возрастание потерь воды [Аширов, 1983]. Э.О.Измайлова [2003] считает, что снижение водоудерживающей способности к концу сезона вегетации связано в основном со старением листьев и в результате этого потерей способности сопротивления к обезвоживанию. К.Т.Тургунбаев [2000] проведя исследования биологических особенностей яблони в предгорных условиях юга Кыргызстана, отмечает, что со временем в летний период, с изменением возраста листьев и повышением напряжения метеорологических факторов водоудерживающая способность листьев у всех сортов уменьшалась. А.В.Курманова [1998] изучая водный обмен растений

абрикоса, указывает на то, что сорту Букурия свойственна высокая способность сохранять воду в начале вегетации, однако, к концу вегетационного периода водоудерживающая способность значительно снижается. М.Г.Воробьева [1980] на основании исследований в Ботаническом саду АН Киргизской ССР культуры липы делает вывод о том, что в течение лета у всех видов липы наблюдается повышение водоотдачи к концу вегетации. По данным Э.Турдукулова [1998] во второй половине вегетации водоудерживающая способность растений полупустынных сообществ значительно повышается, что объясняется не столько влиянием засухи и высокой температуры, сколько старением листьев и в результате этого потери способности их к обезвоживанию. С.Р.Водянова [1989] отмечает, что водоудерживающая способность хвои хвойных растений в течение вегетации повышается. По мнению И.П.Хаустовича и Г.Н.Пугачева [2012] необходимо оптимизировать водный режим растений путем подбора сортов яблонь с высокой водоудерживающей способностью однолетних приростов и листьев.

Результаты исследований А.С. Болотовой, К.Т. Шалпыкова [2016] показали, что водоудерживающая способность листьев интродуцированных сортов сладкого миндаля в течение вегетационного периода изменяется довольно в широких пределах с резкими колебаниями как в течение дня, так и всего сезона вегетации. Причина в том, что такие явления происходят из-за активных физиологических процессов и биохимических превращений в листьях исследуемых сортов. По их наблюдениям процесс потери влаги пяти сортов сладкого миндаля в годы исследований были постепенными, иногда наблюдались некоторые скачкообразные изменения. Потеря влаги в начале 20–40 минут была наибольшая, почти одинаковая у всех сортов, но затем с увеличением времени обезвоживания отметили, что все сортовые деревья сравнительно равномерно теряют воду в течение первых 80 минут. Разница в потере воды у разных сортов редко превышает 2 %. В некоторых случаях при минимальной относительности влажности, при максимальном действии солнечных лучей, с максимальной температурой почвы в корнеобитаемом слое

потери эти максимальные (6–7 %). Также установлено, что водоудерживающая способность листьев интродуцированных сортов сладкого миндаля в богарных условиях Южного Кыргызстана как в течение дня, так и всего сезона вегетации имеют широкие пределы колебания. В целом почвенно-климатические условия исследуемого района благоприятны для возделывания изученных сортов сладкого миндаля.

Среди изученных Ю.И.Молотковским [1984] более чем 60 исследованных растений различных флоро-ценотипов имеются группы видов с относительно пассивным водным обменом (например, суккулентные и полусуккулентные растения солончаков), группы видов со слабо выраженной способностью регулировать интенсивность расхода воды (в основном водные, околоводные и луговые растения) и, наконец, группа видов, характеризующихся активной перестройкой водного режима при наступлении неблагоприятной обстановки (растения джангалов, шибляка и некоторых других флороценотилов). Наиболее высокие показатели ИТ присущи растениям тугаев, галофитона, шибляка;эдификаторы лесов среднегорной и высокогорной полосы (белолесья, широколиственных лесов, арчовника) отличаются значительно меньшими величинами скорости расхода воды. Исследования по содержанию воды в листьях показали, что растения лесных и кустарниковых флороценотилов в зависимости от видовых особенностей содержат как довольно значительное количество воды (75-90%), так и относительно низкое (55-47%). По размерам амплитуды сезонных колебаний оводненности листьев, свидетельствующим о степени подвижности водного режима, растения самых влажных и крайне сухих местообитаний различаются достаточно четко.

Водный режим растения включает в себя потерю воды в процессе транспирации, поглощение воды, подъем ксилемного сока и внутренний водный баланс дерева. В теплые солнечные дни транспирация часто превышает поглощение, вызывая водный дефицит, потерю тургора и конкуренцию за воду между различными частями дерева. Происходящее в результате этого перераспределение воды обусловливается водным потенциалом клеток и

тканей. Растения выживают в районах с недостаточным количеством осадков благодоря тому, что избегают засуху, така как обладают морфологическими или физиологическими особенностями, дающими им возможность не подвергаться обезвоживанию, или удлинять этот срок, или потому, что они могут выносить высыхание [Крамер, Козловский, 1983].

На основании экспериментальных лабораторных исследований [Ищук, 2016] установлен водный режим листьев видов рода *Salix*. Определено содержание общей воды, водный дефицит к увяданию после водонасыщения, водоудерживающая способность листьев в течение суток и относительная тургоресцентность листьев и их водопоглощающая способность после увядания. В результате заложенного эксперимента установлено, что все виды ив интенсивно теряют влагу в течение суток. Однако одни виды теряют больше воды в первые часы суток, а другие – по их окончанию. В течение первого часа ивы теряли от 10,6 до 22,53 % воды. В течение следующих двух часов наиболее интенсивно теряли влагу *S. eleagnos, S. myrsinifolia, S. starkeana, S. myrtilloides, S. lapponum.* Наименьшую потерю воды в течение суток производили *S. acutifolia, S. cinerea, S. viminalis*. Высокая температура воздуха является тормозящим фактором при продвижении видов рода *Salix* на юг и юго-восток. Наибольшая потеря воды характерна для *S. yrsinifolia, S. myrtilloides, S. lapponum, S. eleagnos, S. starkeana.*

Показатель водоудерживающей способности клеток может служить информативным для характеристики водообмена растений в условиях техногенной среды, а, следовательно, и показателем качества среды. Широкий диапазон водоудерживающей способности листьев в различных экологических условиях, может свидетельствовать о высокой экологической пластичности вида, о его адаптационных возможностях [Бухарина, Поварницина, Ведерников, 2007].

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 осматически

неактивную, связанную форму (Кайбияйнен, 1984; Николаевский, 1998; Поварницина, 2007). Поэтому водоудерживающая способность также может выступать критерием устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды.

В формировании общей устойчивости и приспособленности растений к засухе важную роль играет устойчивость протоплазмы к обезвоживанию. Ряд исследователей [Еремеев, 1948; Генкель, 1971; Ахматов, 1976; Бобровская, 1985; Смирнов, 1989; Кузнецов и др., 1997] возможность произрастания растений в засушливых условиях оценивали по степени устойчивости клеток и органов к обезвоживанию.

Широко распространенным способом определения устойчивости растений к обезвоживанию является установление пороговой влажности листьев и других органов в условиях летней и зимней засухи. П.А.Генкель [1965] для культурных растений предложил эксикаторный метод, согласно которому способность растений выносить обезвоживание определяется по степени плазмолиза клеток опытных высечек из листьев после выдерживания их в эксикаторе.

Устойчивость растений к обезвоживанию, по данным Г. В. Еремина, И. К. Кошелева, М. Д. Кушниренко [1971], определяется соотношением свободной и связанной воды и для любого вида растений формируется в онтогенезе на основе филогенетических особенностей под влиянием условий среды в соответствии с их адаптационными возможностями.

В листьях растений практически всегда наблюдается выраженный в той или иной степени водной дефицит. Даже у суккулентов достаточно редки случаи отсутствия водного дефицита в ассимилирующих органах. Этот показатель имеет высокое диагностическое значение для оценки состояния водообмена растений, поскольку хорошо отражает степень напряженности факторов среды. Известно, что целый ряд таких факторов способствует возникновению и развитию водного дефицита. Это низкая температура, плохая аэрация корнеобитаемого слоя, его засоление, недостаток почвенной влаги,

тяжелый гранулометрический состав почвы. Увеличение водного дефицита при усилении напряженности факторов среды может стать причиной нарушения процессов фотосинтеза из-за снижения поглощения углекислого газа, процессов роста и развития [Слейчер,1970].

Неблагоприятное влияние почвенной засухи, состоит в том, что растения испытывают длительный дефицит воды, из-за недостаточного ее поступления из почвы. Прежде всего, действие засухи сказывается на водном обмене растения. Большая потеря воды за счет интенсивной транспирации вызывает развитие в растении водного дефицита. Если водный дефицит не ликвидируется, то растение увядает. Увядание проявляется в том, что клетки теряют тургор, в результате быстро расходующие воду листья и молодые верхушки стеблей повисают, устьица закрываются, и транспирация уменьшается. В этом заключается приспособительное значение увядания. Однако остальные части растения содержат еще довольно много воды. Различают два типа увядания: временное и длительное. Способность растений переносить водный дефицит может служить определением засухоустойчивости –это способность растений в течение онтогенеза переносить засуху и осуществлять в этих условиях рост и развитие благодаря наличию ряда приспособительных свойств [Половникова, 2010].

Для поддержания водного баланса необходимо, чтобы испарение воды через листья компенсировалось ее поглощением через корни. Лишь при таком условии содержание воды остается неизменным, но в большинстве случаев расход воды превышает ее приход, так как интенсивность транспирации превосходит поглощение воды корнями. В результате в тканях растения возникает так называемый водный дефицит, отражающий водный баланс растения (Рубин, 1976).

Водный дефицит в природных условиях - величина изменчивая, зависящая от конкретных условий водоснабжения или погоды в тот или иной период, она хорошо отражает динамику условий увлажнения и отчасти соотношение между расходом и поступлением воды в растения. В жаркие и

сухие периоды реальный водный дефицит растений сильно возрастает, а после продолжительных дождей или обильных рос падает до нуля [Горышина, 1979].

Недостаток воды в листе при водном дефиците вызывает его перегрев, вследствие недостаточной транспирации, изменение коллоидных свойств цитоплазмы, повышения её вязкости, что снижает обмен веществ, следовательно, всех процессов фотосинтеза. Но и полное насыщение тканей водой так же вредно, так как происходит механическое закрывание устьиц под давление разбухших клеток мезофилла [Смашевский, 2014].

В отношении древесных растений сведения о структуре корневой системы, в связи с их устойчивостью и приспособленностью к засухе, можно встретить в работах А.И.Ахромейко [1949], В.И. Запрягаевой [1951, 1964], И.Н. Рахтеенко [1952, 1963], Б.З. Гусейнова [1952], И.Г. Карафа-Карбута [1961], А.С. Полонской [1962], H.Birand [1962], П.А. Хуршудян [1970], В.А. Колесникова [1974], И.О. Байтулина [1979,1987]. В дальнейшем мы будем ссылаться только на те работы, в которых изучалась корневая система древесных растений, являющихся объектами наших исследований или относящихся к изучаемым родам.

Сравнение анатомических параметров и водного режима растений при разных условиях водообеспечения позволяет выявить механизмы адаптации растения к засухе. Важное диагностическое значение имеет выявление анатомо-физиологических параметров засухоустойчивости, позволяет выявлять наиболее засухоустойчивые сорта и виды растений, что можно использовать в селекционной работе. Эта работа способствует сохранению урожаев в районах с засушливыми периодами вегетации растении [Кузнецова, Сорокопудов, Юшин, 2015].

Адаптивные возможности организма во многом определяет степень структурированности его тканей. Физиологические функции растительного организма тесно связаны с его морфологическими и анатомическими признаками. Водный дефицит вызывает быструю дифференцировку тканей, что

при замедлении общего роста приводит к развитию ксероморфизма [Ионова, 2019].

Устьичные щели, окаймленные замыкающими клетками, являются основным средством сообщения между наружным воздухом и внутренней атмосферой листьев. Весь газообмен и диффузия водяных паров из внутриклеточных полостей наружу происходят у вполне развитых листьев почти всецело через устьица. Согласно указаниям многих авторов устьичный аппарат очень чутко реагирует на изменение внешних факторов, в первую очередь, условий освещения и водоснабжения растений [Стоев, 1981].

Исследованиями С.С. Волощенко и др. [2009] установлены анатомические и физиологические особенности ксерофитов, как более засухоустойчивых жизненных форм. Установлено, что для ксерофитов характерны мелкоклетность тканей, увеличенное число устьиц на единице поверхности листа с уменьшением их размеров, сильное развитие сосудисто-волокнистых пучков, повышенное осмотическое давление клеточного сока, выносливость к перегреву и т. д. При закаливании засухой мезофитов анатомические изменения у них также идут в сторону повышения их ксероморфности. Анатомическая структура органа формируется не изолированно от внешней среды, она зависит от филогенеза сорта и в онтогенезе отражает в какой-то степени весь комплекс биохимических и физиологических процессов, протекавших в растении как в едином организме в период роста и формирования органа.

Исследования Н.С. Киселевой [2009] морфо - анатомических признаков и физиологических параметров листьев различных генотипов груши показали, что размеры устьиц мельче у растений недостаточного водоснабжения, чем у растений оптимального увлажнения. При этом большее их число на единицу поверхности листа объясняется укорочением фазы растяжения клеток эпидермиса при дефиците влаги. Признаки количества и величины устьиц не являются постоянными, а изменяются в зависимости от условий вегетации. Количество устьиц у исследуемых сортов груши на нижнем эпидермисе

колеблется от 200 до 520 на 1 мм^2. Большое количество устьиц в поле зрения микроскопа говорит о более ксероморфной структуре листьев.

Устьичные реакции изменяются в зависимости от возраста растений и условий внешней среды. Устьица чутко реагируют на интенсивность света, концентрацию CO_2 и водный стресс. При старении хвои устьица становятся менее чувствительными, не открываются полностью, и устьичное сопротивление может увеличиваться в несколько раз. Известно, что однолетняя хвоя отличается меньшими размерами и числом устьиц по сравнению с двух- и трехлетней [Крамер, Козловский, 1983; Молчанов, 1986].

В условиях Воронежской области Е.Г. Гнатенко и Т.Е. Горчаковой [1984] проводилось сравнительное изучение водного режима у каштана посевного и дуба черешчатого. В течение вегетационного периода изучались полуденный водный дефицит, содержание связанной, свободной и общей воды в листьях каштана и дуба черешчатого. Установлено, что полуденный водный дефицит в начале вегетационного периода у каштана посевного превышал норму и был равен 21-26%. У дуба черешчатого составил у поздней форм -17,3% и ранней 18,1%, то есть незначительно отличался от нормы. В конце вегетационного периода у исследуемых пород наблюдалось снижение полуденного водного дефицита, что связано с подготовкой растений к зиме.

Интересные исследования засухоустойчивости каркаса кавказского и клена остролистного в условиях города Махачкалы проведены З.М.Асадулаевым и З.Р.Рамазановой [2010]. Листья клена остролистного обладают более высокой водоудерживающей способностью (50 часов), нежели листья каркаса кавказского (26 часов), что указывает на более высокую засухоустойчивость клена остролистного по сравнению с каркасом кавказским. Однако у каркаса кавказского процент повреждаемости листовых пластинок после восстановления тургора составил всего 1,7%, а у клена остролистного – 32,5% (табл.), что указывает на большую способность тканей листьев каркаса кавказского переносить без вреда обезвоживание. Каркас кавказский является исключительно засухоустойчивым древесным растением благодаря

способности тканей его листьев переносить без вреда обезвоживание. В то же время этот вид обладает высокой жаростойкостью за счет непрерывного водоснабжения. Адаптивные возможности клена остролистного к условиям г. Махачкалы связаны со значительной водоудерживающей способностью листьев, но при этом повреждаемость листовых пластинок можно объяснить низкой восстановительной способностью их тканей. Сделан вывод о том, что такие критерии, как оводненность и водоудерживающая способность листьев не всегда являются в водном режиме величинами, определяющими устойчивость растений и использование водоудерживающей способности в качестве единственного критерия в определении засухоустойчивости деревьев не позволяет сделать объективные выводы по данной проблеме. Они являются лишь одними из многих величин, характеризующих засухоустойчивость растений. Необходимо применять комплексный подход с использованием различных методов и с учетом разных критериев.

Р.Х. Гиниятуллиным [2014] приведены результаты многолетних исследований водоудерживающей способности листьев березы повислой и тополя бальзамического в условиях полиметаллического загрязнения. Показано, что в этих условиях у березы повислой отмечается увеличение водоудерживающей способности по сравнению с контролем.

А.Ш. Хужахметовой и А.В. Богдановым [2012] изучены адаптационные возможности орехоплодных культур (*Corylus* L. и *Juglans* L.) в Нижнем Поволжье. Оказалось, что наиболее устойчивы к засушливым условиям виды *Juglans* (*J. cinerea, J. rupestris, J. nigra*) североамериканского происхождения, которые обладают повышенной водоудерживающей способностью. Наиболее интенсивно отдавали воду растения следующих видов: *Juglans regia, J. ailanthifolia, J. mandshurica*.

Протоплазма и вода в клетке должны находиться в динамическом равновесии. При обезвоживании оно нарушается и затем должно установиться на определенном уровне [Слейчер, 1970; Гриненко, 1971]. Поэтому в качестве определения границ адаптивной изменчивости в природных условиях может

быть использовано свойство клеток менять сопротивление к обезвоживанию, то есть их водоудерживающую способность. Одной из защитных реакций растения на обезвоживание является повышение степени упорядоченности внутриклеточной воды и усиление водоудерживающей способности. Увеличение водоудерживающей способности происходит за счет распада высокомолекулярных веществ и накопления осмотически активных соединений [Кушниренко, Печерская, 1991].

В условиях неустойчивой влагообеспеченности наиболее динамичными являются процессы водного обмена, изменения которых способствуют значительной перестройке взаимозависимых реакций метаболизма, роста и развития растений. Недостаточное водоснабжение индуцирует увеличение водоудерживающей способности тканей. Многие исследователи при изучении водного режима растений в целях определения их устойчивости и приспособленности к неблагоприятным условиям произрастания успешно применяли метод определения скорости потери воды изолированными листьями. Этот показатель в дальнейшем широко использовался в решении различных вопросов водообмена и получил название «водоудерживающей способности листьев» [Папикян, 1961; Генкель, 1971; Ахматов, 1976; Тулашвили, 1976; Курманова, 1985; Криворучко, Жапарбаев, 1985; Гусев, Белькович, 1987; Смирнов, 1989; Белькович, Гусев, 1991; Штефирцэ, 1991; Молотковский, Рахманина, 1995; Шалпыков, 1997; Турдукулов, 1998; Криворучко, 1998; Пешкова, 2000; Тургунбаев, 2000]. В исследованиях многих авторов отмечена положительная корреляция между пониженной интенсивностью потери воды изолированными листьями и устойчивостью растений к засухе.

Однако, в ряде работ, указано на несоответствие между скоростью водоотдачи листьев и устойчивостью растений, что водоудерживающая способность не может служить определяющим показателем засухоустойчивости растений. Более приспособленные виды с глубокой корневой системой по сравнению с менее приспособленными, часто имели не

повышенную, а пониженную водоудерживающую способность листьев [Тарабрин, 1966; Смирнов, 1972].

И.А.Бухариной [2008] проведены исследования водообмена по показателю водоудерживающей способности листьев. Установлено, что как в насаждениях промышленных предприятий, так и в магистральных посадках на протяжении всего периода активной вегетации растений наиболее высокими показателями Водоудерживающей способности отличаются береза повислая и липа мелколистная, а наименьшими - представители кустарникового яруса - роза майская и карагана древовидная. Виды, имеющие довольно высокую ассимиляционную активность, такие как тополь бальзамический и яблоня ягодная, имеют средние показатели потерь воды листьями с тенденцией падения показателя водоудерживающей способности в условиях интенсивной техногенной нагрузки.

В исследованиях, проведенных С.А. Розно [2005] общая оводненность и суточные потери влаги листьями у местных и интродуцированных древесных видов достоверно не различались (общая оводненность в среднем 64,5% у местных видов, 60,3% у интродуцентов; суточные потери влаги 25,1% у местных видов, 29,4%у интродуцентов). Водоудерживающая способность листьев была более высокой у местных видов. Показатели водного режима листьев у интродуцентов отличались более высокой изменчивостью.

А.А.Кулагиным [2006] выявлено, что независимо от условий произрастания для тополя, березы и лиственницы отмечены сходные изменения водного режима. Водный режим лиственных пород в течение летней вегетации изменяется незначительно - значимые колебания показателей водного дефицита, содержания свободной воды и интенсивности транспирации не установлены. Для лиственницы характерным является тенденция к снижению водного дефицита и содержания свободной воды на фоне увеличения интенсивности транспирации. Для сосны отмечена наибольшая вариабельность изменений показателей водного режима. В целом выявлена тенденция к

увеличению содержания свободной воды и интенсивности транспирации, а водный дефицит несколько нарастает в течение летней вегетации.

Д.Г.Орловой [2013] проанализированы результаты изучения водного дефицита и средней дифференциальной скорости водопотери некоторых представителей подсемейства *Maloideae* Web. Установлено, что водный режим растений играет важную роль в прогнозировании произрастании интродуцентов в новых экологических условиях. Полученные данные позволяют говорить о исследуемых видах как о растениях с высокой степенью засухоустойчивости. Данный показатель является очень важным для определения степени устойчивости видов-интродуцентов в условиях резко-континентального климата Оренбургского Предуралья.

Водный режим деревьев значительно отличается от режима травянистых растений. Деревья имеют обширную испаряющую поверхность и длинный путь воды от корней к листьям. Деревья постоянно испытывают дефицит насыщенности атмосферы водяными парами и открытыми для фотосинтеза устьицами отдают воду. Если же увеличивается отдача воды, то требуется пополнение ее из почвы, чтобы обеспечить успешный фотосинтез и поддержать все прежние функции на достаточном уровне. От поддержания выровненного водного баланса в значительной мере зависит продуктивность дерева в пределах генетически обусловленных границ. Древесные растения в течение своего развития в различной степени приспосабливаются к температуре и влажности окружающей среды [Слейчер, 1970].

Все эти данные свидетельствуют о важности исследований водообмена растений, произрастающих в различных климатических зонах. Характерным для большинства работ по водному режиму является то, что они проведены на растениях, произрастающих в природных условиях [Эгембердиев, 1965; Насыров, Рахманина, 1965; Свешникова, 1965, 1975; Ган, Саятина, 1970; Измайлова, 1974; Тулашвили, 1976; Ахматов, 1976; Чойжамц и др., 1977; Чойжамц, 1997; Смирнов, 1977; Колесникова, 1979; Бердыев, 1979; Бобровская, 1985; Рахманина, 1981; Нестерова, 1984, 1998, 1999; Колов, 1984;

Колов, Чотбаева, 1988; Молотковский, 1991; Шереметьев, Цэдэнбалжир, 1991; Domingo et. al., 1991; Рахимова, 1990; Молотковский, Рахманина, 1995; Чотбаева, 1995, 1996; Шалпыков, 1997, 2000; Турдукулов, 1998; Пешкова, 2000; Зверева, 2000, 2003, 2005; Копытова, 2003; Панкратова, 2007; Полевая, 2007; Маляровская, Белоус, 2010; Белая, 2011; Евдокимова и др., 2012; Сазонова и др., 2012; Алиев, 2012]. И это вполне оправдано, так как в естественных условиях произрастания растения в полной мере раскрывают различные стороны водного режима и механизмы их адаптации к засухе.

Из упомянутых работ, подробно остановимся на тех, где проводились исследования водообмена древесных растений в различных почвенно-климатических условиях Кыргызстана. К.А.Ахматовым [1976] изучались вопросы адаптации к засухе некоторых видов древесных растений в условиях типичной богары, являющихся объектами наших исследований или разных видов одного рода. Так, *Ulmus pinnato-ramosa Dieck. ex Kochne.* и *Elaeagnus angustifolia L.* отнесенные им по типу приспособления древесных растений к засухе отличаются мощно развитой корневой системой, высоким уровнем транспирации, возрастанием водоудерживающей способности. Способность поддерживать высокий уровень важнейших биологических процессов во влажный период, а также усиливать защитные свойства в засушливый сезон позволяют этим видам произрастать в широком диапазоне водообеспеченности. Для *Quercus robur L.* свойственна мощно развитая корневая система, стабильный и невысокий уровень оводненности и транспирации. *Juglans regia L.*и *Crataegus altaica Lge.* в связи со способностью использования резервов весенней влаги, активного регулирования водообмена обладают повышенной транспирацией, у них менее развиты такие относительно пассивные защитные признаки, как водоудерживающая способность. *Acer negundo* и *Betula verrucosa,* входящих в тип ясеня, отличаются слабой приспособленностью подземных и надземных органов к засушливым условиям, крайне низкой интенсивностью транспирации, сильным перегревом; в тоже время мезофитный характер этих

растений обуславливает высокий уровень оводненности и транспирации во влажный период.

Значительное количество видов выращивается в условиях культуры. В течение многих лет ведущим направлением в деятельности ботанических садов была и остается интродукция и акклиматизация растений. По данным P.H. Raven [1981], в коллекциях ботанических садов мира собрано около 35000 видов сосудистых растений, что составляет 15% мировой флоры. Коллекция Ботанического сада НАН Кыргызской Республики насчитывает 2227 видов и форм древесных растений и 2500 видов, сортов и форм цветочно-декоративных растений.

Ведущими методами в интродукции растений стали эколого-исторический, флорогенетический, изучение филогенетических родовых комплексов и другие, направленные на разработку теории адаптации растений в новых условиях среды [Соболевская, 1984]. Однако, проблема интродукции растений перестает быть только морфолого-экологической и ботанико-географической. В познании процессов приспособления растений к новым условиям среды все большее применение находят биохимический, физиологический, а также методы популяционно-генетического анализа интродуцентов, способствующие изучению их внутривидовой изменчивости и механизмов адаптации растений в культуре [Малахова, 1989].

Усилия физиологов и биохимиков растений, работающих в системе ботанических садов, должны быть направлены на решение специфических вопросов при интродукции и акклиматизации растений, что позволило бы ускорить и интенсифицировать процессы адаптации, раскрыть их механизмы и научиться управлять ими. В ботанических садах физиология и биохимия растений имеют свои объекты и уровни исследования, что требует разработки новых теорий и собственных методов исследования, и не допускает бездушного механического копирования комплекса работ, проводящихся в специализированных институтах общего профиля [Гродзинский, 1984].

С.А. Мамаев и Л.А. Семкина [1984], рассматривая основные направления физиолого-биохимических работ в ботанических садах, указывают на определенные преимущества, которые предоставляет эта система для развития указанных работ (стационарность, специальные экспозиции, большой набор объектов, подготовленные кадры и т.д.) и одновременно специфику подходов и научных проблем. По их мнению, наиболее актуальным наряду с другими направлениями является изучение проблем адаптации растений к неблагоприятным факторам в районах с континентальным климатом и различным аспектам термостойкости, разработке методов ее оценки, моделированию факторов и их комплексов.

К сожалению, не так часто растения рассматривают как целое. Поэтому, следует обратить внимание на мнение А.И Снытко [1984] о том, что изучение растения как целого должно быть основой всех физиологических исследований при интродукции.

В связи с тем, что наши исследования посвящены изучению особенностей водообмена древесных растений, произрастающих в условиях интродукции, особое внимание следует уделить работам по водообмену интродуцированных растений.

Так, интенсивность транспирации изучали Н.Д. Антадзе [1980] у некоторых видов сирени в Тбилисском Ботаническом саду, И.П. Петухова [1982] - у древесных растений на Юге Приморья, П.П. Семенченко [1984] - у смородины на юге России, И.О. Байтулин и В.Г. Рубаник [1985] - у боярышников в Алма-Атинском Ботаническом саду. В.Ф. Опанасенко и др. [2000] определяли оводненность и водоудерживающую способность жимолостей в Днепропетровском Ботаническом саду. Проблеме жароустойчивости посвящены работы З.Г. Рагимовой [1990] в условиях Апшерона и К.Д. Вильдановой [1994] в условиях Ботанического сада Узбекистана. Различные показатели водного режима в условиях интродукции изучали у 25 видов груши Е.М.Апухтина, Л.Г. Семенова, И.А. Бандурко [2008], алычи и сливы Л.Г.Семенова, В.В.Шерстобитов [2008], кленов М.М.Голикова, И.А.Зайцева

[2009], ежевики и малины Л.Г.Семенова, Е.А.Добренков, Е.Л.Добренкова [2010], черемухи М.Д.Безменова, В.Н.Сорокопудов, Т.А.Резанова [2010], различных видов ореха Н.В.Назарова и др. [2011], дубов И.Н.Дьякова, Т.Н.Толстикова [2011], спирей В.Т.Попова, В.Д.Дорофеева [2013].

Практически всю воду, которую растения всасывают, они отдают в атмосферу, и лишь незначительная часть поглощенной воды используется самим растением. Основную массу воды растения теряют в результате транспирации листьев. Это наиболее важный фактор водного режима растений, так как испарение воды создает энергетический градиент, который является причиной передвижения воды и подъема ксилемного сока и вызывает почти ежедневно водный дефицит листьев. Транспирация также обеспечивает постоянство внутренней температуры листа и предотвращает возникновение избыточного тургорного давления [Пахомова, Безуглов, 1980].

Из общего объема поглощенной растением воды лишь незначительная доля задерживается в растении, большая часть ее затрачивается на испарение. Транспирация, являясь сложной функцией взаимодействия растения с внешней средой, не только участвует в питании и терморегуляции растений, она не в меньшей мере ответственна за поддержание тургора клеток и за газообмен тканей с атмосферой [Стоев, 1981].

Основными факторами внешней среды, влияющими на транспирацию, являются: интенсивность света, дефицит давления водяного пара в воздухе, температура, ветер и водоснабжение корней. К внутренним факторам относятся: площадь листьев, расположение и структура листьев, поведение устьиц и эффективность действия поглощающей поверхности корней. Существуют сложные взаимодействия между различными факторами [Крамер, Козловский,1983].

Проанализировав результаты многолетних исследований водного режима у большой группы интродуцированных древесных растений различных видов и семейств, отличающихся географическим происхождением, П.Г.Таргон [1981] показал широкую амплитуду изменчивости изучаемых показателей водного

режима, зависящих, в первую очередь, от экологической и физиологической пластичности видов, формировавшихся в процессе длительной эволюции в определенных географических районах и экологических условиях. По подвижности водного режима им выделены три экологических типа растений, не зависящие от их систематического состава: 1) со стабильным, слабо подвижным водным режимом; 2) с умеренно лабильным, сбалансированным водным обменом и 3) с лабильным, наиболее подвижным водным обменом. Характерная особенность водного обмена растений первого типа — его стабильность. Однако малоподвижный водный режим является одной из причин узкой экологической приспособляемости вида. Этой группе растений свойствен низкий уровень транспирации с высоким или низким содержанием воды и высокими водоудерживающими способностями. Чем стабильнее водный обмен, тем уже экологическая амплитуда приспособления растений. Растения с умеренно лабильным (сбалансированным) водным обменом отличаются повышенной интенсивностью транспирации, более выраженным полуденным водным дефицитом с резким падением в этот период содержания воды в листьях. Растения с лабильным водным обменом в большинстве случаев характеризуются относительно высоким расходом воды на транспирацию.

Так как транспирация – заключительный этап круговорота поливной воды в почве и растении, то сопряженность ее с почвенной влажностью и тесно связанной с ней оводненностью листьев несомненна даже с логической точки зрения [Иванов, Силина, Цельникер, 1952; Гордеева, 1952; Гулидова 1955; Хлебникова, Маркова, 1955; Хашес, 1971; Ганн, Колов, 1975; Крамер, Козловский, 1983; Ghannoum, 2009; Parent et al., 2010]. С уменьшением влажности почвы уровень транспирации снижается. Чем меньше воды в почве, тем слабее водообеспечено растение. Уменьшение содержания воды автоматически снижает процесс транспирации в силу устьичной и внеустьичной регулировки.

При анализе литературных источников, затрагивающих различные стороны этого процесса, обращает внимание их обилие [Kozlowski, 1949;

Polster, 1950; Матвеев, 1953; Иванов, 1956; Папикян, 1957; Дворецкая и др., 1957; Кенесарина, 1959; Жатканбаев, 1961; Свешникова, 1965; Измайлова, 1965; Бедарев, 1968; Ахматов, 1970; Лир, Польстер, Фидлер, 1974; Ахматов, 1976; Тулашвили, 1976; Чойжамц и др., 1977; Крамер, Козловский, 1983; Молотковский, 1991; Rhizoppoulou, Davies, 1991; Молчанова, 1991; Журавлева, 1992; Молотковский, Рахманина, 1995; Шалпыков, 1997; Турдукулов, 1998; Нестерова, 1999; Шалпыков, 2000; Пешкова, 2000; Байжанов, 2005; Феклистов, Бирюков, 2007; Мушинская, Рябинина, Мушинская, 2007; Солодовникова, 2009; Кентбаева, 2009; Васильева, Зайцев, 2009; Горохова, 2010; Бакташева, Хазыкова, 2012; Болондинский, Холопцева, 2013; Дустов, Акназарова, 2013]. В них подчеркивается важное значение транспирации для водного режима растений в естественных условиях произрастания, особенно засушливых. Характерно, что очень часто исследователи по величине транспирации пытались судить о столь сложном явлении, каким является устойчивость растений к засухе.

И.Б.Амосова [2010], изучая морфо-физиологические и экологические особенности березы повислой в таежной зоне показала, что интенсивность транспирации изменяется у деревьев разных возрастных состояний. Интенсивность транспирации варьирует в пределах 400-700 мг/г*час. Интенсивность транспирации изменяется в разных частях кроны – до 2 раз выше в средней части кроны.

По наблюдениям Р.Н. Костюченко [2009] ивы имели высокую и среднюю интенсивность транспирации. Суточные кривые транспирации в пойме были одновершинными, в лесу и городе - двухвершинными. Максимальное значение интенсивности транспирации имели виды растений в условиях поймы. Водоудерживающая и водопоглощающая способность листьев во всех условиях обитания была достаточно высокой. У растений в лесных сообществах и городе общее содержание воды в листьях снижено, по сравнению с поймой. Количество свободной воды в листьях ив в условиях поймы было выше, чем в городе и лесных сообществах.

Длительный водный дефицит снижает интенсивность фотосинтеза и, как следствие, уменьшает образование АТФ в процессе фотосинтетического фосфорилирования. Под влиянием почвенной и атмосферной засухи тормозится также отток продуктов фотосинтеза из листьев в другие органы [Шило, 1997].

Влияние водного дефицита на метаболические процессы в значительной мере зависит от длительности его действия. При устойчивом завядании растений увеличивается скорость распада РНК, белков и одновременно возрастает количество небелковых азотсодержащих соединений и отток их в стебель, и колос (у злаков). В результате в условиях засухи содержание белков в листьях относительно уменьшается, а в семенах — увеличивается [Генкель, 1982].

Небольшой водный дефицит растущих тканей увеличивает интенсивность дыхания. Это связано с тем, что водный дефицит и даже подвядание листьев усиливает процессы распада сложных углеводов (крахмала) на более простые (сахара). Увеличение содержания сахаров этого основного субстрата дыхания усиливает сам процесс. Вместе с тем при водном дефиците нарушается сопряжение окисления и фосфорилирования. Дыхание в этих условиях представляет в основном бесполезную трату сухого вещества. При длительном завядании растение расходует сахара и интенсивность дыхания падает [Якушкина, 1980].

Величина водного дефицита листьев, в какой - то степени может выражать состояние водообеспеченности и характеризовать степень напряженности водообмена растений. Естественно, у разных видов недостаток насыщенности различен. Небольшой водный дефицит нормальное явление. При этом активность некоторых физиологических процессов может даже возрастать (эффект Бриллиант). Дальнейшее увеличение водного дефицита уже приводит к заметному снижению фотосинтеза и росту активности дыхания, что связно, прежде всего, с перегревом листьев. В зависимости от устойчивости растений к засухе они отличаются способностью переносить без потери жизнеспособности

более или менее глубокий водный дефицит, который в этом случае характеризуется понятием «сублетальный» [Ахматов, 2014].

Обычно водный дефицит определяется как недонасыщенность ассимилирующих органов водой в результате дисбаланса между ее поглощением и расходом (т.е. в результате превышения скорости испарение над скоростью поступление воды в растение). Любой внешний фактор, снижающий скорость поступление воды к листьям (понижающий водный потенциал почвы и растения), должен способствовать увеличению водного дефицита [Слейчер, 1970].

Полуденный водный дефицит и временное завядание вызываются тем, что транспирация временно превышает поглощение у растений. Длительное завядание происходит вследствие слабого поглощения воды, вызванного высыханием почвы, а иногда низкой температурой или недостаточной аэрацией, препятствующими возмещению воды, теряемой при транспирации. При сильном водном дефиците устьица закрываются, уменьшая потерю воды, и деревья с сильно кутинизированными листьями, могут выдерживать длительные периоды водного дефицита с минимальным ущербом. Возникновение даже слабого водного дефицита приводит к уменьшению содержания наиболее слабо удерживаемой воды. Таким образом, водный дефицит служит показателем напряженности водного режима растений. В природных условиях полное насыщение клеток водой практически не встречается. 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 условиях Нижнего Поволжья виды декоративных кустарников, у которых показатели водного дефицита в засушливый период не превышали 26–28 % – сохраняли нормальный ритм развития и не проявляли видимых признаков повреждения; а у видов, водный дефицит которых выше 35 % – имеет место снижение декоративности (потеря тургора, подсыхание,

преждевременное осыпание цветов, листьев и т.д.) [Семенютина, Костюков, 2011] .

Р.Х.Гиниятуллиным, А.Ю.Кулагиным [2015] представлены материалы по водному дефициту березы повислой и тополя бальзамического в условиях полиметаллического загрязнения. Целью данной работы явилось определение содержания воды в листьях березы, тополя в утренние, полуденные и послеполуденные часы, оценка относительного жизненного состояния древесных растений в условиях загрязнения Стерлитамакского промышленного центра и в зоне условного контроля, а также исследование корневых систем древесных растений. Объектом исследований были березовые и тополевые насаждения, расположенные на различном удалении от промышленных предприятий г. Стерлитамака. В результате выявлено, что в условиях промышленного центра и в зоне условного контроля в полдень, с увеличением температуры и уменьшением относительной влажности воздуха расход влаги увеличивается, достигая максимального водного дефицита в дневное время с 13–15 ч. В условиях загрязнения наиболее высокий водный дефицит у тополя бальзамического по сравнению с березы повислой. В полуденные часы водный дефициту тополя составляет 24,7%. Жизненное состояние насаждения тополя в условиях Стерлитамакского промышленного центра оценено как сильно ослабленное, а у березы повислой оценено как здоровое. Причина увеличения значений водного дефицита у тополя бальзамического в условиях промышленного загрязнения является ухудшение жизненного состояния дерева. В результате проведенных исследований установлено, что в условиях полиметаллического загрязнения Стерлитамакского промышленного центра с ухудшением жизненного состояния и с понижением доли поглощающих корней березы повислой (*Betula pendula* Roth.) и тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) отмечаются значительные изменения показателей водного дефицита.

Снижение содержания воды в клетках при водном дефиците и сопутствующее обезвоживанию увеличение концентрации ионов в цитоплазме

вызывают различного рода нарушения в структуре и функциях биополимеров, в частности происходит денатурация белков и подавляется их ферментативная активность, изменяется структура липидного бислоя мембран и нарушается их целостность. Деструктивные изменения в мембранах в свою очередь приводят к нарушению внутриклеточной компартментации веществ и подавлению электрогенеза. На клеточном уровне водный дефицит выражается в потере тургора. На уровне целого растения водный дефицит часто проявляется в обращении градиента водного потенциала в системе почва —корень — побег и ингибировании роста. Способность растения адекватно отвечать на водный дефицит и выживать в условиях водного дефицита зависит от эффективности защитных механизмов растения. Некоторые ответные реакции растения на водный дефицит могут наблюдаться уже через несколько секунд после начала действия стрессора. К ним относятся, например, изменения в фосфорилировании белков. Другие ответы требуют более длительного времени — от нескольких минут до нескольких часов, как в случае изменений в экспрессии генов [Алехина, Балнокин, Гавриленко и др., 2005].

Изучением и объяснением причин возникновения водного дефицита (ВД) занимались такие ученные как: В.М.Свешникова [1962], А.А. Горшкова [1966], А.А. Гусев [1967], Н.И. Бобровская [1969,1985], Л.Н. Алексеенко [1976], В. Лархер [1978], В.Н. Жолкевич и др. [1989], С.Н. Шереметьев [1997], К.Т. Шалпыков [1997], Э. Турдукулов [1998], О.В Пешкова [2000], Г.К. Зверева [2000], З.Ф.Рахманкулова, Е.В.Шуйская, Е.С.Рогожникова [2013]. Из этих работ следует общий вывод о том, что растения засушливых местообитаний имеют больший ВД по сравнению с луговыми мезофитами, и причину возникновения его связывают с нарушением водного баланса вследствие преобладания расхода воды над ее поступлением.

Н.А. Журавлева [1992] подробно останавливается на роли транспирации и водно-солевого обмена в формировании воднного дефицита. Однако, величина реального ВД еще недостаточна для вывода о том, насколько велик (опасен) этот недостаток водонасыщения. Это возможно лишь на основании

сравнения реального ВД с так называемым сублетальным (критическим) (СВД), т.е. того максимального недостатка насыщения, который еще не оказывает повреждающего действия. Важное место в изучении СВД отводится в работах Р.Библя [1965], Т.К. Горышиной и Л.И. Самсоновой [1966], Р. Слейчера [1970], Н.И Бобровской [1971], К.Р.Витко [1975], С.Г. Нестеровой [1984, 1999], К.Т.Шалпыкова [1997], Э.Турдукулова [1998], В.О. Пешковой [2000]. В приведенных литературных источниках исследования ВД проводились на растениях, произрастающих в природных условиях.

В условиях водного дефицита быстро тормозятся клеточное деление и растяжение, что приводит к образованию мелких клеток и замедлению роста растений. Скорость роста корней в начале засухи увеличивается и снижается лишь при длительном недостатке воды в почве. При засухе в корнях ускоряется дифференцировка клеток и происходит опробковение и суберинизация экзодермы [Малиновский, 2004].

Рост древесных и травянистых растений чаще ослабляется вследствие водного дефицита, чем из-за какого-либо другого отдельного фактора. Точно установлено, что содержание воды в листьях и стеблях растений часто заметно понижается около полудня при солнечной погоде. Полуденный водный дефицит и временное завядание вызываются тем, что транспирация временно превышает поглощение даже у растений, растущих на почве при влажности равной полевой влагоемкости. Водный дефицит изменяет анатомию, морфологию, физиологию и биохимию выращиваемых растений. В сухих местообитаниях произрастают деревья меньших размеров, их листья обычно мельче, толще и сильнее кутинизированы, диаметр сосудов ранней древесины часто бывает меньше, а клеточные стенки толще и более лигнифицированы [Крамер, Козловский,1983].

И.П.Свинцовым, В.А.Семенютиной [2014] изучены механизмы адаптации *Zizyphus jujuba* Mill. в засушливых условиях Нижнего Поволжья с целью выявления перспективных сортов растений для насаждений многоцелевого назначения. Установлено, что адаптация растительных организмов к новым

условиям обитания происходит на всех уровнях организации: клеточном, организменном, популяционном. Разнообразные структурные приспособления защитного характера, направленные на сокращение расходов воды у *Zizyphus jujuba*, в основном сводятся к следующим: общее сокращение транспирирующей поверхности за счѐт уменьшения листовой поверхности и усиленное развитие механической ткани.

Н.М.Назаровой [2014] представлены результаты экспериментальной оценки показателей водного режима листовых пластинок семи видов, принадлежащих роду *Syringa* L. по шести параметрам: водный дефицит, общая оводненность, потери воды, водоудерживающая способность, содержание «подвижной влаги», средняя дифференциальная скорость водопотери. Изучая содержание подвижной влаги и уровень водопотери как показателей засухоустойчивости, было установлено, что показатель водоудерживающей способности клетки обратно пропорционален показателю потери воды. Изучение особенностей водного режима видов рода *Syringa* L. позволило сделать вывод о том, что все они проявляют достаточно высокий уровень засухоустойчивости.

Анализ показателей водного режима груши позволил установить Н.С. Киселевой [2009], что у сорта при повышенном содержании воды в листьях снижается водоудерживающая способность. Величина оводненности в большей степени характеризуют работу корневой системы растений, а водоудерживающая способность - физико-химические свойства протоплазмы. В целом у изученных сортов разница по уровню оводненности незначительная (НСР05=2,9), поэтому степень их засухоустойчивости в большей степени определяет величина водопотерь (НСР05 =8,4). В условиях засухи у всех исследуемых сортов груши есть определенный дефицит воды. Сорта с меньшей величиной водного дефицита более устойчивы к засухе.

Т.Д Ковальчук [2014] исследована засухоустойчивость видов рода *Rhus* L., как адаптивное свойство в условиях их интродукции в Правобережной Лесостепи Украины. Отмечены суточные и сезонные колебания содержания и

дефицита воды у листьев исследованных видов. Приведены результаты исследований водоудерживающей способности листьев относительно их водоотдачи и тургоресцентности. Главной причиной суточных и сезонных колебаний содержания общей воды является отставание поглощенной воды от ее расхода. Когда потеря воды превышает ее поглощение, развивается дефицит воды. Наивысший показатель дефицита воды был выявлен у *R. sylvestris*, самый низкий у *R. glabra*. Водный дефицит в полдень ─ это нормальное явление, которое не представляет опасности для растительного организма. Нами отмечено, что дефицит воды в листьях растет с 8-00 до 12-00 часов, а дальше постепенно уменьшается, достигая начальных данных. Наибольшее колебание дефицита воды отмечено у листьев *R. aromatica*.

Интересные исследования интенсивности транспирации, оводненности, содержания хлорофилла и жаростойкости древесных растений в аридных условиях Мангистау в сезонной и суточной динамике и в связи влажностью почвы и основными метеофакторами проведены А.А.Иманбаевой и И.Ф.Белозеровым [2015]. Это связано с тем, что важная роль в комплексе мероприятия по освоению пустынных регионов Мангистау отводится интродукции древесных растений. Полученная в среднем за три года картина сезонной динамики интенсивности транспирации у подавляющего большинства интродуцентов имеет вид одновершинной кривой с пиком в июне, что обусловлено депрессией физиологической водоотдачи в июле-августе от высокой температуры и солнечной инсоляции, в сентябре – от старения листового аппарата, ухудшения температурного режима и повышения влажности воздуха. В отличии от сезонного развития транспирации суточная динамика испытывает влияние меньшего числа эндо- и экзогенных факторов. Однако, ее характер очень неоднороден и зависит как от изменения метеоусловий, так и биологии видов. По усредненным данным выделены три типа дневного ритма транспирации: 1) «нарастающий» (от утренних часов к вечерним), 2) «падающий» (от утренних часов к вечерним) и 3) «переменный» (с максимумом в полдень). По величинам транспирационного расхода влаги

выделено три группы интродуцентов: слаботранспирирующие (3 вида деревьев), - среднетранспирирующие (7 видов деревьев и кустарников) и высокотранспирирующие (3 вида деревьев). По данным корреляционного анализа установлена тесная связь интенсивности транспирации с оводненностью листьев древесных растений (r = 0,79). Влажность почвы предопределяет от 11,6 до 43,6 % изменений транспирационного расхода (r = 0,34; η = 0,66). Судя по исследовательскому материалу, интенсивность транспирационного процесса из-за значительной вариабельности и многофакторности, нельзя причислить к числу критериев резистентности древесных растений. Однако, при этом выявлена заметная связь биологической устойчивости интродуцентов с коэффициентом вариации интенсивности транспирации. С повышением его значений обычно возрастает толерантность растений к засушливым условиям среды обитания благодаря их повышенной способности к саморегулированию водного обмена.

Г. Р. Кудояровым, В. П.Холодовой, Д. С.Веселовым [2013] в приведенном обзоре приводится анализ современных данных литературы об отдельных механизмах, обеспечивающих поддержание водного баланса растений или толерантность к его нарушению. Рассматриваются процессы, обеспечивающие изменение скорости транспирации в условиях дефицита воды за счет устьичной проводимости и скорости роста листьев, и роль гидравлических и гормональных сигналов (АБК, этилена, цитокининов) в их регуляции. Приводятся факторы, участвующие в повышении эффективности использования воды при регуляции устьичных движений: транскрипционные факторы, киназы, ТГФ-связывающие белки, участвующие в проведении углекислого газа аквапорины. Обсуждаются также отрицательные последствия закрытия устьиц, вызываемые нарушением газообмена, генерацией активных форм кислорода и ускоренным старением, и пути их преодоления (при участии антиоксидантов и цитокининов как факторов задержки старения). Большое внимание уделено механизмам, обеспечивающим поддержание роста и транспирации при дефиците воды за счет оптимизации поглощения воды

(модуляции гидравлической проводимости и относительной активации роста корней). Подчеркивается, что роль АБК в адаптации к дефициту воды не сводится только к закрытию устьиц, но затрагивает также и регуляцию роста корней и притока ассимилятов в репродуктивные органы. Рассмотрено двойственное значение этого гормона в регуляции роста: прямое ингибирующее влияние и опосредованное стимулирующее действие (через нормализацию водного обмена). Обсуждается противоречивость данных об изменении пропускной способности аквапоринов и их роли в изменении гидравлической проводимости при дефиците воды. По-видимому, это противоречие может быть связано с особенностями транспорта воды у растений разных видов (относительным вкладом апопластного и трансклеточного путей), а также влиянием таких факторов на гидравлическую проводимость в условиях дефицита воды, как повышение гидравлического сопротивления апопласта за счет отложения суберина и лигнина, кавитация сосудов и изменение их анатомии.

Морфологические особенности и принцип работы устьичного аппарата растений вызывал интерес у многих исследователей [Кушниренко,1987; Spence, 1987; Соколов и др., 1988]. Н.А.Журавлевой [1992] предложена принципиально новая модель механизма устьичных движений, основанная на формировании тургорного давления не в вакуолярном, а в цитоплазматическом компартменте клетки. Исследователи [Cauwet-Marc, 1976; Shah, Abrahamn, 1981] отмечают диагностическую и таксономическую ценность стоматографических признаков.

Г.М.Борисовской [1985] при оценке признаков строения листа 12 видов Saxifraga из местообитаний различной влажности наряду с другими, учитывалось наличие устьиц на верхней и нижней эпидерме. Выявлено отсутствтвие специализации в анатомическом строении листа у видов, приуроченных к относительно сухим и переувлажненным местообитаниям.

В ходе анатомо-морфологического анализа, Д.К-К.Шакеневой [2016] были изучены особенности строения устьичного аппарата у пяти видов

растений семейства *Lamiaceae*: *Nepeta cataria* L., *Dracocephalum moldavica* L., *Monarda citriodora* Cerv Lemon Mint, *Hyssopus officinalis* L., *Satureja officina*lis L. Характер расположения устьиц является диагностическим признаком. Так, у трех изученных представителей: *Nepeta cataria* L., *Dracocephalum moldavica* L., *Monarda citriodora* Cerv Lemon Mint, *Hyssopus officinalis* L., *Satureja officinalis* L. установлен диацитный тип устьиц, так как они окружены неопределенным числом клеток, не отличающихся по форме и размерам от остальных клеток эпидермиса. У остальных двух видов устьица аномоцитного типа. Длина замыкающих клеток может являться условно диагностическим признаком. Отмечено, что наиболее крупные устьица (30-35 мкм) имеет вид *Nepeta cataria* L., несколько мельче устьица (20-30 мкм) имеют *Monarda citriodora* Cerv Lemon Mint, *Satureja officinalis* L. Самые мелкие устьица (15-20 мкм) имеет *Hyssopus officinalis* L. соответсвенно.

А.В.Семенютиной и С.М. Костюковым [2011] проведены эколого-физиологические исследования водного режима декоративных кустарников в засушливых условиях Нижнего Поволжья. По степени засухоустойчивости и состоянию коллоидно-осмотических свойств протоплазмы в экстремальных условиях выделены перспективные кустарники для рекреационно-озеленительных насаждений. Разная водообеспеченность влагой листьев, способность удерживать и расходовать воду, разный уровень морфологической изменчивости привели к колебаниям дефицита влаги у различных видов кустарников. Установлено, что более низкий водный дефицит, меньшая обезвоженность листьев в течение сезона наблюдается у растений способных регулировать свой водный обмен в засушливое время года. Эти виды обладают повышенной водоудерживающей способностью, что выражается меньшей потерей влаги во время завядания. Виды, относящиеся к группе с высокой степенью засухоустойчивости более стабильны в отношении общей оводненности листа в течение сезона, без повреждений переносили засушливые периоды. У них наблюдалась способность регулировать свой водный обмен в критический период путем изменения ширины устьичных отверстий, что

приводило к снижению водного дефицита. Водный дефицит этих видов в засушливый период не превышал 26–28 %. У видов с низкой степенью засухоустойчивости наблюдались большие колебания в оводненности ткани листа, показатель водного дефицита был выше 35 %, а в засушливые периоды наблюдались явные признаки повреждения листового аппарата.

В последнее время все больше исследований посвящены изучению водного режима древесных растений в условиях загрязнения окружающей среды [Сазонова, Колосова, Исаева, 2007; Гиниятулин, Кулагин, 2011, 2013; Еремеева, Денисова, 2012; Сейдафаров, 2013].

Так, по данным О.А. Вербицкой [2011] водный обмен древесных растений *Robinia pseudoacacia, Acer negundo, Tilia cordata, Sorbus aucuparia, Ulmus pumila*, произрастающих в зоне хронического загрязнения среды органическими ксенобиотиками промышленного происхождения, характеризуется комплексом неспецифических реакций, проявляющихся в изменении общего содержания воды в листьях, уменьшении содержания свободной и увеличении связанной воды, значительном повышении водного дефицита, увеличении интенсивности транспирации. Специфичность ответной реакции древесных растений на загрязнение органическими поллютантами обуславливается их видовыми особенностями.

В Ботаническом саду НАН Кыргызской Республики изучались отдельные показатели водообмена и жароустойчивости. Устойчивость листьев к обезвоживанию определяли у яблонь [Криворучко, Гареев, 1974], сливы [Солдатов, 1975], кленов [Лысенко, 1976], и лип [Воробьева, 1980]. Исследования водоудерживающей способности проведены на спиреях [Аширов, 1983] и ясене [Амантурова, 1985]. В работах В.И. Ткаченко [1972] и А.И. Омушева, В.П. Криворучко [1999] приводятся результаты исследований по интенсивности транспирации древесно-кустарниковых растений и яблонь. М.Г. Воробьевой [1971] - на липах, С.Р. Водяновой [1982, 1985] - на хвойных и В.П. Криворучко [1998] на яблонях собраны экспериментальные данные по интенсивности транспирации, водоудерживающей способности и

жароустойчивости. Установлена жароустойчивость сливы [Солдатов, 1973], боярышников [Ахматов, 1977], спирей [Аширов, 1983], древесных и кустарниковых растений [Пягай, Ахматов, 1989], микровишен [Малосиева, 1999], кизильников [Абджунушева, 1999], роз [Турбатова, Криворучко, 1999].

На необходимость комплексного изучения основных физиологических функций, направленных для выявления физиологических тестов с целью диагностирования засухо- и жароустойчивости и степени адаптации интродуцированных растений в аридной зоне Восточной Грузии указывает Т..Я. Чкаусели, И.П. Карулидзе [1984]. При этом для изучения и оценки устойчивости растений к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды необходимо применение системного анализа [Ахматов, 1976; Яблонский, 1984].

Известно, что слои теплого воздуха мешают загрязняющим веществам подниматься и рассеиваться. Кыргызстан характеризуется аридным и семиаридным климатом, и в этих условиях высокая температура способствует усилению загрязнения воздуха. Терморегулирование и увлажнение воздуха растительностью играет важную роль (особенно в летнее время) как фактор, смягчающий дневную температурную амплитуду. Влиянию растительности на городской микроклимат в крупных городах посвящен ряд работ. S. Kawashima [1990], изучая влияние густоты растительного покрова на температуру поверхности в городской части и пригородах г. Токио, пришел к выводу о том, что дневные амплитуды температур в городе без озеленения незначительны, для озелененных – гораздо выше, в пригороде наблюдается обратная картина; ночью в наиболее озелененных местах города наблюдаются более низкие температуры, в наиболее озелененных пригородах – более высокие.

Исследования [F.Wilmers 1990] микроклимата и структуры растительности полеохорокли-матопов на примере г. Ганновер показали, что растительность играет важную роль, как фактор смягчающий температурную амплитуду и сила воздействия ее зависит от густоты покрова и интенсивности эвапотраспирации. I. Saito, O. Ishihara, T. Katayama [1990], проведя детальное

изучение связи распределения растительности и метеорологических элементов в г. Кумамото, получили данные о разнице температур между городской и пригородной зонами, которая составила 3^0 С в дневное и 2^0 С в ночное время, а внутри сквера и за его пределами с разницей в 3 ^{0}С. Для г. Хайдарабад [Razaetal, 1990] показано, что роль деревьев в поддержании городского климата зависит во многом от формы и размера кроны и морфологии листа.

Исследования о влиянии на температуру воздуха зеленых насаждений были проведены и в городах бывшего СССР. Данные, полученные в Москве [Анастасьев, Харахинов, 1936; Машинский, 1962] и Ташкенте [Чистякова, Семенова, 1962] показали, что температура воздуха среди застройки во всех случаях оказалась выше, чем среди зеленых насаждений, причем разница температур иногда достигала 10 – 12 %. А.М. Издебским [1949] установлено, что и зимой среди насаждений создается более благоприятный температурный режим, среди насаждений температура выше, чем на открытых пространствах. Проведенные Т.Ф. Кузьминой [1970] наблюдения во Фрунзе (Бишкек) показали, что различные породы древесных растений дают не одинаковую площадь затенения (в % общей площади под кроной дерева): от 50% у акации желтой до 97% у вяза перистоветвистого. Городские насаждения также влияют на влажность воздуха. По данным Н.М. Анастасьева и М.К. Харахинова [1936] относительная влажность воздуха в парке и на бульваре выше, чем во дворе соответственно на 27% и 16%. Л.Б. Лунц [1974] считает, что повышение относительной влажности воздуха почти всегда воспринимается человеком как понижение температуры, при этом повышение относительной влажности, например на 15% воспринимается человеческим организмом как понижение температуры воздуха на $3{,}5^0$ С.

Жаркий и засушливый климат г. Бишкек и других населенных пунктов Кыргызстана сопровождается проявлением крайне неблагоприятных условий, в результате которых в городских насаждениях происходят зачастую необратимые изменения, приводящие к потере ими функциональных свойств и преждевременному отмиранию.

Одной из причин гибели и повреждаемости искусственных насаждений следует считать недостаточную обоснованность используемого разнообразия древесных видов растений и слабой изученности их биологических свойств, и прежде всего, характера адаптации на разных этапах роста и развития к новым условиям. Для познания адаптационных возможностей видов необходимо изучение закономерностей устойчивости древесных растений в процессе их интродукции [Таренков, 1984].

О важности правильного подбора древесных растений для озеленения г. Бишкек свидетельствуют данные К.А.Узакбаева, В.Д.Семенова [2000] о значительном сокращении зеленых насаждений в общей площади Бишкека за последние 10 лет почти на треть: с 39% по состоянию на 1989г. до 30% к 1999 г. Эти показатели значительно ниже, чем в Вильнюсе (54%), Киеве (70%), Новосибирске (43%), хотя в указанных городах климатообразующая роль зеленых насаждений не столь существенна, поскольку они не находятся в условиях сухого и жаркого континентального климата.

Существенным фактором при интродукции растений является обеспеченность водой. Недостаток влаги приводит к нарушению многих метаболических процессов. На основе эколого-физиологических исследований важно выявить наиболее приспособленные и засухоустойчивые формы с широкими адаптационными возможностями. Для этого необходимо изучение особенностей водообмена интродуцентов, с целью продвижения их в городские условия и использования в защитном лесоразведении. К сожалению, обращает внимание недостаточная изученность водообмена у древесных растений, произрастающих в городских условиях [Токарева, 1990; Сарсенбаев с соавторами, 1990; Wolfenden, Mansfield, 1990; Паланджян, Маргарян, Григорян, 1990; Козлова, Онучин, 1992].

Экологические проблемы, посвященные глобальным изменениям климата, опустынивания и устойчивого развития, нашли отражение в серии докладов по экофизиологии растений на VI Международном Экологическом конгрессе, проходившем в 1994 году в городе Манчестер [Большаков и др. 1995].

Рассматривая перспективные направления экологических исследований в России, В.Н. Большаков с соавторами [1993] отмечают, что к основным традиционным направлениям экологии в соответствии с современными представлениями о ее структуре, как биологической науки можно отнести физиологическую экологию, изучающую реакции целого организма на изменения среды.

Глубокое знание экологических свойств видов растений является основой для определения интродукционного потенциала вида, экстрапаляционного прогнозирования района, где вид успешно может адаптироваться. Но для этого важно иметь довольно обширную экологическую информацию о виде. Чем больше информация по интродукционным экспериментам, тем больше мы будем иметь возможность судить о степени экологической пластичности видов, их адаптивном потенциале [Байтулин, 1998].

Приведенный литературный обзор свидетельствует о большом количестве исследований, затрагивающих различные стороны водообмена растений. Однако, большинство из них проведены на растениях, произрастающих в природных условиях. Работ, посвященных изучению водообмена интродуцированных растений, не так уж и много. В этих исследованиях рассматривались отдельные показатели водообмена растений, как дополнения к основным дендрологическим исследованиям. Это характерно и для Ботанического сада НАН КР, где только по отношению к плодовым и хвойным растениям можно говорить о более широких исследованиях водообмена. В связи, с недостаточной изученностью водообмена растений – интродуцентов, встал вопрос о необходимости проведения исследований его на древесных растениях, интродуцированных в условиях Чуйской долины. В дальнейшем необходимы исследования по водообмену интродуцентов в городах и других населенных пунктах Кыргызстана.

Для создания насаждений, устойчивых к воздействию факторам антропогенной среды необходимо использовать местные или хорошо акклиматизированные виды деревьев и кустарников, выращиваемых в

пригородных или городских питомниках. Деревья являются важнейшим долговечным элементом садово-паркового ландшафта территории жилой застройки и составляют его основу; декоративные кустарники играют подчинённую роль, являются сопутствующими компонентами, подчёркивающими те или иные участки в композиционном отношении.

При выборе ассортимента насаждений необходимо учитывать региональный фактор, разнообразие природных и почвенно-климатических условий республики. Древесные виды растений подбирают преимущественно местные или интродуцированнные, экологически устойчивые, долговечные, имеющиеся в достаточном количестве в лесных и городских питомниках.

Сегодня, во многих странах, большая часть населения сосредоточена в крупных городах. Поэтому, вопросы, связанные с их существованием и развитием имеют общегосударственное значение. Один из них связан с озеленением урбанизированой городской среды, в том числе и территории города Бишкек. Потенциал подобных территорий способен значительно улучшить качество жизни горожан.

Состояие озеленения городов определяются рядом факторов - это географическое положение города, природноклиматические условия, нормы обеспеченности населения зелёными насаждениями. Облик города, создаваемый зелёными насаждениям, зависит как от количества объектов озеленения, так и от правильного подбора ассортимента произрастающих растений. Для правильной посадки древесных растений следует учитывать биологическиме и видовыми особенностями древесных растений. Рекомендуемый ассортимент для эффективного формирования насаждений необходимо использовать с учетом эколого-биологической характеристики древесных растений в зависимости от газо-, морозо- и засухоустойчивости, требовательности к свету и почве, отношению к другим неблагоприятным условиям среды [Ахматов, 2002 (в)].

Озеленение - эффективный и относительно недорогой способ оздоровления среды проживания. На него уходит всего 5% от стоимости жилищного строительства: цифра, несопоставимая с затратами на специальные

инженерные сооружения, которые не всегда применимы и недостаточно эффективны для решения экологических проблем, особенно в крупных городах. Во всех цивилизованных странах придается большое значение количеству и качеству зеленых насаждений. Этот показатель считается важным индикатором устойчивого и благополучного развития общества. В государствах Евросоюза при оценке городской среды учитывается озелененность в целом, обеспеченность такими территориями в радиусе 15-минутной доступности, а также биологическое разнообразие [Титок, Володько, 2016].

В приложении к Постановлению Бишкекского городского Кенеша депутатов от 30 июня 2009 года № 77 «Правила благоустройства города Бишкек» отмечается, что озелененные территории являются неотъемлемой частью города Бишкек. Наряду с архитектурой объекты озеленения участвуют в формировании облика города, имеют санитарно-гигиеническое, природоохранное, средозащитное, средоформирующее, рекреационное, ландшафтно-архитектурное, культурное и научное значение. Повышенная загазованность и запыленность воздуха, особенности температурного и водного режимов воздуха и почвы, неблагоприятные химические и физико-механические свойства почвы, наличие каменных, бетонных и металлических поверхностей, мощение и асфальтовое покрытие улиц и площадей, наличие подземных коммуникаций и сооружений в зоне корневой системы, интенсивный режим использования городских насаждений населением обуславливают специфичность экологической среды города и ее резкое отличие от естественной обстановки, в которой сформировались биологические и экологические особенности растений [Постановление Бишкекского городского Кенеша депутатов от 30 июня 2009 года № 77 «Об утверждении Правил благоустройства города Бишкек»].

Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) предлагаются нормы, согласно которым каждый современный город должен иметь как минимум 9 $м^2$ зеленых насаждений на человека. Рекомендуется, чтобы площадь территории зеленых насаждений и водных объектов не была меньше 20% от общей площади города.

Генеральный план города Бишкек (2005) определил, что для создания благоприятных для проживания в Бишкеке условий планируемая площадь озелененных территорий Бишкека должна быть не ниже 10200 га, а норма зеленых насаждений на одного жителя должна быть не менее 85 кв. метров. В г.Бишкек эти нормы значительно меньше [Генеральный план г. Бишкек «Основные направления градостроительного развития на период до 2025 года»].

История озеленения г. Бишкек насчитывает около 150 лет, но планомерное зеленое строительство в городе было начато в 1881 году закладкой «Карагачевой рощи».

Бишкек расположен на северном склоне Кыргызского хребта в конусе выноса рек Аламедин и Ала-Арча, в зоне полупустынь. По мощности почв территория города имеет две зоны, разделенные с юга на север проспектом Чуй.

Почвы основной (южной) части города представлены сероземами и бедными суглинками мощностью от 10 до 80 см. Подстилающий многометровый галечниковый горизонт этой зоны во многих случаях выклинивается на дневную поверхность. Нормальное развитие растительности здесь возможно только при условии улучшения почвенного состава и усиленном орошении (в среднем до 20 поливов при норме 600 м3 на гектар). Аллейные насаждения здесь нуждаются в постоянном токе воды. Небольшое количество осадков за вегетационный период (250-350 мм) особой роли не играет. Решающее значение имеют низкая относительная влажность, высокая температура и большая фильтрационная способность подпочвенного горизонта, через каждые 7-10 дней сводящая на нет результаты искусственного полива насаждений. В летний, зачастую критический период, наблюдается массовый листопад и усыхание вершин менее засухоустойчивых растений, например, тополей, ив. В результате – потеря декоративности, заболевания и массовое поражение вредителями.

Зона к северу от проспекта Чуй с ее более мощными почвами и более высоким уровнем залегания грунтовых вод благоприятнее для развития растений, однако и здесь желательны в зависимости от состояния насаждений

периодические поливы.

В результате изменения экологии города Бишкек у древесных растений нарушается обмен веществ, замедляется рост и снижается адаптационная способность растений, что может привести к более быстрому старению и гибели растительного организма. Создание долговечных и декоративных насаждений в городских условиях возможно при тщательном подборе ассортимента и соблюдении правил ухода за ними с учетом особеностей среды их произрастания.

В настоящее время, нерациональное использование природных ресурсов и необдуманное хозяйствование поставили общество перед фактом усиливающигося ухудшения окружающей среды. В связи с этим, разработка научных основ ее оптимизации и охраны является одной из первоочередных задач современной биологической науки. Условием для улучшения окружающей среды является озеленение, для чего в первую очередь необходимо изучение особенностей водообмена интродуцентов, с целью продвижения их в городские условия.

ГЛАВА 2.

ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ

Чуйская долина находится на северной переферии одной из самых высокогорных систем Мира – Тянь-Шане. Она расположена в центральной части огромного материка Евразии, вдали от смягчающего влияния на климат Атлантического океана, что определяет его резко континентальный характер [Климат Киргизской ССР, 1965; Пономаренко, 1976; Атлас Киргизской ССР, 1987; Климат Фрунзе, 1990; Аламанов и др., 2006].

Климатически Чуйская долина и ее южное горное обрамление – северный склон Киргизского хребта – входят в провинцию Северного, Северно-Западного Кыргызстана, включающую Таласскую, Чуйскую и Чон-Кеминскую долиныи характеризующуюся единством генезиса своих климатов [Климат Киргизской ССР, 1965; Пономаренко, 1976; Аламанов и др., 2006].

Чуйская область расположена в северной части Кыргызской Республики. Она граничит на севере и западе с Казахстаном, на юге- с Нарынской областью, на востоке- с Иссык-Кульской, на юго-западе- с Таласской. Область занимает Чуйскую и Чон-Кеминскую долины, склоны гор Кыргызского, Заилийского и Кюнгейского Ала-Тоо. Расположена на высоте 550- 4895 метров над уровнем моря.

Столица Кыргызстана, г. Бишкек, расположена на благодатной подгорной равнине, занимая высотную зону почти от подножья северного склона Киргизского хребта на юге (высоты южных микрорайонов около 900 м) и захватывая на севере зону с высотами примерно до 7000 м. Центральная широтная зона городда имеет высоты около 740-760 м.

Главная река долины – Чу течет с юго-востока (востока) на северо-запад и является пограничной с Казахстаном в своей средней части. Днище долины

хорошо обжито и используется под поливное земледелие – посевы зерновых, овощей, бахчеводство и садоводство.

Наиболее крупными реками северного склона Киргизского хребта являются Мерке, Аспара, Кара-Балта, Ак-Суу, Сукулук, Ала-Арча, Аламедин, Арасан, Иссык-Ата, Кегеты и Шамси.

Атмосферные осадки, наряду с температурой воздуха, являются одним из основных характеристик климата. Летом они выпадают в виде дождя (жидкие осадки), а в переходные сезоны и зимой в виде снега (твердые осадки) или смеси дождя со снегом (смещанные осадки).

Климат Бишкека и Чуйской долины является засушливым, а нижней и средней части северного склона Киргизского хребта - недостаточно увлажненным. Оптимальным по увлажнению он становится только с высокогорной зоны. Меньше всего осадков в Бишкеке выпадает в августе и сентябре – 13 мм (3,1 %) и 16 мм (3,8 %), а больше всего в апреле и мае – соответсвенно 72 мм (17,1 %) и 64 мм (15,2 %). В остальные месяцы рни составляют 4,5 – 8,8 % от годовой суммы [Подрезов, 2013].

На распределение осадков в Чуйской долине решающее влияние оказывает высота местности. Годовое количество осадков возрастает от 370 мм на севере долины до 425-500 мм вверх по долине. Вверх по склонам Кыргызского хребта количество осадков увеличивается до 1000 мм и более. В Таласской долине осадков выпадает меньше - 220-320 мм. Максимум осадков приходится на апрель-май в долинах и нижней части склонов и смещается на май-июнь с увеличением высоты местности. На высотах 1,2 и 3 км расчетная годовая норма осадков составляет 458, 614 и 769 мм.

Распределение атмосферных засух (на основании индекса засушливости) по степени их интенсивности за период 1960 -92гг. указывает на изменение климатических условий Чуйской долины в сторону засушливости:

- Частота появления засух с различной степенью интенсивности увеличилась в 2 раза;

- Наблюдается сохранение явления атмосферной засухи в течение нескольких лет;

- Происходит смещение степени интенсивности явления в сторону средних и сильных атмосферных засух, частота их появления составила 18% за период 1975-1992гг по сравнению с 7% за период 1960-1974гг.

В связи с недостаточностью природного увлажнения на равнинной части Чуйской долины сельскохозяйственное производство основано на орошаемом земледелии, для которого благоприятные условия создает весенне-летнее половодье, и лишь 15-20% орошаемых земель поливаются ирригационными системами. Почвенно-климатические условия Чуйской долины благоприятны не только для выращивания сахарной свеклы, люцерны, овощей и бахчевых культур, но и пригодны для возделывания риса, хлопчатника, а также тутовника.

Экспериментальные исследования проведены в Ботаническом саду НАН КР, расположенном в предгорной зоне Чуйской долины (г. Бишкек) на конусах выноса рек Аламедин и Ала-Арча, на высоте около 800 м над уровнем моря.

Южная часть долины представляет собой предгорный шлейф Кыргызского Ала - Тоо с большими поперечными уклонами. Главная роль в формировании поверхности предгорного шлейфа принадлежит конусам выносов, которые перемежаются с межконусными пространствами. Близость Кыргызского Ала – Тоо, постоянное скопление снега и льда на его вершинах являются источниками водообеспеченности данной территории, а наличие густоразветвленной сети для самотечного орошения способствует освоению под земледелие.

Климат района исследований резко континентальный. Самый теплый период года – июль, самый холодный – январь.Зима в районе исследования холодная с частыми оттепелями и неустойчивым снеговым покровом. Для весны характерны поздние заморозки. Осень сухая и теплая, с ранним наступлением заморозков. Лето сухое и жаркое, с низкой влажностью воздуха.

На формирование погодных условий описываемого района, как и всего региона Кыргызстана, оказывают влияние теплые воздушные массы Средиземноморья и холодные воздушные течения, приходящие из Арктики. Поэтому зимы здесь в отдельные годы холодные, весны с дождями, а лето жаркое, знойное. Немаловажную роль играет местная циркуляция, зависящая от топографии местности, она обуславливает нагревание воздуха в дневные часы и охлаждение – в ночные.

Ветры преобладают в основном горно-долинные, вдоль оси долины, и выражены чаще всего двумя направлениями – восточным и западным. Осадков выпадает 400-600 мм в год, из них за период вегетации не более 40%. Среднегодовая относительная влажность – 61%. В летние месяцы относительная влажность воздуха очень низкая – 25-30%. Среднегодовая температура составляет + 10,5 ^{0} С. Летом устанавливается жаркая погода с среднесуточной температурой в июне + 21,9^0 С, июле + 24,1 ^{0} С, августе + 22,7^0 С. Абсолютные максимумы температуры приходятся на вторую половину лета (июль, август) и достигают + 40,4^0 С. Распределение температуры воздуха зависит от рельефа местности, с высотой происходит понижение температуры воздуха. Заморозки зимой в большинстве случаев бывают при вторжении холодных воздушных масс с запада, наиболее часто они повторяются в марте и апреле, в период распускания почек и цветения плодовых деревьев. Очень часто поздними весенними заморозками повреждаются листья многих древесных пород.

Снеговой покров в Чуйской долине держится от 75 до 90 дней. Устанавливается он в ноябре-декабре и сходит в феврале-марте. Нередко снеговой покров в течение зимы сходит, а затем устанавливается снова. Наибольшая среднедекадная высота снегового покрова 15-25 см. Первые выпадания снега осенью, как и последние весной, когда он уже сошел, очень неустойчивы. Снег в этих случаях быстро тает, не создавая устойчивого снежного покрова. [Климат Киргизской ССР, 1965; Климат Фрунзе, 1990; Чен, Лелевкин, 2000; Подрезов, 2013].

На рис. 2.1 представлены средние многолетние данные температуры воздуха и суммы осадков по г. Бишкек.). Весна наступает в марте, в отдельные годы – в феврале. Для этого периода характерны большие контрасты – типичные зимние периоды перемеживаются с теплой, почти летней погодой. Такие контрасты создаются чередованием активных вторжений в долину тропического и арктического воздуха. Проникновение арктического воздуха с северо – запада сопровождается понижением температуры воздуха в весенний период, что вызывает заморозки в воздухе и на почве. По количеству выпадающих осадков данный период наиболее благоприятный.

Лето в долине жаркое и сухое. Температура поднимается до 25 - 34^0 С, увеличивается число солнечных дней, устанавливается преимущественно ясная погода. Этот сезон характеризуется минимальной относительной влажностью воздуха благодаря пониженному количеству выпадающих осадков. Малое количество осадков создает неблагоприятные условия для роста растений, вследствие этого некоторые виды древесных растений засыхают. Продолжение вегетациинеобеспечивается регулярными поливами.

Осень сравнительно теплая и продолжительная. Температура воздуха колеблется в пределах 9 – 18,2 ^{0} С и лишь в ноябре понижается до 1,8 - 7,2 ^{0} С. Количество осадков по сравнению с летним периодом увеличивается. Растения к этому времени полностью заканчивают вегетацию.

Зима относительно теплая, среднемесячная температура января и февраля колеблется от 1,3 до 8,3 ^{0} С, число морозных дней 26 – 30. Максимальная глубина промерзания почвы 20 см. Зимой влажность воздуха повышается до 60 – 80%.

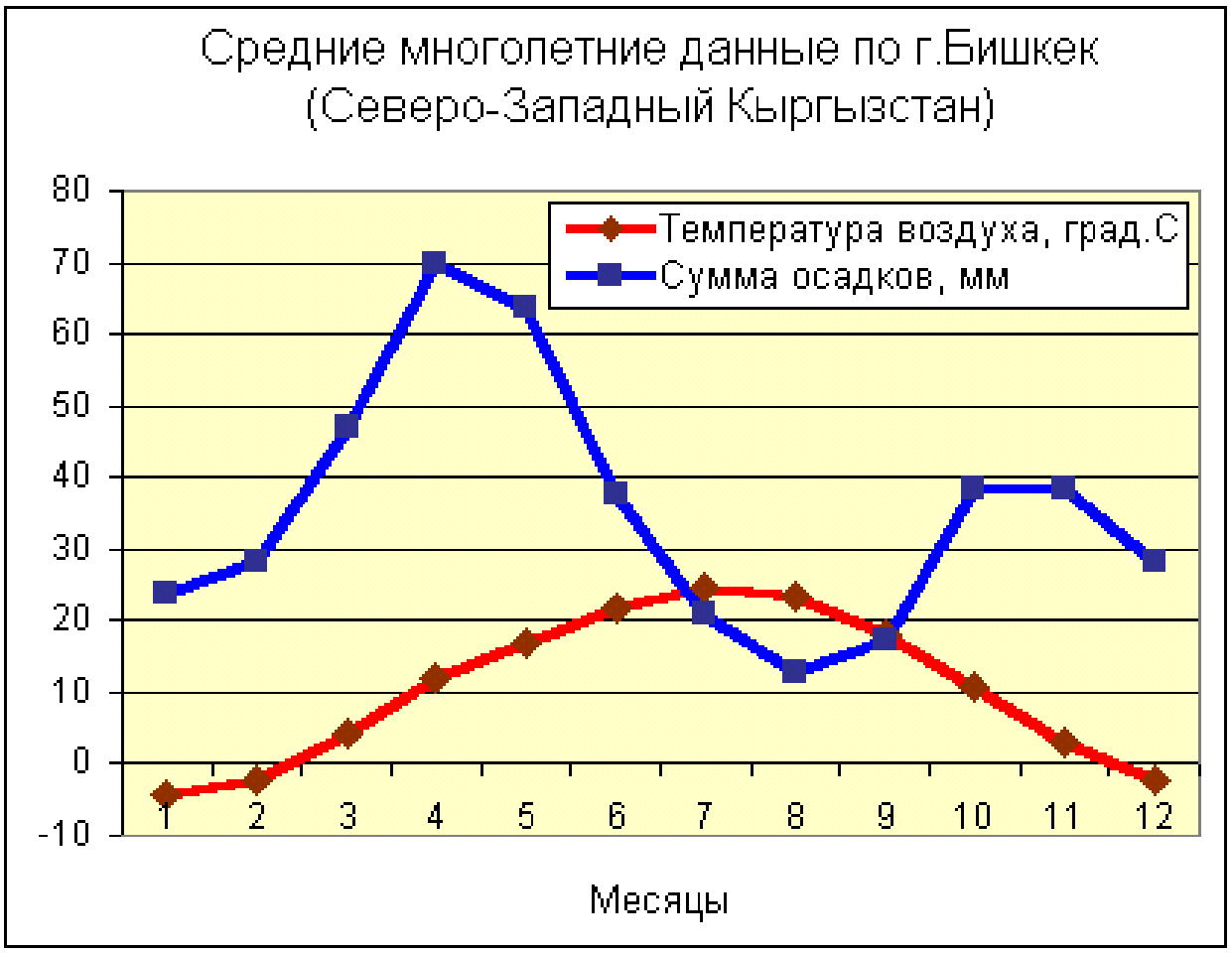

Рис. 2.1. Средние многолетние данные по температуре воздуха и сумме осадков по г. Бишкек (МС Бишкек)

В таблице 2.1. приведены среднемесячные данные дневной температуры воздуха по г. Бишкек за годы и месяцы (май-сентябрь) проведения исследований с 1995 по 2002 г.г. [Данные Кыргызгидромета МЭиЧС о прогнозе погоды из газеты «Вечерний Бишкек].

Таблица 2.1 - Среднемесячная температура воздуха, ^{0}С (по г. Бишкек за 1998 - 2012 г.г.).

Годы	май	июнь	июль	август	сентярь
1995	21,5	30,1	31,5	33,9	24,9
1996	21,3	29,3	31,5	29,0	25,2
1997	22,5	28,3	33,2	30,5	27,4

Продолжение табл. 2.1.

1998	21,5	25,1	31,0	35,4	25,4
1999	23,5	26,7	27,2	31,3	24,0
2000	24,6	29,1	30,8	32,8	24,7
2001	25,3	29,8	29,3	28,4	19,9
2002	20,6	26,4	29,7	30,5	24,3

Определяющим фактором формирования климата Земли является приходящее от Солнца тепло в виде электромагнитго излучения, которое называется коротковолновой солнечной радиацией. Чуйская долина (42-43^{o} с.ш.) находится на северной границе субтропического пояса земли , немного южнее ее серединной широты 45^{o}. Поэтому полуденная высота Солнца здесь даже в декабре не бывает ниже 23,8^{o}, а в июне она достигает 70,5^{o}. В среднем для года радиационный баланс в чуйской долине и на всех высотах Киргизского хребта положителен, хотя и уменьшается от значения 2099 МДж/м^2 в Бишкеке до 1627 МДж/м^2 на высотах около 3,6 км. Радиационные факторы формирования климата в чуйской долине имеет резко преобладающее влияние в летний период года, когда благодоря сильному дневному прогревувоздуха в целом над Средней Азией формируется малоградиентное поле пониженного давления с малооблачной жаркой погодой. В результате, летом климат в днище Чуйской долины и г.Бишкеке соответствует климату сухих субтропиков. Зимой. В следствии сокращения прихода солнечной радиации из-за короткой длительности дней, а также развивающейся интесивной циклонической деятельности с вторжением холода с запада, северо-запада и севера, циркуляционные факторы формирования климата становятся преоблодающими. В результате, климатические условия зимы для днища Чуйской долины и г. Бишкека соответствует более холодным климатам южной зоны умеренных широт [Подрезов, 2013].

Описание режима атмосферных явлений и облачности показало, что весьма благоприятным фактором климата Чуйской долины и северного склона

Киргизского хребта является высокая продолжительность солнечного сияния, которая в среднем для года (около 2600 ч) практически не зависит от высоты места и такая же. Как в Италии и Греции. Это объясняется как южным положением района, так и благоприятным режимом облачности. Такие метеорологические явления как туманы, грозы и град, характеризуются умеренной повторяемостью и интенсивностью. Они хотя и не являются существенной отрицательно доминантой климата. Но их следует обязательно учитывать в практической деятельности [Подрезов, 2013].

Средние значения относительно влажности воздухане опускаются ниже 30 % и не превышают 76 %. Влажность максимальна в холодную половину игода (ноябрь-апрель) в вечерние, ночные и утренние часы, когда ее средние значения лежат в пределах 70-79 %. Она уменьшается в теплую половину года, хотя в ночные часы еще достаточно всока, составляя 48-72 %. Но летом в дневные часы влажность обычно уменьшается до 30-35 % [Подрезов, 2013].

По данным И.Г.Пенкиной [1999], в результате обследования почвоведом Шван-Гурийским почв Ботанического сада НАН КР установлено, что они весьма маломощны. Мощность основной части почв составляла 30 см, местами – всего 5 см, количество гумуса – 1-2%. Почвы, по классификации А.М. Мамытова, Г.И. Ройченко и др.[1966], северные малокарбонатные сероземы. Им свойственно обилие каменисто – галечниковых отложений и заплываемость при поливе. Верхний горизонт почвы окрашен в светло – серый цвет и представляет собой слабоуплотненный суглинок. С глубиной плотность и хрящеватость увеличивается, содержание корней уменьшается. На глубине 68 – 90 см залегает материнская порода, она представлена хрящеватыми суглинками с обилием галечника и крупного, хорошо окатанного булыжника. В очень глубоких горизонтах залегают грунтовые воды. Распространению корней способствует чрезвычайно хороший дренаж почвы.

По механическому составу почва легкосуглинистая. Преобладает мелкий песок, увеличивающийся с глубиной. Фракции среднего песка и крупной пыли убывают по горизонтам вниз. Реакция почвенного раствора слабощелочная.

Несмотря на проводимые поливы, летом наблюдается значительное иссушение почвы, в основном в верхних горизонтах (0-50 см). На глубине 50-100 см влажность несколько выше и содержание влаги более стабильно, что имеет положительное значение для влагообеспеченности растений. В отдельные дни влажность почвыможет понижаться до 10%, в расчете на абсолютно сухой вес. Почвенно-гидрологические условия района являются весьма жесткой средой для успешного роста и развития растений [Водянова, 1989].В первую очередь это связано с тем, что почвы Ботанического сада НАН КР весьма маломощны и подвержены быстрому иссушению.

Влияние неблагоприятных условий летнего периода на рост и развитие древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине компенсируется регулярными поливами. Полив осуществляется при помощи ирригационной системы, где вода доставляется по арыкам и водообеспечение растений на 65-70% обеспечивается за счет поливной воды. С середины мая по октябрь месяцы 8-9 раз проводится полив. Среднесуточный расход воды на полив 120-150 л / сек.

ГЛАВА 3.
МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объекты исследования.

Объектами исследования являлись лиственные древесные растения трех жизненных форм, интродуцированных в Ботаническом саду Национальной Академии наук Кыргызской Республики: 15 видов деревьев, 16 видов кустарников и 2 вида лиан.

При подборе объектов исследований учитывались видовое разнообразие коллекции деревьев, кустарников и лиан Ботанического сада НАН КР, степень использования их в озеленении, декоративность и другие свойства. С целью определения годов введения в культуру использованы архивные материалы Ботанического сада НАН КР (отчеты лаборатории древесных и кустарниковых растений и лаборатории научных основ озеленения). Для описания интродуцентов приводятся данные литературных источников и собственных наблюдений за периодами начала облиствления и листопада, цветения и плодоношения, высоты и диаметра ствола.

Деревья

Конский каштан обыкновенный –*Aesculus hippocastanum* L.

Род Конский кашнан (*Aesculus L.*), Сем. *Hippocastanaceae* - Конскокаштановые. Изящное дерево высотой до 36 м с низко опущенной раскидистой широкоовальной куполообразной кроной. Ствол правильной цилиндрической формы с тёмно-коричневой пластинчатой корой. Молодые побеги и сеянцы толстые. Почки крупные, клейкие, красно-бурые. В природе размножается семенами.

Произрастает на небольшой территории в горах на Балканах (на севере Греции, Албании, Республики Македонии, Сербии и Болгарии) в лиственных лесах вместе с ольхой, ясенем, клёном, грабом, липой, буком и другими древесными породами, поднимаясь в горы до высоты 1 000—1 200 м над

уровнем моря. Встречается в горных районах Ирана и в предгорьях Гималаев. Широко культивируется как декоративное дерево в Центральной и Западной Европе. Долговечен (при благоприятных условиях достигает возраста 200—300 лет). Почти не повреждается насекомыми. Хорошо переносит пересадку во взрослом состоянии.

В Ботаническом саду НАН КР высажен в 1941 г. Интродуцированные деревья достигают высоты 9,0 - 9,5 м, с диаметром ствола 34,5 - 41,7 см. Листья распускаются в середине апреля. Кисти с цветками появляются в начале мая. Плодоносит в конце мая – начале июня. Плоды созревают в августе – сентябре. Листья начинают желтеть в конце сентября, опадают в октябре.

Церцис канадский- *Cercis canadensis* L.

Вид рода Церцис (*Cercis*), семейства Бобовые (*Fabaceae*). Дерево высотой до 18 м с шатровидной кроной. Ветви и ствол с чёрно-серой корой. Побеги красные. Цветёт в апреле — мае. Плодоносит в сентябре — октябре.

В природе ареал вида охватывает Северную Америку — от Нью-Йорка на юг до Флориды и на запад до Айовы, Небраски, Техаса и севера Мексики. В культуре распространён на Черноморском побережье Кавказа на юг от Сочи, растет и плодоносит в Баку, Ереване, Тбилиси, на Украине (в Ужгороде, Киеве), а также в Средней Азии. Относительно теплолюбив. Довольно требователен к влажности и богатству почвы. Страдает от засухи [Лапин, Калуцкий, Калуцкая, 1979].

В Ботаническом саду НАН КР произрастает с 1950 года. Взрослые деревья 6,4 м высоты и стволом в диаметре 12,3 см. Листья появляются во второй половине апреля. Цветет до распускания листьев в апреле. Плодоношение в июле. Начало листопада в конце октября.

Береза кривая или изогнутая – *Betula procurva* Litv.

Вид рода Берёза (*Betula*), семейства Берёзовые (*Betulaceae*). Дерево средней величины до 10-15 м с ветвистым, изогнутым стволом и желтоватой или оранжево-жёлтой сильноотслаивающейся корой. Молодые ветви слегка опушённые, со смолистыми желёзками.

На территории Кыргызской Республики встречается в Киргизском, Таласском, Узунахматском, Ферганском и Алайском хребтах. В районах Внутреннего Тянь-Шаня заходит в хребты Сусамырский, Молдо - и Кавак-Тоо, произрастае также в поймах рек Кугарт и ее приоков, стекающих с хребта Ак-Шийрак. Обитает по берегам горных речек и озер. Вместе с другими видами образует небольшие березовые рощи [Ткаченко, 1972].

В Ботанический сад НАН КР была завезена в 1954 г. трех, четырех летними растениями высотой 1,2-1,5 м из самосева по р. Кокемерен. В том же году были посеяны семена с Таласского и Кыргызского хребтов. В настоящее время березы имеют высоту 8,5 - 10,6 м и диаметр ствола – 20,5 - 22,3 см. Вегетация начинается во второй половине марта - начале апреля. Листья разворачиваться в апреле. В сентябре – начало листопада.

Клен сахаристый, серебристый- *Acer saccharinum* L.

Род Клен (*Acer*), Семейство Клёновые (*Aceraceae*). Быстрорастущее дерево средних размеров, высотой 27—36 м. Произрастает в восточной части Северной Америки — США и прилегающих территориях Канады. Растёт во влажных низинах, по берегам рек и озёр, на возвышениях встречается реже. Лучше всего приспособлен к влажным, хорошо дренированным, тонкотекстурным наносным почвам. Встречается на высоте от 30 до 600 м над уровнем моря.

В засушливых регионах встречается только около воды. Показывает среднюю терпимость к засолённым почвам, но достаточно легко переносит длительные периоды наводнений. Теневыносливость выражена не ярко и зависит от прочих условий — на хороших почвах более теневынослив. В любом случае, он более требователен к свету по сравнению с другими видами клёна. Доминирует в лесах вместе с буком, ясенем и тополем.У клёна серебристого довольно хрупкая древесина, поэтому деревья могут страдать от сильного ветра. Клён серебристый довольно быстро прорастает, и если его не обрезать, то часто даёт несколько одинаковых побегов. Тем не менее, его часто высаживают в парках и вдоль дорог из-за его быстрого роста, простого

размножения и пересадке. Легко приспосабливается к городским условиям, поэтому часто высаживается по обочинам дорог [Лантратова, 1991].

В Ботаническом саду НАН КР 2-х летние саженцы были высажены в 1952 г. Высота деревьев 11,6 – 15,2 м, диаметр ствола - 27,3 - 34,2 см. Листья развертываются в апреле. Цветки появляются до распускания листьев в марте месяце. Плодоносит в апреле. Листопад начинается с середины октября.

Клен остролистный, платановидный- *Acer platanoides* L.

Дерево высотой 12—28 м с широкой, густой шаровидной кроной. Кора молодых деревьев гладкая, серо-коричневая, с возрастом темнеет до почти чёрной и покрывается длинными, узкими, переплетающимися продольными трещинами.Ветви крепкие, широкие, направлены вверх; коричневые либо красновато-серые, с терминальной (верхушечной) зелёной либо фиолетовой почкой в виде тюрбана с крупными почечными чешуйками.

Вид клёна, широко распространённый в Европе и Юго-Западной Азии. Распространён в Европе и Азии от Франции на западе до европейской территории России на востоке. Северная граница распространения ограничена южными районами Скандинавии и Карелией, южная — северным Ираном. На северном пределе своего естественного распространения растёт кустовидно. Район распространения характеризуется минимумом и максимумом суммы активных температур (1150 и 2600 соответственно), которые в среднем составляют выше 5 °C. Часто культивируется в качестве декоративных насаждений в садах и вдоль дорог. Ботаники и фенологи считают начало сокодвижения у клёна остролистного наступлением весны в растительном мире. Предпочитает влажные, плодородные, хорошо дренированные почвы. Чувствителен к низкому содержанию азота, засолённым почвам и застою влаги. Плохо растёт на песчаных, глинистых или богатых известью почвах. Теневынослив, но с возрастом постепенно теряет это качество. Зимостоек — выносит достаточно низкие температуры. Внесён в «Красную книгу Карелии» [Лантратова, 1991].

В Ботаническом саду НАН КР интродуцирован в 1945 г. Получен 5-летним саженцем из Горзеленстроя г. Фрунзе. Деревья 9,0 - 9,7 м высоты, с широкоокруглой густой кроной. Ствол - 28 – 30 см в диаметре. Листья начинают разворачиваться в середине апреля, одновременно цветет. Плоды созревают в начале октября. Листья опадают в октябре.

Клен явор, ложноплатановый, белый- *Acer pseudoplatanus* L.

Большое лиственное дерево, достигающее 20—35 метров в высоту, с широкой куполообразной кроной. На молодых деревьях кора гладкая и серая, но с возрастом становится грубее и отслаивается чешуйками, показывая внутренние слои коры от бледно-коричневого до розоватого цвета.

В природе растет в Карпатах, на Кавказе, в средней, южной и юго-восточной части Западной Европы и на северном побережье Малой Азии. В Северной Америке одичавшие (происходящие от культурных посадок) белые клёны обычны в Новой Англии, Нью-Йорке и на северо-западе по берегу Тихого океана. Выращивается во многих частях Южного полушария с умеренным климатом, очень часто в Новой Зеландии и на Фолклендских островах. Он рассматривается как нежелательный агрессивный сорный вид в некоторых частях Австралии (Yarra Ranges, Виктория). Белый клён замечателен своей стойкостью к ветру, городским загрязнениям и соли, что делает его популярным для выращивания в городах, вдоль дорог, посыпаемых солью зимой, и на морском побережье. Он интродуцирован и широко распространяется в культуре севернее своего естественного ареала в Северной Европе, особенно на Британских островах и в Скандинавии, на север до Тромсё в Норвегии (семена могут созревать на север до Вестеролена), в Рейкьявике (Исландия) и в Торсхавне на Фарерских островах) [Пояркова, 1949].

В Ботанический сад интродуцирован в 1945 г. В высоту 6 – 7 м и стволом 18,6 - 21,2 см в диаметре. Листья разворачиваются в середине апреля. Цветет в конце апреля - начале мая. Плоды появляются в конце мая – начале июня. В сентябре – октябре они созревают. Начало листопада – октябрь.

Дуб черешчатый, летний, обыкновенный- *Quercus robur* L.

Вид рода Дуб (*Quercus*), семейства Буковые (*Fagaceae*).Достигает высоты 20—40 м. Может дожить до 2000 лет, но обычно живёт 300—400 лет. Рост в высоту прекращается в возрасте 100—200 лет, прирост в толщину, хоть и незначительный, продолжается всю жизнь [Нейштадт, 1954]. Крона густая шатроподобная или широкопирамидальная, асимметричная, раскидистая, с крепкими ветвями и толстым стволом (1—1,5 м в диаметре). У молодых деревьев ствол неправильный, коленчатый, с возрастом становится прямым и цилиндрическим [Губанов, 2003].

Дуб обыкновенный — одна из основных лесообразующих пород широколиственных лесов Европы, а также сообществ европейской лесостепи, растёт рядом с грабом, ясенем, липой, клёном, вязом, буком, берёзой, елью, пихтой, сосной и некоторыми другими деревьями. В средней лесной зоне крупных массивов не образует.Широко распространён в Западной Европе и европейской части России, встречается на севере Африки и в западной Азии. Северная граница ареала проходит по южной Финляндии и северу Ленинградской области, при этом на западном побережье Норвегии, ввиду влияния Гольфстрима, она достигает 65-й параллели. По мере продвижения на восток граница ареала резко сдвигается к югу, а в Сибири в настоящее время этот вид вовсе не обитает. Восточными пределами ареала дуба черешчатого служат водораздел рек Волги и Урала (возвышенность Общий Сырт), а также долины рек Юрюзани и Сылвы [Семериков, 1986].

В Ботаническом саду НАН КР культивируется с 1962 г. Дерево высотой 11,5 - 14,7 м, ствол – 19,1 – 27,3 см в диаметре. Листья распускаются в середине апреля. Почти в это же время появляются свисающие зеленые сережки мужских цветков. Женские цветки расположены в пазухах листьев. Плодоносит во второй половине мая. Листопад начинается в конце сентября.

Дуб черепитчатый- *Quercus imbricaria* Michx.

Листопадное дерево до 20 м, широкопирамидальной кроной и свисающими на концах ветвями. Листья широколанцетные, края листа

волнистые и несколько завернутые, сверху блестящие, темно-зеленые, снизу покрыты войлочным опушением, 10-15 см длиной, осенью ярко- красные. Не повреждается морозами.

Родина – Северная Америка. Произрастает на территории Великих озер, вдоль Аппалачских гор, в районе Алабамы, растет на глубоких свежих пологих берегах рек. Один из наиболее декоративных дубов. Используется в парках Северной Америки и Англии. Растет быстро. Морозостоек до минус 29 °С. В культуре с 1768 года.

В Ботанический сад НАН КР завезен в 1960 г. двухлетним сеянцем из Центрального Ботанического сада АН Украины. Деревья достигают 10,5 - 13,5 м высоты, диаметр ствола – 26,5 - 30,6 см. Листья разворачиваются в конце апреля, начале мая и в это же время цветет. С сильно развитой стержневой корневой системой. Цветение начинается обычно во второй половине октября и длится 15-20 дней. Побуревшие листья постепенно опадают в течение всей зимы.

Рябина промежуточная, скандинавская, шведская - *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers.

Вид рода Рябина (Sorbus L.), семейства Розовые (розанные, розоцветные) (Rosaceae Juss). Дерево высотой до 10—15 м, с правильной овальной кроной.Дико произрастает в Скандинавии (Швеция, Финляндия) и Средней Европе. Является устойчивым видом, как полагают, очень давнего гибридного происхождения (возможно, S. aucuparia x S. aria.).Отличается высокой морозостойкостью и в то же время достаточной засухоустойчивостью. В отличие от других видов рябин обладает довольно высокой устойчивостью против дыма и газов. К почве неприхотлива, мирится с уплотнением почвы. Хороша в группах, но особенно в аллейных насаждениях, в садах и парках, а также в линейных насаждениях вдоль улиц и дорог [Колесников, 1974]. В настоящее время широко используется как декоративное дерево, особенно на городских улицах и в парках Европы.

В Ботаническом саду НАН КР в культуре с 1976 года. Высота дерева 6 – 7 м, диаметр ствола – 8,0 – 11,0 см. Листья появляются в апреле. Цветет в мае. Плодоносит во второй половине мая.

Орех грецкий – *Juglans regia* L.

Вид деревьев рода Орех (*Juglans*), семейства Ореховые (*Juglandaceae*). В диком состоянии грецкий орех растёт в Закавказье, особенно в западной части, а также в Талышских горах. Грецкий орех растёт в северном Китае, в северной Индии, на Тянь-Шане, в Иране, в Малой Азии и Греции. На склонах Ферганского, Узунахматского и Чаткальского хребтов, в пределах Кыргызской Республики, в хребтах Пскемском, Угамском, Каратегинском, Дарвазском, Петра Первого и в горах Копет-Дага орех грецкий с другими видами плодовых и лиственных пород образует оригинальные, единственные в мире массивы орехо-плодового леса. Растет он здесь на высоте т 800 до 2300 м над ур. м. на темно-бурых, богатых гумусом почвах. С давних времен введен в культуру, встречается во всех частях света [Ткаченко, 1972].

В Ботаническом саду НАН КР произрастает с 1941 г. Первоначально сюда были завезены двухлетние саженцы, с 1953 года выращивается из семян, собранных в различных районах Ферганского, Чаткальского и Узунахматского хребтов, и из семян местной репродукции. Интродуцированные растения – деревья имели высоту 7,5 - 11 метров и диаметр ствола 20,0 – 22,0 см. Крона, как правило, шаровидная. Листья разворачиваются в апреле и одновременно начинается цветение. Плодоносит в мае. Листья сбрасывают в сентябре.

Граб обыкновенный – *Carpinus betulus* L.

Вид лиственных деревьев из рода Граб (*Carpinus*), семейства Берёзовые (*Betulaceae*). Дерево высотой 7—12 м, в редких случаях до 25 м. Ствол диаметром до 40 см, ребристый, иногда слабо скрученный. Крона очень густая, цилиндрическая, на вершине закруглённая. Кора молодых деревьев серебристо-серая, с возрастом глубоко растрескивающаяся. Ветки тонкие, длинные; краевые весной свисающие, летом прямые; молодые побеги бурые, с чечевичками, голые или рассеянно волосистые.

В природе ареал вида охватывает материковую часть Европы, Малую Азию, Кавказ, Закавказье и Иранское нагорье. Произрастает в смешанных широколиственных лесах, иногда образует и чистые насаждения. В Восточном Закавказье поднимается до 2000 м над уровнем моря. В естественных условиях растёт во втором ярусе смешанных лесов. Растёт медленно. Теплолюбив, теневынослив. Зимостойкость не высокая. Чистые насаждения образует редко [Губанов и др., 2003].

В Ботаническом саду НАН КР в культуре с 1962 г. Дерево высотой 8,5 – 11,0 м с ребристым стволом, достигающим диаметра 30 – 35 см. Листья разворачиваются во второй половине апреля. Цветет одновременно с распусканием листьев. Плодоношение с середины апреля до конца осени. Начало листопада в сентябре.

Вяз перистоветвистый – *Ulmus pinnato-ramosa* Dieck. ex Kochne.

Вид деревьев рода Вяз (*Ulmus* L.), семейства Вязовые (*Ulmaceae*). Дерево второй величины, высотой до 25 м, диаметр ствола до 0,5 м. Живёт более 100 лет. Кора темно-серая, мелкотрещиноватая. Побеги тонкие, голые, блестящие, желтовато-бурые или сероватые. К плодородию почвы среднетребователен. Засухоустойчив. Переносит засоленность почвы. Достаточно морозостоек. В первые годы растёт быстрее других ильмовых. Размножается семенами, образует поросль от пня. При повреждении корней может давать корневые отпрыски. Хорошо переносит стрижку. Встречается в восточной части Средней Азии по горным склонам, ущельям, по долинам рек [Васильев, 1986].

В Ботаническом саду НАН КР интродуцирован в 1941 г. Дерево высотой 8,0 - 9,0 м и диаметром ствола 22,0 – 24,0 см. Листья распускаются в апреле. Цветет до появления листьев, в марте. Плоды появляются в первой половине апреля. Листопад начинается в сентябре.

Черемуха обыкновенная, кистевая - *Padus racemosa* (Lam.) Gilib.

Вид невысоких деревьев (изредка кустарников) из рода Слива (*Prunus*) семейства Розовые (*Rosaceae*). Деревце, дерево или крупный кустарник

высотой 0,6—10 м, крона удлинённая, густая. Кора матовая, чёрно-серая, с беловатыми чечевичками. Молодые ветви оливковые или вишнёво-красны

Естественный ареал — Северная Африка (Марокко), Южная, Центральная, Западная, Северная и Восточная Европа, Малая, Центральная и Восточная Азия (в том числе многие провинции Китая), Закавказье.В России обыкновенна в Европейской части, Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке.Занесена и натурализовалась повсюду в мире в зоне умеренного климата.Предпочитает влажные, богатые почвы с близким залеганием грунтовых вод. Растёт преимущественно по берегам рек, в приречных лесах (уремах) и кустарниковых зарослях, по лесным опушкам, на песках, по лесным прогалинам. Размножается вегетативно (черенками, корневой порослью), реже семенами. Обильно цветёт ежегодно, однако плодоносит не каждый год, так как цветки повреждаются поздневесенними заморозками[Игнатенко, 1991; Мазнев, 2004; Губанов, 2003].

В Ботаническом саду НАН КР растет с 1972 г. Имеет высоту 3,5 - 4,0 м и ствол в диаметре 9,0 - 10,0 см. Первые листья появляются во второй половине марта до начала апреля. Цветет в апреле. В конце августа листья начинают желтеть, опадают в сентябре.

Тополь пирамидальный, итальянский - *Populus pyramidalis* Roz. или *Populus nigra* var. italica Du Roi.

Вид двудомных деревьев рода Тополь (*Populus*), семейства Ивовых (*Salicaceae*). Ствол прямой, до 30 метров. Крона пирамидальная или узкопирамидальная, ветви направлены вверх или косо вверх. По обилию этого вида в культуре Италии, его часто называют "итальянским" или "ломбардским тополем". Морфологически (кроме формы кроны) мало отличается от тополя черного, но экологически - очень сильно.

Родина точно неизвестна, предположительно - Афганистан, Малая Азия, Гималаи. Широко распространен в Северной Италии, где является одной из самых распространенных древесных пород. Культивируют главным образом в странах Средиземноморья; на Кавказе, в Центральной Азии, в степных и

лесостепных районах Европейской части. Растет вдоль рек, арыков, каналов, в лесных посадках, в садах и парках.

Листья ромбовидной или широкотреугольной формы. Цветки объединены в серёжки. Размножается семенами, черенками, корневыми отростками и пневой порослью. Семена быстро теряют всхожесть, поэтому их надо сажать сразу после сбора. Весьма эффектное дерево в одиночной, групповой, рядовой и аллейной посадках. Своей монументальной, пирамидальной, темно-зеленой кроной придает особый, южный характер пейзажу, напоминая стройные, пирамидальные кипарисы. Хорош для быстрого создания зеленых защитных стен [Деревья и кустарники СССР, 1951].

В Ботаническом саду НАН КР был высажен из черенков в 1956 г. Дерево 21,0 - 22,2 м высотой и диаметром ствола 45 – 53 см. Листья появляются во второй половине апреля. Цветет до распускания листьев в конце марта - начале апреля. Начало листопада в конце сентября.

Боярышник алтайский- *Crataegus altaica* Lge.

Род Боярышник (*Crataegus L.),*семейство Розоцветные (*Rosaceae*). В природе деревце высотой до 6 м, часто с 2-5 стволами различной высоты и диаметра. Старые стволы и ветви серые с желтоватым оттенком, годовалые – коричнево-красные, растущие – гладкие, зеленые, с чечевичкамистен. Встречается на меловых горах близ г. Уральска в верховьях р. Эмбы, в Западной Сибири (по склонам гор и ущелий Алтая), в Арало-Каспийской области, на Тянь-Шане и Памиро-Алае. На территории Кыргызстана встречается во всех районах, за исключением высокогорных. Распространен в культуре. Плоды мелкие, шаровидные, оранжево-желтые, мучнистые, мягкие, приятные на вкус [Ткаченко, 1972].

В условиях Ботанического сада НАН КР выращивается с 1943 г. Дерево высотой 3,9 – 4,5 м и стволом в диаметре 12,7 – 13,5 см. Появление первых листьев отмечено в первой половине апреля. Бутоны появляются в конце апреля – начале мая. Плодоносит с середины мая. Листопад начинается в первой половине сентября.

Кустарники

Карагана Буа - *Caragana boisii* Schneid.

Вид листопадных кустарников рода Карагана (*Caragana* Lam.), семейства Бобовые (*Fabaceae*). Кустарник до 2 м высотой. Вегетация с середины апреля до начала октября. Темп роста средний. Цветет с 7 лет, ежегодно, во второй половине мая-начале июня, около 10-12 дней. Плоды созревают ежегодно, в августе.

Естественный ареал - Западный Китай: провинция Сычуань. В зарослях кустарников.

В Ботаническом саду НАН КР произрастает с 1969 г. Кустарник 2,5 - 3 м в высоту. Первые листья начинают распускаться во второй половине апреля. Цветение в мае. Листопад с начала октября и длится до первых чисел ноября.

Чубушник Льюиса- *Philadelphus lewisii* Parsh.

Кустарники изродаЧубушник (*Philadelphus*), семейства Гортензиевые (*Hydrangeaceae*).Листопадные, реже полулистопадные кустарники.Кора тонкая, чаще серая, у многих видов на 1—2 летних побегах коричневая, отслаивающаяся.Древесина твёрдая с широкой сердцевиной. Ареалы произрастания - Европа, Восточная Азия и Северная Америка[Чаховский и др., 1988].Чубушники были введены в культуру в Центральной Америке, Малой и Восточной Азии в XII—XIII веках. В России в XVI—XVII веках эти растения наряду с сиренью и розами были широко распространены в царских и боярских садах. В Европе чубушники американского и азиатского происхождения появились в первой половине XIX века. Весьма популярными стали чубушники гибридного происхождения, полученные Лемуаном. С этого времени описанию культивируемых видов и садовых форм чубушника отводится немало места в европейской дендрологической и садоводческой литературе [Котова и др., 2005].

В Ботанический сад НАН КР был завезен в 1971г. Высота кустарника 2,0 - 2,5 м. Вегетация с первой декады апреля до начала ноября.Фаза цветения

приходится на конец мая и на начало июня. Не каждый год обильно цветет. Начало листопада – конец сентября – начало октября.

Лох узколистный- *Elaeagnus angustifolia* L.

Вид кустарников рода Лох (*Elaeagnus*) семейства Лоховые (*Elaeagnaceae*). Кустарник или невысокое дерево высотой 3—7 м, иногда с колючками. Цветёт в июне. Плоды созревают в августе—октябре. Размножается семенами, черенками, отводками, возобновляется также порослью (корневых отпрысков не дает).Молодые побеги серебристые, остальные серые. Дико произрастает в Восточной Европе, на Кавказе, в Средней Азии, Малой Азии, Иране. На территории России встречается в европейской части, Саратовской области, на Северном Кавказе, в Западной Сибири и Алтайском крае. Весьма засухоустойчив, почти не страдает от жарких суховеев в юго-восточных степных районах. К почвам неприхотлив; переносит значительную засолённость почвы, успешно произрастает на каштаново-солонцовых, тёмно-каштановых и светло-каштановых почвах. Очень хорошо переносит пыль, копоть, газ. Цвести и плодоносить начинает с 3—5-летнего возраста. Культивируют в садах, парках, высаживают в качестве почвоукрепляющего и водозащитного растения. Серебристые листья, яркая кора, душистые цветки делают лох весьма декоративным растением. Легко переносит стрижку и пересадку, газо- и дымоустойчив в условиях город [Дудченко, Козьяков, Кривенко, 1989].

В Ботаническом саду НАН КР интродуцирован в 1971г. Кустарник высотой 3,0 – 4,0 м. Продолжительность вегетации - со второй декады апреля до третьей декады ноября. Цветет с конца мая до середины июня. Продолжительность листопада с середины сентябрядо середины ноября.

Бересклет Маака- *Euonymus maackii* Rupr.

Листопадный кустарник или дерево, вид рода Бересклет (*Euonymus*) семейства Бересклетовые (*Celastraceae*)до 3 м, или дерево до 10 м высотой. Побеги плоские, зелёные или красновато-коричневые, часто с сизым налётом. Произрастает в долинах рек, где образует заросли на дюнах и песчаных гривах,

а также в осветлённых лиственных лесах и среди кустарников. Обычно до 200 м над уровнем моря.Общее распространение: российский Дальний Восток, Восточная Сибирь, Японо-Китайский район.Описан с Дальнего Востока [Киселева, 1988].

В Ботаническом саду НАН КР интродуцирован в 1976 г. Высота кустарника 2,0 - 2,5 метра. Начало вегетации с середины апреля до начала октября. Цветет в июне. Листопад с конца сентября до конца октября.

Форзиция свисающая, китайская- *Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl.

Кустарники рода Форзиция (*Forsythia*), семейства Маслиновые (*Oleaceae*), цветущих красивыми жёлтыми цветами.Кустарник до 3 м высоты с дугообразно изогнутыми свисающими ветвями. Цветки золотисто-желтые, до 2,5 см длины. Цветет в феврале-марте. Светолюбива, жаростойка и зимостойка. К почвам нетребовательна. Особенно быстро растет при хорошем поливе. Одно из самых ярких раннецветущих растений. Пригодна для групп и солитеров.В диком виде пороизрастает в Северном и Центральном Ките [Жизнь растений, 1981].

В условиях Ботанического сада НАН КР в возрасте 30 лет, 1,5 - 2 м в высоту. Цветет перед распусканием листьев – с половины апреля до начала мая. Продолжительность вегетации – 200-215 дней. Начало листопада – конец октября.

Калина гордовина- *Viburnum lantana* L.

Крупный листопадный кустарник родом из Евразии, типовой вид рода Калина (*Viburnum*) семейства Адоксовые (*Adoxaceae*). До 6 м высотой. Молодые веточки и почки сероватые, волосисто-опушённые. Кора трёхлетнего возраста растрескивающаяся, серая. Крона густая.Калина гордовина произрастает в лесах и на открытых участках, на богатых известью почвах. В естественных условиях обычна в Центральной и Южной Европе. Восточная граница ареала — центральная Украина, Малая Азия и Кавказ, западная — север Испании. На севере заходит в южную Англию. Очень редко встречается в Северной Африке — Алжире и Марокко [Пояркова, 1958; Clapham et al., 1987].

В Ботаническом саду НАН КР интродуцирован в 1977 г. Высота 2,5 – 3,0 м. Период вегетации – с середины апреля до середины ноября. Фаза цветения охватывает период с первой до третьей декады мая. Листопад в течение первой половины ноября.

Сумах оленерогий, уксусное дерево - *Rhus typhina L.*

Растение рода Сумах (*Rhus*), семейства Сумаховые (*Anacardiaceae*). Достигает высоты 10-12 м. В природе произрастает на Востоке Северной Америки, а именно на Юго-Востоке Канады и на северо-восточной части США, а также в Южной Африке, Европе, Азии, Крыму, Кавказе.Имеет прекрасную, декоративную, ажурную крону, толстые, пушистые, светло-бурые побеги, напоминающие оленьи панты. Кора на старых побегах коричневая, расстрескивающаяся. Цветки красно-коричневые, собранные в густые конусовидные метёлки 10-20 см длиной и 4-6 см в диаметре. Плоды — маленькие красные костянки собранные в метёлки. Листва осенью приобретает ярко-красный цвет. Культивируется, как декоративное растение [Линчевский, 1981].

В Ботаническом саду НАН КР введена в культуру в 1971г. Высота кустарника 3,5 – 4 м. Начало образования листьев – середина мая. Продолжительность вегетации 180-190 дней. Цветет в июне. Листопад – с конца октября до середины ноября.

Спирея Вангутта- *Spiraea vanhouttei* (Briot.) Zbl.

Листопадный декоративный кустарник рода Спирея (*Spiraea*)семейства Розовые (*Rosaceae*). Гибрид между спиреей кантонской (*Spiraea cantoniensis*) и спиреей трехлопастной (*Spiraea trilobata*).Куст округлой формы, до 2 метров в высоту.Ветви взрослых растений дугообразно изгибаются вниз.Быстрорастущий декоративный кустарник. Относительно теневынослив. Цветет в середине июня—начале июля. Иногда наблюдается повторное цветение в июле—августе. Цветки белые, 0,6 см в диаметре. Спирею Вангутта размножают преимущественно черенкованием, всхожесть семян 5 %. Используют в одиночных посадках, низких живых изгородях, небольших

группах, в дополнение к хвойным деревьям, для декорирования берегов водоёмов, при оформлении цветников крупных размеров.В озеленении и ландшафтном дизайне спирею Вангутта используют для солитерной (одиночной) посадки, живой изгороди, ландшафтных композиций с другими кустарниками. Благодаря своей устойчивости к различным загрязнениям её можно высаживать возле промышленных предприятий, вдоль автомобильных трасс и городских улиц [Плотникова, 2004; Александрова, 2010]

В условиях Ботанического сада НАН КР в возрасте 30 лет достигает 1,5 - 2,0 м в высоту. Вегетация длится с середины апреля до начала ноября. Обильно цветет со второй декады мая по первую декаду июня. Начало листопада – конец октября.

Айва японская, хеномелес японская - *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl.

Вид двудольных цветковых растений, включённый в род Хеномелес (*Chaenomeles*) семейства Розоцветные (*Rosaceae*).листопадный кустарник, не превышающий 3 м. в высоту. Молодые ветки зелёные, затем становящиеся чёрно-бурыми, сначала чешуйчато-войлочные, затем голые. Почки голые, чёрные. Плод — почти шаровидное яблоко жёлтого цвета со множеством коричневых семян. Съедобен, однако жёсток и менее популярен для приготовления варенья, чем плод айвы продолговатой. Родина айвы японской — Япония. Широко выращивается в Китае и Европе [Ku, Spongberg, 2003].

В Ботаническом саду НАН КР интродуцирована в 1971 г. и образовала шаровидную крону диаметром 1,5 – 2,0 м. Появление первых листьев приходится на начало апреля. Цветет с конца апреля до начала июня. Листопад - с конца сентября до середины ноября.

Барбарис продолговатый - *Berberis oblonga* (Rgl.) C.K. Schneid.

Вид рода Барбарис (*Berberis*) семейства Барбарисовые (*Berberidaceae*). В природе ареал вида охватывает Тянь-Шань и Памиро-Алай. Эндемик.

На территории Кыргызской Республики встречается главным образом в Западном Тянь-Шане и в западных районах Внутреннего Тянь-Шаня, на высоте

1000-3000 м над ур. М. В низких местах произрастаеть преимущественно в поймах ущелий, в высокогорье выходит и на склоны гор.

Кустарник до 3 м высоты, ветвистый. Молодые веточки буроватые, более старые сереют [Ткаченко, 1972].

В Ботаническом саду НАН КР выращивается с 1954 года из семян, завезенных осенью 1953 г. с Чаткальского и Узунахматского хребтов. Позже семена завозили с Ферганского, Алайского и Туркестанского хребтов Западного Тянь-Шаня и с хребтов Кавак - и Акшийрак-Тоо Внутреннего Тянь-Шаня. Высота кустарника 1,5 - 2 м. Вегетация начинается с середины апреля до начала ноября. Цветет в мае. Начало листопада – конец сентября.

Бирючина обыкновенная - *Ligustrum vulgare* L.

Вид кустарников из рода Бирючина (*Ligustrum*) семейства Маслиновые (*Oleaceae*). В природе встречается на юге Западной, Центральной Европы (на территории бывшего СССР в южных и юго-западных районах Украины, северной Молдавии, в горном Крыму и на Кавказе), в Средиземноморье, в том числе в СевернойАфрике, на северо-западе Ирана, Малой Азии. Обитает в тёплых лиственных лесах, дубово-грабовых рощах, а также в пойменных лесах в сопровождении вязовых. Теневыносливый ксеро-мезофит. Кустарник или невысокое деревце высотой до 5 метров. Плоды округлой формы, представляют собой блестящую круглую ягоду. Для людей ядовиты. Широко используется в качестве живых изгородей, так как легко переносит стрижку и формирование кроны [Рандушка, Шомшак, Габерова, 1990].

В Ботаническом саду НАНКР растет с 1973 г. и достигает 2,0 - 3,0 м. высоты. Вегетация со второй декады апреля до третьей декады ноября, но отдельные листья остаются зелеными на ветках до весны. Фаза цветения с первой до третьей декады июня. С середины ноября – начало листопада.

Снежноягодник белый, снежниккистевой- *Symphoricarpos albus* (L.) Blake. Вид рода Снежноягодник (*Symphoricarpos*) семейства Жимолостные (*Caprifoliaceae*), декоративное растение. Родина — Северная Америка. Кустарник высотой до 1,5 метров с тонкими побегами. Плоды шаровидные,

диаметром до 1 см, белого цвета, с двумя косточками внутри, несъедобные. Созревают в сентябре, долго не опадают. Применяется в качестве декоративного растения, в основном в живых изгородях, но хорошо смотрится и в одиночных посадках. Цветёт долго и обильно, на растении можно увидеть и цветки и плоды одновременно. Зимостойкость высокая, неприхотлив, хорошо переносит стрижку. Размножают снежноягодник отводками, черенками, делением куста и семенами [Головкин, Китаева, Немченко, 1986].

В условиях Ботанического сада НАН КР в возрасте 30 лет имеет высоту 1 - 1,5 м. Вегетация начинается с середины апреля и заканчивается в начале ноября. Цветет поздно, во второй половине мая до конца июля. Продолжительность листопада – с середины октября до середины ноября.

Свидина кроваво-красная, дерен - *Cornus sanquinea* L.

Вид рода Свида (*Swida*) семейства Кизилолвые (*Cornaceae*). Кустарник до 4 м высотой, с распростёртыми или поникающими ветвями. Молодые побеги прижато волосистые, зелёные, затем пурпуровые или буро-красные, двухлетние — голые, желтовато-пепельные или буроватые. Область распространения: от Прибалтики до низовий Дона; Европа — южная часть Скандинавского полуострова, Атлантическая и Средняя Европа до северной части Балканского полуострова. Встречается в подлеске светлых лиственных и смешанных лесов, в зарослях кустарников, по берегам рек и озёр на сухих солнечных склонах. В культуре с давних времён. Растёт хорошо на различных почвах. Отличается большой теневыносливостью и высокой зимостойкостью. Хорошо переносит засуху. В садово-парковой культуре используется для создания подлеска в древесных группах, опушек, зарослей кустарников, устройства живых изгородей и др. В мелиоративных целях пригоден для закрепления откосов и оврагов. Широко культивируют в пределах его естественного ареала [Деревья и кустарники СССР, Т. V, 1960].

В Ботанический сад НАН КР был завезен в 1974 г. Высота кустарника 2,0 - 2,5 м. Произрастая среди высокорослых деревьев, иногда достигает 4-5 м. К

вегетации пробуждается в первой половине апреля. Цветет с конца мая до середины июня. Листопад - с начала до середины ноября.

Сирень амурская - *Syringa amurensis* Rupr.

Вид рода Сирень (*Syringa*) семейства Маслиновые (*Oleaceae*). Родина — Маньчжурия, Приморский и Хабаровский края, Амурская область, Китай, п-ов Корея. Растёт в смешанных долинных лесах и кустарниковых зарослях, реже на лесистых склонах. В горы поднимается до 600 м над уровнем моря. До 10 м высоты и 20—30 см диаметром многоствольный кустарник. Цветет в конце июня — июле. Цветение длится 2 недели. Одна из наиболее морозостойких и засухоустойчивых сиреней. Хорошо переносит городские условия. Размножается семенами и зелеными черенками. Первые два года растет медленно [Михайлов, Рыбакина, 1977].

В Ботаническом саду НАН КР в культуре с 1971г. Высота 4 - 6 м. Вегетация с первой декады апреля до начала ноября. Цветет с конца мая до конца июня. Листья начинают опадать в начале октября.

Спирея волосистоплодная - *Spiraea losiocarpa* Kar. et. Kir.

Вид рода Спирея (*Spiraea*) семейства розовые (*Rosaceae*). Кустарник до 2 м высоты. Однолетние побеги светло-коричневые, несколько гранистые, опушенные или голые. Встречается почти во всх районах Кыргызской Республики. Растет на открытых местах по долинам рек и склонам гор. Растения удовлетворительно переносят формовочную стрижку и весьма привлекательны в период цветения, когда обильно покрываются белыми щитковидными соцветиями. В озеленении населенных пунктов может быть использована на открытых участках [Ткаченко, 1972].

В Ботанический сад НАН КР первоначально были завезены взрослые кусты с Кыргызского хребта в 1950 г. В последующие годы растения выращивались из семян, собранных на хребте Молдо-Тоо. К вегетации в условиях Ботанического сада НАН КР пробуждается с середины апреля, которая длится до начала ноября. Кустарник высотой 1 – 1,5 м. Цветет в конце мая и в начале июня. Начало листопада – с середины сентября.

Скумпия кожевенная, желтинник - *Cotinus coggygria* Scop.

Вид рода Скумпия (*Cotinus*) семейства Анакардиевые (*Anacardiaceae*). Листопадный сильноветвистый кустарник. Высота до 5 м, живёт до 100 лет. Крона шаровидная или зонтикообразная, побеги голые, блестящие, краснеющие с освещённой стороны; почки ширококонические,кора тонкая, коричнево-бурого цвета; корневая система сильно разветвлена.

Ареал:юг Западной Европы, Балканы, Молдавия, юг Украины, Ростовская область, Кавказ (везде кроме Ленкорани), Турция, Сирия, северо-запад Ирана, Пакистан, Индия, Гималаи, Китай. Произрастает по каменистым склонам. Компонент редколесий и аридных лесов [Литвинская, 2006].

В Ботаническом саду НАН КР интродуцирован в 1970 г., высота кустарника 4 - 4,5 м. Вегетация начинается в конце апреля и заканчивается в начале ноября. Фаза цветения охватывает период с конца мая до середины июня. Листопад – в конце октября.

Лианы

Девичий виноград пятилисточковый (партеноциссус пятилисточковый) - *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planc. f. Engelmanii (Graebn.). Род Девичий виноград (Parthenocissus Planch.) семейства Виноградовые (*Vitaceae*). Распространён на востоке и в центральных регионах Северной Америки: юго-восток Канады, восточные и центральные районы США, восток Мексики, Гватемала; на запад до Манитобы, Южной Дакоты, Юты и Техаса. В качестве декоративного растения широко распространён по всему миру. Обычное растение влажных лесов и зарослей кустарников на влажных богатых почвах. Быстрорастущая крупная вьющаяся лиана до 15-20 м. Молодые побеги красноватые, позднее темно-зеленые, усики с 3-8 разветвлениями, оканчивающимися овальными утолщениями. Листья сложные, пальчатые. Растет очень быстро, теневынослив. Весьма морозостоек, без укрытия может развиваться севернее. Вместе с формами один из ценнейших видов для вертикального озеленения благодаря способности закрепляться на отвесных

поверхностях. Декоративен орнаментальной листвой, особенно эффектной в осеннюю пору [Губанов и др., 2003].

В условиях Ботанического сада НАН КР в возрасте 23 лет достигает 10 м высоты. Первые листья появляются в конце апреля, конец листопада - середина ноября. Цветет в конце июня или в начале июля. Листья опадают с середины сентября.

Вистерия, или Глициния обильноцветущая - *Wisteria floribunda* (Willd.) DC. Вид цветковых двудольных растений из рода Глициния (*Wisteria*) семейства Бобовые (*Fabaceae*). Листопадная лиана, достигающая в высоту 10 м, с повислыми ветвями. Кора темно-серая, побеги и чашечки опушенные. Крупные листья, длиной до 35-40 см, состоящие из 15-19 листочков яйцевидно-эллиптической формы длиной 6-8 см и шириной 2-3 см. Цветки длиной 1,5-2 см, фиолетовые и фиолетово-голубые, собраны в тонких кистях, достигающих в длину 25 см. Плод - бархатистый, суживающийся к основанию, длиной 10-15 см. Естественно произрастает в Японии. В культуре издавна. Была завезена из Японии в США в 1830 гг., позже привезена в Европу. Живет более 50 лет. Используется для декорирования беседок, шпалер, заборов, домов, террас, балконов. В комнатных условиях можно выращивать в форме бонсай [Осипова, 2005].

В Ботаническом саду НАН КР интродуцирована в 1977 г. Высота лианы 4 – 5 м. Размножается черенками, семенами и отводками. Одна из лучших лиан для украшения веранд, балконов и беседок. Вегетация длится с конца апреля до середины ноября. Листопад начинается с конца октября.

Таким образом, все 33 вида древесных растений произрастают на территории дендрария родовых комплексов Ботанического сада им.Э.Гареева Национальной Академии наук Кыргызской Республики, который был создан в 1938 году. С того времени ведется планомерная работа по интродукции акклиматизации древесных растений к условиям Чуйской долины. Объекты наших исследований разновозрастные и в краткой характеристике объектов исследований приводится информация о годах интродукции. Природно-

климатические, почвенные и обеспеченности водой условия для изученных древесных растений одинаковы.

Предмет исследования.

Важное место при изучении водообмена растений должно отводиться методам исследований. От того, какие методы и приборы были использованы, зависят полученные данные, их достоверность и сделанные на их основе теоретические выводы, практические предложения.

Для проведения исследований особенностей водообмена древесных растений изучался ряд показателей.

Интенсивность транспирации. Наиболее простым и удобным методом определения интенсивности транспирации в полевых условиях является метод Иванова. Однако, по мнению Л.А. Шпота [1992], этим методом нельзя изучать транспирацию у одного и того же листа в течение дня, не говоря уже о более длительном периоде. Помимо этого, в условиях высоких температур и низкой влажности воздуха Центральной Азии срезанные листья так быстро теряют влагу, что практически невозможно сделать два повторных взвешивания при сохранении исходного уровня транспирации.

Метод Евтушенко – Шпота [Шпота, 1958; Евушенко, 1974] позволяет определять интенсивность транспирации у одних и тех же листьев в дневной и сезонной динамике. Однако на закрытом транспирометром участке листа сосущая сила окружающего воздуха заменяется сосущей силой гигроскопической бумажки, снижается степень освещенности этого участка, на транспирацию перестает оказывать влияние ветер и т.д. Все это приводит к расхождению данных, полученных методами Евтушенко и Иванова. Но поскольку большинство полевых определений интенсивности транспирации у растений, проводившихся различными исследователями, было сделано по весовому методу Иванова, возникла необходимость сделать соответствующие поправки, чтобы можно было сравнить полученные нами данные с данными других авторов. Для этого мы провели большое количество одновременных определений транспирации у листьев различных древесно-кустарниковых

растений методами Евтушенко и Иванова и рассчитали соответствующие поправочные коэффициенты, выражающие соотношение между данными, полученными этими методами. При параллельном использовании обоих методов выяснилось, что в одних случаях они дают хоршо совпадающие результаты, в других – метод Евтушенко дает более высокие показатели, чем метод Иванова. Чем тоньше кутикулярный слой у экспонируемых листьев, тем больше разница между показаниями этих методов.

Интенсивность транспирации рассчитывали по следующей формуле:

$$ИТ=\frac{(P_2 - P_1)\times 100\times 60}{T\times S\times K}$$, где

ИТ – интенсивность транспирации, г/час дм^2;

P_1 – вес транспирометров перед постановкой на лист, г;

P_2 – вес транспирометров после экспозиции, г;

Т – время экспозиции, в минутах;

S – площадь индикаторной бумажки транспирометров, см^2;

К – поправочный коэффициент.

Поправочный коэффициент интенсивности транспирации (К) определяли по формуле $K=\frac{ИТ_e}{ИТ_u}$, где $ИТ_e$ - интенсивность транспирации по методу Евтушенко, $ИТ_u$ - интенсивность транспирации по методу Иванова.

В таблице 3.1 представлены усредненные данные из 10 измерений в 12 кратной повторности интенсивности транспирации и поправочных коэффициентов объектов исследований, которые в дальнейшем использовались при расчетах интенсивности транспирации [Ахматов, Тагаев, 2003].

Таблица 3.1 - Интенсивность транспирации (ИТ) и поправочный коэффициент интенсивности транспирации (К) древесно-кустарниковых растений, 2002 г.

Виды	ИТ по Евтушенко, мг/час дм^2	ИТ по Иванову, мг/час дм^2	К
Aesculus hippocastanum	1000	512	1,9
Padus racemosa	1333	627	2,1
Populus pyramidalis	2847	2149	1,3
Crataegus altaica	1500	1032	1,2
Carpinus betulus	1666	1335	1,2
Acer saccharinum	1159	1055	1,1
Acer platanoides	1333	765	1,7
Acer pseudoplatanus	1444	1215	1,1
Quercus robur	1380	832	1,6
Sorbus intermedia	377	270	1,3
Ulmus pinnato-ramosa	1620	878	1,8
Quercus imbricaria	888	468	1,9
Juglans regia	1888	1200	1,6
Betula procurva	1590	795	2,0
Cercis canadensis	2200	852	2,6
Viburnum lantana	1700	1376	1,2
Forsythia suspensa	1200	750	1,6
Elaeagnus angustifolia	1800	1721	1,0
Rhus typhina	1050	562	1,8
Euonymus maackii	2150	1626	1,3
Syringa amurensis	950	416	2,2
Ligustrum vulgare	1600	831	1,9
Cornus sanguinea	400	218	1,8
Symphoricarpos albus	950	726	1,3
Chaenomeles japonica	3100	2500	1,2

Продолжение табл. 3.1

Berberisoblonga	4100	3253	1,3
Parthenocissus quinquefolia	1100	880	1,3
Wisteria floribunda	1150	421	2,7
Cotinus coggygria	3000	1604	1,8
Philadelphus lewisii	1350	1148	1,1

Для определения степени достоверности полученных результатов интенсивность транспирации изучали в различных повторностях. Многочисленные данные показали, что достаточной является 12-кратная повторность, где ошибка опыта не превышает 10%. Транспирометры размещали по три штуки в четырех местах (юг, север, запад, восток), и в течение дня они закреплялись на одних и тех же листьях, а в течение вегетации – на средних листьях побегов текущего прироста.

В связи с тем, что нам пришлось одновременно изучать интенсивность транспирации у большого количества объектов, пришлось полевые транспирометры и методику их применения усовершенствовать. Нами [Ахматов, Осконбаева, Шпота, 1999] были внесены изменения в конструкцию полевых транспирометров и методику их использования на большом количестве объектов. Во-первых, если раньше стандартные бумажки, пропитанные хлористым кобальтом, приклеивали, то на транспирометрах, изготовленных нами, они прикрепляются с помощью двух вставленных по бокам отрезков нержавеющей металлической проволоки. Это дает возможность легко заменять бумажки, при этом поверхность их остается совершенно чистой. Во-вторых, вместо завязывания полиэтиленовых мешочков капроновыми нитками предлагаем зажимать их металлическими зажимами, что гораздо удобнее. В-третьих, если объекты находятся, как в нашем случае, на различных участках Ботанического сада, взвешивание очередной серии из 12 транспирометров, помещенных в полиэтиленовые мешочки, до постановки на листья и после экспозиции мы производили в лабораторных условиях, не вынося весы в поле. В дневной динамике интенсивность транспирации

определяли пять раз в день (8.00-9.00, 10.30-11.30, 13.00-14.00, 15.30-16.30, 18.00-19.00), а в сезонной - 1-3 раза в месяц.

Оводненность листьев и корней устанавливалась высушиванием в сушильном шкафу взятых образцов до постоянного веса при температуре +105 С. При подборе образцов старались брать одинаковые по размеру листья со средних частей побегов и молодые корни. Содержание воды выражалось в % от сырого веса навески.

Устойчивость листьев к обезвоживанию определялась по Г.Н. Еремееву [1965] и Ю.Л. Цельникер [1955] в модификации К.А. Ахматова [1987]. В определении устойчивости сортов и форм плодовых к засухе Г.Н. Еремеев использовал метод завядания с установлением жизнеспособности образцов по степени восстановления тургора листьев после их высушивания. К.А. Ахматовым [1987] в процессе исследовательских работ с разнообразными растениями использовались различные методы, и для лабораторных и полевых исследований наиболее удобным оказался способ определения устойчивости растений к обезвоживанию с последующим насыщением влагой опытных листьев, подверженных высыханию. В лабораторных условиях испытание производилось в стационарных термостатах. Для полевых исследований использовались полевые термостаты, представляющие собой деревянные ящики (длина 25-35 см, ширина 10-15 см, высота 10-15 см). С наружной стороны дно термостата обивали асбестовой бумагой и жестью в целях регулирования температуры. Передняя стенка ящика стеклянная, подвижная – для удобства погружения опытных образцов. В обычные солнечные дни температуру в термостате регулировали путем экранирования жестяного дна термостата от солнечных лучей. При необходимости нагревали с помощью электрических приборов. Техника определения пороговой влажности заключалась в следующем: опытные листья были разделены на 2-5 групп (по 6 шт. в группе), каждый лист тонкой медной проволочкой после взвешивания привязывали к крючку, прибитому на внутренней стенке деревянного полевого термостата. Высыхание листьев происходило в термостате при 35^{o}С и

относительной влажности 30-40%. Через каждые 2 ч вынимали по шесть листьев каждого вида растений и после взвешивания помещали во влажный эксикатор. Для создания повышенной влажности внутренняя стенка эксикатора обкладывалась увлажненной фильтровальной бумагой и до подставки наливалась водой. Вместо стандартной фарфоровой, использовалась подставка, изготовленная из оргстекла, с соответствующими отверстиями для погружения черешков листьев в воду. После каждого испытания опытные листья с черешками ставились в отверстия подставки и затем эксикатор закрывали крышкой. Наблюдения за образцами проводили в течение 2-10 ч. Погибшие от высыхания части обычно теряли нормальное состояние и окраску, затем они постепенно засыхали. По площади побуревшей части листовой пластинки судили о степени повреждения листьев от высыхания. После высушивания опытных листьев в сушильном шкафу до абсолютно сухого веса при температуре +100-105ºС определялась приближенная критическая влажность для данного вида. За летальную для растений принималась та влажность, при которой наблюдалось повреждение около половины площади листовой пластинки. Повторность опытов - восьмикратная.

Водоудерживающую способность листьев по А.А. Ничипоровичу [1926] и Ю.Л. Цельникер [1955] в модификации К.А. Ахматова [1976, 1978]. Водоудерживающая способность растений определяется количеством потерянной воды в процессе обезвоживания листьев за более продолжительный, чем при определении транспирации, отрезок времени.

Для изучения водоудерживающей способности листьев использовались полевые термостаты, конструкция которых описана в методике устойчивости листьев к обезвоживанию. Техника определения скорости водоотдачи листьев заключалась в следующем: срезанные листья после взвешивания помещали в полевой термостат, в нашем случае в термостат в лабораторных условиях, затем их взвешивали с промежутками через 2 ч. Опыт продолжался в течение 6 ч, так как этого достаточно для сравнения водоудерживаюшей способности между исследуемыми видами древесно-кустарниковых растений. После его окончания

испытанные листья высушивались в сушильном шкафу до абсолютно сухого веса. Испытания во всех случаях производились при температуре 35°С, которая удобна для получения сравнительных данных по сезонной изменчивости водоудерживающей способности растений. Рассчитывали первоначальное содержание воды, в % к сырому весу и условно брали ее за 100%. Потеря воды выражалась в процентах к первоначальному условному ее содержанию. Повторность опытов - восьмикратная.

Реальный и сублетальный водные дефициты определяли методом Л.А.Шпота [1992]. Это простой и удобный метод определения величины водного дефицита у листьев растений в полевых условиях с помощью торсионных весов (800мг) и термопрессушилки.

Для объективной оценки водного дефицита у растений в первой половине дня подбирают 10-20 листьев среднего яруса со средних частей побегов северо-западной стороны кроны или куста. Из средних частей листьев (листовых пластинок), минуя среднюю жилку (сбоку от этой жилки) стандартным круглым шаблоном высекают кружки и быстро взвешивают на торсионных весах (вес P_1). Затем их помещают между хорошо увлажненными пластинками поролона и держат там до полного насыщения водой (взвешивают первый раз через 20, а потом через каждые 10 мин) и фиксируют вес полного насыщения водой (P_2). Размещают листовые высечки между фильтровальными бумажками термопресс – сушилки и высушивают на нагревательном приборе (нагревают до +100°С). Снова взвешивают сухие высечки (вес P_3). Определяют среднюю величину водного дефицита у листьев изучаемого растения по формуле:

$$ВД = \frac{(P_2 - P1).\ X\ 100\%}{(P_2 - P_3)}$$

Для определения величины сублетального водного дефицита параллельно у тех же самых объектов изучают их способность восстанавливать полностью тургор после сублетального завядания. При этом рекомендуется использовать метод «половинок листьев». Вначале определяют водный дефицит у всех

половинок изучаемых листьев, а оставшиеся вместе с центральными жилками половинки в течение нескольких часов оставляют лежать в тени (до появления явных признаков завядания). Затем у последних определяют величину водного дефицита и способность полностью восстанавливать тургор, ориентируясь на данные смежных половинок, у которых определялся водный дефицит вначале опыта.

Анатомо-морфологическую характеристику устьиц изучали с помощью светового микроскопа "Ienoval" (Carl Zeiss Iena). Количественный учет устьиц проводили при среднем увеличении микроскопа (Х40). Эпидермальные отпечатки получали по методу В.А.Давыдова [1991].

Из различных методов изучения работы устьичного аппарата в полевых условиях наиболее удобным является метод получения отпечатков с эпидермиса листовой пластинки. Отпечатки, сделанные на прозрачной тонкой пленке, хорошо просматриваются под микроскопом. Их можно хранить неограниченное время.

В полевых условиях с помощью этого метода изучают динамику состояния устьиц в течение суток, их количество на листьях различных ярусов, на различных участках одного и того же листа, суммарную площадь устьичных отверстий на единице его площади.

Использовали микроскопию отпечатков поверхности листа. Для изготовления реплик применяют вещества, образующие пленку при испарении растворителя или в результате полимеризации. Техника изготовления пленки с отпечатками устьиц очень простая, может применяться как в лабораторных, так и полевых исследованиях. На репликах обычно определяют только количество и размеры устьиц, так как на апертуру могут влиять органические растворители и охлаждение листа в результате их испарения. Метод не может быть использован для опушенных листьев, при погруженных устьицах и апертуре менее 1 мкм. Растворитель готовим из оргстекла, растворенного в хлороформе. Листья изучаемых растений предварительно очищают от пыли ватным тампоном или мягкой кисточкой, а затем с помощью стеклянной палочки

наносят тонкий слой растворителя на выбранные участки эпидермиса. Через 2-3 минуты растворитель высыхает и с помощью липкой ленты (скотч) снимаем отпечаток и клеим на предметное стекло, где они и хранятся до микроскопирования.

Размеры и площадь устьиц и устьичных щелей рассчитывали с помощью калибровочной решетки. Для этого исследовали по 3-5 полей зрения на трех препаратах каждого варианта и вычисляли средние значение количества и размеров устьиц. С помощью окуляра - микрометра находим среднюю площадь устьичной щели и площадь поля зрения микроскопа. Для этого измеряли ширину и длину устьичной щели не менее чем у 20 устьиц и устанавливали среднее значение. Площадь устьичной щели вычисляли по формуле: $S=\pi ab$, где a и b – малая и большая полуоси элипса, т. е. половина ширины и длины устьичной щели. По количеству устьиц и средней площади устьичной щели рассчитывали общую площадь устьичных отверстий в поле зрения микроскопа. На основании этого вычисляли площадь, занимаемую устьичными отверстиями, в процентах от поверхности эпидермиса. Апертуры устьиц измеряют непосредственно как ширину щели между двумя замыкающими клетками.

Количество устьиц подсчитывали на 1мм^2 поверхности листа, длину и ширину устьичной щели в 10^{-2} мм, площадь устьиц и устьичной щели - в 10^{-4}мм^2, общую площадь устьиц и устьичных щелей - в % от занимаемой ими площади листа. Размеры и площади устьичных щелей измеряли при полном их раскрытии (проба на инфильтрацию спирта).

Повторность замеров 20-кратная. Исследования проводились в течение четырех вегетационных сезонов.

Для проведения расчетов по **дневному расходу воды на транспирацию** целым древесным растением одновременно определяли площадь отдельных листьев и общую листовую поверхность в течение вегетации по разработанной нами методике [Кочкунбаев, Эсеналиева, Ахматов, Шпота, 1999; Кочкунбаев, Эсеналиева, Ахматов, Шпота, 2000]. В настоящее время имеется достаточное

количество методов измерения площади листьев. Например, Л.А. Шпота [1992] предлагает определять площадь листьев с помощью оптического планиметра, методом отпечатков прибором Долматова и контурной линейкой. Кроме этого, часто используют миллиметровую бумагу.

В проводившихся нами исследованиях, когда изучалось большое количество видов древесно-кустарниковых растений (33), потребовалось соблюдать ряд требований к методике. Во-первых, метод должен позволять проводить измерения в сезонной динамике, так как изучалась не динамика роста отдельных листьев, а их суммарная площадь($\sum S_u$) и в контурную камерунаряду со старыми листьями, попадают - вновь появившиеся. Во-вторых, он должен быть прост и удобен, чтобы быстро собирать массовый материал. Мы считаем, что этим требованиям более всего соответствует метод определения площади листьев по основным параметрам их размера (длина, ширина) с учетом поправочного коэффициента (ПК). Истинную площадь листьев ($S_и$) определяем по формуле:

$$S_u = ПК \times d \times l$$

Суммарная площадь листьев ($\sum S_u$) выражается как произведение общей длины ($\sum l$), средней ширины ($\bar{d}$) листьев и ПК:

$$\sum S_u = \sum l \times \bar{d} \times \text{ПК}$$

Для определения ПК брали 40 листьев каждого из изученных видов древесных растений и у каждого листа с помощью калибровочной решетки из плексиглазовой прозрачной пластины с разрешающей способностью 1 см^2 определяли истинную площадь листьев ($S_и$). Затем измеряли длину и ширину каждого листа и вычисляли $S_ф$ по формуле:

$$S_\phi = l \times d$$

ПК определяли отдельно для каждого листа, после чего находили среднюю арифметическую величину до сотых единиц.

ПК предлагаем рассчитывать по следующей формуле:

$$ПК = \frac{S_и}{S_ф} = \frac{S_и}{d \times l}$$, где

ПК – поправочный коэффициент определения площади листьев;

$S_и$ – истинная площадь листьев, $см^2$;

$S_ф$ – площадь контура листа, найденная по формуле, $см^2$;

d – ширина листа, см;

l – длина листа, см.

Ниже приведены данные ПК для определения площади листьев (табл.3.2).

Таблица 3.2 - Поправочный коэффициент (ПК) для определения площади листьев древесно-кустарниковых растений (n=40), 2002 г.

Виды	ПК	Виды	ПК
Betula procurva	0,65	*Spiraea losiocarpa*	0,75
Cercis canadensis	0,82	*Parthenocissus quinquefolia*	0,60
Quercus imbricaria	0,66	*Wisteria floribunda*	0,66
Sorbus intermedia	0,68	*Ligustrum vulgare*	0,67
Quercus robur	0,50	*Spiraea vanhouttei*	0,63
Juglans regia	0,72	*Viburnum lantana*	0,79
Carpinus betulus	0,75	*Elaeagnus angustifolia*	0,62
Ulmus pinnato-ramosa	0,63	*Euonymus maackii*	0,57
Crataegusaltaica	0,54	*Forsythia suspensa*	0,60
Populus pyramidalis	0,56	*Syringa amurensis*	0,72
Padus racemosa	0,69	*Rhus typhina*	0,67
Cornus sanguinea	0,55	*Chaenomeles japonica*	0,65
Symphoricarpos albus	0,63	*Philadelphus lewisii*	0,66
Cotinus coggygria	0,77	*Berberisoblonga*	0,82
Caragana boisii	0,85		

Предлагаемый нами метод позволяет определить суммарную площадь листьев у древесно-кустарниковых растений, имеющих простую листовую пластину.

Пользуясь стереометрическими формулами расчета объема кроны древесно-кустарниковых растений и площади листьев определяли общую листовую поверхность (ОЛП). Измерения ОЛП отдельного дерева или кустарника следует проводить через каждые 10-15 дней в течение вегетации.

Тщательно исследовали характер листорасположения у объектов. Для подсчета ОЛП в день исследования мы применяли метод стандартных объемов – контурные камеры (V_1=0.03 м^3). Определяли суммарную площадь всех листьев, попавших в камеру ($\sum S_u$) (в нескольких различных участках кроны), затем определяли объем кроны (V_2) и сумму объемов без листьев ($\sum V_n$) и делали соответствующие расчеты по формуле:

$$ОЛП = \frac{V_2 \times \sum S_u - \sum V_n}{V_1}$$

На основе полученных данных строили кривую динамики изменения ОЛП в течение вегетации. По данным изменения интенсивности транспирации в течение дня рисовали график и подсчитывали количество транспирируемой за день воды с дм^{2}поверхности листа. После этого, на графике отображающим изменения ОЛП, находили данные ОЛП, соответствующие этому дню и определяли дневной расход воды на транспирацию целым древесным растением.

Высоту древесных растений (м) определяли высотомером**, размеры кроны** (м) – метровой линейкой, устанавливались сроки появления листьев, периоды цветения, плодоношения и листопада.

Температуру и относительную влажность воздуха – с помощью психрометра Астмана.

Следует еще раз отметить, что проведение нами исследований особенностей водообмена 33 видов древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине стало возможным потому, что была усовершенствована

методика использования полевых транспирометров на большом количестве объектов, а также произрастанию их в одинаковых природно-климатических условиях Ботанического сада им.Э.Гареева НАН КР. Это позволило провести сравнительный анализ между различными показателями водообмена древесных растений.

Сатистическая обработка материала проводилась с помощью компьютерных программ Microsoft Excel, графические иллюстрации построены с использованием программных пакетов Microsoft Excel. Повторность опытов 6-12 кратная.

ГЛАВА 4.
ОВОДНЕННОСТЬ

В данной главе, нами приводятся результатыт исследований общего количества воды в различные сроки вегетации в листьях и корнях древесных растений в течение вегетации. Эти данные дают представление о насыщенности клеток водой и функциональном состоянии растений. Также следует учитывать, что оводненность нередко используется в качестве важного показателя водообмена растений в различных природно - климатических условиях произрастания.

4.1. Содержание воды в листьях

По нашим данным (табл. 4.1.1) наибольшее содержание воды в листьях деревьев исследованных растений отмечено в июне. В последующем, по мере старения листьев, наблюдается постепенное уменьшение содержания воды. Уровень снижения у разных видов оказался различным. В таблице представлены данные по амплитуде колебаний. Незначительные колебания в содержании воды в листьях наблюдаются у *Juglans regia* (рис. 4.1.1), *Carpinus betulus, Padus racemosa, Acer saccharinum* и *Populus pyramidalis*.

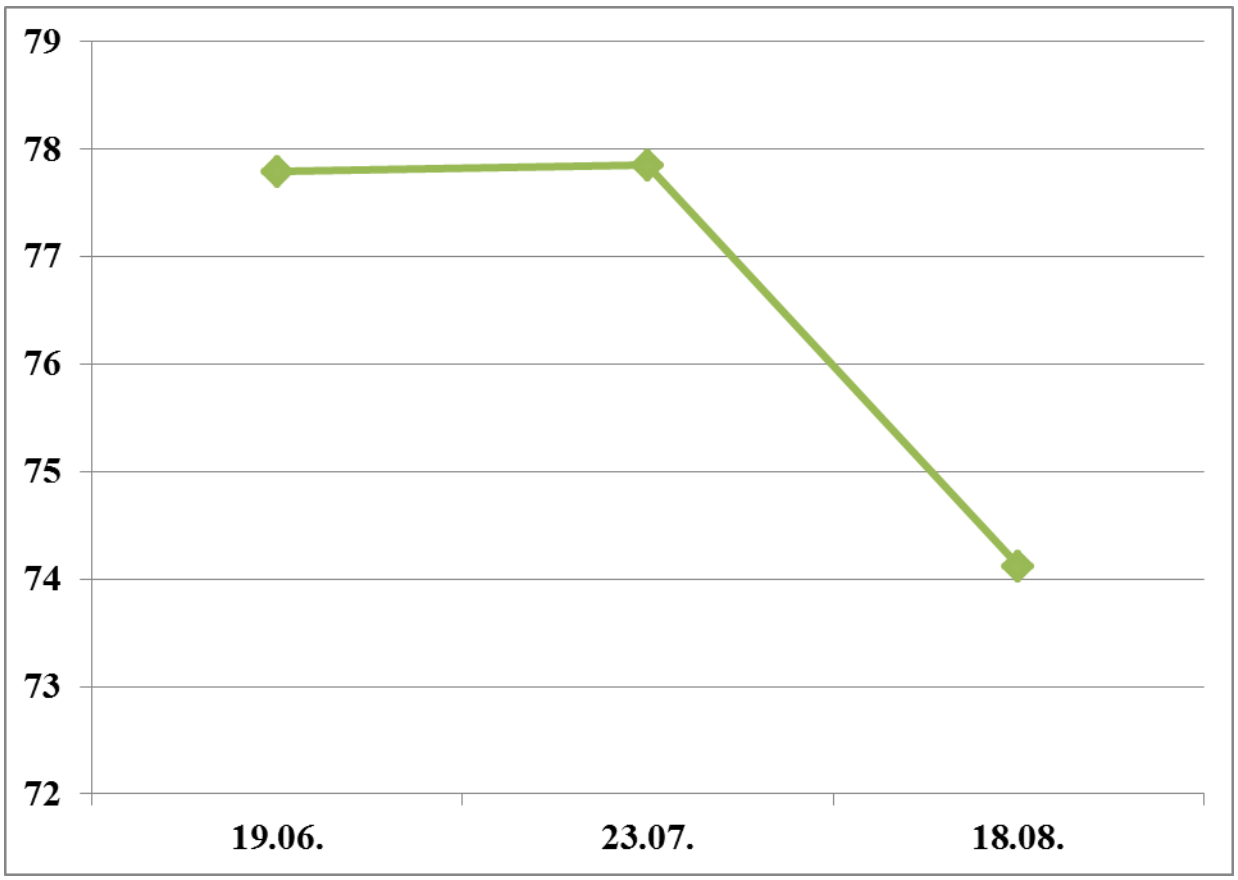

Рис.4.1.1 Сезонные изменения оводненности листьев *Juglans regia*, в%

Наибольшие отклонения запасов влаги в листьях обнаружены у *Cercis canadensis* (рис. 4.1.2), *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus intermedia* и *Betula procurva*.

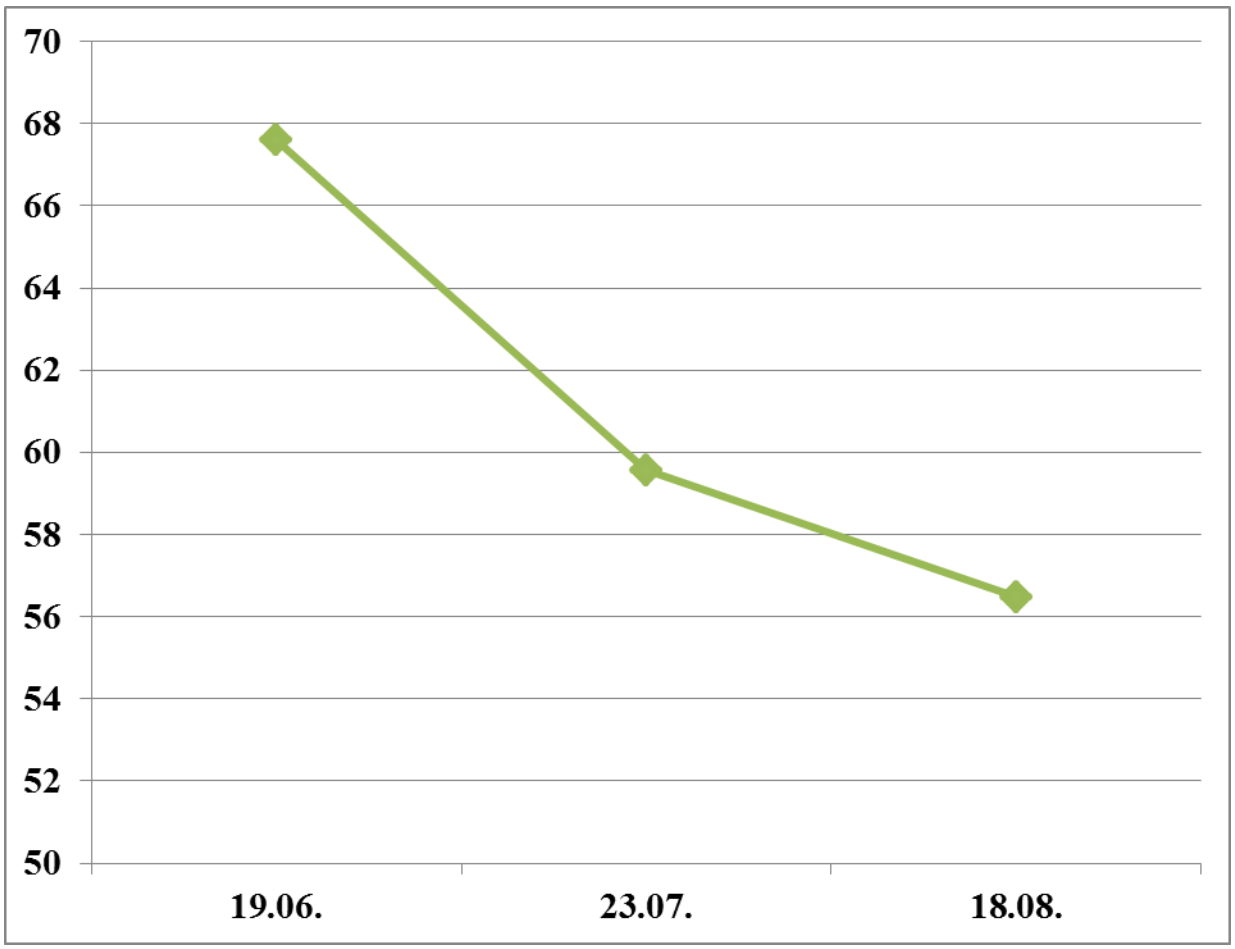

Рис.4.1.2 Сезонные изменения оводненности листьев *Cercis canadensis*, в %

У остальных видов лиственных деревьев содержание воды уменьшалось на 4,58 - 7,36 %, к примеру, как у *Aesculus hippocastanum* (рис.4.1.3).

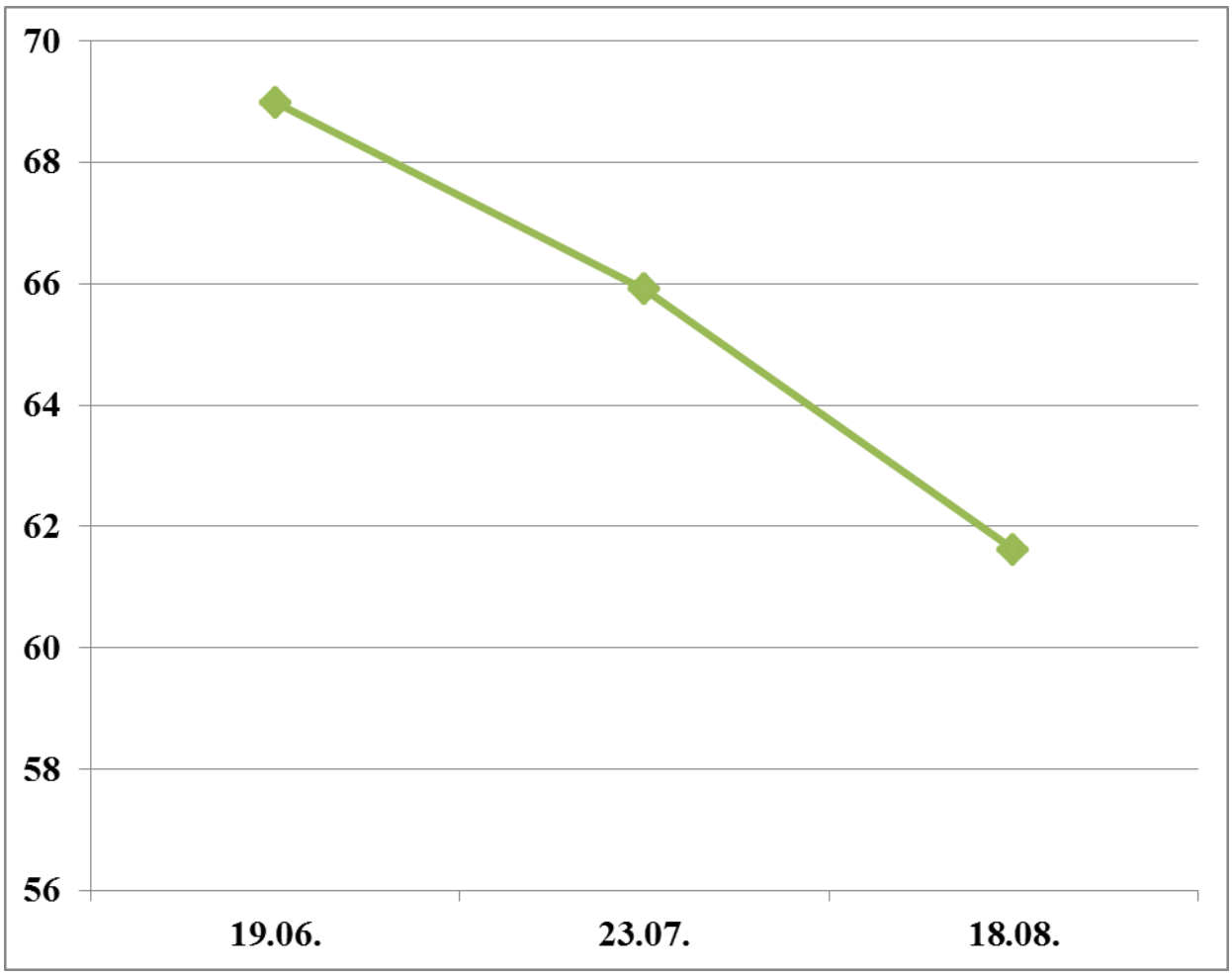

Рис. 4.1.3. Сезонные изменения оводненности листьев *Aesculus hippocastanum*, в %

Высокий уровень оводненности (более 70%) наблюдается в листьях *Juglans regia*. 60 и более процентов воды - в листьях *Carpinus betulus*, *Aesculus hippocastanum*, *Acer pseudoplatanus*, *Ulmus pinnato-ramosa*, *Padus racemosa* и *Betula procurva*. Относительно меньшим количеством воды отличаются листья *Sorbus intermedia*, *Quercus imbricaria, Cercis canadensis, Acer platanoides, Acer saccharinum, Quercus robur* и *Crataegus altaica.*

Таблица 4.1.1 - Содержание воды в листьях деревьев (% от сырого веса), 2003 г.

Виды	19.06	23.07.	18.08.	Ампли-туда
Juglans regia	77,79±0,38	77,85±0,53	74,12±0,56	3,67
Sorbus intermedia	62,14±0,26	56,93±0,22	53,11±0,58	9,03
Quercus imbricaria	57,41±0,27	54,21±0,32	52,83±0,08	4,58
Carpinus betulus	64,84±0,53	62,47±0,99	61,76±0,74	3,08
Aesculus hippocastanum	68,98±0,44	65,90±0,32	61,62±0,30	7,36
Cercis canadensis	67,59±0,47	59,56±1,62	56,48±0,72	11,11
Acer platanoides	62,41±0,59	57,25±0,13	57,14±0,77	5,27
Padus racemosa	63,06±0,69	58,55±0,53	59,31±0,44	3,75
Ulmus pinnato-ramosa	65,15±0,87	61,02±0,40	59,47±0,29	5,68
Acer saccharinum	57,38±0,41	53,24±0,51	53,58±0,50	3,80
Acer pseudoplatanus	70,04±0,27	62,71±1,07	60,86±0,94	9,18
Betula procurva	67,57±1,21	65,28±0,32	59,42±1,11	8,15
Quercus robur	63,02±0,26	61,68±0,37	57,26±0,87	5,76
Populus pyramidalis	64,19±0,33	63,43±0,75	62,05±1,26	2,14
Crataegus altaica	61,49±0,32	56,48±0,58	56,50±0,42	4,99

Проведенные нами исследования (табл.4.1.2) показали [Ахматов, 2002 (а); Akhmatov, Salas, 2005; Ахматов, 2016], что наибольшая разница между крайними абсолютными значениями оводненности листьев характерно для *Cercis canadensis, Acer pseudoplatanus, Sorbus intermedia* и *Betula procurva*.

Минимальная амплитуда колебаний отмечена у *Juglans regia*, *Carpinus betulus*, *Populus pyramidalis*, *Quercus imbricaria* и *Crataegus altaica*.Третья группа исследуемых растений характеризуется средней амплитудой колебания воды в листьях. Анализируя количественное содержание воды в листьях, следует отметить, что наибольшее оно в листьях *Juglans regia* (74,71-77,73%). Несколько меньший уровень оводненности листьев имеют *Aesculus hippocastanum* (65,33-69,84%), *Acer pseudoplatanus* (60,80-68,25%), *Populus pyramidalis* (64,31-67,09%) и *Carpinus betulus* (63,82-66,42%). Промежуточное положение занимают *Cercis canadensis, Acer platanoides, Padus racemosa, Ulmus pinnato-ramosa, Betula procurva* и *Quercus robur*. Низкой оводненностью характеризуются листья *Sorbus intermedia* (55,97-63,66%), *Crataegus altaica* (57,93-61,10%), и в особенности *Acer saccharinum* (52,98-58,47%) и *Quercus imbricaria* (55,12-58,43%).

Таблица 4.1.2 - Содержание воды в листьях деревьев (% отсырого веса), 2005 г.

Виды	10.06.	12.07.	5.08.	Ампли-туда
Juglans regia	77,73±0,51	76,23±0,44	74,71±0,70	3,02
Sorbus intermedia	63,66±0,53	59,07±0,93	55,97±0,28	7,69
Quercus imbricaria	58,43±0,23	55,96±0,39	55,12±0,21	3,31
Carpinus betulus	66,42±0,89	63,52±0,13	63,82±0,58	2,60
Aesculus hippocastanum	69,84±0,44	66,25±0,29	65,33±0,13	4,51
Cercis canadensis	65,36±0,52	58,76±0,95	54,11±0,60	11,25
Acer platanoides	63,72+0,29	62,75±0,34	59,56±0,44	4,16
Padus racemosa	64,44±1,26	60,35±0,59	58,72±0,38	5,72

Продолжение табл. 4.1.2

Ulmus pinnato-ramosa	61,88±0,51	58,78±0,76	55,98±0,41	5,90
Acer saccharinum	58,47±0,50	53,05±0,66	52,98±0,59	5,49
Acer pseudoplatanus	68,25±0,55	67,79±0,39	60,80±0,60	7,45
Betula procurva	65,43±0,47	62,37±0,78	59,04±0,23	6,36
Quercus robur	63,46±0,50	60,04±0,82	59,00±0,56	4,46
Populus pyramidalis	67,09±0,28	64,13±0,70	64,31±0,47	2,78
Crataegus altaica	61,10±0,91	57,33±0,53	57,93±0,26	3,17

Из таблицы 4.1.3 можно заметить, что наибольшее содержание воды отмечено в листьях *Juglans regia*. Для листьев *Carpinus betulus, Aesculus hippocostanum* и *Acer pseudoplatanus* характерен высокий уровень оводненности. Листья, таких видов деревьев как C*ercis canadensis, Acer platanoides, Padus racemosa, Ulmus pinnato-ramosa, Betula procurva, Quercus robur* и *Populus pyramidalis* занимают промежуточное положение. Низкий уровень оводненности имеют листья *Sorbus intermedia, Quercus imbricaria, Acer saccharinum* и *Crataegus altaica*.

Оводненность листьев изученных нами видов деревьев в течение вегетации снижается. Существенными амплитудами колебаний содержания воды отличаются листья *Sorbus intermedia, Cercis canadensis, Acer pseudoplatanus* и *Betula procurva*. Незначителен диапазон изменений у *Populus pyramidalis, Carpinus betulus, Juglans regia* и *Ulmus pinnato-ramosa*. Для остальных видов деревьев амплитуда колебаний имеет средние значения.

Таблица 4.1.3 - Содержание воды в листьях деревьев (% отсырого веса), 2006 г.

Виды	10.06.	11.07.	24.08.	Ампли-туда
Cercis canadensis	76,15±0,39	74,15±1,05	72,31±0,22	3,84
Acer platanoides	60,09±0,64	54,70±0,85	51,25±0,55	8,84
Padus racemosa	57,06±0,14	51,91±0,42	52,06±0,61	5,00
Ulmus pinnato-ramosa	68,46±0,57	67,74±0,71	66,45±0,67	2,01
Acer saccharinum	66,01±0,79	64,17±0,16	61,41±1,28	4,60
Acer pseudoplatanus	63,54±0,60	54,28±0,43	53,15±0,96	10,39
Betula procurva	61,34+0,26	58,01±0,44	56,57±0,41	4,77
Quercus robur	60,26±0,41	58,13±0,98	56,05±0,35	4,27
Populus pyramidalis	59,86±1,41	54,92±0,51	55,99±0,54	3,87
Crataegus altaica	59,34±0,30	54,65±0,53	53,42±0,14	5,92
Cercis canadensis	69,13±0,41	63,06±0,52	60,53±0,46	8,60
Acer platanoides	66,49±0,50	63,41±0,42	59,45±0,73	7,04
Padus racemosa	59,73±0,49	57,73±0,81	55,07±0,21	4,66
Ulmus pinnato-ramosa	62,18±0,52	62,00±0,98	61,16±1,06	1,02
Acer saccharinum	56,71±0,75	52,72±0,42	51,91±0,78	4,80

В таблице 4.1.4 представлены результаты наших исследований содержания воды в листьях кустарников и лиан [Ахматов, 2002]. Наиболее высокое (более 70 %) содержаниеводы в листьях *Parthenocissus quinquefolia*. Несколько меньшую оводненность имеют листья *Syringa amurensis* (61,32-

68,23%), *Forsythia suspense* (63,11-69,89%) и *Caragana boissii* (60,70-66,54,54). Чуть более 60 % воды - в листьях *Berberis oblonga*, *Ligustrum vulgare* и *Euonymus maackii*. Такие виды как *Symphoricarpus albus*, *Rhus typhina* и *Viburnum lantana* занимают промежуточное положение. Наименьшая оводненность характерна для листьев *Spiraea losiocarpa* (50,85-60,04%), *Elaeagnus angustifolia* (48,40-60,68%), *Cotinus coggygria* (47,65-62,53%), *Cornus sanguine* (48,02-59,10%), *Spiraea vangouttei* (50,20-54,85%) и C*heonomeles japonica* (49,11-57,10%).

Таблица 4.1.4 - Содержание воды в листьях кустарников и лиан (% от сырого веса), 2004 г.

Виды	18.06.	7.07.	22.07.	26.08.	Амп-литу-да
Cornus sanquinea	59,10±0,44	52,24±1,10	50,55±2,00	48,02±1,22	11,08
Symphoricarpus albus	62,10±1,04	60,20±1,24	59,21±1,41	52,22±1,41	9,88
Berberis oblonga	61,14±1,03	61,48±1,61	61,13±0,64	55,83±0,14	5,31
Euonymus maackii	60,21±0,91	61,42±1,42	60,12±1,95	61,51±1,81	1,30
Ligustrum vulgare	64,90±1,33	63,73±0,85	61,83±0,62	61,12±0,96	3,78
Syringa amurensis	68,23±1,52	61,51±1,11	60,04±1,36	61,32±2,64	6,91
Cotinus coggygria	62,53±0,84	58,76±0,74	56,71±0,86	47,65±0,34	14,88
Viburnum lantana	62,12±1,03	62,55±0,55	60,33±0,27	53,23±0,63	8,89
Spiraea losiocarpa	60,04±2,98	51,32±0,44	51,05±0,41	50,85±1,95	9,19
Spiraea vanhouttei	54,85±1,35	55,40±0,63	52,33±0,47	50,20±0,69	4,65
Philadelphus lewisii	68,86±1,12	66,73±0,81	62,72±0,84	57,63±1,14	11,23
Forsythia suspensa	69,89±1,05	65,30±1,04	62,25±0,72	63,11±0,90	6,78

Продолжение табл. 4.1.4

Elaeagnus angustifolia	60,68±1,35	58,79±0,54	53,86±1,46	48,40±0,37	12,28
Rhus typhina	62,91±0,64	62,92±0,62	-	55,22±1,53	7,69
Parthenocissus quinquefolia	77,58±0,54	75,08±0,14	74,88±0,66	71,55±0,74	6,03
Cheonomeles japonica	57,10±0,92	55,30±0,73	51,57±1,12	49,11±1,24	7,99
Caragana boisii	66,54±0,75	65,61±0,41	65,76±2,31	60,70±2,02	5,84
Wisteria floribunda	60,65±1,01	57,63±0,45	58,64±2,04	53,10±1,78	7,55

Полученные данные показывают, что, как и у деревьев, у кустарников и лиан в течение вегетации оводненность листьев снижается. Максимальные значения амплитуды колебаний содержания воды в листьях имеют *Cornus sanguinea*, *Cotinus coggygria* (рис.4.1.4), *Philadelphus lewisii* и *Elaeagnus angustifolia*.

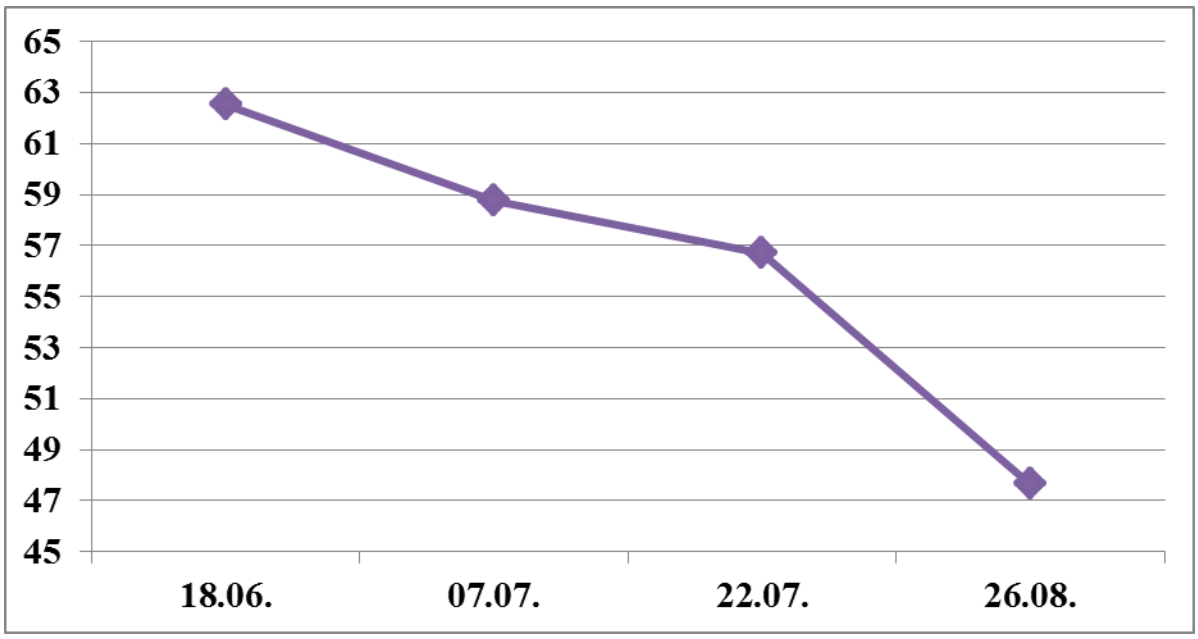

Рис.4.1.4. Сезонные изменения оводненности листьев *Cotinus coggygria* (%)

Минимальные изменения в ее содержании характерны для листьев *Euonymus maackii* (рис.4.1.5), *Spiraea vangouttei* и *Ligustrum vulgare*.

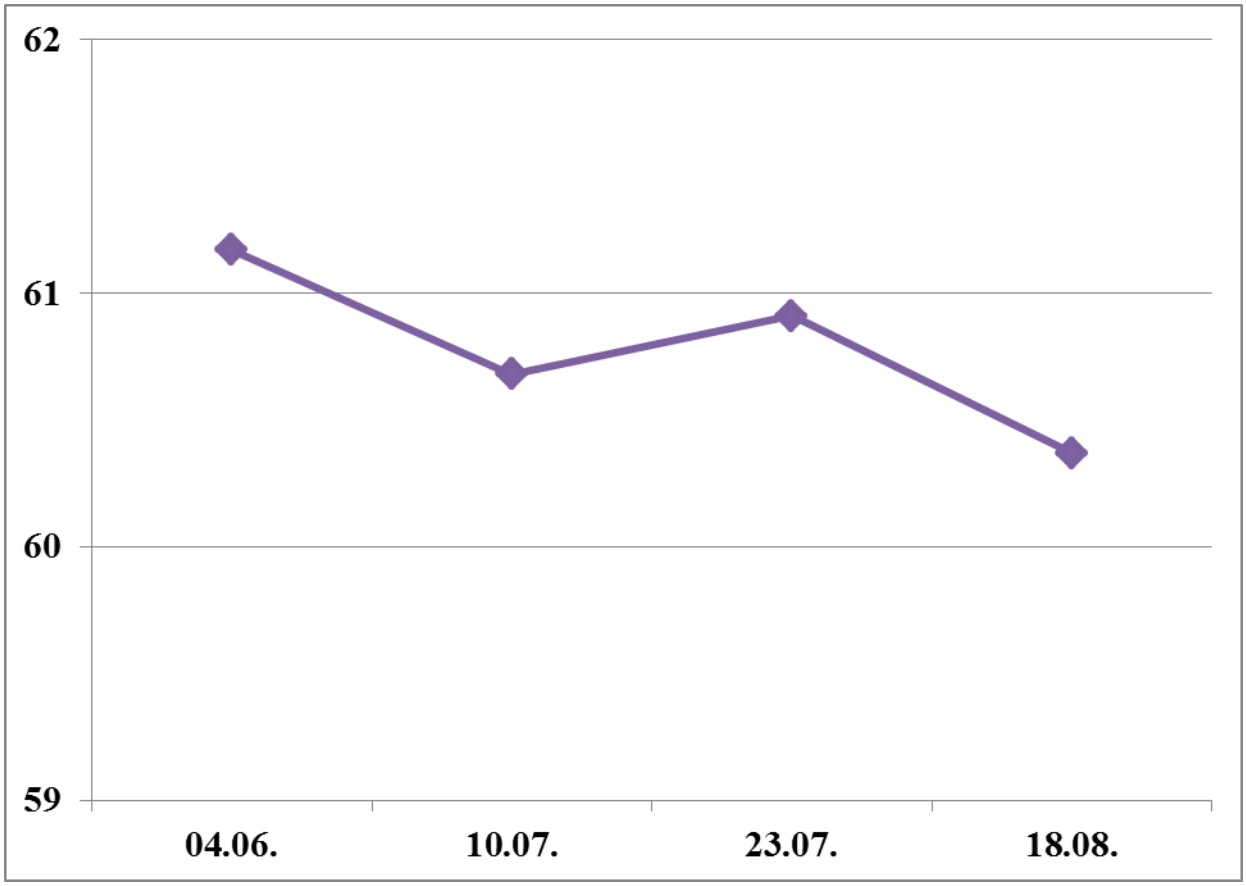

Рис.4.1.5. Сезонные изменения оводненности листьев *Euonymus maackii* (%)

У других видов кустарников и лиан - средний диапазон этих изменений (рис. 4.1.6).

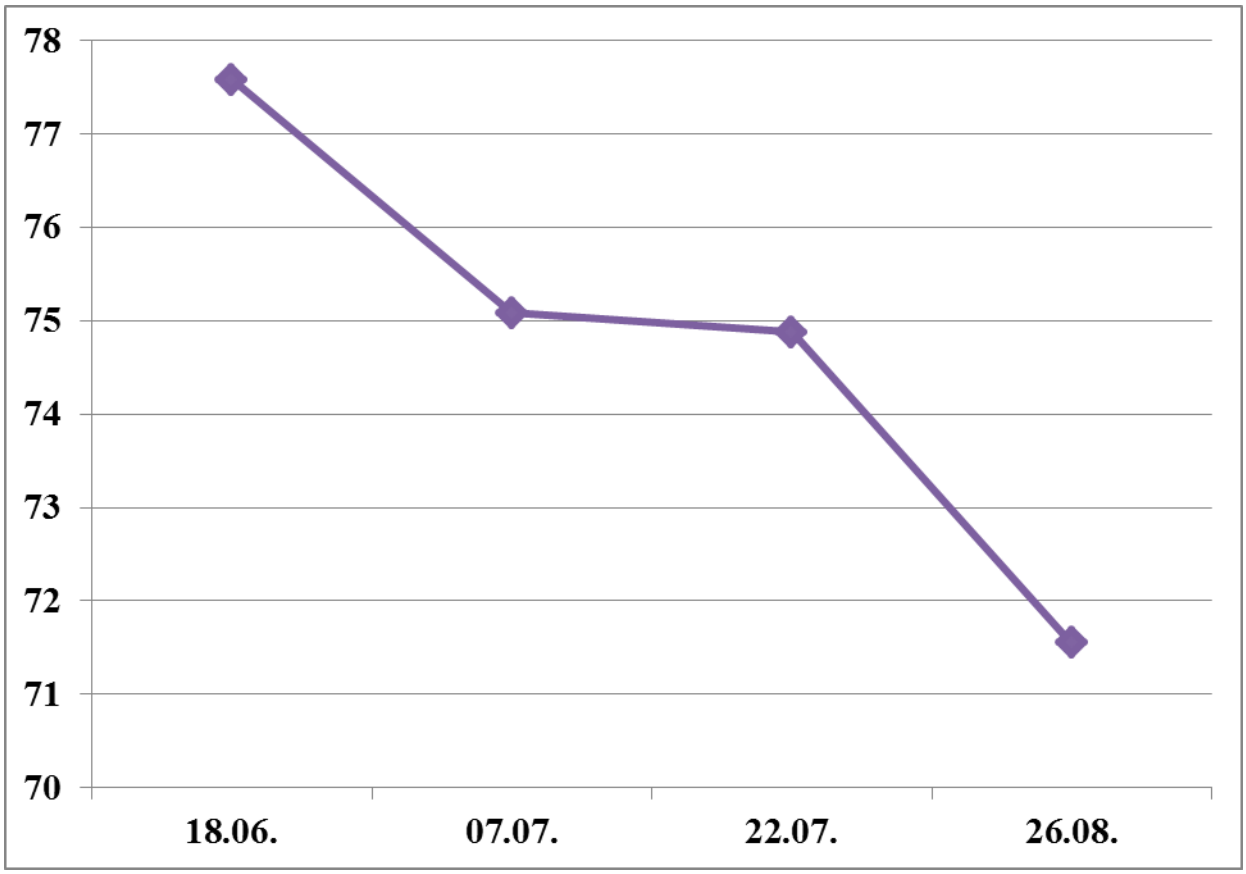

Рис. 4.1.6. Сезонные изменения оводненности листьев *P.quinquefolia* (%)

Из таблицы 4.1.5 видно, что полученые данные близкие к предыдущим. Наиболее высокое содержание воды отмечено в листьях *Parthenocissus quinquefolia*. Оводненность листьев *Forsythia suspensa*, *Euonymus maackii*, *Caragana boissii* и *Ligustrum vulgare* превышает 60 %. Минимальным количеством воды отличаются листья *Spiraea losiocarpa*, *Chaenomeles japonica*, *Spiraea vangouttei* и *Cornus sanguinea*. Для остальных видов характерны средние показатели оводненности листьев.

Таблица 4.1.5 - Содержание воды в листьях кустарников и лиан (% от сырого веса), 2006 г.

Виды	4.06	10.07	23.07	18.08	Амп-литу-да
Cornus sanquinea	59,28±0,97	53,65±1,15	53,83±0,56	49,03±0,77	10,25
Symphoricarpus albus	62,88±0,56	62,25±1,10	60,10±1,20	56,01±1,05	6,87
Berberis oblonga	61,28±0,37	61,81±0,73	58,84±0,79	56,56±0,46	4,72
Euonymus maackii	61,17±0,79	60,68±0,51	60,91±0,17	60,37±1,10	0,80
Ligustrum vulgare	65,62±0,74	63,51±0,87	59,18±0,47	60,06±0,62	5,56
Syringa amurensis	66,72±1,05	64,92±1,07	61,68±1,98	58,62±1,38	8,10
Cotinus coggygria	68,43±0,90	64,08±0,48	61,61±0,67	57,58±0,83	10,85
Viburnum lantana	63,33±1,01	59,53±1,21	59,32±0,52	54,77±0,87	8,56
Spiraea losiocarpa	57,11±0,84	57,19±0,92	51,50±1,48	49,64±0,72	7,47
Spiraea vanhouttei	59,24±0,66	55,74±0,88	53,21±0,67	52,05±1,19	7,19
Philadelphus lewisii	68,71±1,24	67,30±1,64	63,88±0,49	58,30±0,80	10,41
Forsythia suspensa	70,04±0,55	63,05±0,58	61,57±0,86	62,40±1,34	7,64
Elaeagnus angustifolia	63,61±0,41	63,52±0,78	55,60±0,80	50,60±0,95	13,01
Rhus typhina	66,41±0,45	62,49±0,68	58,89±1,12	59,93±1,82	6,48
Parthenocissus quinquefolia	77,92±0,21	73,09±0,93	74,29±0,81	72,42±1,05	5,50
Cheonomeles japonica	59,48±1,06	56,11±0,34	53,93±0,48	51,05±0,68	8,48
Caragana boisii	69,04±0,82	65,71±1,41	62,54±1,71	63,11±0,72	5,93
Wisteria floribunda	69,09±1,14	65,49±1,21	66,25±0,29	58,58±1,71	10,51

Значительные изменения оводненности в течение вегетации наблюдаются у листьев *Elaeagnus angustifolia*, *Cornus sanguinea*, *Wisteria floribunda* и *Cotinus coggygria*. Этот показатель стабилен у *Euonymus maackii*.

По результатам наших исследований [Ахматов, 2002 (а)] (табл. 4.1.6) максимальные значения оводненности отмечены у листьев *Parthenocissus quinquefolia*. Более 60% воды в листьях *Forsythia suspensa*, *Euonymus maackii*, *Ligustrum vulgare* и *Caragana boissii*. Низким содержанием воды отличаются листья C*haenomeles japonica*, *Spiraea losiocarpa*, *Cornus sanguinea* и *Spiraea vangouttei*. Довольно значительные амплитуды колебаний количества воды в течение вегетации наблюдаются в листьях, *Philadelphus lewisii*i, *Elaeagnus angustifolia*, *Cornus sanguinea*, *Spiraea losiocarpa*, *Cotinus coggygria* и *Wisteria floribunda*.

Таблица 4.1.6 - Содержание воды в листьях кустарников и лиан (% от сырого веса), 2008 г.

Виды	8.06	22.06	23.07	5.08	Амп-литу-да
Cornus sanquinea	61,84±1,10	59,12±1,05	50,61±0,98	50,40±0,53	11,44
Symphoricarpus albus	61,60±0,77	62,10±0,41	60,82±0,52	54,27±0,44	7,33
Berberis oblonga	67,16±0,51	62,42±0,33	61,14±0,15	60,45±0,48	6,71
Euonymus maackii	64,27±0,52	63,90±1,27	62,30±0,47	61,30±0,72	2,97
Ligustrum vulgare	62,10±1,40	61,71±1,68	62,52±1,00	61,75±1,52	0,35
Syringa amurensis	63,25±0,41	61,50±0,52	59,60±1,56	58,93±0,65	4,26
Cotinus coggygria	65,79±0,87	58,82±0,74	57,85±0,93	54,50±0,76	11,29
Viburnum lantana	63,07±0,30	58,10±0,63	57,66±0,90	54,30±0,70	8,77
Spiraea losiocarpa	60,91±1,04	58,88±1,23	57,44±0,88	50,92±1,25	9,99
Spiraea vanhouttei	56,40±0,70	55,43±0,61	53,06±0,60	49,45±0,34	6,95
Philadelphus lewisii	70,27±0,59	63,50±0,94	59,10±1,55	56,47±0,72	13,80
Forsythia suspensa	70,86±1,19	64,49±1,12	65,18±1,29	63,10±0,96	7,76
Elaeagnus angustifolia	65,40±0,49	58,00±0,61	57,00±0,45	55,80±0,55	9,80

Продолжение табл. 4.1.6

Rhus typhina	61,36±0,20	58,31±0,31	56,50±0,28	54,30±0,37	7,06
Parthenocissus quinquefolia	77,10±0,39	75,05±0,69	70,52±0,52	69,62±0,59	7,48
Cheonomeles japonica	54,97±0,31	52,38±0,43	52,30±0,48	48,60±0,43	6,37
Caragana boisii	68,19±0,59	65,75±0,80	65,60±0,55	63,88±0,64	4,31
Wisteria floribunda	68,32±0,13	61,93±0,49	60,21±0,24	56,37±0,41	11,15

По данным К.А.Ахматова [1976] по мере ухудшения условий водоснабжения и старения листьев наблюдается постепенное уменьшение содержания воды древесных растений. Смирнов И.А. [1977] указывает на то, что оводненность тканей к осени равномерно понижается у всех древесных пород, у одних в большей степени, у других в меньшейи объясняет это старением тканей листа, так как влажность почвы существенно не меняется. Такая динамика содержания воды в листьях в период вегетации отмечена и у других древесных пород [Нестерович, 1960; Лю Цзинь-Хэ, 1962; Воробьева, 1980] и объясняется понижением гидрофильности коллоидов клетки по мере старения листа [Моисеев, 1963]. В исследованиях К.Т.Шалпыкова [1997], А.А.Штефырцэ [1991], В.П.Криворучко [1998], Э.Турдукулова [1998], С.Г.Нестеровой [1999] и В.О.Пешковой [2000] отмечается постепенное понижение содержания воды в листьях в течение вегетации, что в первую очередь связывается со старением листьев. Так как изучаемые нами интродуцированные древесно-кустарниковые растения произрастают в условиях орошения, снижение оводненности в течение вегетации связано в первую очередь со старением листьев.

Наибольшей оводненностью характеризуются листья *Juglans regia* и *Parthenocissus quinquefolia*. Низкое ее содержание отмечено в листьях *Sorbus intermedia, Quercus imbricaria, Acer saccharinum, Crataegus altaica, Chaenomeles japonica, Spiraea losiocarpa, Cornus sanguinea* и *Spiraea vangouttei*. Для остальных видов насыщенность листьев водой - между этими двумя группами.

Гидролабильны – *Sorbus intermedia, Cercis canadensis, Acer pseudoplatanus, Betula procurva, Cornus sanguinea, Cotinus coggygria, Philadelphus lewisii* и *Elaeagnus angustifolia*, а гидростабильны – *Juglans regia, Carpinus betulus, Padus racemosa, Acer saccharinum, Populus pyramidalis, Euonymus maackii* и *Ligustrum vulgare*. Другие виды древесных растений занимают по этому показателю промежуточное положение.

О необходимости определения общего содержания воды в листьях при проведении исследований особенностей водообмена древесных растений свидетельствует значение воды в жизнедеятельности. Это и участие воды в наиболее важных физиологических процессах, таких как фотосинтез, дыхание, транспирация, а также многих биохимических реакциях. Ее снижение может привезти к нарушению этих процессов и гибели.

Рост и развитие объектов наших исследований зависит от оводненности различных органов растений, и в первую очередь листьев. Значительное уменьшение содержания воды в конечном итоге может оказать сильное влияние на торможение роста и сдвиги в онтогенезе. Этим также объясняется важность определения общего количества воды в листьях древесных растений.

Как показали наши исследования содержание воды в листьях древесных растений в течение вегетации непостоянно и подвержено изменениям. Эти изменения в первую очередь связаны с уровнем интенсивности транспирации, так как вода в основном расходуется на транспирацию. В связи с этим, для нас важным было изучить амплитуду колебаний. Как оказалось она может быть более или менее стабильной, а может довольно сильно изменяться.

Сезонная динамика содержания воды характеризуется ее снижением к концу вегетации, что связано со старением листьев. Это частично подтверждается исследованиями Т.К.Горышиной [1979], М.Д.Кушниренко [1957], Г.П.Курчатовой [1970], которые считают, что содержание воды в листьях зависит от их возрастного состояния, их старением и с ухудшением условий водоснабжения. Так как в условиях интродукции Ботанического сада им.Э.Гареева НАН КР объекты наших исследований произрастают при

регулярном поливе и большого недостатка воды не испытывают, мы считаем, что снижение содержания воды в листьях к концу вегетации связано со старением листьев.

Как показали наши исследования, у разных изученных видов древесных растений содержание воды в листьях довольно сильно различается и она изменчивая и динамичная величина. Как уже отмечалось выше, эти изменения связаны с возрастом листьев, доступностью поливной воды и расходом ее на транспирацию. В связи с этим, для нас важным было изучить амплитуды колебаний содержания воды в листьях объектов исследований.

Высокая оводненность листьев и засухоустойчивость древесных растений не коррелируют между собой. Среди засухоустойчивых видов встречаются как с высоким содержанием воды, так и с низким. В связи с этим, критериями засухоустойчивости являются другие показатели водообмена растений. Однако, основываясь на данных по оводненности листьев и их изменчивости можно судить о сбалансированности водообмена растений.

Содержание воды широко варьирует в разных органах древесных растений и зависит от вида растений, возраста, условий произрастания и периода вегетации. У некоторых видов древесных растений наблюдаются большие сезонные колебания содержания воды. Одной из причин колебаний содержания воды заключается в расходе и поступлении воды, а именно в транспирации и поглощении воды корнями. Наибольшее содержание воды в листьях достигается весной, с началом появления листьев, когда транспирация минимальна. В течение лета содержание воды понижается вплоть до начала листопада. Белее устойчивыми видами являются те, у которых колебания незначительны.

Как отмечает Ишмуратова М.Ю. и др. [2013] в начале лета (июнь месяц) оводненность листьев древесно-кустарниковых растений была достаточно высокой, что объясняется длительными весенними дождями и относительно невысокими температурами в данный период. В дальнейшем (июль – август)

оводненность снижается. На наш взгляд это также влияет на содержание воды в листьях в течение вегетации.

В наших исследованиях первоначально планировалось определение связанной и свободной воды, так как считалось, что связанная вода является важным фактором засухоустойчивости растений. В первую очередь в связи связыванием воды с биоколлоидами и ионами, и чем больше связанной воды, тем более засухоустойчивее растение. Однако, оказалось, что наибольшее количество воды связывается в клеточных стенках и не играет большой физиологической роли. Роль связанной воды было переосмыслено, и мы ограничились определением общего содержания воды в листьях, так как оно является одним из основных показателей жизнеспособности растений.

Снижение или повышение содержания воды в листьях растений может происходить в результате влияния неблагоприятных факторов летнего периода, а именно высоких температур и водообеспеченностью. Любой из этих факторов может оказаться лимитирующим.

Наши исследования показали, что содержание воды может зависеть также от особенностей роста (быстрорастущие или медленно растущие), высоты, облиственности и вегетативной массы, так как для этого необходимо большое количество воды.

Содержание воды в листьях древесных растениях зависит от их видовых особенностей, возраста, условий водообеспеченности, а также от неблагоприятных факторов внешней среды и претерпевает сезонные изменения. Содержания общей воды в листьях может использоваться как показатель особенностей воднообмена древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине, так как большое значение имеет сбалансированность водообмена растений.

В условиях Ботанического сада НАН КР, где произрастают изученные виды древесных растений, имеет место стабильность полива и достаточная норма полива. С этим связано то, что за годы проведения исследований оводненности листьев интродуцированных древесных растений существенных

отличий в содержании воды и сезонной динамике не наблюдается. В связи с этим, в условиях достаточного водоснабжения растений содержание воды в листьях относительно стбильно, и не может являться интегральным показателем отбора растений по засухоустойчивости. В то же время, данные по содержанию воды дают общее представление о величинах оводненности листьев, а именно наибольшая, средняя и наименьшая. По амплитуде колебания можно судить о стабильности или лабильности содержания воды в листьях. Строгой зависимости между устойчивостью древесных растений и оводненностью листьев не наблюдается [Ахматов, 2002 (а)].

Таким образом, у деревьев высокий уровень оводненности (более 70%) наблюдается в листьях *Juglans regia.* 60 и более процентов воды - в листьях *Carpinus betulus, Aesculus hippocastanum, Acer pseudoplatanus, Ulmus pinnato-ramosa, Padus racemosa* и *Betula procurva.* Относительно меньшим количеством воды отличаются листья *Sorbus intermedia, Quercus imbricaria, Cercis canadensis, Acer platanoides, Acer saccharinum, Quercus robur* и *Crataegus altaica.*

Среди кустарников и лиан наиболее высокое содержание воды отмечено в листьях *Parthenocissus quinquefolia (более 70 %)*. Оводненность листьев *Forsythia suspensa, Euonymus maackii, Caragana boissii* и *Ligustrum vulgare* превышает 60 %. Минимальным количеством воды отличаются листья *Spiraea losiocarpa, Chaenomeles japonica, Spiraea vangouttei* и *Cornus sanguinea*. Для остальных видов характерны средние показатели оводненности листьев.

По амплитуде колебания можно судить о стабильности или лабильности содержания воды в листьях. Гидролабильны – *Sorbus intermedia, Cercis canadensis, Acer pseudoplatanus, Betula procurva, Cornus sanguinea, Cotinus coggygria, Philadelphus lewisii* и *Elaeagnus angustifolia*, а гидростабильны – *Juglans regia, Carpinus betulus, Padus racemosa, Acer saccharinum, Populus pyramidalis, Euonymus maackii* и *Ligustrum vulgare*. Другие виды древесных растений занимают по этому показателю промежуточное положение.

Высокая оводненность листьев и засухоустойчивость древесных растений не коррелируют между собой. Среди засухоустойчивых видов встречаются как с высоким содержанием воды, так и с низким. В связи с этим, критериями засухоустойчивости являются другие показатели водообмена растений. Однако, основываясь на данных по оводненности листьев и их изменчивости можно судить о сбалансированности водообмена растений. В условиях достаточного водоснабжения растений содержание воды в листьях относительно стбильно, и не может являться интегральным показателем отбора растений по засухоустойчивости. Строгой зависимости между устойчивостью древесных растений и оводненностью листьев не наблюдается

4.2. Содержание воды в корнях.

Для нормального роста и развития древесных растений необходимо, чтобы расход воды на транспирацию примерно соответствовал поступлению, в этом случае водный баланс будет сбалансированным. Источник влаги для растений — вода, находится в почве, и основным органом поглощения воды является корневая система, поэтому снабжение древесных растений водой полностью зависит от нее. Роль этого органа, прежде всего, заключается в том, что благодаря огромной поверхности обеспечивается поступление воды в растение из почвы. В засушливых условиях только глубокая корневая система может способствовать постоянному поступлению воды в растения. Учитывая важность корневой системы в водообмене древесных растений, нами проводились исследования оводненности корней в течение вегетации.

Проведенные нами исследования показали (табл.4.2.1), что в летние месяцы количество воды в корнях деревьев подвержено изменениям, и может, как увеличиваться, так и уменьшаться [Ахматов, 2001; Ахматов, 2016]. На наш взгляд, это связано как с влажностью почвы (периодичностью полива), так и с ее температурой. Полученные данные амплитуды колебаний оводненности корней покахзали, что незначительными изменениями в оводненности корней характеризуются *Quercus robur, Quercus imbricaria,*

Juglans regia, Ulmus pinnato-ramosa и *Crataegus altaica*. Более 10% - ный диапозон изменений в содержании воды наблюдается у корней *Betula procurva, Acer saccharinum, Acer pseudoplatanus, Acer platanoides, Carpinus betulus* и *Padus racemosa*. Остальные объекты исследований имеют амплитуду колебаний содержания воды в корнях между 7-10%.

Что касается количественных характеристик содержания воды, то следует отметить, что наименьшее ее количество содержится в корнях *Betula procurva* (36,36 - 48,48%), а наибольшее (более 50%) – у *Quercus imbricaria, Juglans regia, Ulmus pinnato-ramosa* и *Populus pyramidalis*.

Таблица 4.2.1 - Содержание воды в корнях деревьев (% от сырого веса), 2006 г.

Виды	4.06	7.07	11.08	Ампли-туда
Aesculus hippocastanum	50,64±0,56	54,01±0,14	44,80±0,31	9,21
Cercis canadensis	43,42±0,51	52,12±1,11	49,89±1,17	8,70
Betula procurva	41,42±0,22	36,36±0,04	48,48±1,54	12,12
Sorbus intermedia	46,15±1,12	49,90±0,56	44,44±1,24	5,46
Quercus robur	49,91±0,97	56,69±0,02	50,0±0,11	6,78
Quercus imbricaria	52,78±1,05	55,95±1,87	59,46±0,92	6,68
Acer saccharinum	41,38±1,53	44,15±1,15	54,54±1,55	13,16
Acer pseudoplatanus	50,0±0,07	56,50±0,23	61,11±1,91	11,11
Acer platanoides	44,23±0,68	57,89±2,42	52,78±1,21	13,66
Juglans regia	54,54±0,83	57,78±0,28	56,31±0,39	3,24
Carpinus betulus	41,37±2,85	55,26±2,31	51,66±2,72	13,86
Crataegus altaica	41,42±1,26	45,13±0,62	46,87±1,50	5,45
Populus pyramidalis	59,09±1,72	66,66±0,05	62,05±1,22	7,57
Padus racemosa	52,31±0,42	44,04±1,05	62,82±0,94	18,78
Ulmus pinnato- ramosa	56,49±0,83	58,82±2,17	58,33±1,73	2,33

Данные таблицы 4.2.2 в целом подтверждают результаты предыдущих исследований. Те же виды растений можно подразделить на три группы по величине амплитуды колебаний содержания воды в корнях: стабильные, умеренно-лабильные и лабильные. К видам, с высокой оводненностью корней можно отнести *Quercus robur, crataegus altaica, Juglans regia, Populus pyramidalis, Quercus imbricaria* и *Ulmus pinnato-ramosa*. Низкое содержание воды отмечено в корнях *Betula procurva*. Видимо, для лиственных деревьев с неглубокой корневой системой характерна большая амплитуда колебаний в содержании воды в корнях, так как в первую очередь дефицит влаги ощущается в верхних горизонтах почвы. У деревьев с глубокими стержневыми корнями наблюдаются незначительные изменения в оводненности корней [Ахматов, 2001; Ахматов, 2016].

Таблица 4.2.2 - Содержание воды в корнях деревьев (% от сырого веса), 2008 г.

Виды	30.06	30.07	25.08	Амп-литуда
Aesculus hippocastanum	47,72 ±2,00	50,00± 0,03	56,75 ± 1,20	9,03
Cercis canadensis	48,71 ±1,74	56,00 ±1,07	49,24 ±0,67	7,29
Betula procurva	49,43 ±0,50	53,33 ± 1,75	37,87 ±1,34	15,46
Sorbus intermedia	46,13 ±0,65	47,51 ±2,34	51,42 ±2,01	5,29
Quercus robur	56,57 ±2,12	53,60 ±0,73	50,64 ±1,13	5,83
Quercus imbricaria	52,08 ±1,83	50,28 ±0,77	54,31 ±2,03	4,03
Acer saccharinum	44,90 ±0,88	49,00 ±0,88	34,37 ±1,10	14,63
Acer pseudoplatanus	54,54 ±0,09	59,45 ± 2,16	48,97 ±2,18	10,48
Acer platanoides	52,70 ±1,18	56,92 ±0,95	46,15 ±1,03	10,77
Juglans regia	59,21 ±1,15	64,10 ±0,67	58,82 ±1,88	5,28
Carpinus betulus	53,33 ±0,74	50,80 ±2,04	43,16 ±1,76	10,17
Crataegus altaica	63,04 ±2,10	57,57 ±0,58	62,06 ±1,39	6,07
Populus pyramidalis	47,15 ±0,76	52,55 ±0,34	54,74 ±0,29	7,59
Padus racemosa	47,90 ±1,23	59,58 ±1,72	65,62 ±1,37	17,72
Ulmus pinnato-ramosa	58,43 ±0,47	54,40 ±1,77	54,85 ±1,50	4,03

В таблице 4.2.3 представлены данные оводненности корней кустарников и лиан. В течение вегетации незначительные изменения в содержании воды отмечены в корнях *Rhus tyhpina, Elaeagnus angustifolia, Cotinus coggygria, Euonymus maackii, Caragana boisii, Wisteria floribunda, Berberis oblonga* и *Forsythia suspensa*. Колебания оводненности корней *Syringa amurensis, Viburnum lantana, Cornus sanguinea, Spiraea vangouttei* и *Spiraea losiocarpa* - более 10%. Максимальные значения амплитуды колебаний в водонасыщении корней наблюдается у *Philadelphus lewisii, Ligustrum vulgare, Symphoricarpos albus, Cheonomeles japonica* и *Parthenocissus quinquefolia* [Ахматов, 2001; Ахматов, 2016].

Малым количеством воды отличаются два вида спирей *Spiraea losiocarpa* и *Spiraea vanhouttei*. Наибольшей оводненностью (более 60 %) корней характеризуются *Wisteria floribunda, Syringa amurensis, Forsythia suspensa* и *Rhus typhina*. Для других видов насыщение корней водой в течение вегетации находится в пределах 40-60%.

Таблица 4.2.3 - Содержание воды в корнях кустарников и лиан (% от сырого веса), 2006 г.

Виды	4.06.	7.07.	11.08.	8.09	Амп-литу-да
Cornus sanquinea	60,24±1,91	64,63±1,22	55,96±1,20	51,61±1,61	13,02
Symphoricarpus albus	43,16±0,30	44,15±1,29	64,30±1,45	64,53±1,68	21,37
Berberis oblonga	50,34±0,34	50,00±0,76	51,42±1,71	57,50±1,05	7,50
Euonymus maackii	58,23±0,72	54,92±1,07	58,30±0,97	61,38±0,62	6,46
Ligustrum vulgare	61,25±1,25	56,05±1,73	65,14±1,52	46,70±1,87	18,97
Syringa amurensis	64,58±1,08	63,00±0,68	63,88±0,51	78,12±0,41	14,24
Cotinus coggygria	53,85±0,90	60,52±1,02	54,05±0,71	53,84±1,34	6,68
Viburnum lantana	62,52±0,62	57,18±1,63	51,89±1,18	64,28±0,66	12,39
Spiraea losiocarpa	56,35±0,30	44,29±0,56	43,93±0,18	48,78±0,64	12,42

Продолжение табл. 4.2.3

Spiraea vanhouttei	38,23±1,47	45,45±1,89	50,00±1,76	40,95±0,21	11,77
Philadelphus lewisii	61,82±1,82	49,24±0,76	49,42±0,58	43,59±1,29	18,23
Forsythia suspensa	57,44±0,79	60,60±0,23	65,20±1,67	63,47±0,97	7,76
Elaeagnus angustifolia	62,59±1,05	57,88±1,36	57,14±0,50	55,99±0,11	6,60
Rhus typhina	65,83±1,55	62,34±0,80	62,43±1,85	66,22±1,34	3,88
Parthenocissus quinquefolia	69,24±0,20	54,32±1,23	46,15±0,55	46,45±1,00	23,09
Pheonomeles japonica	64,77±0,51	58,38±0,93	62,81±0,88	50,60±1,43	14,17
Caragana boisii	50,00±1,51	57,14±1,68	54,28±1,71	56,45±1,17	7,14
Wisteria floribunda	62,96±1,14	60,00±1,18	63,63±0,67	55,55±1,12	8,08

В таблице 4.2.4 представлены экспериментальные данные свидетельствующие о том, что у большинства изученных видов кустарников и лиан количество воды в корнях больше, чем в предыдущий год. Видимо, это связано с более благоприятными условиями водообеспечения. К примеру, у таких видов как *Syringa amurensis*, *Philadelphus lewisii*, *Ligustrum vulgare*, *Symphoricarpus albus*, *Parthenocissus quinquefolia* оводненность корней может превышать 70 %. Корни *Spiraea losiocarpa* и *Spiraea vanhouttei* в наименьшей степени насыщены водой.

Значительные амплитуды колебаний содержания воды отмечены для корней *Philadelphus lewisii*, *Ligustrum vulgare*, *Symphoricarpos albus*, *Cheonomeles japonica*, *Syringa amurensis* и *Parthenocissus quinquefolia*. Малая амплитуда колебаний характерна для корней *Rhus tyhpina, Elaeagnus angustifolia, Cotinus coggygria, Euonymus maackii, Caragana boisii, Wisteria floribunda, Berberis oblonga* и *Forsythia suspense* [Ахматов, 2016].

Разброс в содержании воды корнями у различных видов древесных растений довольно значительный. Так, минимальные значения этого показателя (от 30 до 50%) - у *Betula procurva*, *Spiraea losiocarpa* и *Spiraea vanhouttei*, а

максимальные (выше 70%) - у *Syringa amurensis*, *Philadelphus lewisii*, *Ligustrum vulgare*, *Symphoricarpus albus*, *Parthenocissus quinquefolia*. У древесных растений с глубокими стержневыми корнями, в сезонной динамике изменения в оводненности корней незначительны, а с неглубокими намного больше.

Таблица 4.2.4 - Содержание воды в корнях кустарников и лиан (% от сырого веса), 2008 г.

Виды	30.06.	30.07.	25.08.	Ампли-туда
Cornus sanquinea	66,03±0,63	54,09±1,71	57,73±0,59	11,94
Symphoricarpus albus	72,09±1,24	54,33±0,50	53,60±0,20	18,49
Berberis oblonga	61,53±1,66	57,14±0,62	55,00±1,52	6,53
Euonymus maackii	56,13±0,52	52,32±1,12	58,48±0,88	6,16
Ligustrum vulgare	60,00±0,43	71,42±2,04	61,07±0,21	11,42
Syringa amurensis	77,08±0,59	61,13±0,16	75,00±0,65	15,95
Cotinus coggygria	66,00±1,02	58,96±0,27	61,25±1,25	7,04
Viburnum lantana	67,02±0,36	57,01±0,49	53,40±1,60	13,62
Spiraea losiocarpa	65,14±1,52	47,35±1,53	47,97±1,03	17,79
Spiraea vanhouttei	51,82±1,82	53,83±0,50	37,49±1,79	16,34
Philadelphus lewisii	64,88±1,07	62,19±0,33	74,35±1,89	12,16
Forsythia suspensa	69,38±1,97	66,08±0,58	62,06±0,39	7,32
Elaeagnus angustifolia	65,00±1,24	64,29±0,41	59,37±1,05	5,63
Rhus typhina	67,24±0,58	64,95±0,26	64,90±0,62	2,34
Parthenocissus quinquefolia	71,40±0,82	75,07±1,40	58,57±1,43	23,09
Cheonomeles japonica	66,12±0,91	50,58±0,66	59,11±1,65	15,54
Caragana boisii	60,00±0,48	56,72±0,85	54,26±0,61	5,74
Wisteria floribunda	54,54±0,35	60,00±1,29	59,50±1,61	5,46

В литературе преимущественно встречаются работы, относящиеся к структуре корневых систем древесных растений. В связи с этим, сравнить наши данные относительно оводненности корней с результатами других авторов не представляется возможным. В течение вегетации оводненность корней может, как увеличиваться, так и уменьшаться. Это в первую очередь связано с влажностью почвы. У древесных растений с глубокими стержневыми корнями изменения в оводненности корней незначительны, а с поверхностно расположенными довольно существенны. Разброс в содержании воды значительный [Ахматов, 2001; Ахматов, 2016].

Так как рост и развитие древесных растений зависит от насыщенности тканей и органов водой, а это в свою очередь от передвижения воды с минеральными веществами от корней к надземным вегетативным органам нами изучалось содержание воды в корнях. Кроме этого, необходимо было выяснить, может ли показатель оводненности корней использоваться для диагностики устойчивости древесных растений к засухе.

Физиологическое состояние древесных растений во многом зависит от активности корневой системы, которая в свою очередь зависит от интенсивности дыхания корней. Поглощение воды происходит тем интенсивнее, чем больше всасывающая поверхность корневой системы и чем почвенная влага в достатке. В связи с этим, по показателю содержания воды в корнях можно судить о достаточности и доступности воды древесным растениям. К этому следует добавить, что физиологическая активность корней зависит от возраста и вида древесного растения. Поглощение воды зависит от количества доступной влаги в почве.

По результатам наших исследований отмечено, что древесные растения сильно развитой стержневой корневой системой гораздо лучше переносят засуху, чем с поверхностной или слабо развитой корневой системой. У древесных растений с развитой стержневой корневой системой изменения в содержании воды не значительны, что свидетельствует о доступности воды к корням. У древесных растений с поверхностной корневой системой колебания

в содержании воды более значительны и они более чувствительны к вредному действию летней засухи.

По мнению Казаряна [1969] от мощности и жизнедеятельности корней зависит активность почти всех процессов, происходящих в надземных органах, а Лархер [1978] считает, что при прогрессирующем высыхании почвы отдельные корни могут отмирать и засыхать, тогда, как в других местах корень разрастается на много метров и густо ветвится и эта способность особенно сильно выражена у растений засушливых местообитаний. Результаты наших исследований подтверждают мнение этих авторов.

Так как вода поступает в растение через корни, количество доступной растению влаги зависит от свойств почвы и состояния корневой системы. Поэтому, для нас важным было изучение содержание воды в корнях, так как от этого зависит снабжение надземных органов растения водой, а это в свою очередь влияет на многие жизненно важные физиологические процессы растений.

По мнению Г. Н. Еремеева [1939] засухоустойчивость растений в целом определяется особенностями их корневых систем и наземных органов и между устойчивостью листьев и корней к засухе наблюдается обратная зависимость, то есть чем меньше листья приспособлены переносить завядание, тем более устойчива корневая система растения и наоборот. В наших исследованиях такой корреляции не отмечено.

В поглощении воды корневой системой важную роль играют рост и ветвление, так как скорость передвижения воды через растения могут быть обеспечены только за счет роста корней к местам с достаточной водой слоям почвы. В связи с этим, важное значение для функциональной активности корня как поглощающего воду органа имеет скорость роста новых корней. Корни постоянно находятся в движении, в поисках воды, поэтому полученные нами данные по оводненности корней косвенно дают представление о росте корней.

Нашими исследованиями подтверждены результаты многих исследований, что водный дефицит, аэрация почвы, так или иначе

способствуют образованию более мощной корневой системы и проникновению ее в более глубокие слои почвенного профиля [Красовская, 1925; Грамматикати, 1963; Качинский, 1965; Дояренко, 1966; Мусиенко и др., 1985].

При изучении корневых систем древесных растений основное внимание обращалось на установление наибольшей длины вертикальных и горизонтальных корней, а также на распределение их по горизонтам почвы, без учета их оводненности. Значение же корневой системы как основного фактора устойчивости древесных растений к засухе и другим неблагоприятным условиям среды не находило должной оценки. Слабая изученность корневых систем древесных растений зависела в основном от сложности методики исследований.

Кроме этого, недостаточное внимание уделялось проблеме водонасыщения корней. Исследования К.Т.Шалпыкова [1997, 2000] посвящены изучению запасов влаги в корнях суккулентов, злаков и кустарников. К.Т.Шаплпыковым изученные растения галофильной пустыни Западного Прииссыккулья выделены в три группы: с наибольшим, средним и низким запасом воды в корешках. У исследуемых нами видов интродуцированных древесных растений также можно выделить три группы: с высокой (выше 60%), средней (50-60%) и низкой (менее 50%) оводнененостью корней.

Для подтверждения результатов наших исследований ниже приводим данные некоторых авторов об особенностях корневой системы изучаемых нами объектов. Так, по многолетним наблюдениям К.А. Ахматова [1976], выделены растения с глубокой корневой системой (*Ulmus pinnato-ramosa, Qurcus robur*), в течение вегетации (в том числе и в период засухи) стабильно обеспечивающие надземные части необходимым количеством воды и растения с поверхностной корневой системой (*Acer negundo* и *Betula procurva*). По его же наблюдениям, *Elaeagnus angustifolia* отличается хорошо развитой корневой системой, и в 10 - летнем возрасте стержневые корни доходят до глубины 2,6 м. По сообщениям Б.З. Гусейнова [1952], на богаре Апшерона, он развивает мощную вертикальную корневую систему, достигающую 210 см и более. Бересклеты

(*Euonymus*) развивают стержневую или стержнево-пальчатую корневую систему, проникающую в глубь до 220 см [Рыжков, 1974]. Корни барбариса уходят вглубь до 350-360 см [Байтулин, 1984]. Р.З.Рагимова [1990] отмечает, что у сумаха и скумпии формируется хорошо развитая стержневая корневая система в условиях Апшерона и это позволяет растениям в сухом субтропическом климате добывать необходимую влагу из глубоких горизонтов почвы.

Как показали наблюдения К.Кройцер [1968], корневая система *Carpinus betulus* – 190 см. Орех грецкий (*Juglans regia*) имеет сильно развитый стержневой корень, глубоко проникающий в почвогрунт, достигая 380-400 см [Тхагушев, Хлопенкова, 1975]. Корни боярышника джунгарского (*Crataegussongorica*) уходят в глубь на 210-225 см [Байтулин, 1985], а могут и до 300 см [Гусак, 1993].

Корневая система *Populus pyramidalis*, как правило, развивается в верхних горизонтах почвы, у *Quercus robur*о на глубокая и сильно мочковатая, *Ulmus pinnato – ramosa* - смешанная, представлена большим количеством горизонтальных корней при одновременном развитии вертикальных [Деревья и кустарники Киргизии, 1961].

Исследованиями А.В. Гурского [1939, 1957] по изучению корневой системы широкого ассортимента древесных пород в степной и пустынной зонах установлено, что хорошо приспособленные виды отличаются быстрым ростом и глубоким проникновением корневой системы, а слабо приспособленные – медленным ростом и поверхностным распространением корней.

Л.С.Пололнской [1954] проведены исследования о строении коневой системы у 12 видов древесных пород и кустарников на предгорной богаре Самаркандской области. Все исследованные породы объеденены в два типа. Первый назван «стержневым»: растения, относящиеся к этому типу, имеют основной корень (карагач мелколистный, дуб черешчатый, лох узколистный, айлант, гледичия, гребенщик и аморфа). Второй тип – «горизонтальный», с

корнями бокового направления при отсутствии основного корня. К данному типу относятся: акация белая, абрикос, шелковица белая, ясень пенсильванский и акация желтая. К примеру, лох узколистный в условиях богары Самарканда в 4-х летнем возрасте имел стержневой тип строения корневой системы, проникающей до глубины 3,5 м.

Приведенные данные этих авторов об особенностях корневой системы некоторых из исследуемых нами видов древесных растений подтверждают сделанные выводы о том, что у древесных растений с глубокими стержневыми корнями изменения в оводненности корней незначительны, а с поверхностно расположенными довольно существенны. Показатель амплитуды колебания содержания воды в корнях может являться критерием засухоустойчивости древесных растений, но методически трудно выполнимым.

При изучении оводненности листьев и корней древесных растений необходимо сравнить эти данные. Так, высокое содержание воды в листьях характерно для *Aesculus hippocastanum, Acer pseudoplatanus, Populus pyramidalis, Carpinus betulus, Syringa amurensis, Philadelphus lewisii, Ligustrum vulgare, Symphoricarpus albus, Juglans regia* и *Parthenocissus quinquefolia*, а в корнях для *Quercus imbricaria, Juglans regia, Ulmus pinnato-ramosa, Populus pyramidalis, Wisteria floribunda, Syringa amurensis, Forsythia suspensa* и *Rhus typhina.* Низкое ее содержание отмечено в листьях *Sorbus intermedia, Quercus imbricaria, Acer saccharinum, Crataegus altaica, Chaenomeles japonica, Spiraea losiocarpa, Cornus sanguinea* и *Spiraea vangouttei*, и в корнях *Betula procurva, Spiraea losiocarpa* и *Spiraea vanhouttei.* Сравнение показывает, что у некоторых видов, таких как *Populus pyramidalis, Syringa amurensis* и *Juglans regia* высокое содержание воды в листьях соответствует такому же в корнях, а низкое содержание воды в листьях и корнях характерно для двух видов спирей *Spiraea losiocarpa* и *Spiraea vanhouttei.* У других видов наблюдается обратная зависимость, или высокое содержание воды в листьях и низкое в листьях или наоборот, низкое содержание воды в листьях и высокое в корнях. Следовательно, четкой

зависимости между степенью оводненности листьев и корней древесных растений не наблюдается. Более важным показателем является амплитуда колебаний содержания воды.

Таким образом, в течение вегетации содержание воды в листьях древесных растений снижается, что связано со старением листьев. Наибольшей оводненностью характеризуются листья *Juglans regia* и *Parthenocissus quinquefolia*. Низкое ее содержание отмечено в листьях *Sorbus intermedia, Quercus imbricaria, Acer saccharinum, Crataegus altaica, Chaenomeles japonica, Spiraea losiocarpa, Cornus sanguinea* и *Spiraea vangouttei*. Для остальных изученных видов насыщенность листьев водой - между этими двумя группами. Строгой зависимости между устойчивостью древесных растений и оводненностью листьев не наблюдается. По амплитуде колебания можно судить о стабильности или лабильности содержания воды в листьях. В течение вегетации оводненность корней может, как увеличиваться, так и уменьшаться. Это в первую очередь связано с влажностью почвы. Разброс в содержании воды корнями у различных видов древесных растений довольно значительный. Так, минимальные значения этого показателя (от 30 до 50%) - у *Betula procurva, Spiraea losiocarpa* и *Spiraea vanhouttei*, а максимальные (выше 70%) - у *Syringa amurensis, Philadelphus lewisii, Ligustrum vulgare, Symphoricarpus albus, Parthenocissus quinquefolia*. У древесных растений с глубокими стержневыми корнями изменения в оводненности корней незначительны, а с поверхностно расположенными довольно существенны. Четкой зависимости между степенью оводненности листьев и корней древесных растений не наблюдается. Наблюдается как прямая, так обратная зависимость. Показатель амплитуды колебания содержания воды в корнях может являться критерием засухоустойчивости древесных растений, но методически трудно выполнимым. Более важным показателем является амплитуда колебаний содержания воды. Несмотря на это, данные по содержанию воды дают общее представление о величинах оводненности листьев, а именно наибольшая, средняя и наименьшая, а также дает представление об особенностях и различиях в оводненности

листьев и корней древесных растений, произрастающих в условиях интродукции.

Водообмен выполняет важную и многогранную функцию в жизни растений аридных зон. Оводненность листьев – наиболее доступный и широко используемый показатель состояния растений. Имея данные о количестве воды в различные периоды вегетации растений, можно получить представление о водной насыщенности клеток и функциональном состоянии растений. На основании собственных и литературных данных, можно отметить, что в определении степени приспособления к засухе большое значение имеет не абсолютное количество воды, а амплитуда ее колебаний в течение вегетации. Содержание воды в листьях в течение вегетации постепенно понижается, что в первую очередь связано со старением листьев.

ГЛАВА 5.
ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ, УСТОЙЧИВОСТЬ ЛИСТЬЕВ К ОБЕЗВОЖИВАНИЮ И ВОДНЫЙ ДЕФИЦИТ

Как нами было отмечено в главе 4, по показателю оводненности листьев и корней в полной мере невозможно охарактеризовать состояние водообмена древесных растений определенного вида, в связи с чем, в целях комплексной оценки степени засухоустойчивости нами дополнительно определялись водоудерживающая способность, устойчивость листьев к обезвоживанию и водный дефицит листьев.

5.1. Водоудерживающая способность листьев

Скорость расхода воды зависит от различных факторов, в том числе водоудерживающих способностей клеток, оводненности и климатических факторов. Подвижность воды в клетке постоянно изменяется и вместе с ними водоудерживающая способность листьев. Считается, что чем выше водоудерживающая способность листьев растений, тем выше их устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды. Учитывая это, нами как одного из возможных критериев засухоустойчивости древесных растений определялась водоудерживающая способность листьев в течение вегетации.

Полученные нами экспериментальные данные (таблица 5.1.1) показали, что у изученных видов деревьев в ходе вегетации водоудерживающая способность листьев снижается от июня к августу. При этом в течение вегетации амплитуда колебаний изменяется в достаточно широких пределах. К примеру, *Juglans regia, Aesculus hippocastanum, Cercis canadensis* к августу за 6 ч теряют воды на 9,26, 4,97 и 4,56 % больше, чем в июне. У *Quercus imbricaria, Carpinus betulus* и *Betula procurva* скорость потери воды изолированными листьями возрастает больше, чем на 10 %. Для остальных видов разница водоудерживающей способности между июньскими и августовскими

показателями больше 20 % [Осконбаева, Ахматов, Шпота, 1999; Ахматов, 2002 (б)].

В июне потеря воды листьями у большинства растений составляет менее 50 %, и только у *Betula procurva, Quercus robur, Populus pyramidalis* и *Crataegus altaica* этот показатель выше. В июле менее 50 % воды за 6 ч отдают 6 видов лиственных деревьев – *Juglans regia, Aesculus hippocastanum, Carpinus betulus, Quercus imbricaria, Cercis canadensis* и *Sorbus intermedia*, а в августе только 4 вида.

Таблица 5.1.1 - Водоудерживающая способность листьев деревьев, 2007 г.

Виды	Потеря воды листьями, % от ее первоначального содержания, принятого условно за 100%, через 6 ч		
	19.06	23.07.	18.08.
Juglans regia	27,56±0,91	32,15±2,04	36,82± 1,88
Sorbus intermedia	23,34±0,66	38,72± 0,77	49,21±1,84
Quercus imbricaria	28,31±0,72	36,44±0,42	46,49±1,42
Carpinus betulus	30,11±1,45	32,89±0,75	42,73±2,39
Aesculus hippocastanum	31,87±1,55	34,12±0,59	36,84±1,80
Cercis canadensis	44,40±1,87	45,83±2,90	48,96±2,28
Acer platanoides	34,06±1,03	50,77±0,57	66,49±2,12
Padus racemosa	46,40±1,37	63,92±1,60	72,46±1,98
Ulmus pinnato-ramosa	44,79±2,68	61,51±1,18	78,63±0,18
Acer saccharinum	43,90±1,51	57,79±1,96	78,93±1,42
Acer pseudoplatanus	47,36±2,38	60,71±1,95	79,26±1,87
Betula procurva	57,15±0,85	62,15±0,66	71,05±0,97
Quercus robur	52,29±2,80	72,88±2,51	83,68±1,42

Продолжение табл. 5.1.1

Populus pyramidalis	59,16±2,97	83,98±1,24	94,58±0,25
Crataegus altaica	61,79±1,46	92,84±0,66	94,77±0,30

Наибольшей водоудерживающей способностью отличаются *Juglans regia, Aesculus hippocastanum, Quercus imbricaria, Cercis canadensis, Sorbus intermedia* и *Carpinus betulus*, листья которых теряют от 23,34 до 49,21%. Средней потерей воды характеризуются листья *Acer platanoides, Padus racemosa, Ulmus pinnato-ramosa, Acer saccharinum, Acer pseudoplatanus* и *Betula procurva.* Низкая водоудерживающая способность отмечена у листьев *Quercus robur, Populus pyramidalis* и *Crataegus altaica.*

Анализируя результаты наших исследований представленых в таблице 5.1.2, можно отметить, что тенденция уменьшения водоудерживающей способности к концу вегетации подтверждается. Для некоторых видов лиственных деревьев отмечено увеличение потери воды изолированными листьями. Высокую водоудерживающую способность в течение вегетации сохраняют листья *Juglans regia, Aesculus hippocastanum, Quercus imbricaria, Sorbus intermedia* и *Carpinus betulus.* Низкой водоудерживающей способностью характеризуются *Populus pyramidalis* и *Crataegus altaica.* Остальные виды можно отнести к растениям со средней водоудерживающей сособностью.

Сезонные изменения еще раз свидетельствуют о стабильности водоудерживающей способности листьев *Juglans regia, Quercus imbricaria* и *Cercis canadensis.* В наибольшей степени (на 42%) к августу снижается водоудерживающая способность листьев *Acer pseudoplatanus* и *Populus pyramidalis.*

Результаты исследований представленных в таблице 5.1.3 показали, что в целом они аналогичны предыдущим. Виды лиственных деревьев с высокой, средней и низкой водоудерживающей способностью сохраняют свои позиции.

Таблица 5.1.2 - Водоудерживающая способность листьев деревьев, 2008 г.

Виды	Потеря воды листьями, % от ее первоначального содержания, принятого условно за 100%, через 6 ч		
	10.06	12.07	5.08
Juglans regia	28,52±1,72	39,41±0,71	44,54± 1,99
Sorbus intermedia	35,53±1,17	45,77±2,88	53,62±2,64
Quercus imbricaria	30,81±2,14	40,53±2,28	49,94±2,27
Carpinus betulus	20,35±0,97	27,63±1,25	34,97±1,28
Aesculus hippocastanum	20,87±0,79	35,43±0,90	38,82±1,00
Cercis canadensis	47,56±2,33	52,69±1,29	54,58±1,75
Acer platanoides	26,14±1,47	35,22±2,06	52,65±0,74
Padus racemosa	54,12±1,32	70,09±2,93	79,07±2,26
Ulmus pinnato-ramosa	47,12±0,70	55,80±2,41	82,87±1,01
Acer saccharinum	61,12±0,61	75,73±1,51	78,92±2,06
Acer pseudoplatanus	36,99±0,59	58,71±0,14	79,22±1,09
Betula procurva	53,14±1,27	64,65±1,66	79,95±1,53
Quercus robur	49,95±1,20	56,48±0,80	68,60±0,25
Populus pyramidalis	65,85±0,86	77,99±1,61	94,90±1,36
Crataegus altaica	50,15±1,63	91,60±1,31	92,04±0,59

Таблица 5.1.3 - Водоудерживающая способность листьев деревьев, 2009 г.

Виды	Потеря воды листьями, % от ее первоначального содержания, принятого условно за 100%, через 6 ч		
	4.06	11.07	24.08
Juglans regia	36,08±1,31	41,28±0,55	44,51±0,65
Sorbus intermedia	32,11±1,62	46,14±0,83	51,43±0,51
Quercus imbricaria	30,03±0,72	42,46±1,18	46,96±0,65
Carpinus betulus	26,52±1,28	28,07±1,18	32,90±0,87
Aesculus hippocastanum	30,03±0,95	30,48±1,33	35,31±0,81
Cercis canadensis	44,92±0,49	48,62±1,18	54,23±1,20
Acer platanoides	29,53±0,91	35,89±0,69	59,05±0,75
Padus racemosa	44,59±0,59	45,44±1,37	64,63±1,13
Ulmus pinnato-ramosa	39,36±0,21	56,25±0,87	69,23±1,63
Acer saccharinum	45,48±0,69	51,64±1,94	78,67±0,75
Acer pseudoplatanus	39,33±1,04	40,69±1,34	72,01±0,82
Betula procurva	42,10±0,76	63,45±1,11	73,76±1,31
Quercus robur	46,15±0,89	50,65±1,21	55,76±1,74
Populus pyramidalis	50,10±0,69	91,75±1,21	96,68±1,04
Crataegus altaica	53,67±1,46	85,53±1,23	91,20±1,21

Изучение способности листьев кустарников и лиан удерживать воду в период летних месяцев (табл. 5.1.4) показали, что она снижается от июня к августу с различной скоростью. К примеру, *Wisteria floribunda, Spiraea*

vanhouttei, Euonymus maackii, Ligustrum vulgare, Forsythia suspensa, Parthenocissus quinquefolia и *Cheonomeles japonica* к августу за 6 ч теряют воды на 1,12-5,22% больше, чем в июне. Это свидетельствует о стабильности и незначительном уменьшении водоудерживающей способности. В то же время, у таких видов как *Caragana boisii, Symphoricarpus albus, Philadelphus lewisii, Berberis oblonga, Elaeagnus angustifolia* и *Viburnum lantana,* к августу наблюдается значительное (более 20%) увеличение потери воды изолированными листьями. Остальные изученные виды занимают промежуточное положение, так как амплитуда колебаний водоудерживающей способности листьев находится в пределах 8,48-13,20%. При этом в ту или иную из этих трех групп могут входить виды с разной степенью водоудерживающей способности [Осконбаева, Ахматов, Шпота, 1999; Ахматов, 2002 (б)].

Наибольшей водоудерживающей способностью отличаются листья *Parthenocissus quinquefolia* и *Forsythia suspensa.* Высокая водоудерживающая способность отмечена у кустарников *Cotinus coggygria, Euonymusmaackii, Ligustrum vulgare, Rhus typhina* и *Syringa amurensis*. Больше всего воды за 6 ч отдают листья *Caraganaboisii, Symphoricarpusalbus, Philadelphus lewisii, Wisteria floribunda, Cheonomeles japonica* и *Spiraealosiocarpa*. Эти виды растений можно отнести кслабоводоудерживающим. Остальные виды занимают среднее положение.

Водоудерживающая способность листьев кустарников и лиан (табл. 5.1.5) не претерпела больших изменений. Те же самые виды имеют высокую, среднюю и низкую водоудерживающую способность. Также этот показатель в течение вегетации для некоторых видов растений стабилен или меняется с различным диапазоном.

Таблица 5.1.4 - Водоудерживающая способность листьев кустарников и лиан, 2008 г.

Виды	Потеря воды листьями, % от ее первоначального содержания, принятого условно за 100%, через 6 ч		
	19.06.	22.07.	26.08.
Cornus sanquinea	44,71±1,85	47,26±1,27	54,82±1,51
Symphoricarpus albus	60,79±2,91	82,37±1,42	84,50±2,15
Berberis oblonga	46,83±1,95	69,04±2,62	85,46±0,87
Euonymus maackii	45,07±1,51	48,70±0,04	48,21±1,65
Ligustrum vulgare	40,00±1,21	40,43±1,27	43,20±1,07
Syringa amurensis	45,13±1,11	59,68±1,21	57,50±2,21
Cotinus coggygria	24,04±1,19	34,61±1,49	60,19±2,18
Viburnum lantana	49,12±2,15	51,77±0,99	67,51±2,59
Spiraea losiocarpa	84,70±3,04	89,83±1,21	93,18±1,04
Spiraea vanhouttei	64,66±3,64	-	67,53±3,36
Philadelphus lewisii	65,13±2,62	75,81±2,30	90,48±2,32
Forsythia suspensa	27,90±1,20	26,47±1,05	32,04±1,48
Elaeagnus angustifolia	48,68±2,39	50,63±1,84	78,04±3,57
Rhus typhina	39,27±0,99	-	52,47±1,18
Parthenocissus quinquefolia	23,32±1,09	22,64±1,41	27,60±1,15
Cheonomeles japonica	92,61±1,33	95,05±1,75	97,83±0,54
Caragana boisii	64,22±3,00	89,11±2,07	91,19±3,52
Wisteria floribunda	90,38±2,51	91,10±2,11	91,50±3,41

Таблица 5.1.5 - Водоудерживающая способность листьев кустарников и лиан, 2009 г.

Виды	Потеря воды листьями, % от ее первоначального содержания, принятого условно за 100%, через 6 ч		
	4.06.	23.07.	18.08.
Cornus sanquinea	57,81±2,21	61,10±1,83	66,24±3,34
Symphoricarpus albus	68,68±3,73	69,81±3,42	72,50±1,95
Berberis oblonga	71,82±3,21	81,40±2,51	87,72±1,49
Euonymus maackii	38,53±1,81	42,80±2,30	44,96±2,38
Ligustrum vulgare	38,51±2,95	41,44±2,25	46,90±1,95
Syringa amurensis	50,63±1,25	72,72±3,60	83,23±3,84
Cotinus coggygria	31,28±1,58	35,27±2,10	42,43±2,55
Viburnum lantana	53,47±2,01	56,40±3,51	59,00±2,91
Spiraea losiocarpa	94,80±0,59	96,23±0,52	97,22±0,66
Spiraea vanhouttei	43,16±2,68	45,20±2,34	57,28±3,85
Philadelphus lewisii	63,11±1,51	72,37±2,25	81,20±3,02
Forsythia suspensa	22,22±0,86	21,69±1,06	30,00±2,39
Elaeagnus angustifolia	54,70±2,71	62,24±3,98	74,56±3,28
Rhus typhina	35,73±0,87	37,59±1,28	47,40±2,71
Parthenocissus quinquefolia	20,55±1,36	22,27±1,24	28,04±1,48
Cheonomeles japonica	91,43±2,20	96,73±0,33	97,80±0,27
Caragana boisii	52,46±1,89	56,61±2,48	82,28±3,31
Wisteria floribunda	88,00±2,04	88,73±2,13	93,10±2,06

Подведем итоги исследований водоудерживающей способности древесных растений. Потеря воды изолированными листьями незначительна, а следовательно, высокая водоудерживающая способность у *Juglans regia, Aesculus hippocastanum, Quercus imbricaria, Cercis canadensis, Sorbus intermedia, Carpinus betulus, Parthenocissus quinquefolia, Forsythia suspensa, Cotinus coggygria, Euonymus maackii, Ligustrum vulgare, Rhus typhina* и *Syringa amurensis*. Слабой водоудерживающей способностью характеризуются листья *Populus pyramidalis, Crataegus altaica, Caragana boisii, Symphoricarpus albus, Philadelphus lewisii, Wisteria floribunda, Cheonomeles japonica* и *Spiraea losiocarpa.* Остальные изученные виды можно отнести к средневодоудерживающим. Амплитуда колебаний потери воды изолированными листьями в течение вегетации в зависимости от вида довольно сильно варьирует - от 1,12 до 45,77%.

По данным К.А.Ахматова [1976] некоторые виды древесных растений, к примеру, *Pistacia vera, Fracxinus lanceolata, Quercus robur, Malus sieversii* и *Betula verrucosa* через 6-8 ч теряют 80-90 % воды и более. Основной запас воды у *Pistacia vera* был израсходован за 2 часа, а августовские наблюдения за *Fracxinus lanceolata* показали, что полное высыхание листьев произошло за 1 ч. М.Г.Воробьева [1980] обобщая итоги интродукции липы в Ботаническом саду АН Киргизской ССР, изучала некоторые вопросы водного режима и в частности водоудерживающую способность. Ею отмечено, что в течение лета у всех видов липы наблюдается повышение водоотдачи к концу вегетации. Наиболее интенсивно отдает воду после 6 часового завядания *липа сибирская* (более 80%).

В исследованиях И.В.Солдатова [1975] было показано, что листья сливы *Венгерки Ажанской* за два часа отдают почти всю воду, что свидетельствует о их весьма слабой водоудерживающей способности.

Результаты наших исследований, где у отдельных видов интродуцентов, таких как *Spiraea losiocarpa, Wisteria floribunda, Cheonomeles japonica, Philadelphus lewisii, Populus pyramidalis,Crataegus altaica* наблюдаются большие

потери воды (90% за 6 часов) вполне соответствуют данным вышеперечисленных авторов. У этих видов древесных растений очень слабая водоудерживающая способность, и они при неблагоприятных условиях полива и высоких летних температурах могут значительно быстрее погибнуть, по сравнению с другими изученными видами древесных растений.

Считается, и не без основания, что чем выше водоудерживающая способность листьев растений, тем выше их устойчивость к неблагоприятным условиям среды. Водоудерживающая способность – это интегральный физиологический показатель водообмена растений, характеризующий потенциальные возможности удерживания воды в экстремальных условиях внешней среды. В связи с этим, в наших исследованиях большое внимание уделялось изучению водоудерживающей способности листьев древесных растений.

Как известно, устойчивость растений к неблагоприятным условиям внешней среды зависит от способности переносить дефицит влаги, что во многом связано с морфологическими и физиологическими особенностями листьев, в частности, способностью листьев удерживать воду.

Анализ водоудерживающей способности древесно-кустарниковых растений различных экологических групп, проведенный М.Ю. Ишмуратовой и др. [2013] показал, что в весенний и летний период показатели у части растений оказались минимальными, тогда как в середине и конце летнего периода – выше. Н.П.Грошева [2006] и Г.О.Османова, Н.В.Федорова [2006] считают, что способность листьев удерживать влагу может изменяться в течение вегетации, а также зависит от онтогенетического состояния растений. Результаты наших исследований подтверждают это, так как у изученных нами древесных растений водоудерживающая способность в течение вегетации снижается, что связано со старением листьев.

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

можно считать универсально защитной реакцией растительного организма. Чем выше водоудерживающая способность растений, тем оно устойчивее к неблагоприятным условиям внешней среды.

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; Поварницина, 2007).

Результаты наших исследований подтверждают мнение этих авторов о том, что водоудерживающая способность может выступать критерием устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды.

Подитоживая полученные нами данные следует отметить, что для большинства видов древесных растений характерно снижение водоудерживающей способности листьев, что связано в основном с их старением. Однако, некоторые виды древесных растений способны в течение вегетации удерживать воду с одинаковой силой, не зависимо от возраста листьев. Исследуемые древесные растения можно разделить на высоко, средне и слабоводоудерживающие. Высокая водоудерживающая способность – у *Juglans regia, Aesculus hippocastanum, Quercus imbricaria, Cercis canadensis, Sorbus intermedia, Carpinus betulus, Parthenocissus quinquefolia, Forsythia suspensa, Cotinus coggygria, Euonymus maackii, Ligustrum vulgare, Rhus typhina* и *Syringa amurensis*. Слабоводоудерживающие - *Populus pyramidalis, Crataegus altaica, Caragana boisii, Symphoricarpus albus, Philadelphus lewisii, Wisteria floribunda, Cheonomeles japonica* и *Spiraea losiocarpa*. Остальные изученные виды можно отнести к средневодоудерживающим. Для диагностики и отбора древесных растений на засухоустойчивость необходимо изучить водоудерживающую способность листьев, так как чем сильнее водоудерживающая способность, тем засухоустойчивее вид древесных растений.

5.2. Устойчивость листьев к обезвоживанию

Чтобы установить степень устойчивости растений к засухе важная роль принадлежит данным по устойчивости растений к обезвоживанию. Эти показатели дают возможность произвести отбор объектов наших исследований на устойчивость к засухе. Тем более, что метод определения порогового уровня обезвоживания листьев является довольно распространенным, при проведении исследований устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Кроме этого изменения в водном дефиците зависят от степени обезвоживания клеток. Между изучаемыми нами видами древесных растений должны быть различия как в самой устойчивости листьев к обезвоживания, так и сезонные. В связи с этим, нами проводились исследования по определению устойчивости листьев древесных растений к обезвоживанию.

Для проведения исследований устойчивости листьев древьев, кустарников и лиан к обезвоживанию предварительно необходимо было выяснить продолжительность их усыхания. Это нужно было для того, чтобы в последующих исследованиях в течение вегетации иметь ориентир в часах продолжительности усыхания. Как показали дальнейшие исследования – это был абсолютно правильнй методический подход. Наши экспериментальные данные (табл. 5.2.1) показали, что пороговый уровень обезвоживания листьев древесных растений довольно сильно различается. К примеру, у *Cheonomeles japonica, Spiraea losiocarpa* и *Crataegus altaica* он равен 2 ч, а у *Forsythia suspensa* - 30 ч. Полученные результаты предварительных исследований в дальнейшем позволили использовать их для изучения устойчивости листьев к обезвоживанию в сезонной динамике. В случае, когда количество объектов исследований велико, как в нашем случае, желательно в первую очередь определить время завядания. Это во много раз облегчит проведение дальнейших исследований.

Таблица 5.2.1 - Устойчивость листьев деревьев, кустарников и лиан к обезвоживанию, 2008 г.

Виды	Прод-ть усыха-ния, ч	Кол-во воды, (%) при кот-м набл. 50% повреж-дение листьев	Виды	Прод-ть усыха-ния, ч	Кол-во воды, (%)при кот-м набл. 50% повреж-дение листьев
Juglans regia	8	61,15	*Cornus sanquinea*	6	36,35
Sorbus intermedia	8	40,45	*Symphoricarpus albus*	6	32,04
Quercus imbricaria	6	41,18	*Berberis oblonga*	6	31,73
Carpinus betulus	8	53,11	*Euonymus maackii*	24	35,30
Aesculus hippocastanum	12	41,34	*Ligustrum vulgare*	20	19,34
Cercis canadensis	6	35,60	*Syringa amurensis*	18	41,11
Acer platanoides	12	36,97	*Cotinus coggygria*	18	22,67
Padus racemosa	4	48,52	*Viburnum lantana*	18	35,58
Ulmus pinnato-ramosa	12	25,65	*Spiraea losiocarpa*	2	17,48
Acer saccharinum	4	43,56	*Spiraea vanhouttei*	10	35,51
Acer pseudoplatanus	4	54,92	*Philadelphus lewisii*	4	24,96
Betula procurva	4	55,66	*Forsythia suspensa*	30	37,18
Quercus robur	6	46,61	*Elaeagnus. angustifolia*	12	32,06
Populus pyramidalis	4	37,18	*Rhus typhina*	8	40,83
Crataegus altaica	2	56,56	*Parthenocissus quinquefolia*	16	69,47
Caragana boisii	4	39,45	*Cheonomeles japonica*	2	28,12
Wisteria floribunda	4	41,00			

Результаты наших исследований (таблица 5.2.2) показали, что к августу устойчивость листьев к обезвоживанию у большинства изученных видов деревьев снижается. У *Crataegus altaica* в августе пороговый уровень обезвоживания наступает раньше на 1час, у *Acer saccharinum ,Quercus robur, Acer pseudoplatanus* и *Carpinus betulus* - на 2 ч, у *Sorbus intermedia, Populus pyramidalis* и *Betula procurva* - на 4 часа, а у *Padus racemosa, Acer platanoides, Aesculus hippocastanum* и *Ulmus pinnato-ramosa* на 6 часов. Исключение составляют *Cercis canadensis, Juglans regia* и *Quercus imbricaria*, так как для них характерна стабильность [Осконбаева, Ахматов, Шпота, 1999; Ахматов, 2017].

Длительное завядание выдерживают *Acer platanoides* и *Aesculus hippocastanum* (8 – 14 ч), а также *Ulmus pinnato-ramosa* (6-12 ч), в то время как для 50% усыхания листовой пластинки *Crataegus altaica* достаточно 1-2 часа. Остальные виды характеризуются 2-8 ч устойчивостью листьев к обезвоживанию.

Таблица 5.2.2 - Устойчивость листьев деревьев к обезвоживанию, 2009 г.

Виды	июнь		июль		август	
	Прод-ть усыха-ния, ч	Кол-во воды, (%) при кот-м набл. 50% повреж-дение листьев	Прод-ть усыха-ния, ч	Кол-во воды, (%) при кот-м набл. 50% повреж-дение листьев	Прод-ть усыха-ния, ч	Кол-во воды, (%) при кот-м набл. 50% повреж-дение листьев
Juglans regia	8	64,25	8	60,15	8	60,86
Sorbus intermedia	10	45,45	8	30,05	6	36,43
Quercus imbricaria	6	48,97	6	33,97	6	37,25
Carpinus betulus	8	53,71	6	44,35	6	47,64

Продолжеие табл. 5.2.2

Aesculus hippocastanum	14	38,54	14	42,84	8	46,18
Cercis canadensis	8	39,60	8	33,80	8	33,22
Acer platanoides	14	36,03	12	41,85	8	44,91
Padus racemosa	8	50,92	6	34,51	2	45,96
Ulmus pinnato-ramosa	12	23,65	10	10,55	6	22,74
Acer saccharinum	6	43,93	4	32,53	4	42,01
Acer pseudoplatanus	6	57,32	4	49,06	4	48,28
Betula procurva	8	52,62	6	46,06	4	54,82
Quercus robur	6	45,61	6	37,05	4	31,87
Populus pyramidalis	6	40,98	4	41,92	2	31,92
Crataegus altaica	2	58,26	1	35,79	1	37,96

Экспериментальные данные в таблице 5.2.3 в целом подтверждают предыдущие, только в отдельных случаях с разницей в 1–2 ч. Наибольшая устойчивость листьев к обезвоживанию наблюдается у *Acer platanoides, Aesculus hippocastanum* и *Ulmus pinnato-ramosa*, а наименьшая у *Crataegus altaica.* В сезонной динамике по амплитуде колебаний имеются виды со стабильной (*Juglans regia, Quercus imbricaria* и *Cercis canadensis*) и понижающейся (остальные 12 видов) устойчивостью листьев к обезвоживанию. Таким образом, исследуемые виды деревьев по степени устойчивости листьев к обезвоживанию значительно различаются. Три вида (*Acer platanoides, Aesculus hippocastanum, Ulmus pinnato-ramosa*) отличаются высоким пороговым уровнем обезвоживания листьев и один вид (*Crataegus altaica*) - низким. Сезонные изменения свидетельствуют о стабильности данного показателя у *Cercis canadensis, Juglans regia* и *Quercus imbricaria.* Для остальных видов характерно снижение устойчивости листьев к обезвоживанию.

Таблица 5.2.3 - Устойчивость листьев деревьев к обезвоживанию, 2010 г.

Виды	июнь		июль		август	
	Прод-ть усыха-ния, ч	Кол-во воды, (%)при кот-м набл. 50% повр-е листьев	Прод-ть усыха-ния, ч	Кол-во воды, (%)при кот-м набл. 50% повр-е лисьев	Прод-ть усыха-ния, ч	Кол-во воды, (%) при кот-м набл. 50% повр-е листьев
Juglans regia	8	65,26	8	64,26	8	63,32
Sorbus intermedia	8	45,77	6	43,22	6	41,15
Quercus imbricaria	6	38,79	6	39,23	6	36,42
Carpinus betulus	8	50,63	8	50,21	6	59,66
Aesculus hippocastanum	12	50,25	10	54,54	10	52,90
Cercis canadensis	6	46,08	6	38,69	6	29,87
Acer platanoides	12	38,83	10	45,45	8	44,16
Padus racemosa	6	46,08	4	44,33	2	40,73
Ulmus pinnato-ramosa	14	46,52	12	40,45	6	21,05
Acer saccharinum	4	42,13	2	38,33	2	45,41
Acer pseudoplatanus	6	54,67	6	56,92	4	57,39
Betula procurva	8	40,94	6	38,07	4	44,98
Quercus robur	6	38,83	6	45,70	4	40,77
Populus pyramidalis	6	42,18	4	52,41	2	46,97
Crataegus altaica	3	53,92	2	52,69	1	51,86

В таблице 5.2.4 представлены результаты исследований устойчивости листьев кустарников и лиан к обезвоживанию. Они свидетельствуют, что в

летний период у большинства видов пороговый уровень листьев к обезвоживанию снижается, и в августе он наступает на 1, 2 или на 4 часа раньше, чем в июне. За это же время у *Parthenocissus quinquefolia, Elaeagnus angustifolia, Rhus typhina* и *Symphoricarpus albus* устойчивость листьев к обезвоживанию не изменяется [Осконбаева, Ахматов, Шпота, 1999; Ахматов, 2017].

Самое длительное завядание (32-36 ч) выдерживают листья *Forsythia suspensa*. Многочасовую устойчивость листьев к обезвоживанию так же показали *Euonymus maackii, Ligustrum vulgare, Parthenocissus quinquefolia, Syringa amurensis, Cotinus coggygria* и *Viburnum lantana* (14-26 ч). Пороговый уровень обезвоживания *Rhus typhina, Elaeagnus angustifolia* и *Spiraea vanhouttei* равен 6-12 часам. Для *Spiraea losiocarpa* и *Cheonomeles japonica* характерна очень низкая устойчивость листьев к обезвоживанию, так как для 50% повреждения листовой пластинки достаточна 1-2 часовая продолжительность усыхания. Опять же можно сослаться на результаты исследований К.А.Ахматова [1976], в которых 50% и большее повреждение листьев у *Pistacia vera* и *Fracxinus lanceolata* наблюдается уже через 2 часовую продолжительность усыхания. И.В.Солдатов [1975] изучая способность гибридных форм сливы, произрастающих в условиях Чуйской долины переносить обезвоживание, установил, что у некоторых из них после 2 часовой выдержки листья повреждаются на 60%. У остальных 6 видов завядание происходит за 2-6 часа.

Растения достигают порогового уровня (50%-ного повреждения листовой пластинки) обезвоживания при различном содержании воды. Так, в июне в листьях *Spiraea losiocarpa* он наступает, когда количество воды в них равно 11,4%, а в *Parthenocissus quinquefolia*- 50,2%. При этом, этого уровня оводненности они достигают с различной скоростью. *Spiraea losiocarpa* очень быстро - за 2 ч, в то время как *Parthenocissus quinquefolia*– за 16 ч.

Таблица 5.2.4 - Устойчивость листьев кустарников и лиан к обезвоживанию, 2010 г.

Виды	июнь		июль		август	
	Прод-ть усыха-ния, ч	Кол-во воды, (%)при кот-м набл. 50% повреж-дение листьев	Прод-ть усыха-ния, ч	Кол-во воды, (%)при кот-м набл. 50% повреж-дение листьев	Прод-ть усыха-ния, ч	Кол-во воды, (%)при кот-м набл. 50% повреж-дение листьев
Cornus sanquinea	6	32,7	6	35,0	4	48,1
Symphoricarpus albus	4	38,5	4	37,6	4	21,0
Berberis oblonga	6	43,7	4	45,4	2	33,4
Euonymus maackii	26	26,9	24	37,0	24	47,1
Ligustrum vulgare	26	19,8	26	21,9	24	26,7
Syringa amurensis	24	30,1	18	39,8	16	36,8
Cotinus coggygria	24	37,0	22	31,9	20	25,0
Viburnum lantana	18	22,6	16	17,2	14	26,9
Spiraea losiocarpa	2	11,4	1	21,7	1	19,8
Spiraea vanhouttei	8	20,2	6	37,4	6	25,9
Philadelphus lewisii	6	41,8	4	39,3	4	26,3
Forsythia suspensa	36	31,1	34	28,6	32	19,8
Elaeagnus. angustifolia	12	36,3	12	21,5	12	14,9
Rhus typhina	8	48,5	8	29,8	8	31,6
Parthenocissus quinquefolia	16	50,2	16	49,8	16	54,5

Продолжение табл. 5.2.4

Cheonomeles japonica	2	40,6	1	36,2	1	19,8
Caragana boisii	6	42,2	4	46,5	2	48,1
Wisteria floribunda	6	17,4	4	31,6	4	40,8

Приведенные данные в таблице 5.2.5 показали, что в целом полученные данные устойчивости листьев к обезвоживанию близки к предыдущим, но с разницей в 2-4 часа. Максимальными значениями продолжительности завядания отличаются листья *Forsythia suspensa* (34-38 ч), а минимальными *Spiraea losiocarpa* и *Cheonomeles japonica* (0,5 – 2 ч).

Таблица 5.2.5 - Устойчивость листьев кустарников и лиан к обезвоживанию, 2011 г.

Виды	июнь		июль		август	
	Прод-ть усыха-ния, ч	Кол-во воды, (%)при кот-м набл. 50% повреж-дение листьев	Прод-ть усыха-ния, ч	Кол-во воды, (%)при кот-м набл. 50% повреж-дение листьев	Прод-ть усыха-ния, ч	Кол-во воды, (%)при кот-м набл. 50% повреж-дение листьев
Cornus sanquinea	6	22,5	4	40,9	4	33,6
Symphoricarpus albus	6	45,0	6	36,1	6	31,5
Berberis oblonga	6	44,7	4	41,6	2	34,4
Euonymus maackii	22	38,8	22	38,0	20	43,1
Ligustrum vulgare	20	31,3	20	23,3	16	23,5
Syringa amurensis	20	45,8	16	40,8	14	39,5
Cotinus coggygria	22	28,6	22	24,5	18	32,5
Viburnum lantana	16	32,8	14	22,0	12	32,4
Spiraea losiocarpa	1	40,1	0,5	34,1	0,5	32,6

Продолжение табл. 5.2.5

Spiraea vanhouttei	8	36,5	6	40,9	4	35,9
Philadelphus lewisii	6	40,9	4	39,1	4	43,3
Forsythia suspensa	38	24,4	36	26,5	34	24,5
Elaeagnus. angustifolia	12	30,7	12	29,2	12	18,4
Rhus typhina	8	41,3	8	42,9	8	36,5
Parthenocissus quinquefolia	18	60,1	18	65,0	18	59,6
Cheonomeles japonica	2	47,0	1	34,5	0,5	30,1
Caragana boisii	6	44,5	6	47,8	4	30,5
Wisteria floribunda	8	42,1	6	50,6	4	42,1

В сезонной динамике для большинства изученных видов кустарников и лиан отмечено снижение устойчивости листьев к обезвоживанию. Однако для *Parthenocissus quinquefolia*, *Rhus typhina*, *Symphoricarpus albus* и *Elaeagnus angustifolia* этот показатель стабилен в течение летних месяцев. У первых трех это связано, скорее всего, с тем, что в течение вегетации водоудерживающая способность их листьев не претерпевает значительных изменений. Известно, что чем ближе значение поправочного коэффициента интенсивности транспирации к 1, тем более толстую кутикулу имеет лист. Из таблицы 3.1. видно, что у *Elaeagnus angustifolia* поправочный коэффициент интенсивности транспирации равен 1, следовательно, его листья имеют толстую кутикулу. Видимо это способствует незначительной потере воды и сохранению устойчивости листьев к обезвоживанию в течение вегетации на одном уровне.

Для *Parthenocissus quinquefolia* характерно то, что пороговый уровень обезвоживания листьев наступает при высокой оводненности листьев (59,6-65,0%), а *Forsythia suspensa* низкой (22,4-26,5%). Обезвоживание листьев наступает при различной оводненности их у изученных видов кустарников и лиан.

Чем выше водоудерживающие силы тканей листа, тем медленнее увядают срезанные листья, следовательно, тем устойчивее они к обезвоживанию [Савва, 1991]. Анализируя сказанное о водоудерживающей способности и устойчивости листьев древесных растений к обезвоживанию, следует отметить, что определенная взаимосвязь между ними наблюдается, хотя и не для всех видов. Многие из изученных видов, отличающиеся высокой водоудерживающей способностью, имеют многочасовую устойчивость листьев к обезвоживанию. Водоудерживающая способность листьев изученных видов древесных растений и у большинства из них устойчивость листьев к обезвоживанию к концу вегетации снижаются. Ослабление сопротивляться обезвоживанию снижает водоудерживающую способность. Это согласуется с результатами авторов [Терешин, 1968; Воробьева, 1980; Аширов, 1983; Курманова, 1998; Тургунбаев, 2000], отмечающих, что водоудерживающая способность снижается к концу сезона вегетации, и с данными К.Т.Шалпыкова [1997], который связывает это в основном со старением листьев и в результате этого потерей способности сопротивления к обезвоживанию их тканей. Однако отдельные виды сохраняют ее на одном уровне. Видимо, некоторые виды древесных растений, способны в течение вегетации удерживать воду с одинаковой силой.

Таким образом, разброс данных относительно устойчивости листьев к обезвоживанию довольно значителен. Самое длительное завядание (32-38 ч) выдерживают листья *Forsythia suspensa*. Многочасовую устойчивость к обезвоживанию так же показали *Euonymus maackii, Ligustrum vulgare, Parthenocissus quinquefolia, Syringa amurensis, Cotinus coggygria* и *Viburnum lantana* (14-26 ч). Порговой уровень обевоживания *Rhus typhina, Elaeagnus angustifolia, Spiraea vanhouttei, Acer platanoides, Aesculus hippocastanum* и *Ulmus pinnato-ramosa* равен 6-14 часам. Для *Spiraea losiocarpa, Cheonomeles japonica, Populus pyramidalis* и *Crataegus altaica* характерна очень низкая устойчивость листьев к обезвоживанию, так как для 50% повреждения листовой пластинки достаточно 1-2 часов. У остальных 6 видов завядание происходит за 4-6 часов.

Сравнивая результаты, характерные для различных жизненных форм, отличающихся большой водоудерживающей способностью и высокой устойчивостью листьев к обезвоживанию следует отметить, что у 6 видов кустарников (*Forsythia suspensa, Euonymus maackii, Ligustrum vulgare, Cotinus coggygria, Syringa amurensis, Viburnum lantana*) и лианы (*Parthenocissus quinquefolia*) эти показатели выше, чем у деревьев. Так как засуха, прежде всего вызывает обезвоживание листьев, изучение устойчивости листьев к обезвоживанию имеет важное значение для отбора растений на засухоустойчивость. Древесные растения с высокой устойчивостью листьев к обезвоживанию более засухоустойчивые.

5.3. Водный дефицит

Одним из наиболее широко применяемых методов характеристики напряженности водного режима растений в естественных условиях произрастания является определение водного дефицита в их листьях [Ахматов, 2014].

В листьях растений всегда наблюдается в большей или меньшей степени водный дефицит. Водный дефицит имеет диагностическое значение при изучении водообмена растений, так как показывает состояние его напряженности. Увеличение водного дефицита может привести к нарушению и снижению многих физиологических процессов в растениях. Обычно водный дефицит принято изучать у растений, произрастающих в природных условиях. В связи с этим, для нас представлял большой интерес проведение исследований водного дефицита древесных растений в условиях интродукции в течение вегетации.

Нами проведены исследования по определению реального и сублетального водного дефицитов у древесных растений, интродуцированных в Ботаническом саду НАН КР, данные которых приведены в таблице 5.3.1.

В результате проведенных нами исследований установлено, что высокие значение максимального реального водного дефицита имеют

Elaeagnus angustifolia, Rhus typhina, Forsythia suspensa, Cheonomeles japonica, Ulmuspinnato-ramosa, Quercusrobur, Acer platanoides, Sorbus intermedia, Acer saccharinum и *Crataegus altaica*. Менее 20% максимального реального водного дефицита характерно для *Cotinus coggygria, Syringa amurensis, Cornus sanquinea, Berberis oblonga, Parthenocissus quinquefolia* и *Populus pyramidalis*. У остальных видов этот показатель в пределах 20-30% [Ахматов, 2002; Ахматов, 2014].

Амплитуда колебаний реального водного дефицита у исследованных видов древесных растений различна. Значительным изменениям водного дефицита подвержены листья *Rhus typhina, Elaeagnus angustifolia, Forsythia suspensa, Euonymus maackii, Quercus imbricaria, Quercus robur, Ulmus pinnato-ramosa, Sorbus intermedia, Acer saccharinum, Acer platanoides* и *Acer pseudoplatanus.* Стабильностью реального водного дефицита характеризуются кустарники *Cornus sanquinea, Cotinus coggygria, Berberis oblonga* и *Philadelphus lewissii*. Среди исследованных нами деревьев таких видов не обнаружено. У всех исследованных древесных растений можно отметит следующую закономерность - большую амплитуду колебаний в величинах реального водного дефицита имеют те виды, у которых преимущественно наблюдаются высокие значения максимального и низкие – минимального водного дефицита. Исключение составляет *Elaeagnus angustifolia*, где минимум и максимум реального водного дефицита наибольшие из всех изученных видов.

В литературе имеются разноречивые данные о сублетальном водном дефиците. Одни авторы [Горышина, Самсонова, 1966; Бобровская,1971] считают, что сублетальный водный дефицит не зависит от изменений погодных условий и является консервативным признаком, характерным для вида, произрастающего в определенных экологических условиях.

Проведенные нами исследования подтверждают мнение К.Р. Витко [1975] и С.Г.Нестеровой [1999] о том, что сублетальный водный дефицит изменяется в течение вегетации. Большая разница в показаниях сублетального водного дефицита характерна для *Quercus robur, Populus pyramidalis, Padus racemosa,*

Carpinus betulus, Juglans regia, Acer platanoides, Wisteria floribunda, Euonymus maackii, Viburnum lantana, Berberis oblonga, Ligustrum vulgare, Cotinus coggygria, Spiraea losiocarpa и *Cornus sanquinea*. Незначительные изменения отмечены у *Symphoricarpus albus, Cheonomeles japonica, Rhus typhina, Parthenocissus quinquefolia, Quercus imbricaria, Crataegus altaica* и *Cercis canadensis*.

80%-ный сублетальный водный дефицит могут иметь *Crataegus altaica, Ligustrum vulgare, Wisteria floribunda, Acer platanoides, Acer pseudoplatanus, Sorbus intermedia, Quercus robur, Viburnum lantana, Symphoricarpus albus, Berberis oblonga, Philadelphus lewisii, Cotinus coggygria, Padus racemosa, Carpinus betulus, Juglans regia, Forsythia suspensa* и *Philadelphus lewisii*. Наименьшие значения СВД – у *Populus pyramidalis, Aesculus hippocastanum, Caragana boisii, Spiraea vanhouttei* и *Syringa amurensis*.

Таблица 5.3.1 - Водный дефицит древесных растений (%), 2008 – 2011 г.г.

Виды	Реальный дефицит		Амплитуда колебаний	Сублетальный дефицит
	Min.	Max.		
B. procurva	9,75	25,23	15,48	66,79-79,96
C. canadensis	5,50	21,75	16,25	62,25-65,29
A.hippocastanum	7,72	25,00	17,28	52,56-55,70
P. racemosa	7,25	22,50	15,25	56,40-80,94
C.altaica	14,42	33,33	18,91	80,60-84,40
P. pyramidalis	4,38	17,50	13,12	50,33-67,51
Q. imbricaria	8,52	31,90	23,38	84,35-86,31
Q. robur	5,95	37,81	31,86	66,71-82,38
U. pinnato-ramosa	5,45	36,60	31,15	65,31-78,10
C.betulus	7,35	21,40	14,05	58,40-81,33
S.intermedia	9,80	39,40	29,60	76,02-83,82
J.regia	10,36	24,99	14,63	66,10-84,86
A.saccharinum	6,75	39,83	33,08	60,94-71,14

Продолжение табл. 5.3.1

A.platanoides	8,02	38,47	30,45	70,44-80,77
A.pseudoplatanus	7,10	31,04	23,94	70,64-81,44
W.floribunda	10,12	29,14	19,02	72,21-82,33
C.boisii	9,58	22,03	12,45	43,50-55,74
P.Iewisii	17,81	21,68	3,87	78,43-83,12
E. angustifolia	20,63	42,03	21,40	63,00-75,05
E. maackii	5,64	27,05	21,41	52,27-71,73
F.suspensa	10,58	36,74	26,16	66,70-80,77
V. lantana	5,21	25,08	19,87	74,63-84,16
R. typhina	9,47	37,96	28,49	63,49-68,02
S. vanhouttei	6,10	18,49	12,39	39,33-52,28
P. quinquefolia	10,37	19,58	9,21	51,82-57,10
C. japonica	12,30	31,80	19,50	51,20-57,08
B.oblonga	12,04	17,88	5,84	49,07-80,78
L.vulgare	5,90	26,83	20,93	71,48-80,11
S.albus	13,59	27,84	14,25	76,96-77,77
C.coggygria	7,70	15,62	7,92	57,90-80,00
S.losiocarpa	14,18	25,50	11,32	46,13-79,30
C. sanguinea	12,48	17,90	5,42	40,69-64,98
S. amurensis	9,00	19,11	10,11	44,94-52,00

Сравнение величин реального и субитального водных дефицитов позволяет создать представление о напряженности водного обмена изучаемых растений. За четыре года наблюдений реальный водный дефицит не приближался к критическому уравнению дегидратации. Это относится и к *Elaeagnus angustifolia*, *Rhus typhina* и *Parthenocissus quinquefolia*, которые в течение вегетации находились в неблагоприятных условиях водообеспечения, связанных с невозможностью доставки поливной воды в места их произрастания. Только по отношению к ним можно говорить об отсутствии

необратимых повреждений, ведущих к резкому снижению жизнеспособности листьев.

Так как, природно-климатические условия Чуйской долины характеризуются засушливостью, влияние засухи отражается в том, что растения начинают испытывать водный дефицит. А это в свою очередь сказывается и на водообмене древесных растений, так как большая часть воды расходуется на транспирацию, что в дальнейшем приводит к водному дефициту. Водный дефицит устраняется только за счет поступления воды в ночное время, и если расход воды превышает поступление, водный дефицит может увеличиваться и листья завядают. В последующем длительная засуха может привезти к еще большему водному дефициту и гибели растений. И для растений, произрастающих в природных условиях, способность растений переносить водный дефицит может служить определением засухоустойчивости. Однако, как показали наши исследования в условиях интродукции, когда проводится регулярный полив, водный дефицит не может являться показателем отбора древесных растений к засухе, так как у этих растений водный дефицит в пределах нормы и не достигает критического уровня.

Для нормального протекания водообмена жизненно необходим, чтобы сохранялся водный баланс древесных растений, что достигается за счет компенсирования транспирируемой воды поглощением ее через корни. Но так как, количество испаряемой воды превышает ее поступление, возникает водный дефицит. Приведенные нами ранее данные по оводненности корней и представленные в данной главе по водному дефициту позволяют констатировать, что у древесных растений с глубокой коневой системой и наименьшей амплитудой колебания содержания воды водный дефицит минимальный.

Длительный водный дефицит приводит к снижению интенсивности транспирации, что в дальнейшем может вызвать перегрев листьев. Это свидетельствует о том, что дневная динамика интенсивности транспирации тесно связана с водным дефицитом. Снижение интенсивности транспирации

позволяет говорить о том, что увеличивается водный дефицит. Результаты исследований особенностей транспирации, которые будут представлены в следующей главе 6, дают возможность сравнить водный дефицит с интенсивностью транспирации.

Анализируя полученные нами результаты исследований, следует отметить, что сублетальный водный дефицит изменяется в течение вегетации. Величины реального водного дефицита интродуцированных древесных растений не приближались к величинам сублетального водного дефицита, и по этим показателям сложно судить о напряженности водного обмена растений. Одна из главных причин этого в том, что большинство интродуцированных древесных растений произрастают в условиях орошения и не испытывают большого недостатка в поливной воде. Видимо, для интродуцентов показатель реального водного дефицита не является достаточно информативным и не может быть применен, как метод для отбора устойчивых и приспособленных к засухе древесных растений. Относительно выводов о значении полученных данных по СВД нужно заметить, что в условиях Ботанического сада интродуценты действительно не испытывали недостатка в поливной воде. Однако не исключено, что задержки с поливом (что наблюдается в зеленых насаждениях г. Бишкек), могут довести древесные растения, в том числе и интродуценты до состояния СВД и затем к их гибели. Поэтому, полученные нами данные по СВД имеют большое значение при подборе древесных растений для озеленения города и лесозащитных насаждений. При этом показатель наличия «запаса» воды в листьях, который они используются при задержке очередных поливов, является разница между РВД и СВД.

В заключение данной главы следует отметить, что для большинства видов древесных растений характерно снижение водоудерживающей способности листьев, что связано в основном с их старением. Однако, некоторые виды древесных растений способны в течение вегетации удерживать воду с одинаковой силой, не зависимо от возраста листьев. Исследуемые древесные

растения можно разделить на высоко, средне и слабоводоудерживающие. Высокая водоудерживающая способность – у *Juglans regia, Aesculus hippocastanum, Quercus imbricaria, Cercis canadensis, Sorbus intermedia, Carpinus betulus, Parthenocissus quinquefolia, Forsythia suspensa, Cotinus coggygria, Euonymus maackii, Ligustrum vulgare, Rhus typhina* и *Syringa amurensis*. Слабоводоудерживающие - *Populus pyramidalis, Crataegus altaica, Caragana boisii, Symphoricarpus albus, Philadelphus lewisii, Wisteria floribunda, Cheonomeles japonica* и *Spiraea losiocarpa*. Остальные изученные виды можно отнести к средневодоудерживающим. Для диагностики и отбора древесных растений на засухоустойчивость необходимо изучить водоудерживающую способность листьев, так как чем сильнее водоудерживающая способность, тем засухоустойчивее вид древесных растений.

Длительное завядание (32-38 ч) выдерживают листья *Forsythia suspensa*. Многочасовую устойчивость к обезвоживанию также показали *Euonymus maackii, Ligustrum vulgare, Parthenocissus quinquefolia, Syringa amurensis, Cotinus coggygria* и *Viburnum lantana* (14-26 ч). Пороговый уровень обезвоживания лисьтьев *Rhus typhina, Elaeagnus angustifolia, Spiraea vanhouttei, Acer platanoides, Aesculus hippocastanum* и *Ulmus pinnato-ramosa* равен 6-14 часам. Для *Spiraea losiocarpa, Cheonomeles japonica, Populus pyramidalis* и *Crataegus altaica* характерна очень низкая устойчивость листьев к обезвоживанию. У остальных 6 видов завядание наступает через 4-6 часов. Так как засуха, прежде всего вызывает обезвоживание листьев, изучение устойчивости листьев к обезвоживанию имеет важное значение для отбора растений на засухоустойчивость. Древесные растения с высокой устойчивостью листьев к обезвоживанию более засухоустойчивые.

Величины реального водного дефицита интродуцированных древесных растений не приближались к величинам сублетального водного дефицита, и по этим показателям сложно судить о напряженности водного обмена растений. Одна из главных причин этого в том, что большинство интродуцированных древесных растений произрастают в условиях орошения и не испытывают

большого недостатка в поливной воде. Видимо, для интродуцентов показатель реального водного дефицита не является достаточно информативным и не может быть применен, как метод для отбора устойчивых и приспособленных к засухе древесных растений, так как в условиях Ботанического сада интродуценты действительно не испытывают недостатка в поливной воде.

ГЛАВА 6.
ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПИРАЦИИ

При изучении водообмена растений первостепенное значение придается исследованиям интенсивности транспирации по нескольким причинам. Во-первых, большую часть воды растения расходуют на транспирацию, во-вторых, транспирация выполняет терморегулирующую функцию, что особенно важно для древесных растений, произрастающих как в нашем случае в засушливых условиях Чуйской долины, предотвращая перегрев листьев и в-третьих, она является главной силой, способствующей передвижению воды по растению. Этим как раз и объясняется необходимость этих исследований. Важным также является то, что была разработана методика определения интенсивности транспирации на большом количестве объектов, а это 33 вида, одновременно. Это позволило проводить сравнительный анализ. Интенсивность транспирации определяли в дневной и сезонной динамике, с учетом амплитуды колебаний. Кроме этого, в дальнейшем данные по интенсивности транспирации использовались при расчете дневных расходов воды на траспирацию целым древесным растениям.

Изучение различных показателей водообмена, и в особенности интенсивности транспирации проводилось на 33 видах древесных растений, произрастающих в одинаковых природно-климатических и водоснабжающих условиях и, что самое важное в одно и то же время.

В течение дня интнсивность ранспирации определяли пять раз в следующие часы: 8-9, 10^{30}-11^{30}, 13-14, 15^{30}-16^{30} и 18-19. Результаты исследований дневного хода интенсивности транспирации древесных растений, представлены в таблицах 6.1 и 6.4, а также в приложениях (табл. 6.2, 6.3, 6.5, 6.6).

Таблица 6.1 - Дневная динамика интенсивности транспирации лиственных деревьев, г/дм^{2}час, 2000 г.

Виды	Часы наблюдений				
	8-9	10^{30}-11^{30}	13-14	15^{30}-16^{30}	18-19
1	2	3	4	5	6
14 мая					
Температура воздуха, °С	17,0	19,5	23,5	25,0	22,0
Отн. влажн. воздуха, %	51,0	50,0	35,5	35,0	33,0
Aesculus hippocastanum	0,96	0,35	0,41	0,26	0,29
Betula procurva	0,61	0,61	0,77	0,30	0,33
Padus racemosa	0,66	0,50	0,37	0,42	0,39
Cercis canadensis	-	-	-	-	-
Sorbus intermedia	1,28	0,90	0,90	0,77	0,90
Acer saccharinum	1,05	1,23	0,92	1,05	0,99
Acer platanoides	0,42	0,42	0,42	0,42	0,13
Acer pseudoplatanus	1,21	1,01	0,60	0,65	0,45
Carpinus betulus	1,48	0,83	0,97	0,51	0,23
Ulmus pinnato - ramosa	0,46	0,40	0,62	0,34	0,37
Populus pyramidalis	0,31	0,54	0,39	0,37	0,29
Crataegus altaica	1,31	1,03	0,43	0,79	0,28
Juglans regia	-	-	-	-	-
Quercus robur	0,55	0,52	0,24	0,42	0,35
Quercus imbricaria	-	-	-	-	-
27 мая					
Температура воздуха, °С	21,0	23,0	26,5	25,5	25,5
Отн. влажн. воздуха, %	60,0	52,0	43,5	51,0	51,0
Aesculus hippocastanum	1,49	1,02	0,70	0,99	0,61

Продолжение табл. 6.1

Betula procurva	1,36	1,18	1,38	1,75	1,57
Padus racemosa	1,19	1,15	1,02	1,38	0,79
Cercis canadensis	0,87	0,73	0,68	0,77	0,55
Sorbus intermedia	3,03	1,92	1,85	2,78	2,26
Acer saccharinum	2,28	1,42	0,99	1,76	1,21
Acer platanoides	1,34	0,81	0,52	1,31	0,78
Acer pseudoplatanus	3,03	1,56	1,11	2,47	1,31
Carpinus betulus	0,51	1,66	1,57	2,08	0,83
Ulmus pinnato - ramosa	1,14	1,54	0,92	1,26	0,86
Populus pyramidalis	3,52	2,77	3,42	3,35	2,50
Crataegus altaica	2,78	1,78	2,45	2,98	1,98
Juglans regia	1,53	1,00	1,27	1,11	0,91
Quercus robur	1,32	0,73	0,80	0,76	0,55
Quercus imbricaria	1,05	0,44	0,64	0,85	0,41
9 июня					
Температура воздуха, °С	21,5	26,5	28,0	28,0	26,5
Отн. влажн. воздуха, %	61,0	49,5	48,0	48,0	49,5
Aesculus hippocastanum	1,08	0,96	0,94	1,02	0,69
Betula procurva	0,89	0,86	1,30	1,06	1,06
Padus racemosa	1,65	1,25	1,72	1,49	0,63
Cercis canadensis	0,64	0,51	0,43	0,70	0,40
Sorbus intermedia	3,56	2,63	2,42	2,13	2,21
Acer saccharinum	2,07	2,07	1,91	2,07	1,31
Acer platanoides	1,31	0,88	0,81	0,81	0,62
Acer pseudoplatanus	2,98	2,32	2,27	2,27	1,66
Carpinus betulus	2,96	1,80	1,34	1,34	1,16
Ulmus pinnato – ramosa	1,60	1,02	0,68	0,92	0,77
Populus pyramidalis	4,77	4,13	3,20	3,13	2,70

Продолжение табл. 6.1

Crataegus altaica	2,91	2,38	2,84	2,13	2,14
Juglans regia	1,14	1,39	1,49	1,63	0,94
Quercus robur	0,90	0,73	1,04	0,94	0,55
Quercus imbricaria	1,08	0,90	0,79	0,96	0,93
26 июня					
Температура воздуха, ºС	26,5	30,0	34,0	34,0	дождь
Отн. Влажн. Воздуха, %	59,0	46,5	37,0	37,0	
Aesculus hippocastanum	1,09	0,98	1,17	1,17	
Betula procurva	1,76	1,39	1,29	1,53	
Padus racemosa	1,72	1,15	1,35	1,52	
Cercis canadensis	0,66	0,64	0,53	0,60	
Sorbus intermedia	4,63	3,84	2,85	3,49	
Acer saccharinum	3,18	3,03	2,48	2,22	
Acer platanoides	2,09	1,73	1,70	1,31	
Acer pseudoplatanus	2,47	4,70	3,84	2,88	
Carpinus betulus	3,75	4,35	2,45	1,99	
Ulmus pinnato - ramosa	0,49	1,57	0,99	1,36	
Populus pyramidalis	3,77	4,41	2,42	2,99	
Crataegus altaica	2,13	3,17	2,71	2,51	
Juglans regia	1,00	1,28	1,04	1,30	
Quercus robur	1,17	1,21	2,01	1,71	
Quercus imbricaria	0,64	0,85	0,64	1,61	
9 июля					
Температура воздуха, ºС	29,5	31,0	34,0	34,0	31,5
Отн. влажн. воздуха, %	49,5	45,0	38,0	38,0	43,0
Aesculus hippocastanum	1,23	1,13	0,77	0,95	0,87
Betula procurva	1,29	0,97	0,97	0,97	0,69
Padus racemosa	1,15	0,92	1,29	0,92	0,72

Продолжение табл. 6.1

Cercis canadensis	0,96	0,75	0,68	0,51	0,43
Sorbus intermedia	4,84	3,49	3,20	1,99	0,92
Acer saccharinum	2,52	1,56	1,11	1,92	0,91
Acer platanoides	1,70	1,14	1,31	2,02	1,21
Acer pseudoplatanus	3,74	3,33	2,52	3,23	2,57
Carpinus betulus	3,84	3,66	2,64	2,31	1,80
Ulmus pinnato - ramosa	1,82	1,33	0,77	2,13	0,96
Populus pyramidalis	4,41	3,92	2,56	2,28	2,13
Crataegus altaica	3,11	2,51	2,38	2,91	2,91
Juglans regia	1,00	0,97	0,90	0,62	1,28
Quercus robur	1,00	1,28	1,84	1,42	1,25
Quercus imbricaria	1,23	1,11	0,82	0,99	0,87
27 июля (после дождя)					
Температура воздуха, °С	24,0	25,0	28,0	29,0	дождь
Отн. влажн. воздуха, %	83,0	69,0	51,0	48,0	
Aesculus hippocastanum	1,02	0,41	1,05	0,80	
Betula procurva	1,62	1,20	1,57	1,20	
Padus racemosa	1,45	1,02	1,52	1,16	
Cercis canadensis	1,11	0,60	0,94	0,77	
Sorbus intermedia	3,35	1,64	2,63	3,13	
Acer saccharinum	3,80	2,37	2,52	2,47	
Acer platanoides	1,79	1,47	1,01	1,60	
Acer pseudoplatanus	5,15	2,57	3,03	3,03	
Carpinus betulus	4,16	2,08	2,27	1,57	
Ulmus pinnato – ramosa	2,41	1,30	2,00	2,03	
Populus pyramidalis	5,91	2,56	2,28	2,42	
Crataegus altaica	4,16	1,52	2,38	2,51	
Juglans regia	1,49	1,07	1,39	1,31	

Продолжение табл. 6.1

Quercus robur	2,01	1,39	2,50	1,04	
Quercus imbricaria	1,52	1,08	1,14	1,26	
10 августа					
Температура воздуха, °С	26,0	27,0	29,0	28,5	28,0
Отн. Влажн. Воздуха, %	67,0	64,0	56,0	62,0	63,0
Aesculus hippocastanum	1,02	0,91	0,82	0,61	0,64
Betula procurva	1,48	1,67	1,48	1,25	1,20
Padus racemosa	1,82	1,75	1,72	0,99	0,66
Cercis canadensis	1,39	1,26	1,05	0,90	0,55
Sorbus intermedia	4,56	3,28	3,06	2,99	1,99
Acer saccharinum	3,84	2,93	2,42	2,42	1,92
Acer platanoides	1,80	1,53	1,53	1,66	1,31
Acer pseudoplatanus	3,58	3,94	2,93	2,98	2,47
Carpinus betulus	3,05	3,00	2,73	2,55	1,90
Ulmus pinnato - ramosa	2,78	2,25	2,44	2,47	1,57
Populus pyramidalis	3,20	2,63	2,38	3,27	1,99
Crataegus altaica	2,45	2,58	2,45	2,64	2,38
Juglans regia	1,28	1,25	0,97	1,18	0,76
Quercus robur	1,46	1,11	1,56	1,25	1,05
Quercus imbricaria	0,99	1,20	1,28	0,79	0,80
7 сентября					
Температура воздуха, °С	22,5	26,0	29,0	29,0	26,0
Отн. влажн. воздуха, %	72,0	58,0	45,5	45,5	58,0
Aesculus hippocastanum	0,61	0,52	0,55	0,61	0,47
Betula procurva	0,88	0,65	0,70	0,55	0,37
Padus racemosa	1,15	0,79	1,14	0,69	0,53
Cercis canadensis	0,94	0,76	0,90	0,53	0,25
Sorbus intermedia	3,70	2,28	2,13	2,13	0,64

Продолжение табл. 6.1

Acer saccharinum	1,62	1,51	1,31	1,11	0,50
Acer platanoides	1,04	1,01	1,08	0,81	0,29
Acer pseudoplatanus	0,81	1,16	1,26	1,06	0,40
Carpinus betulus	2,27	2,27	1,57	1,11	0,97
Ulmus pinnato - ramosa	1,29	0,62	1,36	1,23	0,39
Populus pyramidalis	1,42	1,78	1,78	1,28	1,21
Crataegus altaica	2,05	1,92	2,31	1,85	1,92
Juglans regia	1,11	1,35	0,94	0,42	0,49
Quercus robur	1,11	0,83	1,21	1,00	0,31
Quercus imbricaria	0,52	0,64	1,22	0,76	0,58

«Взрослые деревья с их обширной испаряющей поверхностью и длинным путем воды от корней к листьям обладают именно такой организацией, при которой растение не может допускать больших потерь воды, а должно с самого начала противодействовать отклонению водного баланса от равновесия. Вся крона может беспрепятственно транспирировать только в пасмурные или сильно облачные дни, когда водоснабжение обеспечено. В солнечные же дни, по крайней мере в полуденные часы, всегда бывают затруднения в поступлении воды, так что замыкающие клетки устьиц, у большинства деревьев реагирующие даже на очень небольшой дефицит насыщения водой, временно сокращают потерю влаги. Позднее, когда баланс восстанавливается, устьица снова открываются и транспирация возрастает. Полуденное снижение транспирации – характерная физиологическая реакция деревьев в ясные дни» [В.Лархер, 1978].

Для всех изученных нами интродуцированных видов деревьев и лиан характерно снижение интенсивности транспирации в течение дня (рис.6.1). Такой ход транспирации согласуется с вышеприведенным высказыванием В.Лархера. Также, в подтверждение этому можно привести результаты исследований М.Г.Воробьевой [1980] и Н.Д. Антадзе [1980], поведенных с

интродуцированными древесными растениями. Так, М.Г.Воробьева отмечает, что в условиях Ботанического сада Академии наук Киргизской ССР у липы амурской в течение вегетационного периода максимум суточной транспирации обычно приходился на утренние часы, к полудню интенсивность транспирации понижалась и в вечерние часы была минимальной. Н.Д. Антадзе [1980] изучая физиологические особенности некоторых видов сирени, интродуцированных в Тбилисском Ботаническом саду указывает на то, что обычно, утром или в полдень транспирация обычно высокая, а к вечеру в связи с закрыванием устьиц и спадом климатических факторов, интенсивность транспирации уменьшается.

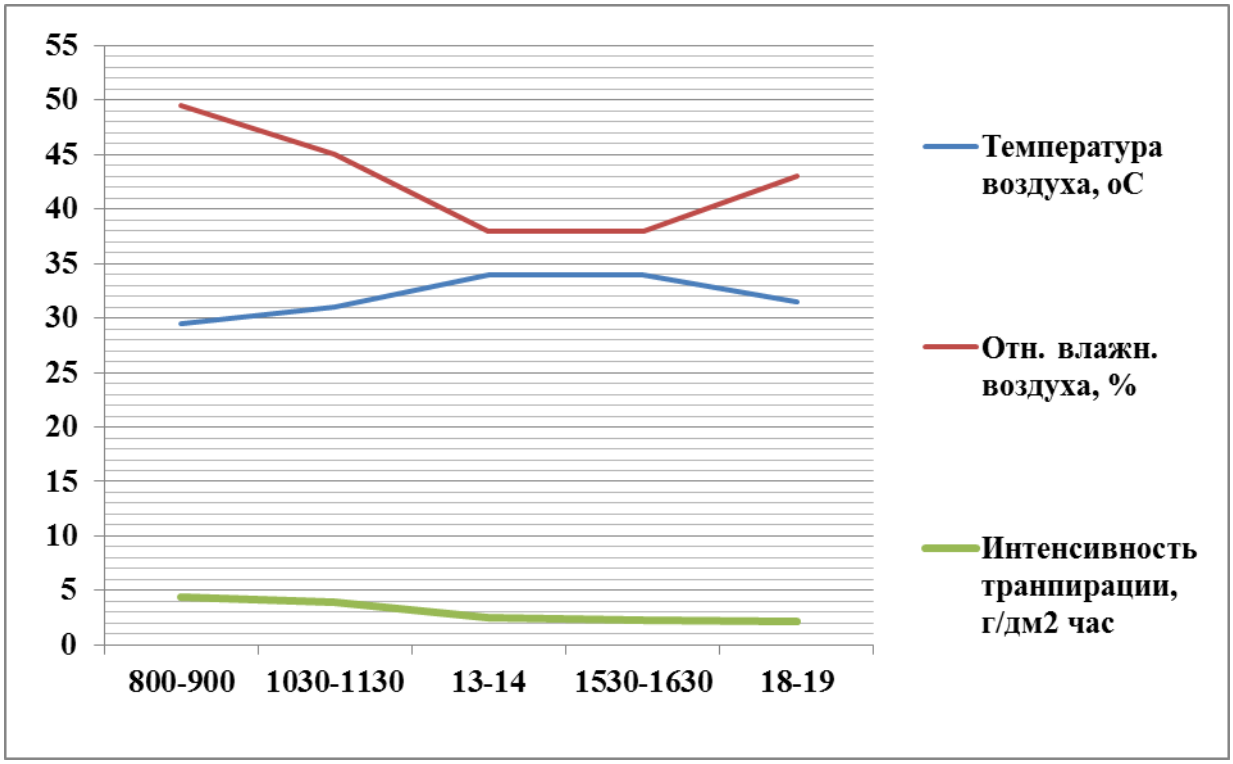

Рис. 6.1. Дневной ход интенсивности транспирации *Populus pyramidalis* (г/дм^{2}ч)

С результатами наших исследований согласуются данные отдельных авторов [Полевой, 1989; Воробьева,1980; Криворучко, 1998; Ткаченко, 1972; Турдукулов, 1998; Лир, Польстер, Фидлер, 1974] , где у таких видов деревьев,

как *Quercus robur* (рис. 6.2.), *Populus pyramidalis*, *Crataegus altaica*, *Acer pseudoplatanus*, *Quercus imbricaria*, *Juglans regia*, *Acer platanoides*, *Padus racemosa*, *Ulmus pinnato-ramosa*, *Betula procurva*, а также всех изученных видов кустарников (рис. 6.3.) и лианы *Parthenocissus quinquefolia* в некоторые дни наблюдается одновершинный ход интенсивности транспирации с максимумом в 13^{00}-14^{00} .

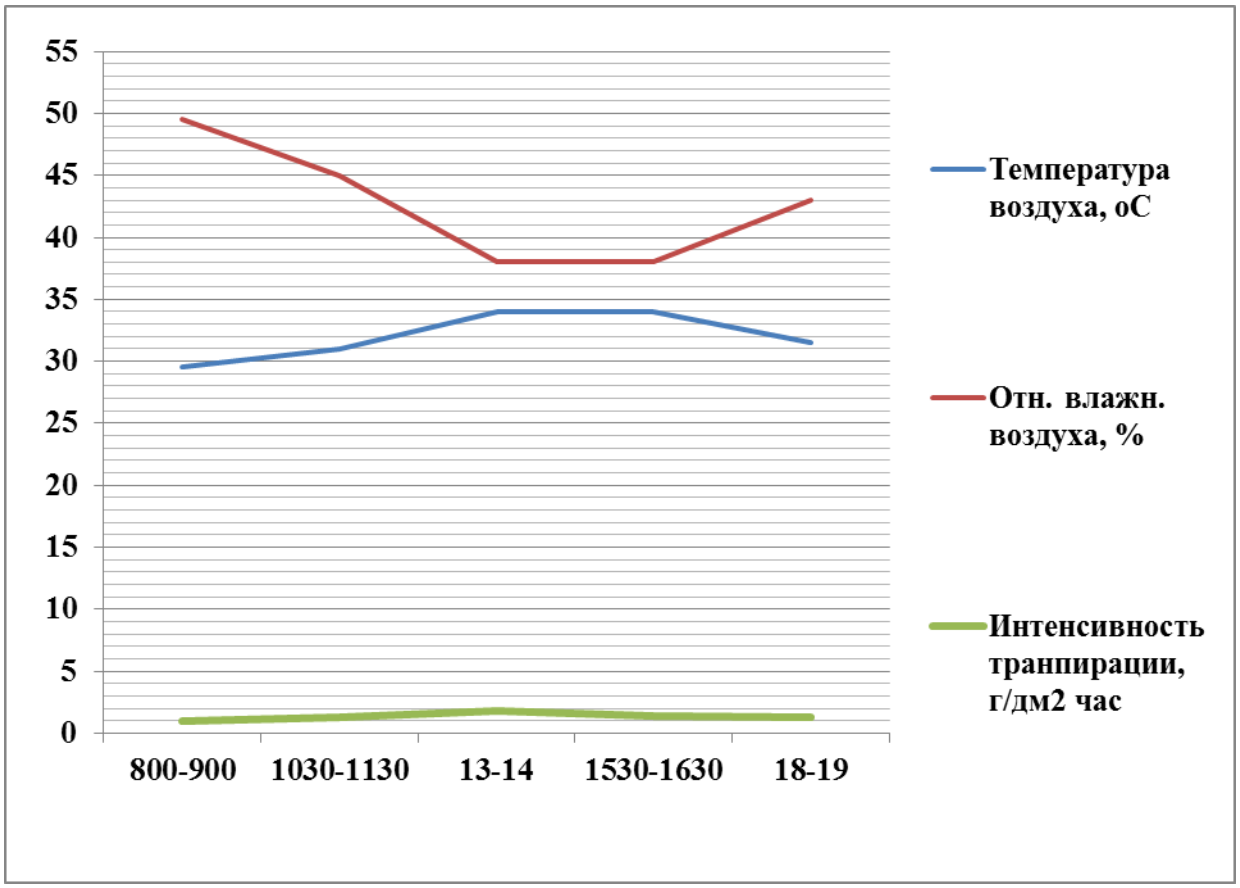

Рис. 6.2. Дневной ход интенсивности транспирации *Quercus robur* (г/дм^{2}ч)

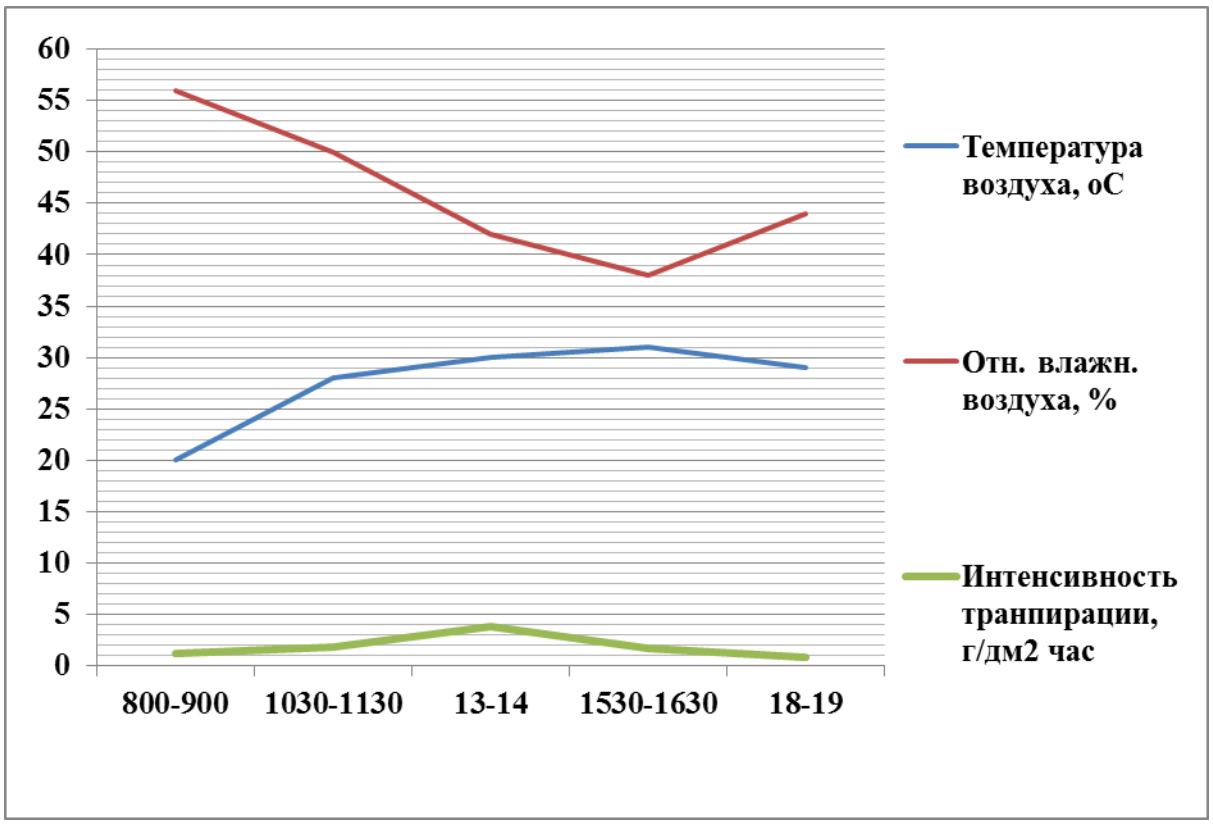

Рис. 6.3. Дневной ход интенсивности транспирации *Caragana boisii* (г/дм^{2}ч)

У двух изученных нами видов деревьев *Sorbus intermedia* (рис. 6.4.) и *Ulmus pinnato-ramosa*, а также кустарников *Syringa amurensis*, *Cotinus coggygria*, *Cheonomeles japonica* (рис. 6.5), *Philadelphus lewisii* и *Symphoricarpus albus* отмечена двухвершинная кривая транспирации. Из работы О.В.Троицкой [1960] следует, что пластичный водный режим у лоха и вяза приземистого, а кривые дневного хода транспирации пологие и одновершинные, а также двухвершинные с депрессией процесса в середине дня. Х.Лир, Г.Польстер, Г.-И.Фидлер [1974]указывают, что листья белой акации сильно транспирируют на солнце с явным подавлением в полуденные часы, образуя двухвершинную кривую. Эти же авторы отмечают, что если при нормальной летней погоде наступает полуденный дефицит, то соответственно величине и продолжительности дефицита наступает полуденная депрессия, а кривые интенсивности транспирации становятся двухвершинными. У исследуемых нами видов древесных растений, у которых наблюдается в течение дня

двухвершинный ход транспирации видимо, также имеется полуденный водный дефицит [Осконбаева, Ахматов, Шпота, 2000; Ахматов, 2001; Akhmatov, Salas, 2005; Akhmatov, 2005] .

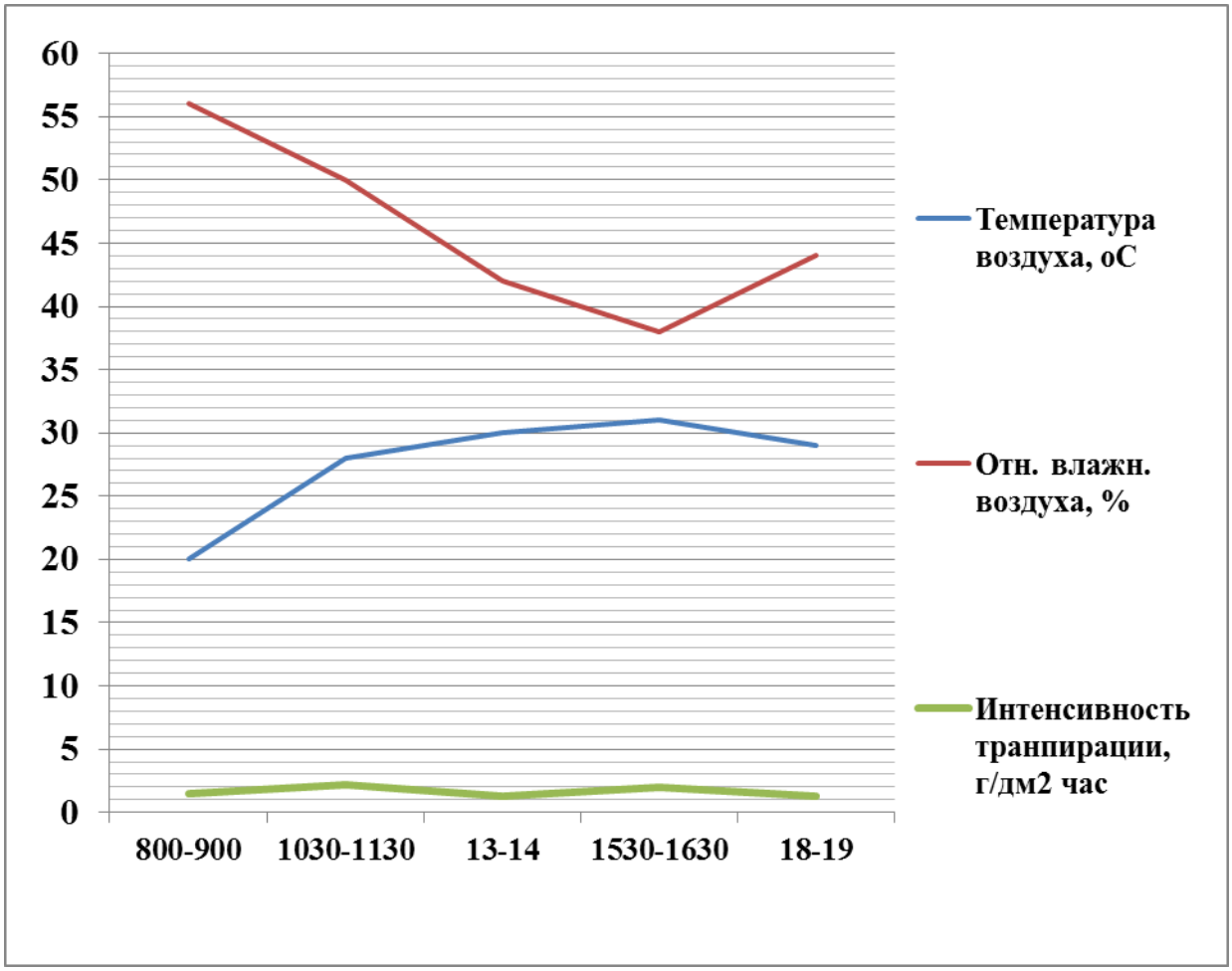

Рис. 6.4. Дневной ход интенсивности транспирации *Sorbus intermedia* (г/дм^{2}ч)

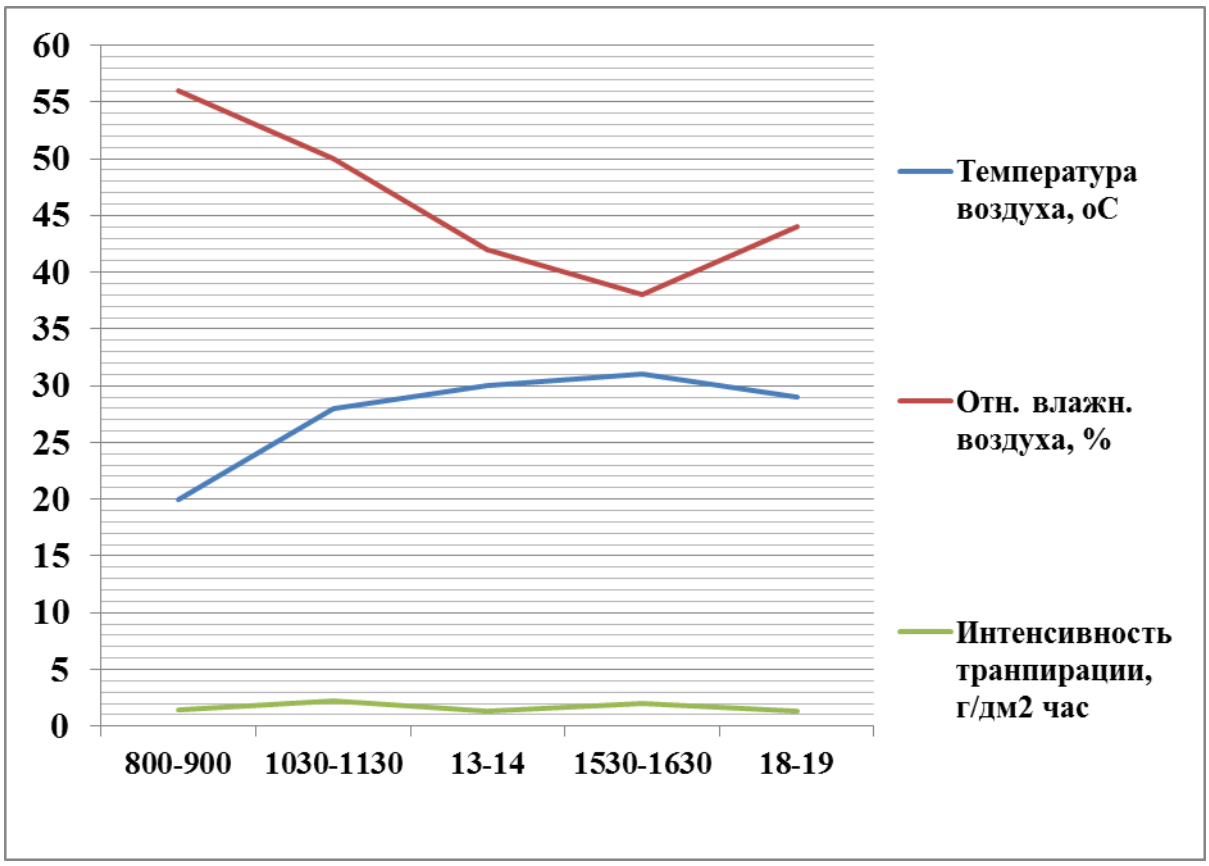

Рис. 6.5. Дневной ход интенсивности транспирации *Chaenomeles japonica* (г/дм^{2}ч)

Некоторыми авторами отмечается спад транспирации у растений в околополуденные часы в засушливые периоды года. Пик кривой транспирации в этом случае смещается на утренние часы под влиянием совместного действия нарастающей температуры и более медленного возмещения корневой системой влаги, запас которой был использован листьями в предутренние часы [Серебрякова, 1951; Ситникова, 1966]. В результате изучения дикорастущих деревьев и кустарников Киргизии в условиях культуры В.И.Ткаченко [1972] отмечает, что у березы бородавчатой транспирация в утренние часы достигает наивысшей точки, в дневные часы она несколько снижена. Такой ход транспирации, со смещением пика на утренние часы в отдельные дни отмечен и для некоторых исследуемых нами видов древесных растений, что согласуется с данными этих авторов и указывает на то, что в это время они ощущают

наступление засухи. У всех видов кустарников и лиан (рис.6.6), а также деревьев *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Ulmus pinnato – ramosa*, *Populus pyramidalis*, *Crataegus altaica*, *Acer platanoides*, *Padus racemosa*, *Acer saccharinum*, *Sorbus intermedia*, *Juglans regia* и *Betula procurva* (рис. 6.7.) дневные максимумы интенсивности транспирации были зафиксированы в 10^{30}-11^{30}, т.е. в утренние часы. *Ulmus pinnato – ramosa* растет на территории, труднодоступной для полива, и хотя он относится к засухоустойчивым видам, в случае смещения транспирации на утреннее время, он испытывает дефицит воды. Остальные выше перечисленные виды интродуцированных древесных растений с таким ходом транспирации произрастают в условиях орошения, где водоснабжение в целом благоприятное. Это свидетельствует о том, что в это время, эти виды древесных растений испытывают недостаток в водообеспеченности, несмотря на проводимые поливы.

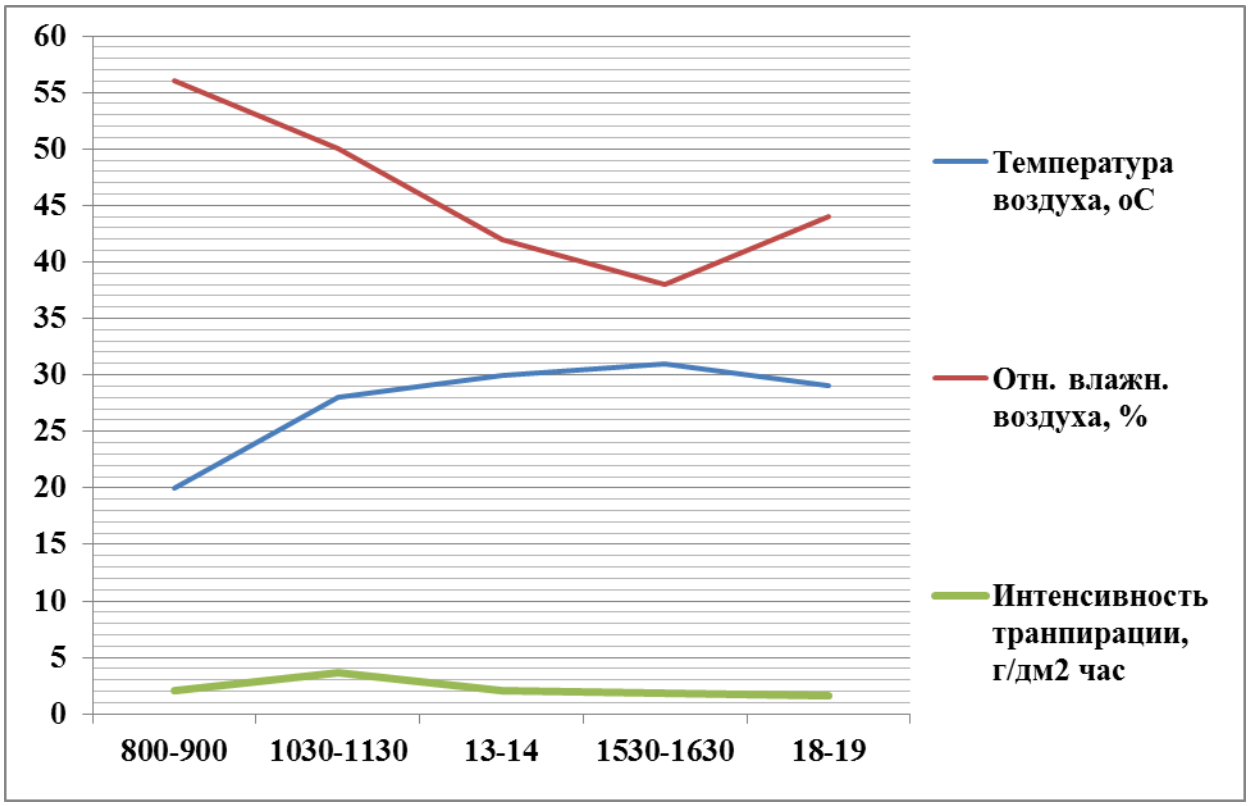

Рис. 6.6. Дневной ход интенсивности транспирации *Viburnum lantana* (г/дм^{2}ч)

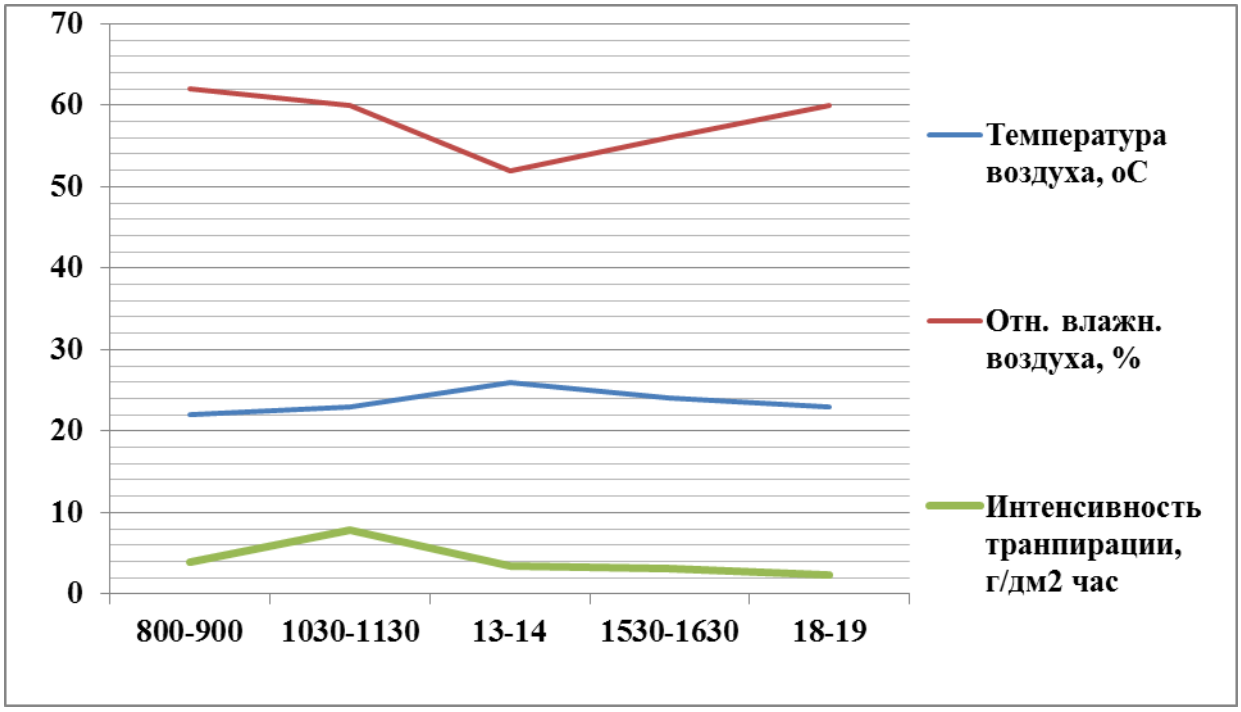

Рис. 6.7. Дневной ход интенсивности транспирации *Populus pyramidalis* (г/дм^{2}ч)

В проведенных нами исследованиях, у таких видов деревьев как *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Ulmus pinnato – ramosa*, *Crataegus altaica*, *Acer platanoides*, *Padus racemosa*, *Sorbus intermedia*, *Juglans regia* и *Betula procurva*, а также у кустарников *Euonymus maackii*, *Philadelphus lewisii*, *Viburnum lantana*, *Symphoricarpus albus*, *Berberis oblonga*, *Ligustrum vulgare*, *Syringa amurensis*, *Spiraea vanhouttei*, *Rhus typhina* и лиан *Parthenocissus quinquefolia* и *Wisteria floribunda* (рис. 6.8., 6.9.) пик интенсивности транспирации приходится на 15^{30}-16^{30}, т.е. на предвечернее время. Это вполне согласуется с данными К.А.Ахматова [1976], которым было установлено, что дневной максимум транспирации древесных растений в июле и августе наблюдался в различные сроки: 10-11 ч., 13-14 ч., 16-17 ч.

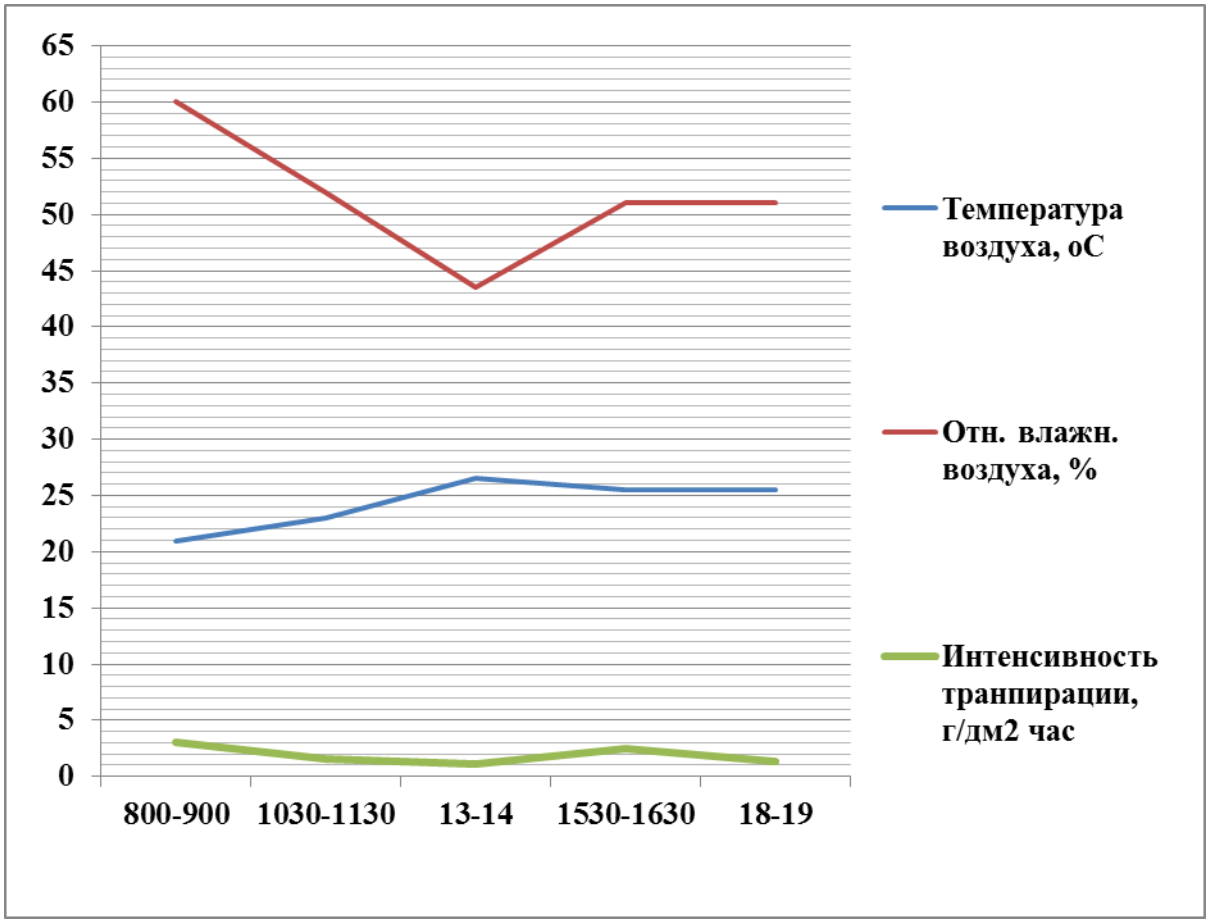

Рис. 6.8. Дневной ход интенсивности транспирации *Acer pseudoplatanus* (г/дм^{2}ч)

Таблица 6.4 - Дневная динамика интенсивности транспирации кустарников и лиан (г/дм^{2}час), 2000 г.

Виды	Часы наблюдений				
	8- 9	10^{30}-11^{30}	13-14	15^{30}-16^{30}	18-19
1	2	3	4	5	6
17 июня					
Температура воздуха, °С	27,0	29,0	30,0	29,0	28,0
Отн. влажн. воздуха, %	46,0	42,0	36,0	42,0	44,0

Продолжение табл. 6.4

Rhus typhina	1,71	1,21	0,63	1,05	0,71
Syringa amurensis	0,93	0,53	0,52	0,71	0,65
Elaeagnus angustifolia	2,62	0,75	0,31	1,11	0,80
Philadelphus lewisii	0,91	1,13	0,73	0,90	0,80
Forsythia suspensa	0,91	0,21	0,31	0,81	0,57
Euonymus maackii	1,52	0,74	0,81	2,01	1,21
W. floribunda	0,22	0,21	0,31	0,26	0,22
Viburnum lantana	0,51	1,50	1,31	0,96	0,61
P. quinquefolia	0,68	0,21	0,10	0,81	0,44
Cheonomeles japonica	0,33	2,91	1,80	1,10	0,91
Symphoricarpus albus	2,11	2,53	1,50	1,21	0,26
Ligustrum vulgare	1,00	1,32	1,45	0,93	0,10
Cornus sanquinea	0,73	0,51	0,22	1,00	0,59
Berberis oblonga	1,83	1,20	2,11	0,60	0,31
Cotinus coggygria	1,21	0,71	1,20	0,91	0,61
Spiraea vanhouttei	2,21	1,11	2,93	1,51	1,92
Caragana boisii	1,02	1,11	1,66	1,00	1,09
Spiraea losiocarpa	1,21	1,56	1,47	1,36	1,22
27 июня					
Температура воздуха, °С	20,0	28,0	30,0	31,0	29,0
Отн. Влажн. Воздуха, %	56,0	50,0	42,0	38,0	44,0
Rhus typhina	1,53	1,05	0,58	0,63	0,39
Syringa amurensis	0,82	1,06	0,80	0,84	0,59
Elaeagnus angustifolia	0,94	0,54	0,41	0,61	0,61
Philadelphus lewisii	5,22	4,62	1,43	1,90	1,29
Forsythia suspensa	0,91	0,73	0,45	0,52	0,38
Euonymus maackii	1,84	5,11	1,24	1,60	1,69
W. floribunda	0,52	1,54	0,29	0,23	0,16

Продолжение табл. 6.4

Viburnum lantana	2,01	3,61	2,11	1,85	1,62
P. quinquefolia	0,42	1,32	0,69	0,69	0,32
Cheonomeles japonica	1,48	2,21	1,30	2,03	1,27
Symphoricarpus albus	1,10	1,33	0,69	1,10	0,91
Ligustrum vulgare	0,52	0,70	0,58	0,41	0,40
Cornus sanquinea	0,53	0,85	0,42	0,38	0,41
Berberis oblonga	0,67	0,63	0,36	0,51	0,44
Cotinus coggygria	1,45	1,80	1,28	1,28	0,51
Spiraea vanhouttei	1,50	1,42	1,34	1,31	1,30
Caragana boisii	1,22	1,83	3,80	1,74	0,81
Spiraea losiocarpa	1,44	2,40	1,32	0,93	0,72
11 июля					
Температура воздуха, ºС	24,0	27,0	30,0	30,0	27,0
Отн. Влажн. Воздуха, %	65,0	42,0	36,0	36,0	42,0
Rhus typhina	1,56	2,48	0,92	0,87	0,73
Syringa amurensis	0,84	1,05	1,09	1,10	0,67
Elaeagnus angustifolia	0,68	0,27	0,27	0,61	0,27
Philadelphus lewisii	1,75	1,48	1,66	1,38	1,24
Forsythia suspensa	1,04	0,66	0,59	0,62	0,55
Euonymus maackii	1,93	1,77	1,08	1,08	1,07
W. floribunda	0,79	0,30	0,43	0,36	0,29
Viburnum lantana	2,49	1,50	2,43	2,14	1,50
P. quinquefolia	0,53	0,20	0,05	0,32	0,23
Cheonomeles japonica	1,96	2,48	4,39	2,66	2,30
Symphoricarpus albus	1,49	1,23	0,90	1,01	0,96
Ligustrum vulgare	0,93	0,93	1,26	1,05	0,87
Cornus sanquinea	0,91	0,69	2,50	0,54	0,56
Berberis oblonga	1,30	0,31	0,43	0,52	0,12

Продолжение табл. 6.4

Cotinus coggygria	3,14	1,44	1,33	1,08	0,77
Spiraea vanhouttei	1,99	2,16	1,96	1,50	1,03
Caragana boisii	1,25	1,54	4,50	1,69	0,83
Spiraea losiocarpa	2,91	2,54	3,18	1,44	0,94
24 июля					
Температура воздуха, °С	24,0	27,0	30,5	32,0	29,0
Отн. влажн. воздуха, %	40,0	36,0	32,0	29,0	38,0
Rhus typhina	1,32	0,54	0,29	1,71	0,80
Syringa amurensis	1,18	1,34	1,13	0,80	0,29
Elaeagnus angustifolia	0,88	0,34	0,27	0,41	0,20
Philadelphus lewisii	2,68	1,85	1,85	1,94	1,76
Forsythia suspensa	0,97	0,63	0,69	0,55	0,48
Euonymus maackii	1,93	1,69	1,77	1,85	1,69
W. floribunda	0,69	1,30	0,43	0,33	0,29
Viburnum lantana	1,96	1,44	1,44	2,31	0,63
P. quinquefolia	0,64	0,42	0,21	0,32	0,11
Cheonomeles japonica	2,27	2,77	1,96	2,54	2,37
Symphoricarpus albus	0,96	0,80	0,37	0,59	0,42
Ligustrum vulgare	0,61	0,12	0,11	0,26	0,12
Cornus sanquinea	0,53	0,25	0,12	0,10	0,06
Berberis oblonga	1,35	0,59	0,27	0,47	0,24
Cotinus coggygria	2,05	1,18	1,75	0,92	0,87
Spiraea vanhouttei	0,77	0,76	0,75	0,61	0,61
Caragana boisii	1,00	1,61	3,96	1,56	0,84
Spiraea losiocarpa	3,13	4,39	3,12	1,12	0,73
8 августа					
Температура воздуха, °С	28,0	32,0	34,0	32,0	29,0
Отн. Влажн. Воздуха, %	61,0	50,0	45,0	50,0	48,0

Продолжение табл. 6.4

Rhus typhina	1,12	1,65	0,43	0,34	0,19
Syringa amurensis	1,26	1,01	1,01	1,77	0,88
Elaeagnus angustifolia	2,50	1,63	2,11	0,95	0,68
Philadelphus lewisii	2,50	1,01	1,48	1,39	1,2
Forsythia suspensa	1,14	0,79	0,62	0,52	0,52
Euonymus maackii	2,31	1,16	1,85	1,50	0,92
W. floribunda	0,43	0,16	0,26	0,39	0,23
Viburnum lantana	2,49	1,39	0,98	1,09	0,58
P. quinquefolia	1,38	1,44	1,10	0,69	0,42
Cheonomeles japonica	2,83	2,66	1,96	1,73	1,15
Symphoricarpus albus	1,55	0,74	0,48	0,53	0,37
Ligustrum vulgare	1,31	0,96	1,78	1,55	0,93
Cornus sanquinea	1,61	0,47	0,50	0,66	0,47
Berberis oblonga	1,62	0,39	0,55	0,71	0,39
Cotinus coggygria	2,21	1,75	2,26	1,59	1,23
Spiraea vanhouttei	1,83	1,81	1,89	2,50	1,39
Caragana boisii	1,00	1,79	2,84	1,13	0,48
Spiraea losiocarpa	2,66	3,35	1,98	1,03	1,01
20 августа					
Температура воздуха, °С	26,0	30,0	35,0	33,0	30,0
Отн. Влажн. Воздуха, %	62,0	44,0	34,0	37,0	45,0
Rhus typhina	0,68	0,19	0,14	0,24	0,19
Syringa amurensis	1,10	1,26	0,84	1,14	0,97
Elaeagnus angustifolia	2,50	2,60	3,31	2,45	0,88
Philadelphus lewisii	1,39	1,38	1,50	1,94	1,38
Forsythia suspensa	1,16	1,04	0,73	0,76	0,52
Euonymus maackii	2,24	1,15	1,47	1,39	1,23
W. floribunda	0,49	0,20	0,29	0,36	0,16

Продолжение табл. 6.4

Viburnum lantana	2,19	2,14	1,44	1,79	1,27
P. quinquefolia	1,00	0,64	0,21	0,48	0,16
Cheonomeles japonica	1,20	2,89	2,83	1,91	1,79
Symphoricarpus albus	1,50	1,42	0,48	0,37	0,37
Ligustrum vulgare	1,21	0,14	0,47	0,44	0,38
Cornus sanquinea	1,12	0,47	0,60	0,69	0,82
Berberis oblonga	1,66	0,55	1,15	1,03	0,59
Cotinus coggygria	2,20	1,80	1,85	1,39	0,87
Spiraea vanhouttei	1,42	1,59	1,69	1,59	0,48
Caragana boisii	0,79	1,04	1,50	0,97	0,56
Spiraea losiocarpa	2,42	2,43	2,24	1,25	0,75

Для таких видов деревьев, как *Cercis canadensis*, *Aesculus hippocastanum* и *Quercus imbricaria* (рис. 6.10), кустарников *Forsythia suspensa*, *Spiraea vanhouttei*, *Elaeagnus angustifolia* и лианы *Wisteria floribunda* (рис. 6.11) характерна стабильность интенсивности транспирации в течение дня. В эти дни они экономно расходуют воду на транспирацию.

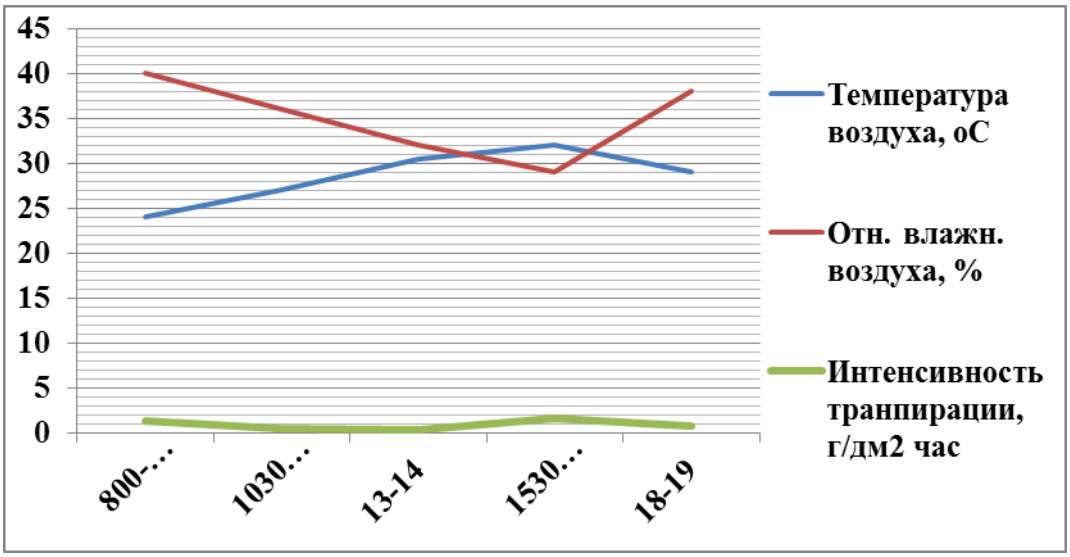

Рис. 6.9. Дневной ход интенсивности транспирации *Rhus typhina* (г/дм^{2}ч)

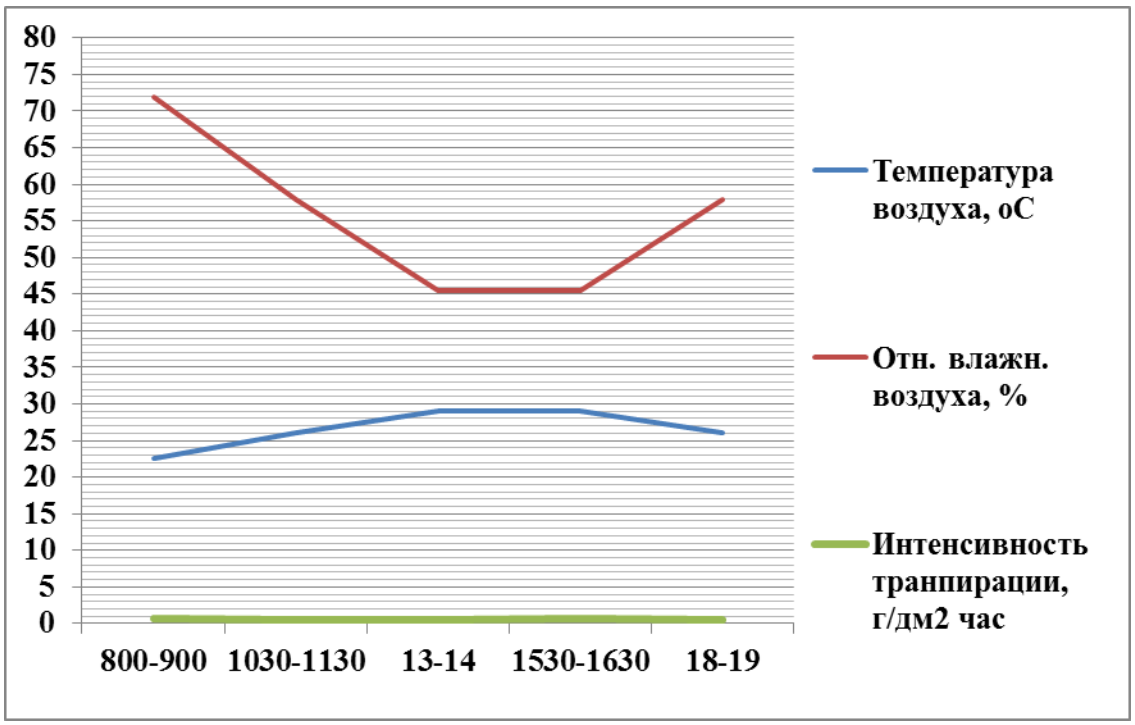

Рис. 6.10. Дневной ход интенсивности транспирации *Aesculus hippocastanum* (г/дм^{2}ч)

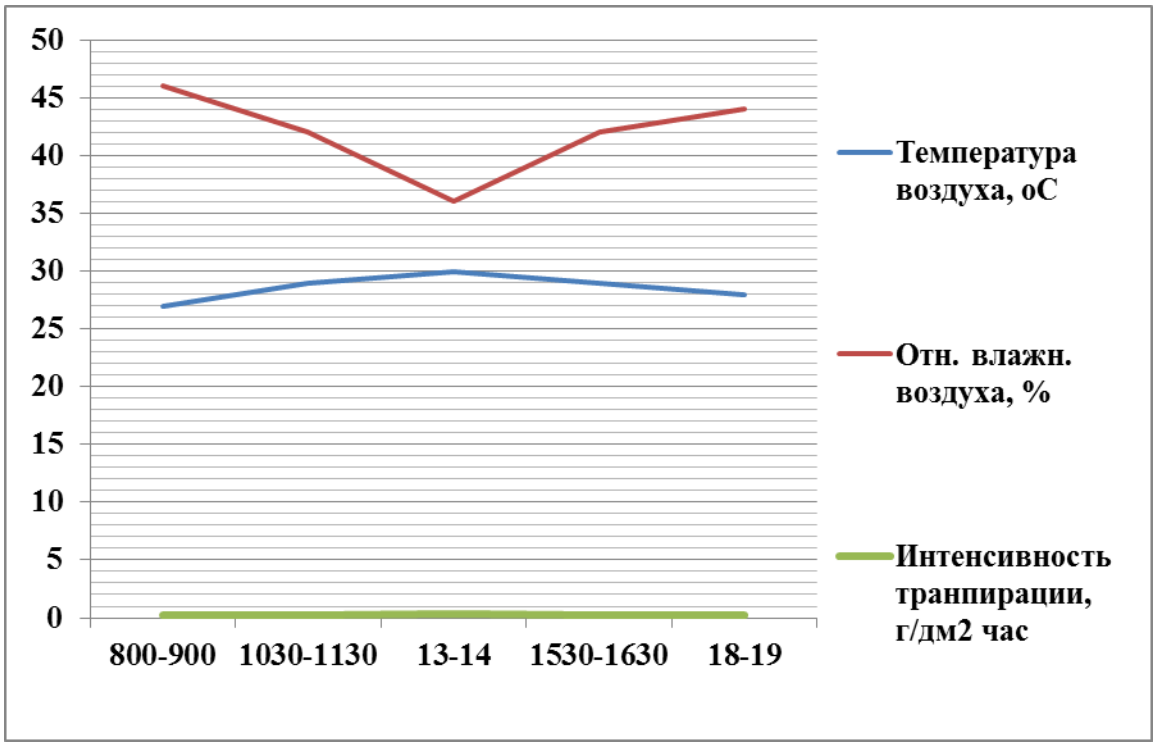

Рис. 6.11. Дневной ход интенсивности транспирации *Wisteria floribunda* (г/дм^{2}ч)

Результаты наших исследований показали, что интенсивность транспирации интродуцированных древесных растений у *Carpinus betulus*, *Juglans regia*, *Populus pyramidalis*, *Acer platanoides*, *Acer saccharinum*, *Sorbus intermedia*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Ulmus pinnato-ramosa*, *Betula procurva*, *Euonymus maackii*, *Elaeagnus angustifolia*, *Philadelphus lewisii*, *Viburnum lantana*, *Symphoricarpus albus*, *Wisteria floribunda*, *Cornus sanquinea*, *Berberis oblonga*, *Syringa amurensis*, *Spiraea vanhouttei*, *Forsythia suspensa*, *Rhus typhina* и *Parthenocissus quinquefolia* (рис. 6.12) в течение дня может снижаться с последующим повышением ее в вечернее время, что свидетельствует о незначительных изменениях содержания воды в листьях.

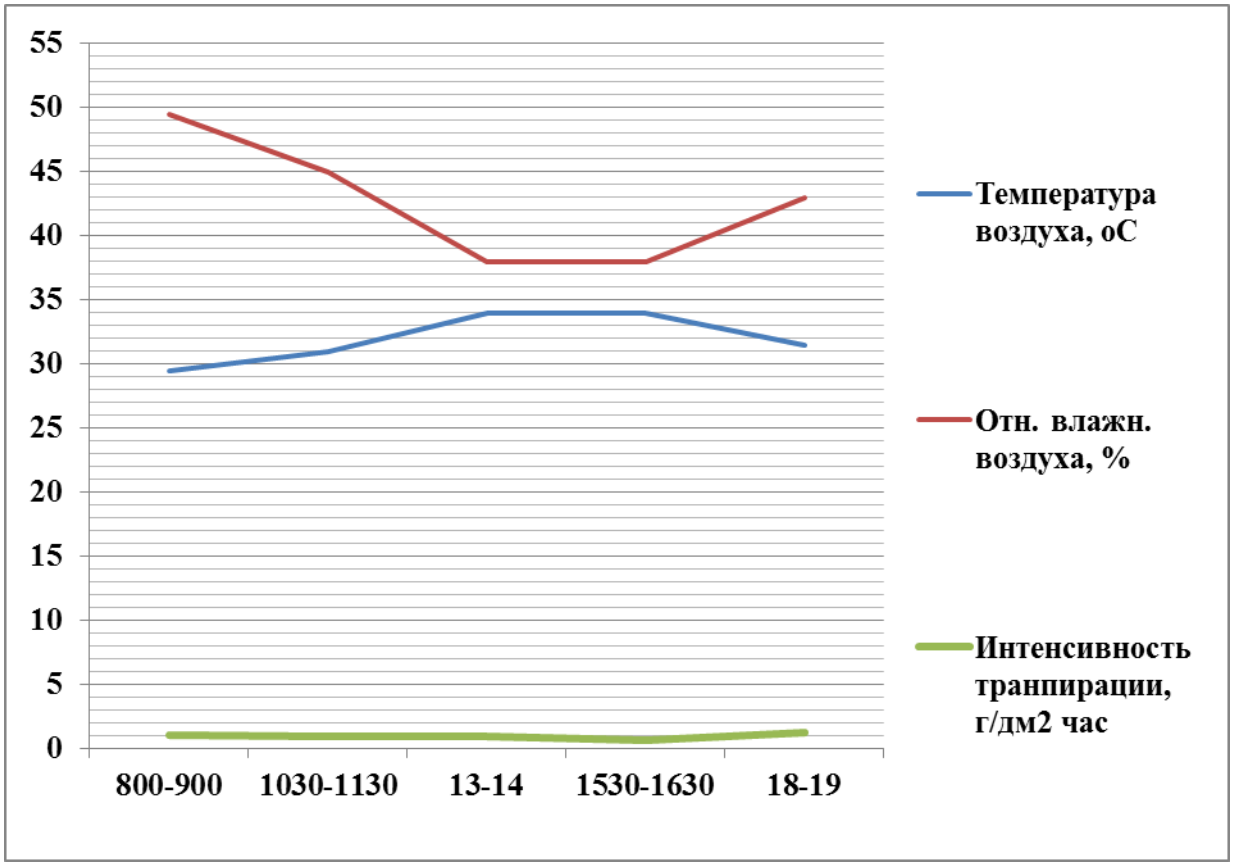

Рис. 6.12. Дневной ход интенсивности транспирации *Juglans regia* (г/дм^{2}ч)

В таблице 6.7. представлены данные максимальной и минимальной интенсивности транспирации, а также амплитуды ее колебаний у деревьев. Как

показали исследования, высокие значения максимальной интенсивности транспирации отмечены для *Populus pyramidalis* (4,86-7,90 г/дм^2 ч), *Sorbus intermedia* (4,55-5,65 г/дм^2 ч), *Crataegus altaica*(3,17-4,56 г/дм^2 ч), *Acer pseudoplatanus* (2,94-5,15 г/дм^2 ч), *Acer saccharinum* (2,42-3,84 г/дм^2 ч) и *Carpinus betulus* (2,59-4,35 г/дм^2 ч). К группе видов с низкими значениями максимальной интенсивности транспирации относятся *Quercus imbricaria* (1,05-1,61 г/дм^2 ч), *Aesculus hippocastanum* (1,21-1,49 г/дм^2 ч) и *Cercis canadensis* (1,26-1,39 г/дм^2 ч). Промежуточное положение занимают *Juglans regia* (1,63-1,89 г/дм^2 ч), *Acer platanoides* (1,68-2,09 г/дм^2 ч), *Padus racemosa* (1,62-1,82 г/дм^2 ч), *Ulmus pinnato-ramosa* (1,82-2,78 г/дм^2 ч), *Betula procurva* (1,76-2,04 г/дм^2 ч) и *Quercus robur* (1,32-2,50 г/дм^2 ч).

Результаты исследований интенсивности транспирации в течение вегетации показывают, что наибольшая амплитуда ее колебаний отмечена у *Sorbus intermedia* (3,24-5,01 г/дм^2 ч), *Carpinus betulus* (2,13-4,12 г/дм^2 ч), *Acer saccharinum* (2,02-3,34 г/дм^2 ч), *Acer pseudoplatanus* (2,16-4,75 г/дм^2 ч), *Populus pyramidalis* (3,68-6,83 г/дм^2 ч) и *Crataegus altaica* (1,48-3,88 г/дм^2 ч). Минимальные изменения интенсивности транспирации характерны для *Quercus imbricaria* (0,50-1,20 г/дм^2 ч), *Aesculus hippocastanum* (0,83- 1,23 г/дм^{2}ч), *Cercis canadensis* (1,00-1,14 г/дм^{2}ч) и *Betula procurva* (0,97-1,51 г/дм^{2}ч). Такие виды деревьев, как *Juglans regia*, *Acer platanoides*, *Padus racemosa*, *Ulmus pinnato-ramosa* и *Quercus robur* имеют средние значения амплитуды колебаний максимальной интенсивности транспирации в течение периода вегетации.

Среди кустарников и лиан (табл. 6.8.), к видам с высокими значениями максимальной интенсивности транспирации можно отнести *Euonymus maacki i*(3,06-5,11 г/дм^2 ч), *Philadelphus lewisii* (2,98-5,22 г/дм^2 ч), *Spiraea losiocarpa* (3,44-4,39 г/дм^2 ч), *Cheonomeles japonica* (3,18-4,40 г/дм^2 ч), *Caragana boisii* (2,86-4,50 г/дм^2 ч), *Elaeagnus angustifolia* (2,09-3,31 г/дм^2 ч), *Viburnum lantana* (2,83-3,61 г/дм^2 ч), *Symphoricarpus albus* (2,45-3,58 г/дм^{2}ч) и *Cotinus coggygria* (2,21-3,14 г/дм^2 ч). Низкой максимальнойинтенсивностью транспирации отличается лиана *Wisteria floribunda* (0,84-1,54 г/дм^2 ч). Остальные виды

кустарников и лиана занимают промежуточное положение. Это, *Cornus sanquinea* (1,44-2,50 г/дм^2 ч), *Berberis oblonga* (1,64-2,11 г/дм^2 ч), *Ligustrum vulgare* (1,26-1,78 г/дм^2 ч), *Syringa amurensis* (1,26-1,77 г/дм^2 ч), *Spiraea vanhouttei* (1,67-2,93 г/дм^2 ч), *Forsythia suspense* (1,16-1,56 г/дм^2 ч), *Rhus typhina* (1,42-2,48 г/дм^2 ч) и *Parthenocissus quinquefolia* (1,44-2,94 г/дм^2 ч).

Данные по сезонным изменениям интенсивности транспирации показали, что виды кустарников характеризующихся высокими значениями максимальной интенсивности транспирации имеют широкую амплитуду колебаний (от 1,47 до 4,49 г/дм^2 ч). Лиана *Wisteria floribunda*относится к растениям с узкой амплитудой колебаний интенсивности транспирации (0,58-1,38 г/дм^2 ч). У других изученных видов кустарников и лианы *Parthenocissus quinquefolia* диапазоны изменений максимальной интенсивности транспирации отличаются средними величинами.

И.А.Смирнов [1977] отмечает, что особенностью лоха является сравнительно высокая интенсивность транспирации, ему свойственны высокие максимумы (1180-1465 мг г/ч) и низкие минимумы (33-125 мг г/ч). В проведенных им же в условиях Карагандинского ботанического сада за 5 лет наблюдений интенсивность транспирации вяза приземистого изменялась от 477 до 734 мг г/ч. Схожие данные по Караганде были получены и Н.А. Кенесариной [1959]. С этими данными согласуются результаты наших исследований, по которым видно, что в условиях культуры встречаются виды древесных растений со значительными изменениями максимальной интенсивности транспирации.

Таблица 6.7 - Диапазоны изменений интенсивности транспирации деревьев (г/дм^2 ч), 2000 – 2004 г.г.

Виды	Диапазоны изменений			Диапазоны изменений			Диапазоны изменений		
	Max.	Min.	Ампл.	Max.	Min.	Ампл.	Max.	Min.	Ампл.
Juglans regia	1,63	0,42	1,21	1,89	0,21	1,68	1,63	0,52	1,11
Sorbus intermedia	4,84	0,77	4,07	5,65	0,64	5,01	4,55	1,31	3,24
Quercus imbricaria	1,61	0,41	1,20	1,02	0,32	0,70	1,05	0,55	0,50
Carpinus betulus	4,35	0,23	4,12	2,59	0,46	2,13	3,07	0,86	2,21
Aesculus hippocastanum	1,49	0,26	1,23	1,34	0,12	1,22	1,21	0,38	0,83
Cercis canadensis	1,39	0,25	1,14	1,26	0,28	0,98	1,33	0,33	1,00
Acer platanoides	2,09	0,13	1,96	1,70	0,39	1,31	1,68	0,45	1,23
Padus racemosa	1,82	0,37	1,45	1,62	0,23	1,39	1,72	0,47	1,25
Ulmus pinnato-ramosa	2,78	0,34	2,44	2,19	0,40	1,79	1,82	0,50	1,32
Acer saccharinum	3,84	0,50	3,34	2,42	0,40	2,02	3,02	0,75	2,27
Acer pseudoplatanus	5,15	0,40	4,75	3,48	0,61	2,87	2,94	0,78	2,16
Betula procurva	1,76	0,30	1,46	2,04	0,53	1,51	1,76	0,79	0,97
Quercus robur	2,50	0,24	2,26	1,32	0,28	1,04	1,46	0,57	0,89
Populus pyramidalis	5,91	0,29	5,62	7,90	1,07	6,83	4,86	1,18	3,68
Crataegus altaica	4,16	0,28	3,88	4,56	1,45	3,11	3,17	1,69	1,48

Таблица 6.8 -Диапазоны изменений интенсивности транспирации кустарников и лиан (г/дм^2 ч), 2000 – 2004 г. г.

Виды	Диапазоны изменений			Диапазоны изменений			Диапазоны изменений		
	Max.	Min.	Ампл.	Max.	Min.	Ампл.	Max.	Min.	Ампл.
Cornus sanquinea	2,50	0,22	2,28	1,77	0,50	1,27	1,44	0,36	1,08
Symphoricarpus albus	2,53	0,26	2,27	3,58	0.43	3,15	2,45	0,42	2,03
Berberis oblonga	2,11	0,12	1,99	1,70	0,24	1,46	1,64	0,35	1,29
Euonymus maackii	5,11	0,74	4,37	3,06	0,69	2,37	4,00	1,33	2,67
Ligustrum vulgare	1,78	0,10	1,68	1,40	0,32	1,08	1,26	0,23	1,03
Syringa amurensis	1,77	0,29	1,48	1,77	0,28	1,49	1,26	0,39	0,87
Cotinus coggygria	3,14	0,51	2,63	2,57	0,62	1,95	2,21	0,74	1,47
Viburnum lantana	3,61	0,51	3,10	2,83	0,64	2,19	3,16	0,63	2,53
Spiraea losiocarpa	4,39	0,72	3,67	4,35	0,41	3,94	3,44	0,86	2,58
Spiraea vanhouttei	2,93	0,48	2,45	1,67	0,51	1,16	2,39	0,52	1,87
Philadelphus lewisii	5,22	0,73	4,49	2,98	0,83	2,15	3,75	1,35	2,40
Forsythia suspensa	1,16	0,21	0,95	1,56	0,35	1,21	1,30	0,55	0,75
Elaeagnus angustifolia	3,31	0,27	3,04	3,20	0,48	2,72	2,09	0,31	1,78
Rhus typhina	2,48	0,14	2,34	1,56	0,24	1,32	1,42	0,19	1,23
P. quinquefolia	1,44	0,10	1,34	2,94	0,37	2,57	2,13	0,24	1,89
Cheonomeles japonica	4,39	0,33	4,06	4,40	1,33	3,07	3,18	1,49	1,69
Caragana boisii	4,50	0,48	4,02	2,92	0,33	2,59	2,86	0,58	2,28
Wisteria floribunda	1,54	0,16	1,38	0,84	0,26	0,58	0,96	0,21	0,75

В таблицах 6.9 и 6.10 представлены дневные амплитуды колебаний интенсивности транспирации деревьев, что также является важным показателем лабильности транспирации в течение дня. Значительные амплитуды отмечены у *Populus pyramidalis, Crataegus altaica, Acer pseudoplatanus, Carpinus betulus* и *Sorbus intermedia*. Умеренные колебания интенсивности транспирации показали *Juglans regia, Quercus robur, Acer platanoides, Acer saccharinum,Ulmus pinnato – ramose* и *Padus racemosa*. Незначительные амплитуды характерны для *Cercis canadensis, Aesculus hippocastanum, Betula procurva* и *Quercus imbricaria*.

Высокие значения амплитуды колебаний интенсивности транспирации в течение дня (табл. 6.11, 6.12 и 6.13) наблюдаются у кустарников *Spiraea losiocarpa, Chaenomeles japonica, Caragana boisii, Symphoricarpos albus, Elaeagnus angustifolia* и *Spiraea vanhouttei* с амплитудами колебаний от 0,7 до 2,05 г/дм^{2}час. Такие кустарники как *Philadelphus lewisii, Cotinus cogyggria, Berberis oblonga* и *Viburnum lantana* - можно отнести к видам со средней амплитудой колебания до 0,6 г/дм^2 ч. В третью группу, для которой характерным является незначительные колебания транспирации включены *Euonymus maackii, Forsythia suspensa, Viburnum lantana, Rhus typhina, Cornus sanguinea, Syringa amurensis* и *Ligistrum vulgare*. В каждую из трех групп входят растения с различным уровнем транспирации, т.е. как с высокой, так и с низкой интенсивностью транспирации.

Таблица 6.9 - Дневные амплитуды колебаний интенсивности транспирации деревьев (г / дм^{2}час), 2000 г.

Виды	14.05.	27.05.	9.06.	26.06.	9.07.	27.07.	10.08.	7.09.
Populus pyramidalis	0.25	1.02	2.07	1.99	2.28	3.63	1.21	0.57
Crataegus altaica	1.03	1.20	0.78	1.04	1.01	2.64	0.26	0.46
Juglans regia	-	0.39	0.69	0.30	0.66	0.42	0.52	0.93
Quercus robur	0.31	0.77	0.49	0.84	0.84	1.46	0.51	0.90
Quercus imbricaria	-	0.64	0.29	0.97	0.36	0.44	0.49	0.70
Acer pseudoplatanus	0.76	1.92	1.32	1.82	1.22	2.58	1.47	0.86
Acer platanoides	0.29	0.82	0.69	0.78	0.88	0.78	0.49	0.79
Acer saccharinum	0.31	1.29	0.76	0.96	1.61	1.43	1.92	1.12
Carpinus betulus	1.25	1.57	1.80	2.36	2.04	2.59	1.15	1.30
Ulmus pinnato-ramosa	0.28	0.68	0.92	1.08	1.36	1.11	1.21	0.87
Sorbus intermedia	0.51	1.18	1.43	1.78	3.92	1.71	2.57	3.06
Aesculus hippocastanum	0.70	0.88	0.39	0.19	0.46	0.64	0.41	0.14
Cercis canadensis	-	0.32	0.30	0.13	0.53	0.51	0.84	0.69
Padus racemosa	0.29	0.59	1.09	0.57	0.57	0.50	1.16	0.62
Betula procurva	0.47	0.57	0.44	0.47	0.60	0.42	0.47	0.51

Таблица 6.10 - Дневные амплитуды колебаний интенсивности транспирации деревьев (г / дм^{2}час), 2002 г.

Виды	Дата			Дата		
	19.06.	25.07.	9.08.	11.06.	19.07.	7.08.
Populus pyramidalis	5,55	1,21	3,78	2,56	1,74	0,67
Crataegus altaica	1,72	1,52	2,84	1,31	0,89	0,82
Juglans regia	0,49	1,34	0,83	0,46	0,49	0,78
Quercus robur	0,56	0,34	1,04	0,43	0,33	0,60
Quercus imbricaria	0,52	0,45	0,70	0,35	0,40	0,30
Acer pseudoplatanus	1,01	1,42	2,57	1,17	1,32	0,71
Acer platanoides	0,75	1,28	1,08	0,66	0,74	0,92
Acer saccharinum	0,96	1,67	1,87	0,92	1,54	1,79
Carpinus betulus	1,35	1,57	2,13	1,58	1,80	1,43
Ulmus pinnato-ramosa	1,54	1,51	1,79	1,06	0,93	1,30
Sorbus intermedia	4,30	4,13	2,28	1,41	3,17	2,33
Aesculus hippocastanum	0,96	0,71	0,41	0,61	0,56	0,43
Cercis canadensis	0,44	0,32	0,85	0,30	0,39	0,85
Padus racemosa	0,57	0,69	0,89	0,76	0,57	1,02
Betula procurva	1,50	1,07	0,88	0,42	0,67	0,58

Таблица 6.11 - Дневные амплитуды колебаний интенсивности транспирации кустарников и лиан (г / дм^{2}час), 2000 г.

Виды	17.06.	27.06.	11.07.	24.07.	8.08.	20.08.
Euonymus maackii	1,26	3,87	0,85	0,24	1,39	1,09
Forsythiasuspensa	0,60	0,53	0,49	0,49	0,62	0,88
Elaeagnusangustifolia	2,31	0,53	0,41	0,68	1,82	2,43
Syringa amurensis	0,41	0,47	0,43	1,05	0,89	0,42
Rhus typhina	1,08	1,14	1,75	1,42	1,46	0,54
Philadelphus lewisii	0,40	3,93	0,51	0,92	1,49	0,56
Viburnum lantana	0,99	1,99	0,99	1,68	1,91	0,92
Cheonomeles japonica	2,10	0,94	2,43	0,81	1,68	1,69
Symphoricarpus albus	2,29	0,64	0,59	0,59	1,18	1,13
Berberis oblonga	1,80	0,31	1,18	1,11	1,23	1,11
Cornus sanguinea	0,78	0,47	1,96	0,47	1,14	0,65
Ligustrum vulgare	1,35	0,30	0,39	0,50	0,85	1,07
Spiraea losiocarpa	0,35	1,68	3,34	3,66	2,34	1,68
Caragana boisii	0,23	2,99	3,87	3,12	2,36	0,94
Spiraea vanhouttei	1,79	0,20	1,13	0,16	1,11	1,21
Cotinus coggygria	0,60	1,29	2,37	1,18	1,03	1,33
Parthenocissusquinquefolia	0,71	1,00	0,48	0,53	1,02	0,84
Wisteria floribunda	0,12	1,38	0,50	1,01	0,27	0,33

Таблица 6.12 - Дневные амплитуды колебаний интенсивности транспирации кустарников и лиан (г / дм^{2}час), 2002 г.

Виды	15.05.	12.06.	13.07.	29.07.	12.08.	16.09.
Euonymus maackii	1,05	0,69	0,52	0,69	1,09	0,62
Forsythia suspensa	0,83	0,31	0,55	0,74	0,69	0,24
Elaeagnus angustifolia	1,63	1,50	0,96	0.27	0,68	0,27
Syringa amurensis	0,54	0,34	0,79	0,70	0,70	0,10
Rhus typhina	-	0,48	0,83	0,83	1,08	0,39
Philadelphus lewisii	0,28	0,62	1,52	1,32	1,11	0,62
Viburnum lantana	1,39	0,80	0,93	0,58	1,05	0,46
Cheonomeles japonica	1,45	1,04	0,81	1,44	1,91	0,81
Symphoricarpus albus	0,80	1,76	1,28	1,42	1,12	0,74
Berberis oblonga	0,83	0,40	1,15	1,15	0,63	0,51
Cornus sanguinea	0,38	0,44	0,63	0,76	0,92	0,26
Ligustrum vulgare	0,82	0,46	0,64	0,97	0,44	0,32
Spiraea losiocarpa	0,74	2,49	3,94	1,51	0,64	0,15
Caragana boisii	0,54	1,57	2,59	1,23	0,80	0,71
Spiraea vanhouttei	0,92	1,16	0,67	0,96	1,05	0,53
Cotinus coggygria	-	0,67	0,82	1,74	1,34	0,36
Parthenocissusquinquefolia	0,69	1,98	1,92	1,23	0,71	0,32
Wisteriafloribunda	-	0,26	0,35	0,54	0,45	0,30

Таблица 6.13

Дневные амплитуды колебаний интенсивности транспирации кустарников и лиан (г / дм^{2}час), 2004 г.

Виды	21.06.	26.07.	18.08.	12.09.
Euonymus maackii	2,08	0,46	0,80	0,60
Forsythia suspensa	0,28	0,28	0,59	0,28
Elaeagnus angustifolia	0,43	0,43	1,24	0,46
Syringa amurensis	0,32	0,80	0,43	0,17
Rhus typhina	0,67	0,78	0,81	0,26
Philadelphus lewisii	2,00	1,08	0,62	0,17
Viburnum lantana	1,34	0,96	1,40	0,60
Cheonomeles japonica	0,73	0,72	1,19	1,25
Symphoricarpus albus	1,09	1,27	1,12	0,99
Berberis oblonga	0,21	1,17	1,03	0,90
Cornus sanguinea	0,25	0,55	0,67	0,41
Ligustrum vulgare	0,32	0,68	0,63	0,60
Spiraea losiocarpa	1,80	2,58	1,08	0,95
Caragana boisii	2,28	2,10	0,78	0,62
Spiraea vanhouttei	0,64	0,55	0,99	0,76
Cotinus coggygria	0,90	1,46	1,16	0,86
Parthenocissusquinquefolia	1,49	0,77	0,75	0,75
Wisteriafloribunda	0,69	0,67	0,32	0,32

Изученные виды деревьев в среднем за день характеризуются низкими, средними и высокими величинами расхода воды на транспирацию (табл. 5.14, 5.15). Высокие значения среднедневной интенсивности транспирации имеют *Sorbus intermedia* (до 370 мг/дм^2 ч), *Acer saccharinum* (до 279 мг/дм^{2}ч), *Acer pceudoplatanus* (до 344 мг/дм^2 ч), *Carpinus betulus* (до 317 мг/дм^{2}ч), *Populus pyramidalis* (до 414 мг/дм^{2}ч) и *Crataegus altaica* (до 264 мг/дм^{2}ч). Низкой транспирацией в среднем за день отличаются *Cercis Canadensis* (до 103 мг/дм^{2}ч), *Aesculus hippocastanum* (до 110 мг/дм^{2}ч) и *Quercus imbricaria* (до 125 мг/дм^{2}ч). Остальные виды - со средними ее показателями. По данным Х.Лир, Г.Польстер, Г.-И.Фидлер [1974] тополя, предпочитающие влажные места, являются наиболее транспирирующими древесными породами. Наши исследования подтверждают это, так как среди изученных древесных растений наиболее транспирирущим оказался *Populus pyramidalis.*

Сезонные изменения интенсивности транспирации деревьев представлены графически. У *Populus pyramidalis* (рис. 6.13.) в сезонной динамике к концу мая интенсивность транспирации повышается, и до конца августа сохраняются высокие значения. Листья интенсивно транспирируют в наиболее жаркие летние месяцы. В дальнейшем транспирация снижается к концу вегетации. Схожая картина характерна и для *Grataegus altaica, Acer pseudoplatanus, Carpinus betulus* и *Sorbus intermedia*. Для древесных растений, произрастающих в предгорьях Кыргызского Ала-Тоо [Ахматов, 1976] в сезонной динамике максимумы транспирации приходятся на май и июнь, с последующим снижением транспирационного расхода с наступлением засухи у всех растений. М.Г.Воробьева [1980] отмечает, что у лип в культуре в течение вегетационного периода максимальная интенсивность транспирации приходится на летние месяцы, затем транспирация снижается [Осконбаева, Ахматов, Шпота, 2000; Ахматов, 2001; Akhmatov, Salas, 2005; Akhmatov, 2005] .

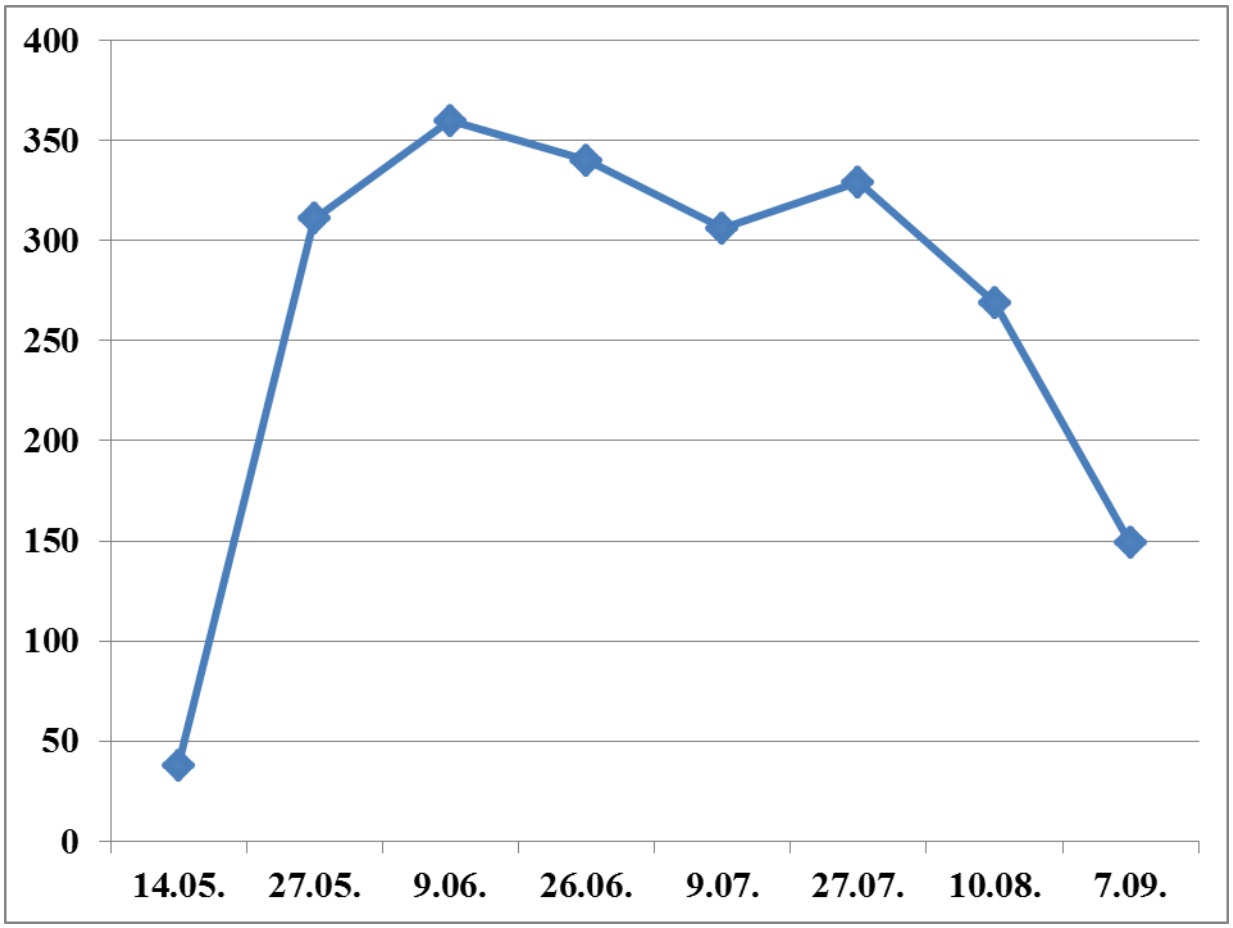

Рис. 6.13. Сезонная динамика интенсивности транспирации *Populus pyramidalis*(мг/дм^{2}ч)

Аналогичная сезонная динамика интенсивности транспирации отмечена у *Acer platanoides* (рис. 6.14.), но транспирация в летнее время возрастает не так сильно, как показано на предыдущем графике.

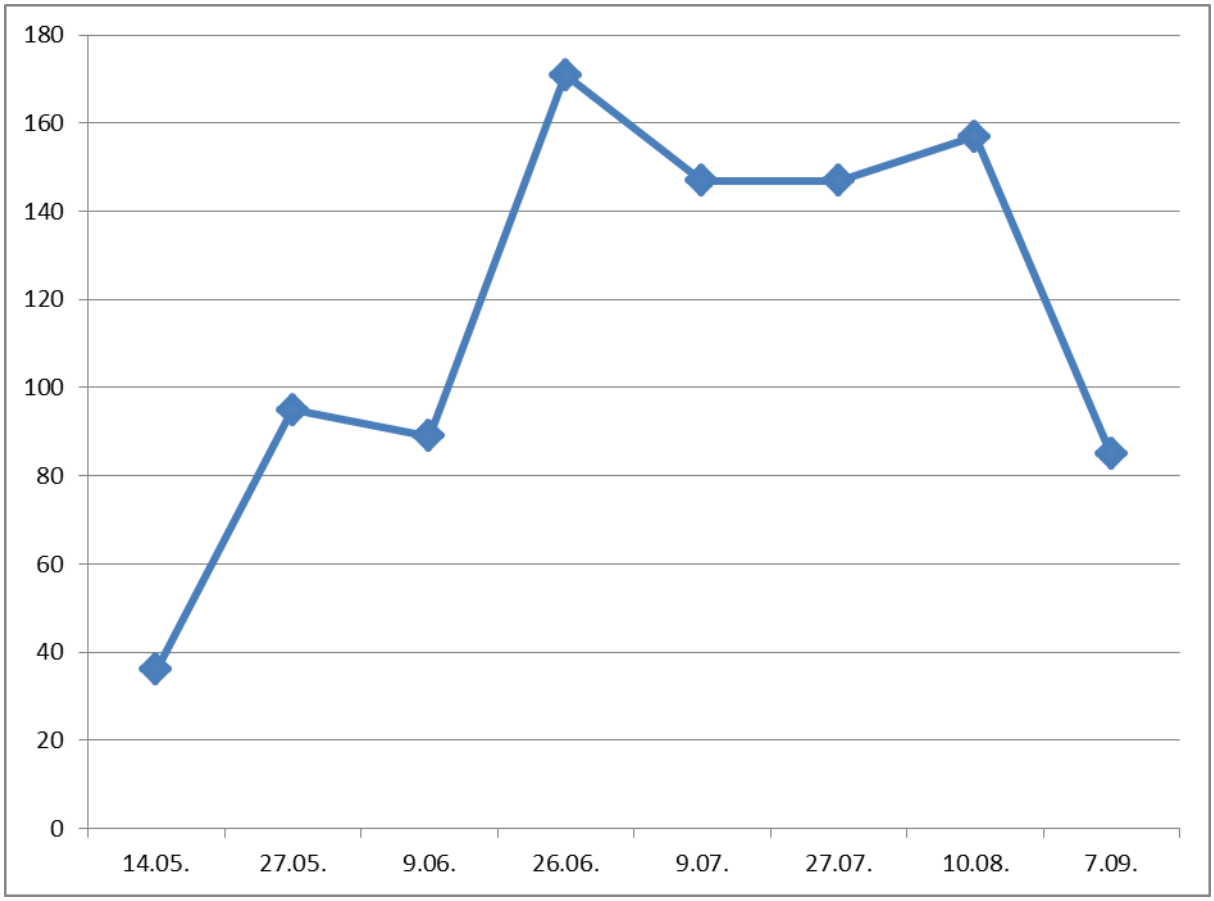

Рис. 6.14. Сезонная динамика интенсивности транспирации *Acer platanoides* (мг/дм^{2}ч)

К этой группе деревьев можно отнести *Acer platanoides, Acer saccharinum, Ulmus pinnato-ramosa, Padus racemosa, Quercus robur* и *Betula procurva*. Интенсивность транспирации *Aesculus hippocastanum, Juglans regia, Quercus imbricaria* и *Cercis Canadensis* в течение сезона вегетации изменяется незначительно. Для них характерна относительная стабильность транспирации в течение вегетации (рис. 6.15.).

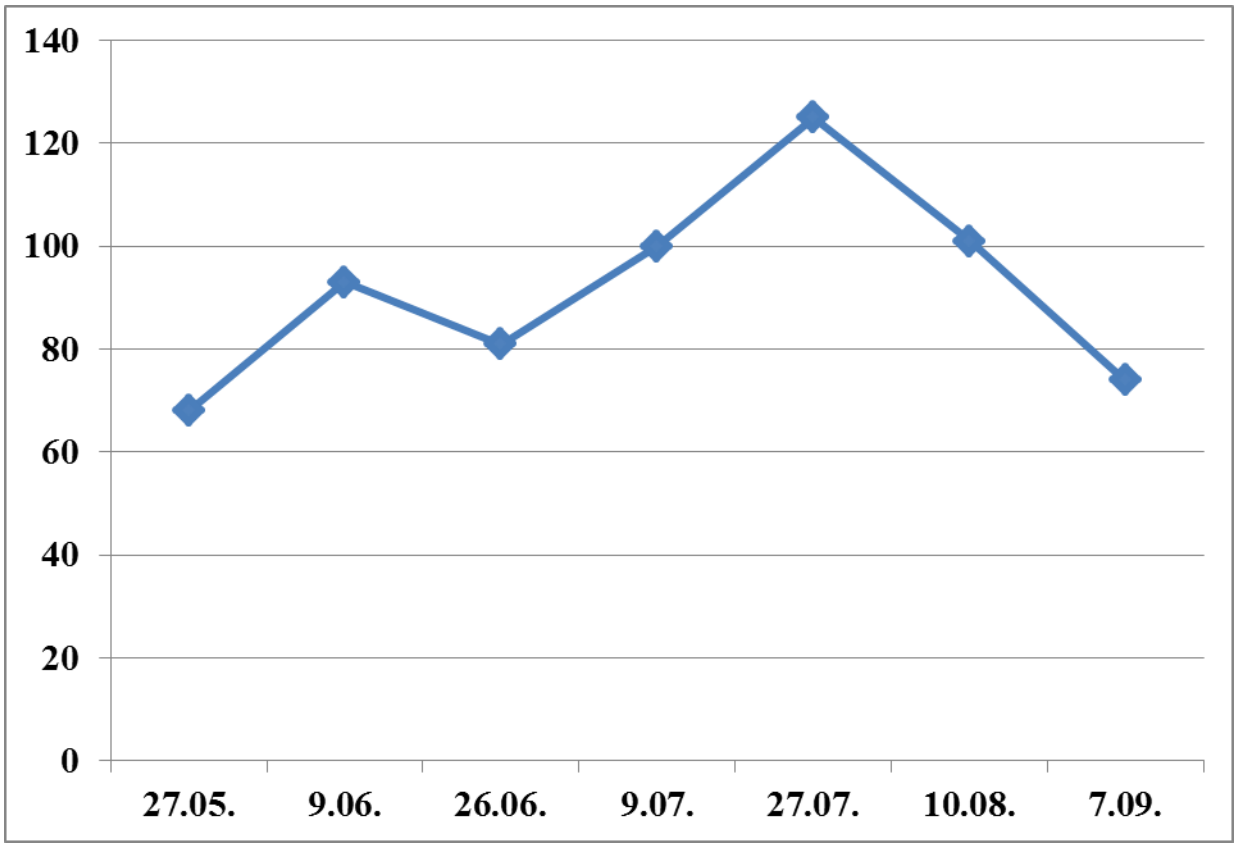

Рис. 6.15. Сезонная динамика интенсивности транспирации *Quercu simbricaria* (мг/дм^{2}ч)

В таблицах 6.16, 6.17 и 6.18 представлены данные по кустарникам и лианам относительно транспирируемой ими воды в среднем за день. Видно, что высокий уровень интенсивности транспирации у следующих кустарников: *Euonymus maackii* (до 277 мг/дм^{2}ч), *Elaeagnus angustifolia* (до 265 мг/дм^{2}ч), *Philadelphus lewisii* (до 289 мг/дм^{2}ч), *Viburnum lantana* (до 256 мг/дм^{2}ч), *Chaenomeles japonica* (325 мг/дм^{2}ч), *Cotinus cogyggria* (до 193 мг/дм^{2}ч), *Spiraea losiocarpa* (до 249 мг/дм^{2}ч) и *Caragana boisii* (до 200 мг/дм^{2}ч). Другие изученные виды в среднем за день отличаются низкой интенсивностью транспирации.

В течение сезона вегетации минимальные значения интенсивности транспирация наблюдались у большинства исследуемых видов кустарников и лиан в начале июня и в сентябре. В летние наиболее жаркие месяцы

интенсивность транспирации возрастает. Такая динамика наблюдается у *Caragana boissi* (рис. 6.16.), *Euonymus maackii, Philadelphus lewisii, Chaenomeles japonica, Symphoricarpos albus* и *Spiraea losiocarpa*.

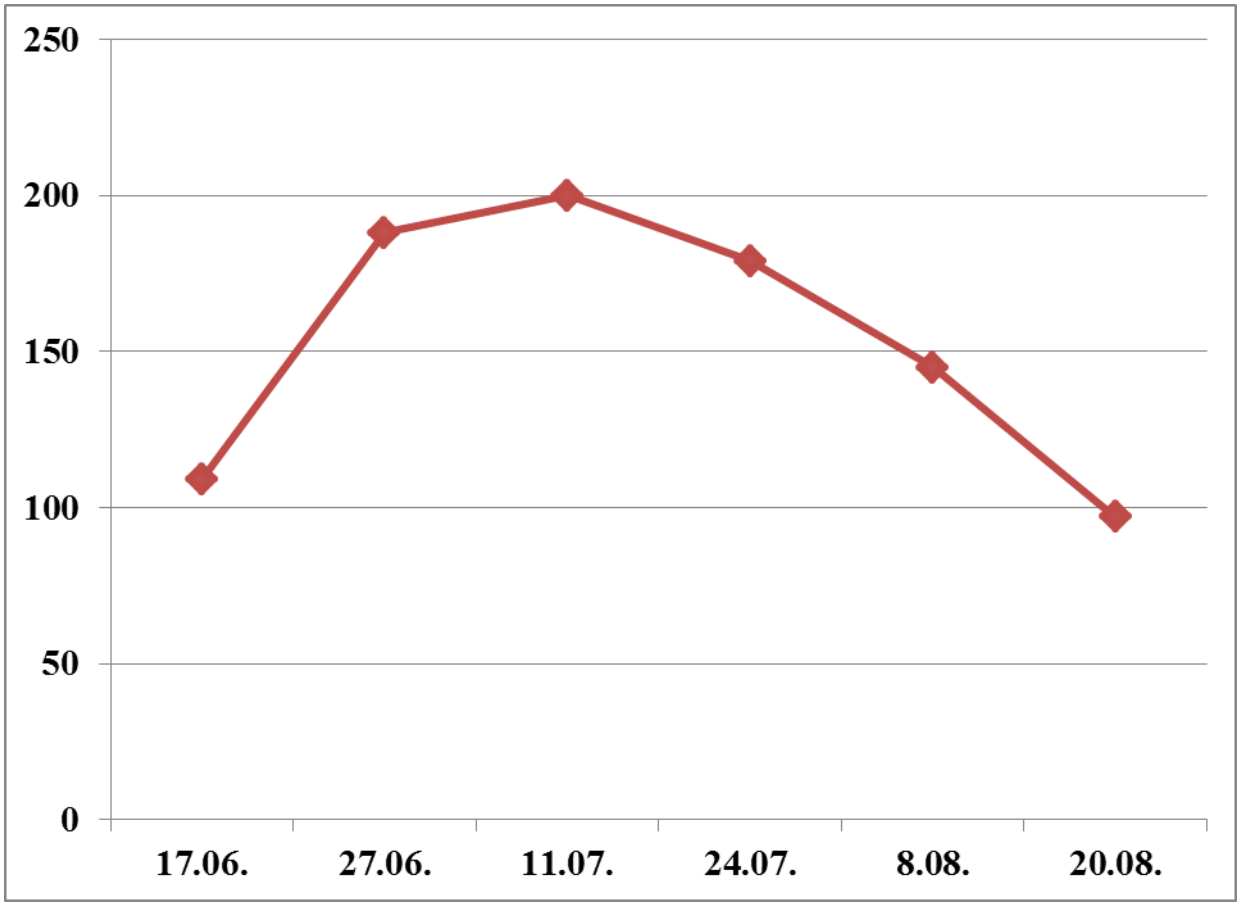

Рис. 6.16. Сезонная динамика интенсивности транспирации *Caragana boissi* (мг/дм^{2}ч)

Аналогичная кривая сезонных изменений среднедневной интенсивности транспирации, но не с таким ярко выраженным повышением транспирации отмечается у *Syringa amurensis* (рис. 6.17.), *Viburnum lantana, Rhus typhina, Cornus sanguinea, Elaeagnus angustifolia,Cotinus cogyggria, Berberis oblonga, Spiraea vanhouttei, Parthenocissus quinquefolia* и *Ligistrum vulgare.*

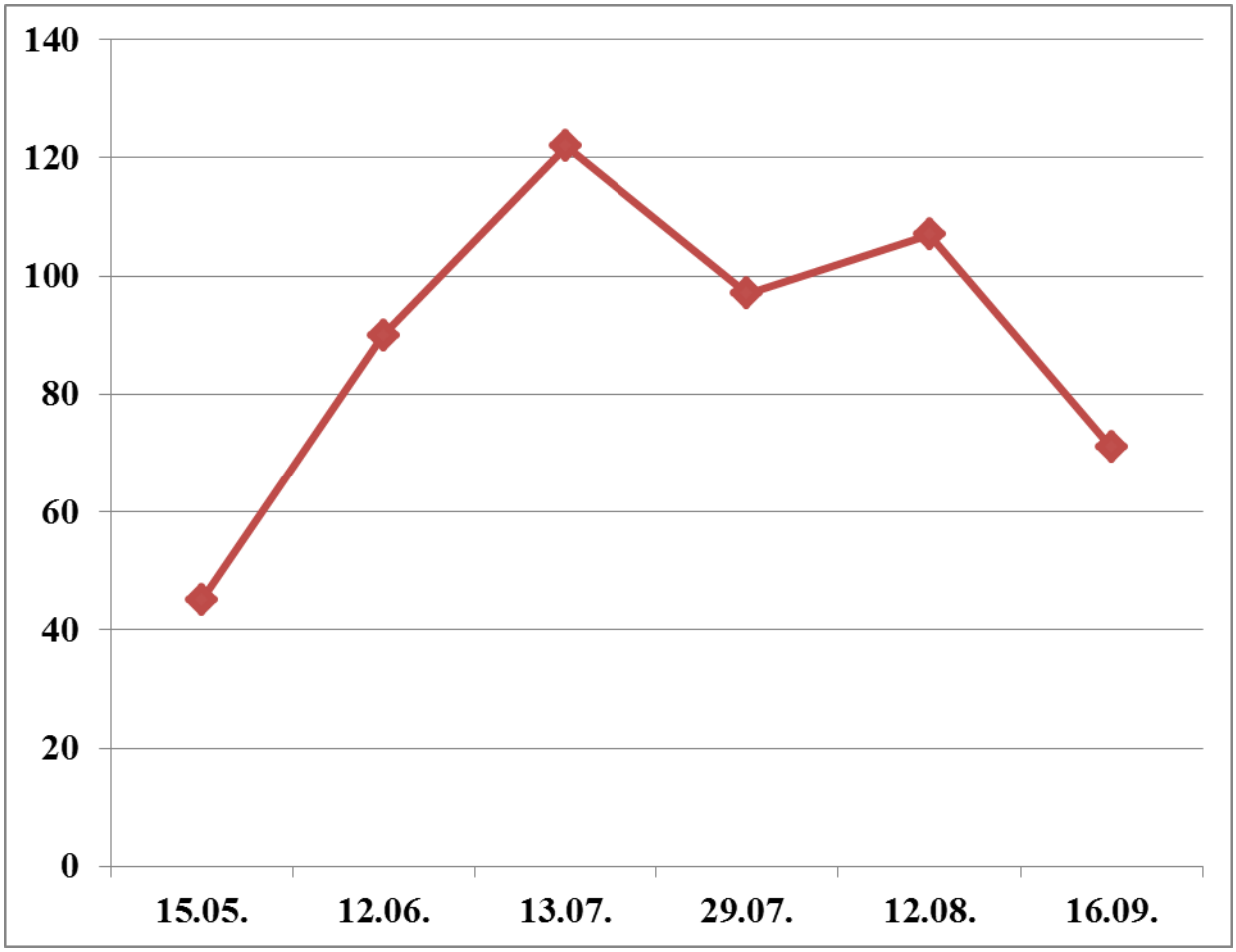

Рис. 6.17. Сезонная динамика интенсивности транспирации *Syringa amurensis* (мг/дм^{2}ч)

Стабильностью интенсивности транспирации в течение сезона вегетации отличаются *Forsythia suspensa* (рис. 6.18.) и *Wisteria floribunda*.

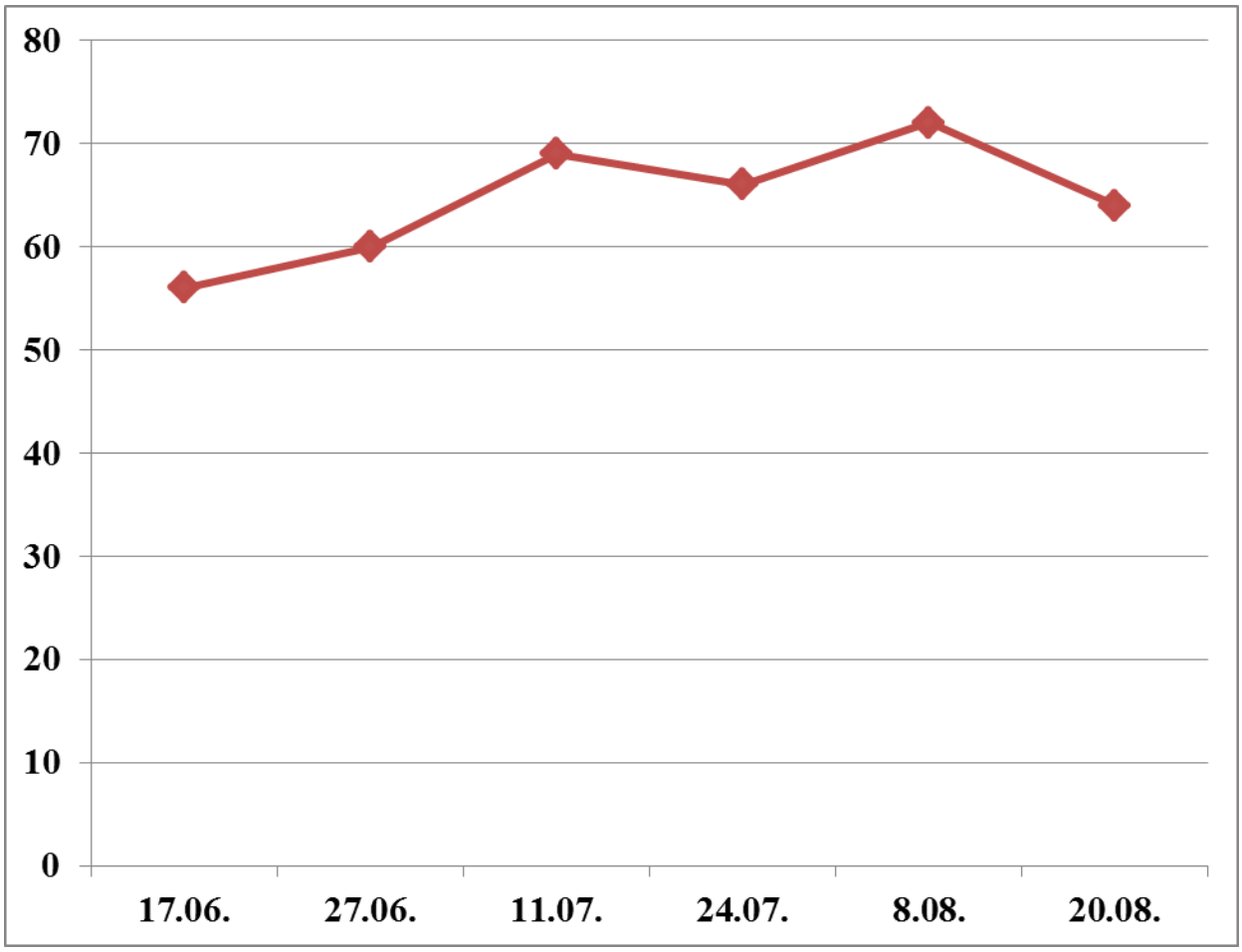

Рис. 6.18. Сезонная динамика интенсивности транспирации *Forsythia suspensa* (мг/дм^{2}ч)

Таким образом, кривые интенсивности транспирации древесных растений в течение дня различаются своими тенденциями. У изученных видов интродуцированных древесных растений в течение дня интенсивность транспирации может снижаться, иметь один пик в 10^{30}-11^{30}, 13^{00}-14^{00} или 15^{30}-16^{30}, двухвершинную кривую, снижаться с последующим повышением ее в вечернее время, для некоторых видов характерна стабильность. Для всех изученных нами видов деревьев и лиан отмечено снижение интенсивности транспирации, что является характерной физиологической реакцией их в ясные дни. У видов со смещением ее пика на утренние часы в течение дня – показатель напряженности водообмена и

недостатка воды в почве в эти дни. Стабильный и одновершинный дневной ход транспирации с максимумом в полуденные часы, а также снижение ее с последующим вечерним повышением – показатель более благоприятного водообмена этих видов древесных растений. Двухвершинные кривые интенсивности транспирации, отмеченные в отдельные дни у двух изученных нами видов деревьев *Sorbus intermedia* и *Ulmus pinnato-ramosa*, а также кустарников *Syringa amurensis*, *Cotinus coggygria*, *Cheonomeles japonica*, *Philadelphus lewisii* и *Symphoricarpus albus* свидетельствуют о наступлении полуденного водного дефицита.

Каждый вид древесных растений, имеет присущие ему особенности интенсивности транспирации, величины которых значительно изменяются, показывая высокую лабильность процесса. У *Sorbus intermedia, Carpinus betulus, Acer saccharinum, Acerpseudo platanus, Populus pyramidalis, Crataegus altaica, Chaenomeles japonica, Caragana boisii, Symphoricarpos albus, Elaeagnus angustifolia, Cotinus cogyggria, Euonymus maackii, Berberis oblonga, Syringa amurensis, Philadelphus lewisii, Spiraea losiocarpa* и *Viburnum lantana* – интенсивность транспирации подвержена значительным изменениям, а у *Quercus imbricaria, Aesculus hippocastanum, Cercis canadensis, Betulaprocurva, Forsythia suspensa, Rhus typhina, Cornus sanguinea, Wisteria floribunda, Spiraea vanhouttei, Partenocissus quinquefolia* и *Ligistrum vulgare* – характеризуется относительной стабильностью.

Транспирация довольно мобильный и изменчивый физиологический процесс, в связи с этим нами изучались как дневная, так и сезонная динамика интенсивности транспирации древесных растений. О корреляции сезонной динамики интенсивности транспирации с одной стороны и температурой и влажностью воздуха с другой можно говорить только в случае достаточной водообеспеченности древесных растений. А так как в условиях Ботанического сада им. Э.Гареева НАН КР производятся регулярные поливы древесные растения не испытывают большого дефицита

воды. Другая причина сезонных изменений интенсивности транспирации может быть связана со старением листьев. На наш взгляд, изменения интенсивности транспирации зависят как от водообеспеченности, так и от возрастных изменений листьев. В сезонной динамике интенсивность транспирации повышается от весны к середине лета и затем падает к осени.

Проведенные нами исследования оводненности листьев, водоудерживающей способноси и устойчивости листьев к обезвоживанию, водного дефицита и интенсивности транспирации позволяют сделать вывод о том, что одной из причин сезонных изменений этих показателей водообмена древесных растений являются возрастные изменения листьев, а имеено их старение.

Результаты наших исследований дневного хода интенсивности транспирации древесных растений, произрастающих в условиях достаточного водоснабжения показали, что он зависит от температуры и влажности воздуха. Обычно в засушливых условиях такой корреляции не наблюдается, но следует учитывать, что в условиях интродукции древесные растения обеспечены водой. Это позволяет нам говорить о прямой зависимости интенсивности транспирации в течение дня от температуры, и обратной от влажности воздуха.

Результаты наших исследований интенсивности транспирации древесных растений трех жизненных форм, показали, что у деревьев, кустарников и лиан в целом сезонные и дневные изменения интенсивности транспирации сходны, несмотря на то, что в стволы деревьев содержат большое количество воды. Но это незначительно в сравнении с испаряемым количеством воды деревьями. Только у некоторых видов наблюдается стабильность интенсивности транспирации. Видимо, это связано с анатомо-морфологическими особенностями листьев этих видов. Конечно, отмечаются различия в интенсивности транспирации в зависимости о вида, возраста и морфометрических показателей.

Наблюдения за дневной динамикой интенсивности транспирации показали, что в условиях благоприятного водоснабжения интенсивность транспирации соответствует изменению температуры и влажности воздуха. Интенсивность транспирации древесных растений может снижаться за счет снижения водоудерживающей способности и устойчивости листьев к обезвоживанию. Вегетационная динамика интенсивности транспирации связана с изменением климатических условий, различиями в этапах онтогенеза и старением листьев растений трех жизненных форм. Максимальная интенсивность транспирации приходится на летние наиболее жаркие дни, когда фенофаза соответствует ювенальному этапу и листья средние по возрасту. Видимо, с наступлением репродукционного этапа интенсивность транспирации падает, так как в растениях происходят многочисленные структурные, биохимические и физиологические изменения. Кроме этого, к осени температура понижается и листья стареют. Редкие случаи перебоев в поливной воде вынуждают древесные растения экономно расходовать воду на транспирацию. Различия в интенсивности транспирации также зависят от года исследований.

В сезонной динамике древесные растения интенсивно транспирируют в наиболее жаркие летние месяцы, к концу вегетации транспирация снижается. Ряд исследователей [Иванов и др., 1952; Хлебникова, Маркова, 1955; Шипчанов, 1960], изучая транспирацию древесных растений в различных условиях, заметили, что чем лучше условия водоснабжения, тем выше интенсивность транспирации. Недостаток почвенной влаги заметно ограничивает величину транспирации. М.М.Гончарик и А.А.Чаховский [1965] обнаружили, что в засушливые и жаркие периоды транспирация деревьев липы сердцевидной в городских посадках Минска оказывается примерно в два раза ниже, чем у деревьев, произрастающих в естественных условиях Ботанического сада АН БССР. Изучаемые нами интродуцированные древесные растения произрастают в условиях

Ботанического сада НАН КР, где условия водообеспечения в целом благоприятны, в связи с чем в сезонной динамике транспирация в летние месяцы сохраняет высокие значения, в то время, как к примеру, у древесных растений в условиях Кыргызского Ала-Тоо [Ахматов, 1976] транспирация начинает снижаться очень рано в мае и июне с наступлением засухи.

Как известно, интенсивность транспирации зависит от климатических, эдафических и внутренних факторов. К последним относится работа устьичного аппарата, способность устьиц открываться и закрываться. Климатические и эдафические условия произрастания объектов наших исследований одинаковы. В связи с этим, стало возможным сравнение различных показателей водообмена у разных видов древесных растений в условиях интродукции Ботанического сада им.Э.Гареева НАН КР.

Таким образом, кривые интенсивности транспирации древесных растений в течение дня различаются своими тенденциями. Для всех изученных нами видов деревьев и лиан отмечено снижение интенсивности транспирации, что является характерной физиологической реакцией их в ясные дни. У видов со смещением ее пика на утренние часы в течение дня – показатель напряженности водообмена и недостатка воды в почве в эти дни. Стабильный и одновершинный дневной ход транспирации с максимумом в полуденные часы, а также снижение ее с последующим вечерним повышением – показатель более благоприятного водообмена этих видов древесных растений. Двухвершинные кривые интенсивности транспирации, отмеченные в отдельные дни у двух изученных нами видов деревьев *Sorbus intermedia* и *Ulmus pinnato-ramosa*, а также кустарников *Syringa amurensis*, *Cotinus coggygria*, *Cheonomeles japonica*, *Philadelphus lewisii* и *Symphoricarpus albus* свидетельствуют о наступлении полуденного водного дефицита. В сезонной динамике древесные растения интенсивно транспирируют в наиболее жаркие летние месяцы, к концу вегетации транспирация снижается.

Каждый вид древесных растений, имеет присущие ему особенности интенсивности транспирации, величины которых значительно изменяются, показывая высокую лабильность процесса. У *Sorbus intermedia, Carpinus betulus, Acer saccharinum, Acer pseudo platanus, Populus pyramidalis, Crataegus altaica, Chaenomeles japonica, Caragana boisii, Symphoricarpos albus, Elaeagnus angustifolia, Cotinus cogyggria, Euonymus maackii, Berberis oblonga, Syringa amurensis, Philadelphus lewisii, Spiraea losiocarpa* и *Viburnum lantana* – интенсивность транспирации подвержена значительным изменениям, а у *Quercus imbricaria, Aesculus hippocastanum, Cercis canadensis, Betulaprocurva, Forsythia suspensa, Rhus typhina, Cornus sanguinea, Wisteria floribunda, Spiraea vanhouttei, Partenocissus quinquefolia* и *Ligistrum vulgare* – характеризуется относительной стабильностью.

Высокие значения среднедневной интенсивности транспирации имеют *Sorbus intermedia, Acer saccharinum, Acer pceudoplatanus, Carpinus betulus, Populus pyramidalis, Crataegus altaica, Euonymus maackii, Elaeagnus angustifolia, Philadelphus lewisii, Viburnum lantana, Chaenomeles japonica Cotinus cogyggria, Spiraea losiocarpa* и *Caragana boisii.* Низкой транспирацией в среднем за день отличаются *Cercis canadensis, Aesculus hippocastanum, Quercus imbricaria* и другие виды кустарников и лиан. Остальные виды деревьев - со средними ее показателями.

Таблица 6.14 - Сезонная динамика интенсивности транспирации лиственных деревьев (г / дм^{2}час), 2000 г.

Виды	14.05.	27.05.	9.06.	26.06.	9.07.	27.07.	10.08.	7.09.	Среднее за сезон	Ампл. колеб.
P. pyramidalis	0.38	3.11	3.60	3.40	3.06	3.29	2.69	1.49	2,63	3,22
Crataegus altaica	0.76	2.39	2.48	2.63	2.76	2.64	2.50	2.01	2,27	2,00
Juglans regia	-	1.12	1.32	1.15	0.95	1.31	1.08	0.89	1.12	0,43
Quercus robur	0.45	0.83	0.83	1.52	1.16	1.73	1.29	0.89	1,08	1,78
Q. imbricaria	-	0.68	0.93	0.81	1.00	1.25	1.01	0.74	0,92	0,57
A. pseudoplatanus	0.78	1.90	2.30	3.47	3.08	3.44	3.18	0.94	2,38	2,69
Acer platanoides	0.36	0.95	0.89	1.71	1.47	1.47	1.57	0.85	1,16	1.35
Acer saccharinum	1.05	1.53	1.89	2.73	1.60	2.79	2.71	1.21	1,94	1,74
Carpinus betulus	0.80	1.33	1.72	3.17	2.85	2.52	2.65	1.64	2,08	2,37
U. pinnato-ramosa	0.44	1.14	1.00	1.10	1.34	1.93	2.30	1.00	1,28	1,86
Sorbus intermedia	0.95	2.37	2.59	3.70	2.89	2.69	3.18	2.18	2,56	2,75
A. hippocastanum	0.45	0.96	0.94	1.10	0.99	0.82	0.80	0.55	0,82	0,65
Cercis canadensis	-	0.72	0.54	0.61	0.67	0.85	1.03	0.68	0,73	0,49
Padus racemosa	0.47	1.10	1.35	1.43	1.00	1.29	1.39	0.86	1.11	0,96
Betula procurva	0.52	1.45	1.05	1.49	0.98	1.40	1.42	0.63	1,11	0,97

Таблица 6.15 - Сезонная динамика интенсивности транспирации лиственных деревьев (г / дм^{2}час), 2002 г.

Виды	Даты			Среднее за сезон	Ампл. колеб.	Даты			Среднее за сезон	Ампл. колеб.
	19.06.	25.07	9.08.			11.06.	19.07.	7.08.		
P. pyramidalis	4,14	1,52	3,23	2,96	2,62	3,58	2,29	0,67	2,46	2,07
Crataegus altaica	2,22	2,43	2,38	2,34	0,21	2,16	2,60	0,82	2,32	0,44
Juglans regia	1,52	1,11	0,80	1,14	0,72	1,40	1,03	0,78	1,14	0,41
Quercus robur	0,75	0,79	0,86	0,80	0,11	0,79	1,07	0,60	0,96	0,28
Q. imbricaria	0,73	0,74	0,69	0,72	0,05	0,83	0,87	0,30	0,81	0,13
A. pseudoplatanus	1,08	1,38	2,07	1,51	0,99	1,69	2,22	0,71	1,69	1.05
Acer platanoides	0,88	0,84	1,10	0,94	0,26	0,89	1,11	0,92	0,99	0,22
Acer saccharinum	1,68	1,15	1,45	1,43	0,53	1,78	1,37	1,79	1,73	0,68
Carpinus betulus	1,63	1,56	1,47	1,55	0,16	1,64	2,20	1,43	1,81	0,62
U. pinnato-ramosa	1,51	1,14	1,12	1,25	0,39	1,16	1,24	1,30	1,19	0,07
Sorbus intermedia	3,02	2,95	2,08	2,68	0,94	2,70	2,91	2,33	2,75	0,28
A. hippocastanum	0,72	0,41	0,29	0,66	0,43	0,84	0,69	0,43	0,69	0,29
Cercis canadensis	0,69	0,45	0,85	0,66	0,40	0,61	0,55	0,85	0,70	0,39
Padus racemosa	0,83	0,47	1,03	0,77	0,56	1,09	0,73	1,02	1,01	0,49
Betula procurva	1,31	1,46	1,69	1,49	0,38	1,18	1,22	0,58	1,32	0,37

Таблица 6.16 - Сезонная динамика интенсивности транспирации кустарников и лиан (г / дм^{2}час), 2000 г.

Виды	17.06.	27.06.	11.07.	24.07.	8.08.	20.08.	Среднее за сезон	Ампл. колеб.
E. maackii	1,27	2,30	1,46	1,78	1,55	1,49	1,64	1,03
F. suspensa	0,56	0,60	0,69	0,66	0,72	0,64	0,64	0,16
E.angustifolia	1,12	0,62	0,42	0,42	1,57	2,35	1,08	1,93
S. amurensis	0,67	0,82	0,95	0,95	1,18	1,06	0,94	0,51
R. typhina	1,06	0,83	1,31	0,93	0,74	0,29	0,86	1,02
P. lewisii	0,94	2,89	1,50	2,01	1,51	1,52	1,73	1,95
V. lantana	0,98	2,24	2,01	1,55	1,30	1,76	1,64	1,26
C. japonica	1,81	1,66	2,76	2,38	2,06	2,12	2.13	0,95
S. albus	1,53	1,02	1,11	0,63	0,73	0,63	0,94	0,90
B. oblonga	1,21	0,52	0,53	0,58	0,73	0,62	0,70	0,69
C. sanguinea	0,61	0,52	1,04	0,21	0,74	0,74	0.64	0,83
L. vulgare	0,96	0,52	1,01	0,24	1,30	0,53	0,76	1,06
S. losiocarpa	1,36	1,36	2,20	2,49	2,00	1,82	1,87	1,13
C. boisii	1,09	1,88	2,00	1,79	1,45	0,97	1,53	1,03
S. vanhouttei	1,91	1,37	1,73	0,70	1,88	1,35	1,49	1,21
C. coggygria	0,93	1,26	1,55	1,35	1,80	1,62	1,41	0,87
P.quinquefolia	0,45	0,68	0,26	0,34	1,00	0,50	0,54	0,74
W. floribunda	0,23	0,55	0,43	0,61	0,29	0,30	0,40	0,32

Таблица 6.17 - Сезонная динамика интенсивности транспирации кустарников и лиан (г / дм^{2}час), 2002 г.

Виды	15.05.	12.06.	13.07.	29.07.	12.08.	16.09.	Среднее за сезон	Ампл. колеб.
E. maackii	1,14	2,56	2,77	2,53	1,84	1,40	2,04	1,63
F. suspensa	0,60	0,77	0,64	0,47	1,16	0,66	0,72	0,69
E.angustifolia	1,77	2,65	1,47	0,64	0,91	0,66	1,35	2,01
S. amurensis	0,45	0,90	1,22	0,97	1,07	0,71	0,89	0,77
R. typhina	-	1,17	1,21	0,98	0,58	0,68	0,92	0,63
P. lewisii	1,00	2,31	2,44	1,99	2,23	1,40	1,89	1,44
V. lantana	1,23	2,56	1,74	0,89	1,81	1,30	1,59	1,67
C. japonica	1,97	3,13	3,25	2,24	3,23	2,32	2,69	1,28
S. albus	1,52	2,77	1,23	1,08	1,09	0,95	1,44	1,82
B. oblonga	0,75	1,47	1,05	0,92	0,83	1,13	1,02	0,72
C. sanguinea	0,68	1,12	1,30	1,10	1,16	0,61	0,99	0,69
L. vulgare	0,68	1,18	1,00	0,94	1,15	0,70	0,94	0,50
S. losiocarpa	1,48	1,77	2,22	1,80	2,20	1,35	1,80	0,87
C. boisii	0,60	1,15	1,30	1,45	1,53	1,14	1,19	0,93
S. vanhouttei	0,89	1,17	1,33	1,15	1,06	0,83	1,07	0,50
C. coggygria	-	1,42	1,88	1,74	1,93	1,35	1,66	0,58
P.quinquefolia	0,82	2,21	1,59	0,92	1,00	1,11	1,27	1,39
W. floribunda	-	0,35	0,55	0,52	0,57	0,66	0,53	0,31

Таблица 6.18 - Сезонная динамика интенсивности транспирации кустарников и лиан (г / дм^{2}час), 2004 г.

Виды	21.06.	26.07.	18.08.	12.09.	Среднее за сезон	Ампл. колеб.
E. maackii	2,42	2,16	1,67	1,47	1,93	0,95
F. suspensa	0,68	0,79	1,00	0,75	0,80	0,32
E.angustifolia	0,53	0,49	1,65	0,74	0,85	1,16
S. amurensis	0,86	0,96	1,07	0,90	0,95	0,21
R. typhina	1,00	0,97	0,43	0,49	0,72	0,57
P. lewisii	2,60	1,80	1,87	1,45	1,93	1,15
V. lantana	2,40	1,17	1,85	1,54	1,74	1,23
C. japonica	2,19	2,27	2,57	2,22	2.31	0,38
S. albus	1,90	1,21	0,97	0,84	1,23	1,06
B. oblonga	0,99	0,79	1,05	1,01	0.96	0,26
C. sanguinea	0,82	0,67	0,95	0,64	0,77	0,31
L. vulgare	0,85	0,63	0,84	0,60	0.73	0,25
S. losiocarpa	1,62	2,15	2,01	1,59	1,84	0,56
C. boisii	1,52	1,61	1,25	1,02	1,35	0,59
S. vanhouttei	1,27	0,92	1,20	1,04	1.11	0,35
C. coggygria	1,34	1,56	1,76	1,45	1,52	0,42
P.quinquefolia	1,44	0,63	0,81	0,75	0,91	0,81
W. floribunda	0,45	0,56	0,44	0,45	0,47	0,12

В наших напряженных радиационно-температурных режимах положительная роль транспирации прежде всего объясняется ее терморегулирующей функцией. Изученные виды интродуцированных древесных растений характеризуются стабильным, умеренно-лабильным и лабильным типами транспирации, а также низкими, средними и высокими величинами расхода воды на транспирацию. У растений с высокими значениями интенсивности транспирации как правило – лабильный тип транспирации, а с низкими – стабильный.

Изучение особенностей водообмена древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине, дает возможность проводить научно обоснованный отбор их для озеленения. Для отбора интродуцентов одним из показателей может служить интенсивность транспирации, и ее дневная динамика в наиболее жаркие дни. Одновершинный характер дневного хода интенсивности транспирации – показатель нормального водообмена, двухвершинный – указывает на недостаток воды или невозможность данным растением ее полностью использовать. Снижение интенсивности транспирации и смещение ее пика на утренние часы – показатель недостатка воды в почве или невозможность ее поглощать в достаточной степени, корневой системой [Эсеналиева, Кочкумбаев, Ахматов и др., 2002; Ахматов, 2002].

ГЛАВА 7.
ДНЕВНОЙ РАСХОД ВОДЫ НА ТРАНСПИРАЦИЮ В РАСЧЕТЕ НА ЦЕЛОЕ ДРЕВЕСНОЕ РАСТЕНИЕ

Интенсивность транспирации обычно измеряется в мг или г на $дм^2$ или г сырой массы в час в дневной динамике. Сведений о расходовании воды на транспирацию целым растением за более длительное время, к примеру, за день, месяц или вегетацию не так уж много.

Результаты исследований расхода воды на транспирацию целым деревом. (табл. 7.1) показали, что за вегетацию в течение дня наименьшие показатели приходятся на май месяц, когда общая площадь листьев деревьев незначительна. Однако у одного вида –*Acer saccharinum*, в это время уже наблюдаются высокие значения дневного расхода воды на транспирацию равные 425,0 кг, так как для него характерно раннее появление листьев в апреле. В дальнейшем, по мере увеличения площади листьев количество транспирируемой воды с общей листовой поверхности дерева повышается. С приоостановкой роста и развития листьев дневной расход воды на транспирацию изученных видов деревьев становиться относительно стабильным. К концу вегетации, в сентябре с началом листопада у деревьев начинается снижаение количества испаряемой воды, так как уменьшается общая листовая поверхность. Кроме этого, следует отметить, что разница у одного и того же вида дерева в расходе воды на транспирацию целым растением зависит от интенсивности транспирации в различные дни [Ахматов, 2016].

Так как, *Populus pyramidalis* отличается высокими значениями интенсивности транспирации и общей листовой поверхности, то и количество воды испаряемое им за день может превысить 2000 кг. Другой пример *Aesculus hippocastanum* и *Cercis canadensis*, характеризующиеся

большой суммарной площадью листьев, но имеющие низкую интенсивность транспирации, что в итоге отразилось на дневном расходе воды на транспирацию, не превышающим 412,5 и 276,0 кг соответственно. Более 1000 кг за день способен испарять *Acer saccharinum*, по той же причине, что и *Populus pyramidalis*. *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Quercus robur*, *Quercus imbricaria* и *Ulmus pinnato-ramosa* можно отнести к деревьям, имеющими средние показатели испаряемой воды за день, которая доходит до уровня 500 и более кг. Меньше всех за день транспирирует воду *Crataegus altaica* (максимум 165,3 кг), отличающийся высокой интенсивностью транспирации, но низкими значениями общей листовой поверхности [Ахматов, 2003, 2016].

Таблица 7.1 - Дневной расход воды на транспирацию целым деревом (кг), 2010 г.

Виды	Даты							
	14.05.	27.05.	9.06.	26.06.	9.07.	27.07.	10.08.	7.09.
Populus pyramidalis	121,8	1369,0	660,0	1952,5	2007,5	1870,0	1787,5	990,0
Crataegus altaica	44,8	165,3	144,0	120,0	124,0	83,20	45,0	23,8
Juglans regia	-	219,2	240,0	244,4	192,0	235,2	220,8	171,2
Quercus robur	81,0	210,0	223,2	416,0	410,8	572,0	384,8	283,4
Quercus imbricaria	-	126,0	332,8	326,8	559,0	602,0	559,0	365,5
Acer pseudoplatanus	67,2	253,0	336,0	468,0	456,0	448,5	513,5	143,0
Acer platanoides	150,4	336,0	323,2	598,4	550,4	528,0	646,4	352,0
Acer saccharinum	425,0	542,5	794,5	1050,0	682,5	1155,0	1137,5	542,5
Carpinus betulus	50,5	112,0	142,0	253,8	255,3	194,0	240,5	160,0
Ulmus pinnato-ramosa	49,5	175,5	176,0	219,2	320,0	448,0	240,0	208,0

Продолжение табл. 7.1

Sorbus intermedia	72,0	172,8	186,0	240,0	216,0	196,8	240,0	168,0
Aesculus hippocastanum	178,2	373,0	376,2	442,2	412,5	297,0	330,0	237,6
Cercis canadensis	-	110,0	150,0	170,0	184,0	230,0	276,0	198,0
Padus racemosa	81,6	182,0	221,2	240,8	168,0	210,0	238,0	144,2
Betula procurva	138,6	391,6	363,0	374,0	275,0	323,4	374,0	165,0

В таблице 7.2 представлены наши данные дневного расхода воды на транспирацию из расчета на целое дерево. Они показывают, что *Populus pyramidalis* за день может транспирировать от 1045,0 до 2832,5 кг воды. От 462,0 до 834,9 кг воды испаряют за день *Acer saccharinum*. Средние значения по показаниям дневного расхода воды на транспирацию занимают *Acer pseudoplatanus, Acer platanoides, Quercus robur, Quercus imbricaria, Betula procurva, Sorbus intermedia, Cercis canadensis, Juglans regia, Ulmus pinnato-ramosa* и *Aesculus hippocastanum* (от 126,0 до 518,0 кг). Минимальное количество воды за день транспирируют *Padus racemosa и Crataegus altaica*, с минимумами – в 48,0 и 121,5 кг, и максимумами - в 191,8 и 172,8 кг соответственно [Ахматов, 2003, 2016].

Таблица 7.2 - Дневной расход воды на транспирацию целым деревом (кг), 2011 г.

Виды	Даты			Даты		
	19.06.	25.07.	9.08.	11.06.	19.07.	7.08.
Crataegus altaica	148,5	135,0	121,5	172,8	144,4	124,2
Populus pyramidalis	2832,5	1045,0	1815,0	1935,0	1598,4	1047,6
Juglans regia	342,0	247,0	190,0	294,0	217,0	215,2

Продолжение табл. 7.2

Quercus robur	211,2	297,0	379,5	291,0	390,0	375,0
Quercus imbricaria	303,4	389,5	328,0	466,4	422,4	369,6
Acer pseudoplatanus	179,4	227,7	350,0	309,0	402,0	204,0
Acer platanoides	240,0	280,0	299,0	414,4	499,5	518,0
Acer saccharinum	693,0	462,0	561,0	616,0	547,8	834,9
Carpinus betulus	168,0	159,6	152,0	166,5	219,8	111,6
Ulmus pinnato-ramosa	240,0	202,5	195,0	210,0	252,0	232,5
Sorbus intermedia	245,0	248,5	168,0	264,0	282,4	254,4
Aesculus hippocastanum	297,0	126,0	129,5	370,0	273,8	251,6
Cercis canadensis	225,0	150,0	300,0	130,0	156,0	286,0
Padus racemosa	108,0	148,0	144,0	171,3	112,3	191,8
Betula procurva	265,0	340,0	400,0	224,0	302,4	409,5

Трехлетние данные по дневному расходу воды на транспирацию целым деревом свидетельствуют о том, что в он зависит как от общей листовой поверхности, так и от интенсивности транспирации. Слабая интенсивность транспирации некоторых видов деревьев, характеризующихся большой общей листовой поверхностью, оказывает первостепенное значение на количество воды, испаряемой за день [Ахматов, 2003, 2016].

В таблице 7.3 представлены полученные нами данные дневного расхода воды на транспирацию целым растением кустарника и лианы. Значительное количество воды за день испаряет *Cotinus coggygria* (от 154,0 до 364,0 кг), так как является крупным кустарником, отличающимся высокой интенсивностью транспирации. Более 100 кг за день могут

транспирировать *Rhus typhina, Viburnum lantana* и *Philadelphus lewisii*, хотя первый за счет большей общей листовой поверхности, а два последних - благодоря высокой интенсивности транспирации. Достаточно воды за день испаряют *Elaeagnus angustifolia* (20,00- 91,80 кг), *Forsythia suspensa* (36,00 – 59,40 кг), *Spiraea vanhouttei* (33,30 – 97,20 кг), а в отдельные дни *Wisteria floribunda* и *Caragana boisii* (более 30 кг). Наименьшими значениями характеризуются *Ligustrum vulgare* (1,74 – 3,65 кг) и *Cornus sanquinea* (2,25 – 15,56 кг). Остальные виды кустарников занимают среднее положение. У одной лианы *Parthenoccissus quinquefolia* дневной расход воды на транспирацию не определяли, так как она растет вдоль стены здания, и нет возможности определить ее общую листовую поверхность [Ахматов, 2003, 2016].

Таблица 7.3 - Дневной расход воды на транспирацию целым растением кустарника и лианы (кг), 2010 г.

Виды	Даты					
	17.06.	27.06.	11.07.	24.07.	8.08.	20.08.
Rhus typhina	140,25	129,25	200,75	145,75	108,65	27,60
Syringa amurensis	16,87	17,01	20,35	24,96	19,50	15,90
Elaeagnus angustifolia	55,46	38,40	21,90	20,00	91,80	91,30
Philadelphus lewisii	123,25	194,30	137,75	145,00	137,70	137,00
Forsythia suspensa	40,00	54,45	59,40	57,00	47,50	36,00
Euonymus maackii	18,70	29,48	20,90	22,00	20,90	18,26
Wisteria floribunda	36,25	13,75	26,25	38,75	16,25	17,50
Viburnum lantana	41,00	13,00	177,00	133,50	87,50	100,00

Продолжение табл. 7.3

Cheonomeles japonica	10,76	11,87	20,00	17,00	14,75	15,25
Symphoricarpus albus	32,60	27,60	29,40	14,96	16,00	9,90
Ligustrum vulgare	2,76	1,74	2,80	0,80	3,65	1,45
Cornus sanquinea	7,83	7,56	15,66	2,25	9,00	7,18
Berberis oblonga	14,50	7,25	7,25	8,50	9,25	13,75
Cotinus coggygria	154,00	245,00	311,50	262,50	364,00	322,00
Spiraea vanhouttei	83,70	70,20	67,20	33,30	65,40	64,60
Caragana boisii	14,00	31,50	32,60	27,70	23,70	18,60
Spiraea losiocarpa	10,00	12,60	19,20	20,00	13,80	10,20

В таблице 7.4 представлены наши данные по дневному расходу воды на транспирацию кустарниками и лианой. Из всех изученных видов кустарников, максимальное количество воды за день транспирирует *Cotinus coggygria*. Так, 12 августа дневной расход воды на транспирацию у нее составлял 220 кг, а в другие дни немногим более 130 кг. Кроме этого кустарника, больше 100 кг в день транспирировали воду *Viburnum lantana* и *Philadelphus lewisii*. Есть дни, когда такие кустарники, как *Rhus typhina* и *Elaeagnus angustifolia*, также имели возможность испарять в течение дня с общей листовой поверхности значительную массу воды, а именно 86,60 и 68,64 кг соответственно. Средними показателями характеризуются *Syringa amurensis*, *Forsythia suspensa*, *Spiraea vanhouttei* и *Caragana boisii*. В силу своих небольших общих листовых поверхностей и слабой интенсивности транспирации, малое количество воды транспирировали *Ligustrum vulgare* и *Cornus sanquinea*, которое можно выразить цифрами 1,80 – 6,20 и 2,22 – 9,90 кг соответственно [Ахматов, 2003, 2016].

Таблица 7.4 - Дневной расход воды на транспирацию целым растением кустарника и лианы (кг), 2011 г.

Виды	Даты					
	15.05.	12.06.	29.07.	12.08.	16.09.	20.08.
Rhus typhina	-	84,60	86,60	70,90	38,32	32,43
Syringa amurensis	12,60	42,90	19,80	44,55	45,21	18,00
Elaeagnus angustifolia	40,80	68,64	36,90	16,30	28,80	8,60
Philadelphus lewisii	36,25	90,00	103,50	88,20	95,10	42,00
Forsythia suspensa	16,50	36,75	26,25	47,25	56,70	20,80
Euonymus maackii	5,27	15,58	17,60	16,28	11,44	6,20
Wisteria floribunda	-	10,00	16,25	19,25	20,00	17,00
Viburnum lantana	45,50	112,20	75,00	39,00	78,00	38,00
Cheonomeles japonica	5,51	11,37	13,44	9,24	13,16	6,17
Symphoricarpus albus	12,47	35,90	16,32	14,20	13,63	6,00
Ligustrum vulgare	1,80	5,32	5,60	4,92	6,20	2,80
Cornus sanquinea	3,80	7,95	9,90	8,25	8,16	2,22
Berberis oblonga	3,10	12,50	9,00	7,75	7,10	7,40
Cotinus coggygria	-	136,80	216,00	192,00	220,00	132,00
Spiraea vanhouttei	16,00	34,00	38,00	30,00	30,00	9,00
Caragana boisii	16,00	32,00	36,00	40,00	42,00	24,60
Spiraea losiocarpa	3,52	8,50	11,80	9,60	11,60	4,20

Нами были продолжены иссследования по дневному расходу воды на транспирацию кустарниками и лианой, в расчете на общую листовую поверхность (таблица 7.5). В целом, полученные данные подтверждают

результаты предыдущих лет. Высокими значениями испаряемой за день воды отличается *Cotinus coggygria*, у которой они лежали в пределах 133,00 – 179,20 кг. В конце июня *Viburnum lantana* и *Philadelphus lewisii* за день с суммарной площади листьев транспирировали более 100 кг воды, хотя бывали дни, когда их дневной расход воды на транспирацию снижался до 49,20 и 56,70 кг соответственно. Более 20 кг - дневной расход воды на транспирацию у таких кустарников, как *Rhus typhina*, *Syringa amurensis*, *Forsythia suspensa*, *Spiraea vanhouttei* и *Caragana boisii*. Для некоторых из них, транспирируемая в течение дня вода может достигать больших величин. К примеру, *Forsythia suspensa* – 96,20 кг, *Rhus typhina* - 63,45 кг и *Spiraea vanhouttei*– 59,00 кг. Несмотря на небольшую общую листовую поверхность, но имея высокие значения интенсивности транспирации *Euonymus maackii*, *Cheonomeles japonica* и *Symphoricarpus albus* за один день могут испарять больше 10 кг воды. У *Elaeagnus angustifolia* разброс в данных довольно значителен – от 12,00 до 50,00 кг. Наименьшим дневным расходом воды на транспирацию отличается *Ligustrum vulgare* (2,72 – 4,72 кг). Выше этих значений, но меньше 10 кг наблюдалась транспирация с общей листовой поверхности у *Cornus sanquinea* и *Cheonomeles japonica*. Лиана *Wisteria floribunda* за день транспирировала воды в пределах 15,00 – 18,50 кг [Ахматов, 2003, 2016].

Таблица 7.5 - Дневной расход воды на транспирацию целым растением кустарника и лианы (кг), 2012 г.

Виды	Даты			
	21.06.	26.07.	18.08.	12.09.
Rhus typhina	63,45	63,45	23,50	27,90
Syringa amurensis	26,55	39,00	45,00	25,98

Продолжение табл. 7.5

Elaeagnus angustifolia	14,00	12,00	50,00	12,00
Philadelphus lewisii	117,00	92,80	88,00	56,70
Forsythia suspensa	25,60	39,20	96,20	31,50
Euonymus maackii	18,00	15,50	11,85	9,58
Wisteria floribunda	16,25	18,50	15,00	16,00
Viburnum lantana	102,00	49,20	78,00	58,80
Cheonomeles japonica	9,60	7,90	9,37	8,00
Symphoricarpus albus	16,38	7,78	7,80	6,20
Ligustrum vulgare	4,40	3,44	4,72	2,72
Cornus sanquinea	6,90	5,16	8,10	3,20
Berberis oblonga	9,13	6,30	9,57	6,75
Cotinus coggygria	133,00	157,50	179,20	145,60
Spiraea vanhouttei	34,40	45,00	59,00	27,00
Caragana boisii	26,00	44,00	35,00	28,00
Spiraea losiocarpa	11,50	15,00	14,50	8,20

Полученные нами данные по дневному расходу воды на транспирацию целым древесным растением, дают возможность определять степень влияния того или иного вида на увлажнение воздуха, а следовательно на микроклимат. Кроме того, по результатам наших исследовапний можно рекомендовать деревья и кустарники, отличающиеся по количеству дневного расходования воды на транспирацию, для посадки на участках с различной водообеспеченностью. Рациональное формирование древесных насаждений с учетом их потребности в поливе дает возможность экономить поливную

воду, что в летнее время является немаловажным фактором [Ахматов, 2003, 2016].

Для сравнения наших данных с литературными источниками, приведем результаты исследований некоторых авторов. Так, по данным Крамера, Козловского [1983] одно отдельно стоящее дерево может испарять 200-400 л в день, а лиственный лес во влажных Южных Аппалачах теряет 42—55 см воды в год. Несколько сотен килограммов воды расходуют растения на каждый килограмм выработанного сухого вещества, причем около 95 % этой воды просто проходит через растение и теряется при транспирации. У Э.Либберта [1976] можно встретить данные о том, что одна береза теряет при транспирации до 400 л воды в день, а буковое насаждение возвращает в атмосферу путем транспирации около 60% выпадающих на него осадков. К.Вилли и В.Детье [1974] указывают на способность дерева средних размеров транспирировать за день более 200 л воды, 1 га кукурузы - 3500000 л воды за вегетационный период, а 1 га зрелого кленового леса – примерно вдвое больше, тогда как кактусы в Аризонской пустыне расходуют не более 2750 л воды на 1 га в течение целого года. В.Г.Нестеров [1949] установил, что за год 1 га леса испаряет в атмосферу 1-3,5 млн. кг влаги, что составляет от 20 до 70% атмосферных осадков. По данным С.И.Попова, Н.В.Яковлевой [1996] 17-летний тополь, растущий вдоль канала испаряет 73 $м^3$ воды, дуб черешчатый – 20 $м^3$, а ясень зеленый - 13 $м^3$. По расчетам М.В. Сырицы [2003] леса, составленные преимущественно из дуба монгольского, в течение вегетационного периода расходуют в среднем 200-300 мм воды, что составляет около 45% от поступивших осадков.

Величины потерь воды на транспирацию растениями лесных и кустарниковых флороценотипов Таджикистана оказались следующими: тугаи - 800900 мм, галофитон - 150-250, шибляк - (100)120-150, чернолесье - 250-500, белолесье 150-200, арчовники - (100) 150-300 мм. При этом потери воды на транспирацию определяются в основном количеством листовой

массы, интенсивностью транспирации и водными ресурсами, специфичными для каждого флороценотипа [Молотковский, 1984].

Указанные данные приведенных авторов в целом согласуются с результатами наших иследований. Так, согласно наших цифр *Betula procurva* теряет на тарнспирацию до 400 кг воды, из других видов деревьев более 150 кг, что вполне соответсвуется с данными приведенных авторов.

Конечно, дневной расход воды на транспирацию деревом или кустарником зависит климатических особенностей произрастания. Как известно транспирация зависит от различных факторов, таких как температура и влажность воздуха, освещенность и влажность почвы. Так как, Чуйская долина характеризуется засушливым климатом, в расход воды на транспирацию целым древесным растением может увеличиться в 2-3 раза, по сравнению с умеренно влажным климатом. В связи с этим, при сравнении данных различных авторов необходимо делать поправки с учетом этого. Конечно, влияние также оказывают видовые особенности древесных растений относительно площади общей листовой поверхности и строения корневой системы.

Согласно нашим расчетам, как правило, древесные растения с большой листовой поверхностью испаряют воды больше, чем с небольшой. В течение вегетации минимальное количество воды древесное растение транспирирует в мае, когда общая площадь листьев еще мала, затем походу нарастания листовой массы возрастает, с июня по август переходит на плато, так как площадь листьев в это время не меняется и с августа расход воды на транспирацию начинает понижаться. При сильном водном стрессе растения могут вынужденно сбрасывать листья, сокращая листовую поверхность, вследствии чего транспирация уменьшается. Однако, в условиях интродукцуии у древесных растений не наблюдался водный стресс, поэтому эту причину снижения транспирации можно исключить. Имеются большие различия в транспирации на единицу площади листьев и общей площади

листьев среди разных видов. В связи с этим, неодинаковая общая площадь листьев может компенсировать разницу в интенсивности транспирации на единицу листовой поверхности. К примеру, *Populus pyramidalis* и *Aesculus hippocastanum* характеризуются большой листовой поверхностью, но интенсивность транспирации у *Populus pyramidalis* больше и в конечном итоге расход воды на транспирацию деревом превышает *Aesculus hippocastanum* более чем в 3 раза. Растение *Acer saccharinum* может испарять в день более 1000 кг, на что в первую очередь влияет высокая интенсивность транспирации на единицу площади, чем общая площадь листьев. Среди кустарников наблюдается такая же тенденция. Некоторые виды деревьев и кустарников за день транспирируют почти равное количество воды. К ним можно отнести *Crataegus altaica, Cercis canadensis, Padus racemosa, Rhus typhina, Philadelphus lewisii* и *Viburnum lantana*. Такой кустарник, как Cotinus coggygria за день способен транспирировать 364,00 кг воды, что близко к показателям таких видо деревьев как *Juglans regia, Aesculus hippocastanum, Sorbus intermedia, Betula procurva, Acer pseudoplatanus* и *Quercus robur*. Таким образом, один кустарник может терять за день столько же воды, сколько и дерево с кроной больших размеров, что связано с различиями в интенсивности транспирации на единицу площади листьев.

Таким образом, из изученных видов деревьев высокими значениями дневного расхода воды на транспирацию отличается *Populus pyramidalis*, которыйза день может транспирировать до 2832,5 кг воды. В отдельные дни, более 1000 кг за день транспирирует *Acer saccharinum*. Это два примера, когда наблюдаются высокие значения транспирации и общей листовой поверхности. Средние положения по показаниям дневного расхода воды на транспирацию занимают *Acer pseudoplatanus, Acer platanoides, Quercus robur, Quercus imbricaria, Betula procurva, Sorbus intermedia, Cercis canadensis, Juglans regia, Ulmus pinnato-ramosa* и *Aesculus hippocastanum* (от

126,0 до 518,0 кг). Минимальное количество воды за день транспирируют *Padus racemosa* и *Crataegus altaica*. Среди кустарников наибольшее количество воды за день в количестве 364 кг может транспирировать *Cotinus coggygria*. Также, высокими показателями дневного расхода воды на транспирацию характеризуются *Rhus typhina, Viburnum lantana, Philadelphusle wisii, Rhust yphina, Elaeagnus angustifolia, Syringa amurensis, Forsythia suspensa, Spiraea vanhouttei* и *Caragana boisii*. Малое количество воды за день транспирируют *Ligustrum vulgare* и *Cornus sanquinea* [Ахматов, 2003, 2016].

ГЛАВА 8.
АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСТЬИЦ

Такие жизненно важные физиологические процессы растений, как транспирация, фотосинтез и дыхание осуществляются через устьица. Так как, наши исследования были посвящены особенностям водообмена древесных растений, интродуцированных древесных растений в Чуйской долине и основной расход воды приходится на транспирацию, для нас особый интерес представляли эксперименты по изучению анатомо-морфологической особенностей устьиц. Для этого нами определялись такие характеристики устьиц как: количество устьиц на 1мм^2 поверхности листа в шт., площадь устьиц, размеры устьичной щели, длина х ширина (10^{-2}мм), площадь устьичной щели (10^{-4}мм^2) и общая площадь устьиц и устьичных щелей в % от площади листа.

Изучение количественной и функциональной характеристики устьиц древесных растений проводили с 2007 по 2012 г.г. Данные по анатомо-морфологической характеристике устьиц древесных растений (табл. 8.1) показали, что между изученными видами наблюдаются значительные различия в количестве и площади устьиц, размерах и площади устьичной щели, а также общей площади их на 1мм^2 поверхности листа. Листья всех растений гипостоматического типа (устьица на нижней стороне листьев), и только у *Populus pyramidalis* амфистоматического (устьица на нижней и верхней стороне листьев). Как указывает Васильев и др. [1978] на листьях ориентированных верхней эпидермой к свету, устьица чаще всего размещены в нижней эпидерме (гипостоматические листья), однако нередко устьица в равном или почти равном числе присутствуют на обеих сторонах листа, который в таком случае называют амфистоматическим. У *Populus*

pyramidalis на верхней стороне листа насчитывается 65, а на нижней 140 устьиц на 1 мм^2 поверхности листа, т.е. на нижней количество устьиц более, чем в два раза больше. Видимо, это связано с тем, что листья *Populus pyramidalis* очень подвижны, и обе стороны могут быть как нижними, так и верхними. По данным Жолкевича и др. [1989] около 1/3 видов растений имеет амфиустьичные листья с устьицами с обеих сторон. Обычно устьиц больше на нижней (абакальной) поверхности листовой пластинки. Около 2/3 видов имеет устьица только на нижней поверхности листа (гипоустьичные листья).

Наименьшее количество устьиц расположено на верхней стороне листьев *Populus pyramidalis* (65 на 1мм^2 поверхности листа). 100 и немногим более устьиц насчитывается на листьях *Sorbus intermedia* (100), *Philadelphus lewisii* (101), *Parthenocissus quinquefolia* (104), *Betula procurva* и *Crataegus altaica* по 110, *Juglans regia* (115). Максимальное количество устьиц у *Quercusi mbricaria* (450) и *Padus racemosa* (425). Более 300 устьиц на листьях *Spiraea losiocarpa* (340) и *Phus typhina* (301). У большинства кустарников таких, как *Berberis oblonga, Cornus sanquinea, Spiraea vanhouttei, Ligustrum vulgare, Euonomus maackii, Viburnum lantana, Caragana boisii, Ligustrina amurensis, Simphoricarpos albus, Populus pyramidalis* (нижняя сторона листа), *Acer pseudoplatanus, Carpinus betulus, Ulmus pinnato-ramosa*на 1мм^2 площади листовой пластинки приходится от 120 до 190 устьиц. На листьях *Forsythia suspensa, Chaenomeles japonica, Cotinus coggygria, Elaeagnus angustifolia, Wisteria floribunda, Quercus robur, Acer platanoides, Acer saccharinum, Aesculus hippocastanum* и *Cercis canadensis* расположено устьиц соответственно 213, 252, 232, 288, 273, 265, 260, 245, 235 и 225 на 1мм^2. Максимальной площадью устьиц отличаются *Philadelphus lewisii, Euonomus maackii,* а минимальной *Caragana boisii, Acer platanoides* и *Acer saccharinum*.У остальных изученных видов древесных растений разброс количества устьиц довольно велик – от 3,1 до 8,8 х 10^{-4}мм^2.

Между количеством и площадью устьиц четкой закономерности не наблюдается, хотя для некоторых кустарников можно отметить следующее: чем меньше устьиц, тем больше их площадь *(Euonomus maackii, Philadelphus lewisii),* или чем больше устьиц, тем меньше их площадь *(Spiraea losiocarpa, Phus typhina)* [Ahmatov, Oskonbaeva, 2001; Ахматов, 2014].

Если считать, что устьичная транспирация зависит не только от количества устьиц, но и от размеров устьичной щели, то следует отметить, что наибольшими ее величинами характеризуются кустарники *Ligustrum vulgare, Philadelphus lewisii, Chaenomeles japonica, Viburnum lantana и Ligustrina amurensis*. У этих же кустарников и длины устьичных щелей одни из самых больших (от 2,1 до 2,8 х 10^{-2}мм). Встречаются растения с узкой, но длинной устьичной щелью (*Parthenocissus quinqufolia, Simphoricarpos albus, Forsythia suspensa, Sorbus intermedia*). Низкие значения длины и ширины можно отметить у *Acer saccharinum, Acer platanoides, Acer pseudoplatanus, Cornus sanquinea, Spiraea vanhouttei, Spiraea losiocarpa, Cotinus coggygria, Caragana boisii, Aesculus hippocastanum* и *Cercis canadensis*.

Вместе с длиной и шириной полностью открытой устьичной щели, изучалась ее площадь. Эти данные показали, что большую площадь устьичной щели имеют те растения, у которых она шире. Это такие виды древесных растений как *Ligustrum vulgare, Philadelphus lewisii, Chaenomeles japonica, Viburnum lantana и Ligustrina amurensis*. Небольшой площадью устьичных щелей отличаются листья *Acer saccharinum, Acer platanoides, Acer pseudoplatanus, Cornus sanquinea, Spiraea vanhouttei, Spiraea losiocarpa, Cotinus coggygria, Caragana boisii, Aesculus hippocastanum* и *Cercis canadensis*.

Общая площадь устьиц на поверхности листа наибольшая у *Quercus imbricaria* (22,0%), *Chaenomeles japonica* (20,6%), *Padus racemosa* (19,5%), *Euonomus maackii* (17,7%) и *Wisteria floribunda* (16,1%), наименьшая у

Caragana boisii (3,1%), *Populus pyramidalis* (верхняя сторона листа) (3,6%), *Parthenocissus quinquefolia* (6,0%), *Spiraea vanhouttei* (6,1%). У остальных изученных видов разброс составляет 7-13,8%.

Одним из важных показателей является общая площадь полностью открытых устьичных щелей, в процентах от общей площади листа, т.е. потенциальная порозность устьиц. Максимальные значения общей площади устьичных щелей характерны для *Quercus imbricaria* (9,0%), *Chaenomeles japonica* (8,4%), а минимальные для *Caragana boisii* (0,7%), *Populus pyramidalis* (верхняя сторона листа) и *Acer platanoides* по 0,8%.

Максимальная транспирация возможна только при раскрытых устьицах, а при герметически закрытых устьичная транспирация падает до нуля. В пределах этих границ устьичная транспирация зависит от количества устьиц, и особенно от ширины устьичных щелей, которая в свою очередь определяется светом и насыщенностью листьев водой. Узкие щели оказывают на транспирацию большее влияние, широкие, напротив, меньшее [Лир, Польстер, Фидлер, 1974]. В полученных нами данных такой зависимости не наблюдается.

По мнению Горлачевой [2010] изучение анатомо-морфологического строения листа позволяет углубить экологическую характеристику растительного организма и выявить степень приспособленности его к данным условиям обитания. Лист является очень пластичным органом растения и в зависимости от изменчивости экологических и климатических условий могут происходить изменения в морфологическом и анатомическом строении листа. Поэтому, не случайно изучение флуктуирующей асимметрии листьев на сегодняшний день является универсальным методом определения состояния окружающей среды. Если происходят морфологические изменения, то происходят и анатомические. Но, так как объекты наших исследований произрастают в одинаковых эколого-климатических условиях характер приспособленности того или иного вида в

зависимости от анатомо-морфологических особенностей устьиц довольно сложно.

Изучение анатомо-морфологических показателей засухоустойчивости может иметь важное диагностическое значение и помочь выяснить механизмы адаптации растений к засухе. Для этого необходимо провести сравнение особенностей анатомо-морфологических характеристик устьиц и водообмена древесных растений и отобрать наиболее засухоустойчивые виды. Однако это возможно, только при разных условиях водообеспечения. Но та как, эти условия для древесных растений в условиях Ботанического сада им.Э.Гареева НАН КР одинаковы такое сравнение провести не представляется возможным. В связи с этим, данные по анатомо-морфологическому строению устьиц затруднительно использовать в качестве показателя засухоустойчивости древесных растений. Эти данные можно сравнивать с интнесивностью транспирации.

Физиологические функции растений, в том числе водообмен растений довольно сильно связан с морфологическими и анатомическими особенностями клеток, тканей и органов. При адаптации древесных растений к засухе имеет место структурные изменения тканей, к примеру, начинает развиваться ксероморфная структура. Можно предположить, что вместе с мелкоклеточностью происходят изменения в анатомо-морфологическом строении устьиц.

Физиологические функции растений, в том числе водообмен растений довольно сильно связан с морфологическими и анатомическими особенностями клеток, тканей и органов. При адаптации древесных растений к засухе имеет место структурные изменения тканей, к примеру, начинает развиваться ксероморфная структура. Можно предположить, что вместе с мелкоклеточностью происходят изменения в анатомо-морфологическом строении устьиц. Так, по данным Т.А.Резановой, В.Н.Сорокопудова, Н.В.Назаровой [2011] с увеличением ксероморфности строения листовой

пластинки отмечается уменьшение размеров устьиц. В проведенных ими экспериментах не найдено прямой зависимости между размерами устьиц и параметрами засухоустойчивости. Наименьшая площадь устьиц отмечена у орехов грецкого, черного, Зибольда и маньчжурского. Наибольшая степень открытости устьиц отмечена у ореха маньчжурского и Зибольда, что сопоставимо с высокой интенсивностью транспирации и влагопотерей при шестичасовом увядании. В проведенных нами исследованиях также не обнаруженной положительной корреляции между анатомо-морфологическими особенностями строения устьиц и засухоустойчивостью. Уровень интенсивности транспирации не связан с площадью устьичной щели и общей площадью устьичных щелей. Скорее всего, интенсивность транспирации зависит от степени открытости и закрытости устьиц.

Как считает К.Д.Стоев [1981] устьичный аппарат очень чутко реагирует на изменение внешних факторов, в первую очередь, условий освещения и водоснабжения растений и значение устьиц определяется тем, что они являются основным средством сообщения между наружным воздухом и внутренней атмосферой листьев. Однако, объекты наших исследований древесные растения произрастают в одинаковых условиях внешней среды, так как освещение и водоснабжение равно для всех видов растений и в таких условиях по нашему мнению устьичный аппарат не подвергается значительным изменениям. По нашему мнению основным фактором, который изменяется и может влиять на устьичный аппарат является температура воздуха.

Сравним полученные нами данные относительно количества устьиц на 1 мм^2 листа с результатами других авторов. Так, Ю.В.Бондарь, С.В.Зеркаль [2013] исследована эпидерма листа двух видов рода *Rhododendron* L. первого и второго года жизни, выявлены диагностические признаки, а также сходства и различия морфометрических показателей. Устьица располагаются с нижней стороны листа у обоих видов, неравномерно, хаотично. У листьев

2-го года вегетации устьица крупнее и их количество на 1 мм^2 поверхности листа варьирует в широких пределах: у *Rhododendron fortunei* – 45-50 шт., а у *Rhododendron brachycarpum* – 65-70 шт. из наших объектов исследования только у Populus pyramidalis на верхней стороне листа насчитывается 65 устьиц, у остальных же видов больше, у некоторых значительно выше.

Из результатов исследований других авторов. Количество устьиц на одной стороне листа доходит до 100-1000 на 1мм^2 поверхности, а общая поверхность открытых устьиц, несмотря на их большое количество, составляет едва 1-3% поверхности листа (Лир, Польстер, Фидлер,1974). По данным В.В.Полевого [1989] в среднем количество устьиц колеблется от 50 до 500 на 1 мм^2, а площадь устьичных отверстий по отношению к площади всего листа 0,5-2,0%. Исследования Н.С. Киселевой [2009] морфо - анатомических признаков и физиологических параметров листьев различных генотипов груши показали, что размеры устьиц мельче у растений недостаточного водоснабжения, чем у растений оптимального увлажнения. При этом большее их число на единицу поверхности листа объясняется укорочением фазы растяжения клеток эпидермиса при дефиците влаги. Признаки количества и величины устьиц не являются постоянными, а изменяются в зависимости от условий вегетации. Количество устьиц у исследуемых сортов груши на нижнем эпидермисе колеблется от 200 до 520 на 1 мм^2. Большое количество устьиц в поле зрения микроскопа говорит о более ксероморфной структуре листьев.

Результаты наших исследований количества устьиц на 1мм^2 поверхности листа в целом соответствуют данным вышеприведенных данных, так как количество устьиц варьирует от 65 до 450 у *Populus pyramidalis* и *Quercus imbricaria* соответственно. Что касается площади устьичных щелей по отношению к площади листа, то они колеблются от 0,7 до 9,0 % у *Caragana boisii* и *Quercus imbricaria* соответственно. Эти цифры значительно различаются с данными В.В.Полевого [1989], хотя они

приведены в учебнике по физиологии растений и возможно основаны на исследованиях многих авторов. Следует особо подчеркнуть, что у *Quercus imbricaria* и количество устьиц и площадь устьичных щелей по отношению к площади листа наибольшие, однако интенсивность транспирации одна из низких. Это еще раз подтверждает высказанное выше наше предположение о том, что на интенсивность транспирации в первую очередь влияет степень открытости и закрытости устьиц.

Нашим данным относительно связи интенсивности транспирации и числом устьиц на единицу поверхности листа более близки результаты М.Д.Кушниренко [1975] о том, что растения, обладающие высокой интенсивностью транспирации, обладают тем не менее меньшим числом устьиц на единицу поверхности (груша), чем растения, слабо и умеренно транспирирующие (персик, яблоня). Возможно, высокая интенсивность транспирации груши обусловлена широко открытой устьичной щелью, а также более высокой кутикулярной транспирацией. Среди объектов наших исследований встречаются виды у которых на самом деле высокая интенсивность транспирации и малое количество устьиц, к примеру, *Populus pyramidalis, Acer pseudoplatanus, Sorbus intermedia, Crataegus altaica, Philadelphus lewisii, Caragana boisii, Symphoricarpos albus и Euonomus maackii.* В тоже время, у некоторых видов, таких как *Berberis oblonga, Cornus sanquinea, Viburnum lantana, Parthenocissus quinquefolia и Betula procurva* с низкой интенсивностью транспирации отмечено меньшее количество устьиц Отдельно можно выделить виды древесных растений с высокой интенсивностью транспирации и большим числом устьиц, к которым относятся *Spiraea losiocarpa, Chaenomeles japonica, Cotinus coggygria, Elaeagnus angustifolia и Acer saccharinum.* Еще несколько видов, таких как *Rhus typhina Wisteria floribunda, Quercus robur, Quercus imbricaria, Acer platanoides, Aesculus hippocastanum, Cercis canadensis и Padus racemosa* характеризуются большим количеством устьиц и низкой транспирации.

Приведенные результаты наших исследований еще раз свидетельствуют о том, что четкой зависимости между уровнем интенсивности транспирации и количеством устьиц на 1мм^2 поверхности листа не наблюдается. На интенсивность транспирации в большей степени влияет открытость устьиц.

Проанализируем связь между другими показателями водообмена древесных растений и количеством устьиц в наших исследованиях. В этих же исследованиях М.Д.Кушниренко [1975] показано, что растения, обладающие слабой водоудерживающей силой тканей, имеют меньшее число устьиц на единицу поверхности листа. Высокая водоудерживающая способность – у *Juglans regia, Aesculus hippocastanum, Quercus imbricaria, Cercis canadensis, Sorbus intermedia, Carpinus betulus, Parthenocissus quinquefolia, Forsythia suspensa, Cotinus coggygria, Euonymus maackii, Ligustrum vulgare, Rhus typhina и Syringa amurensis.* Слабоводоудерживающие - *Populus pyramidalis, Crataegus altaica, Caragana boisii, Symphoricarpus albus, Philadelphus lewisii, Wisteria floribunda, Cheonomeles japonica и Spiraea losiocarpa.* Остальные изученные виды можно отнести к средневодоудерживающим. Видно, что определенной зависимости между водоудерживающей способностью и количеством устьиц не наблюдается, так как древесные растения с высокой и низкой водоудерживающей способностью имеют как большое, так и малое количество устьиц на 1мм^2 поверхности листа. Так как, два показателя водообмена водоудерживающая способность и устойчивость листьев к обезвоживанию тесно связаны между собой, то и между устойчивостью листьев к обезвоживанию и числом устьиц не имеется корреляции.

Учитывая важность устьиц для протекания основных физиологических процессов в растениях, рассмотрим наличие связей между засухоустойчивостью и количеством устьиц на единицу площади листа. К примеру, исследованиями С.С. Волощенко и др. [2009] установлены анатомические и физиологические особенности ксерофитов, как более

засухоустойчивых жизненных форм, что для ксерофитов характерны мелкоклетность тканей, увеличенное число устьиц на единице поверхности листа с уменьшением их размеров. Как засухоустойчивые виды мы рекомендуем для озеленения кустарники - *Euonymus maackii, Ligustrum vulgare, Cotinus coggygria, Suringa amurensis, Elaeagnus angustifolia, Rhus tuphina, Caragana boisii, Forsythia suspensa* и деревья - *Ulmus pinnato-ramosa, Juglans regia, Quergus robur, Quercus imbricaria и Aesculus hippocastanum.* Сравнение свидетельствует о том, что между засухоустойчивостью и количеством устьиц прямой корреляции не отмечено, так как среди засухоустойчивых встречаются виды древесных растений с разным числом устьиц.

Таким образом, проведенный нами анализ количественных характеристик устьиц показал, что у изученных видов древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине количество устьиц на 1 мм^{2}поверхности листа - от 65 до 450. Листья всех растений гипостоматического типа (устьица на нижней стороне листьев), и только у *Populus pyramidalis* амфистоматического (устьица на нижней и верхней стороне листьев). Большую площадь устьичной щели имеют те растения, у которых она шире. Четкой закономерности между количеством и площадью устьиц не наблюдается. Общая площадь устьичных щелей, покрывающих поверхность листа, зависит как от количества устьиц, так и от площади устьчной щели. Показатели количественной характеристики устьиц, присущие для того или иного вида древесных растений не могут служить критерием уровня транспирации. Виды, как с большим, так и малым количеством и площадью устьиц, размерами и площадью устьичных щелей могут иметь как высокие, так низкие значения интенсивности транспирации. Следует отметить, что наибольшее количество воды транспирируют листья *Populus pyramidalis*, которые характеризуются амфистоматическим типом. Видимо, основным, определяющим уровень транспирации, является

функциональное состояние устьиц, степень их отверстности [Ahmatov, Oskonbaeva, 2001; Ахматов, 2014]. Поэтому ряд исследователей исследуя водный режим растений изучали регуляторную деятельность устьиц [Матвеев, 1953; Ахматов, 1976; Смирнов, 1977].

Проведенные нами исследования особенностей водообмена древеснх растений, интродуцированных в Чуйской долине дают возможность сделать общий вывод о том, что в качестве показателей для диагностики устойчивости и приспособленности интродуцированных древесных растений к засухе необходимо иметь данные по водоудерживающей способности и пороговому уровню обезвоживания листьев, а также структуре подземных водообеспечивающих органов. Важными, для определения устойчивости древесных растений к засушливым условиям, также являются данные амплитуды колебаний между максимальными и минимальными значениями оводненности корней. Засухоустойчивые виды древесных растений характеризуются высокой и стабильной водоудерживающей способностью и устойчивостью листьев к обезвоживанию.

Для интродуцированных древесных растений, произрастающих в условиях достаточного водообеспечения, засухоустойчивость - это способность растений переносить обезвоживание, что достигается за счет высоких показателей водоудерживающей способности и устойчивости листьев к обезвоживанию.

В краткой характеристике объектов исследования нами дана информация о годах, в которые тот или иной вид древесных растений был интродуцирован в Ботанический сад им.Э.Гареева НАН КР, согласно которой можно судить о возрасте растений. Кроме этого, приводятся данные о сроках появления листьев, листопада, цветения, высоте растений. И хотя в наших исследованиях мы не приводим данным о связи возраста, морфометрических показателей, фаз развития и других видовых особенностей на водообмен древесных растений, на анш взгляд они также

влияют на ход различных показателей водообмена наряду с природно-климатическими условиями.

Таблица 8.1 - Анатомо-морфологическая характеристика устьиц (средние за 2007 – 2011 г.г.)

ВИДЫ	Кол-во устьиц на 1мм^2 поверхности листа, шт	Площадь устьицы (10^{-4}мм^2)	Размеры устьичной щели, длинахширина (10^{-2}мм)	Площадь устьичной щели (10^{-4}мм^2)	Общая площадь, % от площади листа	
					устьиц	Устьичных щелей
Berberis oblonga	129	8,6	2,1x1,2	2,1	11,1	2,7
Cornus sanquinea	137	5,1	1,8x0,6	1,0	7,0	1,4
Spiraea vanhouttei	190	3,2	1,9x1,0	1,6	6,1	3,0
Ligustrum vulgare	179	6,9	2,8x1,6	3,7	12,3	6,6
Forsythia suspenza	213	5,3	2,7x1,2	2,8	11,3	6,0
Spiraea losiocarpa	340	3,5	1,6x0,5	0,7	11,9	2,4
Euonomus maackii	175	10,1	2,2x1,2	2,3	17,7	4,0
Philadelphus lewisii	101	11,7	2,5x1,8	3,9	11,8	4,0

Продолжение табл. 8.1

Chaenomeles japonica	254	8,1	2,5x1,5	3,3	20,6	8,4
Cotinus coggygria	232	3,4	1,3x0,6	0,7	7,9	1,6
Rhus typhina	301	4,5	1,9x0,9	1,6	13,5	4,8
Elaeagnus angustifolia	288	4,3	1,8x0,8	1,3	12,4	3,7
Viburnum lantana	138	7,0	2,3x1,9	3,5	9,7	4,8
Parthenocissus quinquefolia	104	5,8	2,8x0,9	2,4	6,0	2,5
Caragana boisii	120	2,6	1,2x0,6	0,6	3,1	0,7
Ligustrina amurensis	160	4,5	2,1x1,4	2,4	7,2	3,8
Wisteria floribunda	273	5,9	1,8x1,0	1,6	16,1	4,4
Symphoricarpos albus	146	6,0	2,5x1,2	2,6	8,8	3,8
Crataegus altaica	110	8,4	3,1 x 1,3	2,8	9,2	3,1
Populus pyramidalis (верхняя сторона листа)	65	5,6	1,9 x 0,8	1,2	3,6	0,8

Продолжение табл. 8.1

Populus pyramidalis (нижняя сторона листа)	140	5,6	1,9 x 0,8	1,2	7,8	1,6
Quercus robur	265	4,9	1,9 x 0,8	1,3	13,0	3,4
Juglans regia	115	7,6	2,7 x 1,4	2,9	8,7	3,3
Quercus imbricaria	450	7,9	2,6 x 1,2	2,5	22,0	9,0
Acer pseudoplatanus	122	4,3	1,6 x 0,6	0,8	5,2	1,0
Acer platanoides	260	2,3	0,8 x 0,5	0,3	6,0	0,8
Acer saccharinum	245	1,8	0,9 x 1,0	0,7	4,4	1,7
Carpinus betulus	185	7,5	2,2 x 1,0	1,9	13,8	3,5
Ulmus pinnato-ramosa	175	6,1	2,2 x 1,5	2,7	10,7	4,7
Sorbus intermedia	100	8,5	3,1 x 0,9	2,4	8,5	2,4
Aesculus hippocastanum	235	3,6	1,8 x 0,6	0,9	8,5	2,1

Продолжение табл.8.1

Cercis canadensis	225	3.1	1,7 x 0.6	0,8	6,9	1,8
Padus racemosa	425	4,6	1,8 x 0,9	1,2	19,5	5,1
Betula procurva	110	8,8	2,9 x 1,2	2,7	9,7	3,0

ВЫВОДЫ:

1. Анализ водообмена древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине позволил выявить общие тенденции и различия адаптации к аридным условиям. Каждому виду древесных растений присущи только для них изменчивость показателей водообмена в течение дня и вегетации. При этом, амплитуды колебаний могут быть как незначительными, так и в больших пределах. В течение вегетации содержание воды в листьях, водоудерживающая способность и устойчивость листьев к обезвоживанию снижаются, что связано со старением листьев. Оводненность корней в течение вегетации может как увеличиваться, так и уменьшаться. Из 33 изученных древесных растений разных жизненных форм имеются виды с лабильным и стабильным водообменом.

2. Для всех изученных видов деревьев и лиан отмечено снижение интенсивности транспирации, что является характерной физиологической реакцией их в ясные дни. У видов со смещением ее пика на утренние часы в течение дня – показатель напряженности водообмена и недостатка воды в почве в эти дни. Стабильный и одновершинный дневной ход транспирации с максимумом в полуденные часы, а также снижение ее с последующим вечерним повышением – показатель более благоприятного водообмена этих видов древесных растений. Двухвершинные кривые интенсивности транспирации, свидетельствуют о наступлении полуденного водного дефицита. В сезонной динамике древесные растения интенсивно транспирируют в наиболее жаркие летние месяцы, к концу вегетации транспирация снижается. Относительно среднедневной интенсивности транспирации древесные растения имеют высокие, средние и низкие значения.

3. Проведенные расчеты дневного расхода воды на транспирацию древесными растениями дают возможность рекомендовать их для посадки в местах с различной водообеспеченностью почвы и определения степени их влияния на микроклимат. Высокими значениями дневного расхода воды на

транспирацию целым растением отличается *Populus pyramidalis*, который за день может транспирировать до 2832,5 кг воды. Более 1000 кг за день может испарять *Acer saccharinum*. Малое количество воды за день транспирируют деревья *Padus racemosa* и *Crataegus altaica*. Среди кустарников наибольшее количество воды за день в количестве 364 кг способна транспирировать *Cotinus coggygria*. Один кустарник может терять за день столько же воды, сколько и дерево с кроной больших размеров, что связано с различиями в интенсивности транспирации на единицу площади листьев.

4. Установлено, что листья всех растений гипостоматического типа (устьица на нижней стороне листьев), и только у *Populus pyramidalis* амфистоматического (устьица на нижней и верхней стороне листев). Количество устьиц на 1 мм ^{2} поверхности листа варьирует от 65 до 450. Общая площадь устьичных щелей, покрывающих поверхность листа, зависит как от количества устьиц, так и от площади устьичной щели. Наибольшее количество воды транспирируют листья *Populus pyramidalis*, которые характеризуются амфистоматическим типом. Виды, как с большим, так и малым количеством и площадью устьиц, размерами и площадью устьичных щелей могут иметь как высокие, так низкие значения интенсивности транспирации. Основным, определяющим уровень транспирации, является функциональное состояние устьиц, степень их отверстности.

5. Выявлено, что водообмен исследованных древесных растений адаптирован к произрастанию в условиях культуры с достаточной водообеспеченностью. Однако, в городских условиях древесные растения испытывают значительный водный дефицит. В таких неблагоприятных условиях водообеспеченности могут расти только засухоустойчивые виды. Для определения устойчивости к засухе в качестве показателей для диагностики устойчивости и приспособленности интродуцированных древесных растений к засухе необходимо иметь данные по водоудерживающей способности и

пороговому уровню обезвоживания листьев, а также структуре подземных водообеспечивающих органов. Засухоустойчивые виды древесных растений характеризуются высокой и стабильной водоудерживающей способностью и устойчивостью листьев к обезвоживанию.

6. Результаты исследований особенностей водообмена интродуцированных древесных растений имеют большое практическое значение для озеленительных работ в аридных уловиях Чуйской долины. Полученные данные были использованы при подготовке практических рекомендаций ассортимента древесных растений для озеленения населенных пунктов Чуйской долины с учетом засухоустойчивости. Из исследуемых объектов 18 видов древесных растений засухоустойчивые и 15 требовательны к влаге.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

На 1 января 2005 года в Бишкеке имелось 11 парков, 47 скверов, 8 садов, 2 бульвара, 17 лесопарков и рощ, более 160 улиц, площадь (4468 га) всех озелененных городских территорий составляла 28% от общей городской территории (что значительно меньше нормы в 50%, обеспечивающей здоровую городскую среду для проживания), произрастало 90 видов деревьев, 32 вида кустарника и 68 разновидностей цветов. На начало 1997 года на одного жителя Бишкека приходилось 17,6 кв. метров зеленых насаждений территорий общего пользования. На 1 января 2005 года на одного жителя Бишкека приходилось 11 кв. метров зеленых насаждений территорий общего пользования. По экспертной оценке Государственного проектного института градостроительства и архитектуры при Государственном агентстве архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства при Правительстве КР, анализ инвентаризации МП «Зеленстрой» за 2011 – 2016 годы обеспеченность зелеными насаждениями общего пользования на 1 января 2016 года составила 3,5 кв. метра на человека [Видение сохранения и развития зеленых насаждений города Бишкек на 2017 – 2025 годы (по итогам работы круглого стола "Восстановим Зеленый Бишкек", 18 мая 2017 года)].

До 30-х годов XX столетия растения были обеспечены влагой в полном объеме, нормально росли и развивались. В последующие годы при таком же дефиците воды в несколько раз увеличилось население города и его площадь. Город получает 20-30% требуемого количества воды. Суховершинят и выпадают из насаждений влаголюбивые породы – тополь, ива. На смену им приходят акация белая, гледичия, дуб, карагач.

В настоящее время состояние городских насаждений еще более плачевно и, в первую очередь из-за несвоевременных поливов, или их отсутствия вообще. Как правило, первый полив начинается в конце июня - начале июля, и сигналом к его началу чаще всего служит преждевременный листопад. В городе

совершенно отсутствуют осенние влагонакопительные поливы. В добавок к этому, следует сказать о неудовлетворительном состоянии поливной и дренажной системы.

К сожалению, за последнее 20-летие было вырублено насаждений больше, чем вновь посажено, а в городских условиях на незатененных участках температура почвы на 10-12 ^{0} выше, чем в тени. Если учесть, что сейчас город застраивается высотными домами, и площадей для закладки ширококронных растений практически не остается, то жителям столицы придется ходить по улицам с температурным режимом пустынных городов.

Ассортимент древесных видов растений, применяемых в озеленении населенных пунктов Кыргызстана, на протяжении длительного времени не подвергался ревизии и не пересматривался с учетом меняющейся экологической ситуации. Необходимо расширить ассортимент посадочного материала для выращивания устойчивых и высоко декоративных насаждений для озеленения городских и сельских территорий республики.

Задача данных рекомендаций предложить ассортимент более устойчивых декоративных растений для зеленого строительства городов и сел Чуйской долины в зависимости от влагообеспеченности.

При сравнении устойчивости различных жизненных форм древесных растений к неблагоприятным условиям засухи оказалось, что многие кустарники лучше приспособлены к произрастанию в местах с высокой температурой и недостаткам влаги, чем деревья. Как засухоустойчивые, способные к жизнедеятельности в условиях недостатка воды древесные растения мы рекомендуем для озеленения населенных пунктов Чуйской долины кустарники - *Euonymus maackii, Ligustrum vulgare, Cotinus coggygria, Syringa amurensis, Elaeagnus angustifolia, Rhus typhina, Berberis oblonga, Caragana boisii, Forsythia suspens,* деревья – *Ulmus pinnato-ramosa, Quercus robur, Quercus imbricaria, Aesculus hippocastanum*, а также лиану *Parthenocissus quinquefolia*. В то же время, некоторые древесные растения хотя и недостаточно

засухоустойчивы, но имеют другие положительные свойства. К примеру, широкое распространение получили тополя, характеризующиеся климато-регулирующими и пылеулавливающими свойствами, быстрым ростом и несложным размножением. Это прилежный городской санитар, чемпион среди деревьев по очистке воздуха от углекислого газа, пыли и сажи. Один тополь по очистке воздуха может заменить 3 липы или 4 сосны. Он хорошо освежает и увлажняет воздух. Тополиная листва активно выделяет фитонциды, озонирует воздух ароматным эфирным маслом.

Конечно, нельзя не упомянуть и другие древесные породы известные своими декоративными свойствами. Это *Cercis canadensis, Acer saccharinum, Acer pseudoplatanus, Padus racemosa, Betula procurva, Symphoricarpus albus, Philadelphus lewisii, Cheonomeles japonica, Spiraea losiocarpa и Spiraea vanhouttei.* Однако, их необходимо высаживать в местах с достаточной водообеспеченностью. Большое значение в наших жарких и засушливых условиях имеет вертикальное озеленение, т.е. применение вьющихся растений для озеленения стен, балконов, оконных проемов и других элементов здания. Вьющиеся растения в летние периоды устраняют перегрев зданий, а зимой уменьшают охлаждение стен. Наши исследования показали, что *Parthenocissus guinguefolia* с успехом может использоваться в вертикальном озеленении, как культура, отличающаяся высокой засухоустойчивостью [Ахматов, 2003; Ахматов, Ветошкин, 2018].

Использование полевых транспирометров является достаточно эффективным и простым методом научно обоснованного отбора древесно-кустарниковых растений при помощи снятия дневной динамики интенсивности транспирации и определения сроков полива их по транспирационному показателю.

Какие деревья не следует высаживать можно судить по виду дендрофлоры г.Бишкек сегодня. Это в первую очередь тополь, прежде всего «женские» деревья. Тополя ценны тем, что являются наиболее быстрорастущими

деревьями в условиях умеренного климата, вырастают высокими, имеют много листьев и вносят свой вклад как «зеленые легкие». Но древесина их недостаточно прочна и самый большой недостаток — это «пух», который надоедает жителям. Кроме этого, они незасухоустойчивы. Для такого города, как Бишкек, уместными будут устойчивые декоративно-цветущие деревья с широколиственной кроной. Во-вторых, *Quercus robur,* так как он заражен дубовым минирующим пилильщиком, а в Бишкеке их насчитывается от 50 до 70 тысяч дубов.

Важным условием реализации мероприятий по озеленению населенных пунктов Кыргызстана, является развитие фундаментальных и прикладных эколого-физиологических исследований устойчивости древесных растений к неблагоприятным условиям внешней среды.

В таблице 9 представлен ассортимент древесных растений с учетом засухоустойчивости. Из исследуемых объектов 18 видов древесных растений засухоустойчивые и 15 требовательны к влаге. Представленные данные в дальнейшем могут быть использованы для рекомендаций древесных растений в озеленении г. Бишкек и других населенных пуктов Чуйской долины.

Таблица 9 - Виды древесных растений, рекомендуемые, для озеленения населенных пунктов Чуйской долины с учетом засухоустойчивости

№№	Виды	Засухоустойчивость
1	*Rhus tuphina- Сумах оленерогий, уксусное дерево*	Засухоустойчивый
2	*Cotinus coggygria- Скумпия кожевенная*	Засухоустойчивый
3	*Berberis oblonga- Барбарис продолговатый*	Засухоустойчивый
4	*Caragana boisii -Карагана Буа*	Засухоустойчивый
5	*Forsythia suspense - Форзиция свисающая*	Засухоустойчивый
6	*Elaeagnus angustifolia- Лох узколистный*	Засухоустойчивый

Продолжение табл. 9

7	*Ulmus pinnato-ramosa- Вяз перистоволосистый*	Засухоустойчивый
8	*Quercus robur - Дуб черешчатый, обыкновенный*	Засухоустойчивый
9	*Quercus imbricaria -Дуб черепитчатый*	Засухоустойчивый
10	*Euonymus maacki - Бересклет Маака*	Засухоустойчивый
11	*Ligustrum vulgare- Бирючина обыкновенная*	Засухоустойчивый
12	*Syringa amurensis - Сирень амурская*	Засухоустойчивый
13	*Juglans regia - Орех грецкий*	Засухоустойчивый
14	*Parthenocissus guinguefolia- Девичий виноград пятилисточковый*	Засухоустойчивый
15	*Carpinus betulus - Граб обыкновенный*	Засухоустойчивый
16	*Cornus sanguinea- Свидина кроваво-красная*	Засухоустойчивый
17	*Viburnum lantana- Калина гордовина*	Засухоустойчивый
18	*Aesculus hippocastanum - Конский каштан обыкновенный*	Засухоустойчивый
19	*Populus pyramidalis - Тополь пирамидальный или черный ф. итальянский*	Требователен к влаге
20	*Crataegus altaica- боярышник алтайский*	Требователен к влаге
21	*Symphoricarpus albus- Снежноягодник белый*	Требователен к влаге
22	*Philadelphus lewisii- Чубушник Льюиса*	Требователен к влаге

Продолжение табл. 9

23	*Chaeonomeles japonica - Айва японская*	Требователен к влаге
24	*Spiraea losiocarpa- Спирея волосистоплодная*	Требователен к влаге
25	*Cercis canadensis-Церцис кандский*	Требователен к влаге
26	*Acer saccharinum- Клен сахаристый*	Требователен к влаге
27	*Acer pseudoplatanus- Клен ложноплатановый*	Требователен к влаге
28	*Padus racemosa- Черемуха обыкновенная*	Требователен к влаге
29	*Betula procurva - Береза кривая или изогнутая*	Требователен к влаге
30	*Spiraea vanhouttei- Спирея Вангутта*	Требователен к влаге
31	*Acer platanoides- клен остролистный, платановидный*	Требователен к влаге
32	*Wisteria floribunda - Глициния обильноцветущая*	Требователен к влаге
33	*Sorbus intermedia - Рябина промежуточная*	Требователен к влаге

Нами продолжаются исследования по интродукции новых видов и форм декоративных древесных растений, для дальнейшего изучения особенностей их водообмена в условиях Чуйской долины [Ахматов и др., 2013].

При проведении озеленительных и лесовосстановительных работ необходимо использовать подготовленные нами рекомендации, базирующиеся на научно-обоснованном отборе древесных растений, учитывающих

устойчивость к засухе. Древесные растения необходимо высаживать строго с учетом требовательности к влаге. В этом случае, древесные насаждения будут адаптированными и долговечными к местным природно-климатическим условиям Чуйской долины, что имеет важное декоративное, экологическое и экономическое значение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абджунушева, Т.Б. Жароустойчивость кизильников [Текст] / Т.Б. Абджунушева // Интродукция и акклиматизация растений в Кыргызстане. – Бишкек, 1999. – С. 12-15.

2. Агаханянц, О.Е. Аридные горы СССР [Текст] / О.Е. Агаханянц. – М.: Мысль, 1981. – 268 с.

3. Аксенов, С.И. Роль воды в процессах функционирования биологических структур в их регулировании [Текст] / С.И. Аксенов // Биофизика. – 1985. – Т. 30, № 2. – С. 220-223.

4. Александрова, М. С. Спиреи [Текст] / М.С. Александрова. – М.: Кладезь-букс, 2010. – 32 с.

5. Алексеев, А.М. Водный режим растений и влияние засухи [Текст] / А.М. Алексеев. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1948. – 355 с.

6. Алексеев, А.М. Влияние минерального питания на водный режим растений [Текст] / А.М. Алексеев, Н.А. Гусев. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 224 с.

7. Алексеев, А.М. Водный режим клеток в связи с обменом веществ и структурированностью цитоплазмы [Текст] / А.М. Алексеев. – М.: Наука, 1969. – 36 с. – (28-е Тимирязев. чтения).

8. Алексеенко, Л.Н. Водный режим луговых растений в связи с условиями среды [Текст] / Л.Н. Алексеенко. – Л.: ЛГУ, 1976. – 199 с.

9. Алиев, М.М. Особенности водного режима граната [Текст] / М.М. Алиев // Аграрная наука. – 2012. – № 2. – С. 20-23.

10. Альтергот, В.Ф. Действие повышенной температуры на растение в эксперименте и природе [Текст] / В.Ф. Альтергот. – М.: Наука, 1981. – 57 с. – (40-е Тимирязев. чтения).

11. Амантурова, Дж. Оводненность и водоудерживающая способность листьев ясеня [Текст] / Дж. Амантурова // Интродукция и акклиматизация древесных, кустарниковых и плодовых растений. – Фрунзе, 1985. – С. 5-9.

12. Амосова И.Б. Морфо-физиологические и экологические особенности березы повислой в таежной зоне // [Текст]: автореф. дис. … канд. с.-х. наук / И.Б.Амосова. – Архангельск. 2010. – 21 с.

13. Анастасьев, Н.М. Вопросы микроклимата и внешнего благоустройства населенных мест [Текст] / Н.М. Анастасьев, М.К. Харахинов. – М.: Биомедгиз, 1936. – 89 с.

14. Антадзе, Н.Д. Физиологические особенности некоторых видов сирени, интродуцированных в Тбилисском Ботаническом саду [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / Н.Д. Антадзе. – Тбилиси, 1980. – 25 с.

15. Апухтина, Е.М. Водный режим видов рода *Pyrus* L. [Текст] / Е.М. Апухтина, Л.Г. Семенова, И.А. Бандурко // Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2008. – № 11. – С. 116-119.

16. Арестова, Е.А. Итоги адаптации растений рода *Armeniaca* Mill. в условиях Саратовского Поволжья [Текст] / Е.А. Арестова, Н.Б. Марьенкова // Аграр. науч. журн. – 2012. – № 6. – С. 8-10.

17. Асадулаев, З.М. Некоторые подходы к определению засухоустойчивости каркаса кавказского и клена остролистного в условиях города Махачкалы [Текст] / З.М. Асадулаев, З.Р. Рамазанова // Изв. Даг. гос. пед. ун-та. Естеств. и точ. науки. – 2010. – № 3. – С. 40-44.

18. Атлас Киргизской ССР [Текст]. – М.: ГУГК СССР, 1987. – Т. 1: Природные условия и ресурсы. – 157 с.

19. Ахматов, К.А. Транспирация и температурный режим листьев древесно-кустарниковых пород в предгорьях Киргизского Ала-Тоо [Текст] / К.А. Ахматов // Тезисы докл. III Уральского совещания по физиологии и экологии древесных растений. – Уфа, 1970. – С. 147-148.

20. Ахматов, К.А. Адаптация древесных растений к засухе [Текст] / К.А. Ахматов. – Фрунзе: Илим, 1976. – 198 с.

21. Ахматов, К.А. Полевой метод определения жароустойчивости растений [Текст] / К.А. Ахматов // Бюл. Гл. Ботан. сада. – 1972. – Вып. 86. – С. 73-74.

22. Ахматов, К.А. Жароустойчивость боярышников [Текст] / К.А. Ахматов // Интродукция и акклиматизация древесных растений. – Фрунзе, 1977. – С. 49-51.

23. Ахматов, К.А. Определение скорости потери воды изолированными листьями [Текст] / К.А. Ахматов // Разработка и внедрение в сельскохозяйственную практику полевых методов и приборов физиологии растений. – Фрунзе, 1978. – С. 165-167.

24. Ахматов, К.А. Определение устойчивости растений к обезвоживанию [Текст] / К.А. Ахматов // Биология деревьев, кустарников и плодовых растений Северной Киргизии. – Фрунзе, 1987. – С. 17-18.

25. Ахматов, М.К. Устойчивость листьев кустарников и лиан к обезвоживанию [Текст] / М.К. Ахматов, Р.К.Осконбаева, Л.А. Шпота // Интродукция и акклиматизация растений в Кыргызстане. – Бишкек, 1999. – С. 134-137.

26. Ахматов, М.К. Новая методика использования полевых транспирометров при определении интенсивности транспирации у кустарников и лиан [Текст] / М.К. Ахматов, Р.К. Осконбаева, Л.А. Шпота // Интродукция и акклиматизация растений в Кыргызстане. – Бишкек, 1999. – С. 120-123.

27. Ахматов, М.К. Интенсивность транспирации кустарников, интродуцированных в Кыргызстане [Текст] / М.К. Ахматов, Р.К. Осконбаева // Исследования живой природы.– Бишкек, 2000. – Вып. 3. – С. 27-31.

28. Ахматов, М.К. Общая листовая поверхность и показатель облиственности у различных древесных растений Ботанического сада НАН Кыргызской Республики [Текст] / М.К. Ахматов, С.С.Эсеналиева, Т.А.Кочкумбаев, Л.А.

Шпота // Исследования живой природы. Вып. 3. – Бишкек: ОсОО «Олимп», 2000. - С.

29. Ахматов, М.К. Интенсивность транспирации интродуцированных древесных растений [Текст] / М.К. Ахматов // Наука и новые технологии. – Бишкек, 2001. – № 4. – С. 44-49.

30. Ахматов, М.К. Оводненность корней интродуцированных древесных растений [Текст] / М.К. Ахматов, Д.К. Сатыбалдиева, Т.А. Кочкумбаев // Проблемы строительной отрасли и пути их решения: респ. науч.-практ. конф. – Бишкек, 2001. – С. 204-210.

31. Ахматов, М.К. Экологическая пластичность и водный дефицит древесных растений [Текст] / М.К. Ахматов // Горный Кыргызстан и экология: материалы межвуз. конф. – Бишкек, 2002. – С. 182-187.

32. Ахматов, М.К. Оводненность листьев древесных растений [Текст] / М.К. Ахматов // Изв. Нац. Акад. наук Кырг. Респ. – 2002 (а). – № 2/3. – С. 67-69.

33. Ахматов, М.К. Исследования водоудерживающей способности листьев древесных растений [Текст] / М.К. Ахматов // Экологическая безопасность горной страны и новые информационные технологии: материалы междунар. науч. конф. – Бишкек, 2002 (б). – С.15-18.

34. Ахматов, М.К. Ассортимент древесных пород для борьбы с опустыниванием земель в Кыргызстане [Текст] // Відновлення порушених природних екосистем: материалы I междунар. науч. конф. – Донецък, 2002 (в). – С. 14-17.

35. Ахматов, М.К. Отбор древесных растений для защитного лесоразведения на основе эколого-физиологических исследований с помощью полевых методов и приборов [Текст] / М.К. Ахматов, Л.А. Шпота, Р.К. Осконбаева, Т.А. Кочкумбаев, С.С. Эсеналиева // Исследования живой природы.– Бишкек, 2002 (е). – Вып.4. - С. 180-182.

36. Ахматов, М.К. Исследования водоудерживающей способности листьев древесных растений [Текст] / М.К. Ахматов // Мат. Межд. научной конф.

«Экологическая безопасность горной страны и новые информационные технологии». Вестник КГПУ. Выпуск 2. – 2002 (ж). – С.15-18.

37. Ахматов, М.К. Экологическая пластичность и водный дефицит древесных растений [Текст] / М.К. Ахматов // Материалы международной конференции «Горный Кыргызстан и экология», Бишкек, 2002 (з). – С.

38. Ахматов, М.К. Экологическая пластичность и водный дефицит древесных растений [Текст] / М.К. Ахматов // Материалы международной конференции «Горный Кыргызстан и экология», Бишкек, 2002 (и)

39. Ахматов, М.К. Дневной расход воды на транспирацию кустарниками [Текст] / М.К. Ахматов // Мат. Межд. симп. «Сохранение и устойчивое использование растительных ресурсов». – Бишкек: «Алтын тамга», 2003. – С. 41 – 45.

40. Ахматов, М.К. Транспирационный показатель древесных растений [Текст] / М.К. Ахматов, М.Т. Тагаев // Вестник КНУ. - 2003. - Серия 5. Т.1. — С. 142 – 144.

41. Ахматов, М.К. Дневной расход воды на транспирацию кустарниками [Текст] / М.К. Ахматов // Мат. Межд. симп. «Сохранение и устойчивое использование растительных ресурсов». – Бишкек: «Алтын тамга», 2003. – С. 41 – 45.

42. Ахматов, М.К. Анатомо-морфологическая характеристика устьиц древесных растений [Текст] / М.К. Ахматов // Вестник КНУ им.Ж.Баласагына. -2014. - Специальный выпуск. - С. 47-52.

43. Ахматов, М.К. Водный дефицит древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине [Текст] / М.К. Ахматов // Известия вузов. – 2014 (а). - №6. - С. 89-92.

44. Ахматов, М.К. Оводненность корней древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине [Текст] / М.К. Ахматов // Международный научно-исследовательский журнал. - 2016. - 4(46), Часть 5. – С. 9-11.

45. Ахматов, М.К. Особенности водообмена древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине [Текст] / М.К. Ахматов // Наука и образование сегодня. Научно-теоретический журнал. – 2016 (а). - №5 (6).– С. 8 – 10.

46. Ахматов, М.К. Дневной расход воды на транспирацию целым древесным растением [Текст] / М.К. Ахматов // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журнал. – 2016 (б). - №8 (26). URL: http://7 universum.com/ru/nature/ archive/item/3438

47. Ахматов, М.К. Сезонная динамика интенсивности транспирации древесных растений, итродуцированных в Чуйской долине [Текст] / М.К. Ахматов // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Наука XXI века: проблемы и перспективы». – Уфа, 2016 (в). – С. 8-14.

48. Ахматов, М.К. Методика определения интенсивности транспирации на большом количестве объектов исследования [Текст] / М.К. Ахматов // Сб.ст. по материалам XIII междунар. заочной науч.-практ. конф. «Развитие науки в XXI веке». – Харьков, 2016 (г). -Часть 2. – С. 61-64.

49. Ахматов, М.К. Ассортимент древесных растений для озеленения и защитного лесоразведения городов и сел Чуйской долины [Текст] / М.К. Ахматов // Естественные и математические науки в современном мире. 2016 (д). - №7 (42).– С. 14-21.

50. Ахматов, М.К. Пороговый уровень обезвоживания листьев древесных растений, интродуцированных в Чуйской долине [Текст] / М.К. Ахматов // Проблемы современной науки и образования. Научно-методический журнал. – 2017. - №1 (83). – С.

51. Ахматов, М.К. Состояние, перспективы и научно-обоснованный отбор древесных растений в озеленении г. Бишкек [Текст] / М.К. Ахматов, Д.А. Ветошкин // Международный электронный научно-практический журнал «Современные научные исследования и разработки». - 2018. - №2 (19). – С.

52. Ахромейко, А.И. Физиологическое обоснование степного лесоразведения [Текст] / А.И. Ахромейко // Лесное хозяйство. – 1949. – №2. – С. 12-22.

53. Аширов, Д.Ш. Жароустойчивость и водоудерживающая способность спирей в условиях Чуйской долины [Текст] / Д.Ш. Аширов // Интродукция древесных и кустарниковых растений в условиях Чуйской долины. – Фрунзе, 1983. – С. 76-82.

54. Байжанов, К.К. Вегетационные поливы и интенсивность транспирации саженцев древесных пород [Текст] / К.К. Байжанов // Аграр. наука. – 2005. – № 10. – С. 26-29.

55. Байтулин, И.О. Корневая система растений аридной зоны Казахстана [Текст] / И.О. Байтулин. – Алма-Ата: Наука, 1979. – 183 с.

56. Байтулин, И.О. Интродукция деревьев и кустарников в Казахстане [Текст] / И.О. Байтулин, В.Г. Рубаник. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1985. – 148 с.

57. Байтулин, И.О. Строение и работа корневой системы растений [Текст] / И.О. Байтулин. – Алма-Ата: Наука, 1987. – 308с.

58. Байтулин, И.О. Стратегия деятельности ботанических садов в современных условиях развития общества [Текст] / И.О. Байтулин // Роль ботанических садов в сохранении биоразнообразия растений: материалы междунар. конф. – Алматы,1998. – С. 7-21.

59. Бакташева, Н.М. Интенсивность транспирации эдификаторных видов – псаммофитов Республики Калмыкия [Текст] / Н.М. Бакташева, Н.Б. Хазыкова // Изв. Сарат. ун-та. Н. С. Сер.: Химия. Биология. Экология. – 2012. – Т. 12, № 4. – С. 77-81.

60. Баславская, С.С. Практикум по физиологии растений [Текст] / С.С. Баславская, О.М. Трубецкова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1964. – 328 с.

61. Бедарев, С.А. Транспирация и расход воды растительностью аридной зоны Казахстана [Текст] / С.А. Бедарев // Тр. Каз. науч.-исслед. гидрометеорол. ин-та. – 1968. – Вып. 30, ч.1. – С. 275-279.

62. Безменова, М.Д. Некоторые аспекты адаптации видов черемухи (*Padus* Mill.) в условиях Белогорья [Текст] / М.Д. Безменова, В.Н. Сорокопудов, Т.А. Резанова // Научные ведомости Белгород. гос. ун-та. Сер.: Естеств. науки. – 2010. – Т.15, № 12. – С. 66-71.

63. Белая, Г.А. Продукция и расходы воды у травяных экосистем Дальнего Востока [Текст] / Г.А. Белая // Природообустройство. – 2011. – № 3. – С. 12-16.

64. Белькович, Т.М. О факторах, влияющих на водоудерживающую способность клетки [Текст] / Т.М. Белькович, Н.А. Гусев // Водообмен и физиологические процессы растений. – Казань, 1981. – С. 10-17.

65. Бердыев, Д. Эколого-биологические особенности и водный режим барханных растений Каракумов [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / Д. Бердыев. – Самарканд, 1979. – 25 с.

66. Библь, Р. Цитологические основы экологии растений [Текст] / Р. Библь. – М.: Мир, 1965. – 463 с.

67. Бобровская, Н.И. Новые данные о величине водного дефицита пустынных растений [Текст] / Н.И. Бобровская // Ботан. журн. – 1969. – Т.54, № 7. – С. 1054-1058.

68. Бобровская, Н.И. О водном балансе древесных и кустарниковых видов песчанной пустыни Каракумы [Текст] // Ботан. журн. – 1971. – Т. 56, № 3. – С. 361-368.

69. Бобровская, Н.И. Водный режим деревьев и кустарников пустынь [Текст] / Н.И. Бобровская. – Л.: Наука, 1985. – 96 с.

70. Болондинский, В.К. Исследования фотосинтеза и транспирации у карельской березы и березы повислой [Текст] / В.К. Болондинский, Е.С. Холопцева // Тр. Карел. науч. центра Рос. акад. наук. – 2013. – № 3. – С. 173-178.

71. Болотова, А.С. Величины водоудерживающей способности листьев сладкого миндаля в южном Кыргызстане [Текст] / А.С. Болотова, К.Т. Шалпыков // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 1. – С. 51-55.

72. Большаков, В.Н. Перспективные направления развития экологических исследований в России [Текст] / В.Н. Большаков, Ф.В. Кряжимский, Д.С. Павлов // Экология. – 1993. – № 3. – С. 3-16.

73. Бондарь, Ю.В. Сравнительный анализ эпидермы листа двух видов рода *Rhododendron* L. в условиях Бугско-Полесского региона [Текст] / Ю.В. Бондарь, С.В. Зеркаль // Modern Phytomorphology. – 2013. – № 4. – С. 213–215.

74. Борисовская, Г.М. Анатомическое строение листьев некоторых видов рода *Saxifraga (Saxifragaceae)* тундры [Текст] / Г.М. Борисовская // Ботан. журн. – 1985. – Т. 70, № 12. – С. 1629 – 1636.

75. Бреслер, С.Е. Введение в молекулярную биологию [Текст] / С.Е. Бреслер. – М.; Л.: АН СССР, 1963. – 519 с.

76. Бухарина, И.Л. Экологобиологические особенности древесных растений в урбанизированной среде [Текст] / И.Л. Бухарина, Т.М. Поварницина, К.Е. Ведерников. – Ижевск, 2007. – 216 с.

77. Бухарина, И.А. Экологические особенности древесных растений и обоснование их использования в целях экологической оптимизации урбаносреды (на примере г. Ижевска) [Текст]: автореф. дис. … д-ра биол. наук / И.А. Бухарина. – Ижевск, 2008. – 36 с.

78. Васильев, Н. Г. Ильм [Текст] / Н.Г. Васильев. – М.: Агропромиздат, 1986. – 88 с.

79. Васильева, К.А. Особенности транспирации листьев клена остролистного в условиях Стерлитамакского промышленного центра [Текст] / К.А. Васильева, Г.А. Зайцев // Аграр. наука. – 2009. – № Sp. – С. 77-78.

80. Взаимодействие теплового шока и водного стресса у растений: Влияние теплового шока и последующей почвенной засухи на водный режим и устойчивость хлопчатника [Текст] /В.В. Кузнецов, В.Ю. Ракитин, Л. Опоку, В.Н. Жолкевич // Физиология растений. – 1997. – Т. 44, № 3. – С. 54-58.

81. Вилли, К. Биология [Текст] / К. Вилли, В. Детье. – М.: Мир, 1974. – 821 с.

82. Вербицкая, О.А. Водный обмен древесных растений в условиях хронического действия органических ксенобиотиков [Текст] / О.А. Вербицкая // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя, 2011. – Вип. 16, № 1. – С. 93–102.

83. Вильданова, К.Д. Интродукционное изучение видов *Pinus* L. в Ботаническом саду Академии наук Республики Узбекистан [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / К.Д. Вильданова. – Ташкент, 1994. – 24 с.

84. Витко, К.Р. Водный дефицит и устойчивость к засушливым условиям растений скумпиевой дубравы в Молдовии [Текст] / К.Р. Витко // Водообмен растений при неблагоприятных условиях среды. – Кишинев, 1975. – С. 129-131.

85. Влияние промышленных выбросов на физиологические показатели растений в условиях Восточного Казахстана [Текст] / К.Н. Сарсенбаев, С.Н. Азаренко, С.В. Нам, Р.Р. Мусина // Промышленная ботаника: Состояние и перспективы развития: тез. докл. респ. науч. конф. – Киев, 1990. – С. 145.

86. Водный обмен растений [Текст] / В.Н. Жолкевич, Н.А. Гусев, А.В. Капля [и др.]. – М.: Наука, 1989. – 256 с.

87. Водянова, С.Р. Устойчивость и приспособление хвойных растений к неблагоприятным условиям Чуйской долины [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / С.Р. Водянова. – Ереван, 1982. – 21 с.

88. Водянова, С.Р. Водоудерживающая способность хвойных растений в летний период [Текст] / С.Р. Водянова // Интродукция и акклиматизация древесных, кустарниковых и плодовых растений. – Фрунзе, 1985. – С. 10-16.

89. Водянова, С.Р. Устойчивость хвойных растений в условиях Чуйской долины [Текст] / С.Р. Водянова. – Фрунзе: Илим, 1989. – 82 с.

90. Воробьева, М.Г. Водный режим лип в культуре Ботанического сада АН Киргизской ССР [Текст] / М.Г. Воробьева // Интродукция и акклиматизация растений в Киргизии. – Фрунзе, 1971. – С. 39-45.

91. Воробьева, М.Г. Культура липы в Киргизии [Текст] / М.Г. Воробьева. – Фрунзе: Илим, 1980. – 124 с.

92. Воронин, А.Д. Термодинамический метод исследования поведения воды в системе почва-растение [Текст] / А.Д. Воронин // С.-х. биология. – 1966. – Т.1, № 4. – С. 538-548.

93. Ган, П.А. Влияние вертикальной зональности на некоторые показатели водного режима ореха грецкого [Текст] / П.А. Ган, Л.С. Саятина // III Уральское совещание по физиологии и экологии древесной растительности. – Уфа, 1970. – С. 153-154.

94. Ган, П.А. К особенности водообмена скороплодных и обыкновенных форм ореха грецкого [Текст] / П.А. Ган, О.В. Колов // Водный обмен в основных типах растительности СССР. – Новосибирск, 1975. – С. 116-121.

95. Генеральный план г. Бишкек «Основные направления градостроительного развития на период до 2025 года»

96. Генкель, П.А. Устойчивость растений к засухе и пути ее повышения [Текст] / П.А. Генкель // Тр. Ин-та физиологии растений им. К.А.Тимирязева АН СССР. – 1946. – Т. 5, Вып.1. – С. 1-273.

97. Генкель, П.А. О причинах засухоустойчивости некоторых ксерофитов и галофитов [Текст] / П.А. Генкель // Ботан. журн. – 1949. – Т. 34, № 5. – С. 461-473.

98. Генкель, П.А. Диагностика засухоустойчивости культурных растений и способы ее повышения [Текст]: метод. указ. / П.А. Генкель. – М.: АН СССР, 1956. – 32 с.

99. Генкель, П.А. Современное состояние проблемы засухоустойчивости растений и дальнейшие пути ее изучения [Текст] / П.А. Генкель // Физиология устойчивости растений. – М., 1960. – С. 385–401.

100. Генкель, П.А. Диагностика засухоустойчивости культурных растений и способы ее повышения [Текст] / П.А. Генкель. – М.: Изд-во АН СССР, 1965. – 122 с.

101. Генкель, П.А. Физиология устойчивости растительных организмов [Текст] / П.А. Генкель // Физиология сельскохозяйственных растений. – М., 1967. – Т. 3. – С. 87-265.

102. Генкель, П.А. Основные пути изучения физиологии засухоустойчивости растений [Текст] / П.А. Генкель // Физиология засухоустойчивости растений. – М., 1971. – С. 5-27.

103. Генкель, П.А. О жароустойчивости гемиксерофитов [Текст] / П.А. Генкель, Р.Р. Абдиева // Физиология засухоустойчивости растений. – М., 1971. – С. 228-246.

104. Генкель, П.А. Физиология жаро - и засухоустойчивости растений [Текст] / П.А. Генкель. – М.: Наука, 1982. – 280 с.

105. Гиниятуллин, Р.Х. О показателях водного режима листьев древесных растений в условиях Стерлитамакского промышленного центра [Текст] / Р.Х. Гиниятуллин, А.Ю. Кулагин // Аграр. Россия. – 2011. – № 6-II. – С. 53-55.

106. Гиниятуллин, Р.Х. Водный дефицит древесных растений в различных экологических условиях [Текст] / Р.Х. Гиниятуллин, А.Ю. Кулагин // Изв. Сарат. ун-та. Н.С. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2015. – С. 57-64.

107. Гиниятуллин, Р.Х. Водный режим тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в условиях полиметаллического загрязнения Стерлитамакского промышленного центра [Текст] / Р.Х. Гиниятуллин, А.Ю. Кулагин // Изв. Уфим. науч. центра РАН. – 2013. – № 1. – С. 56-60.

108. Гиниятуллин, Р.Х. Водоудерживающая способность листьев древесных растений в различных экологических условиях [Текст] / Р.Х. Гиниятуллин // Изв. Уфим. науч. центра РАН. – 2014. – № 3. – С. 113-118.

109. Гнатенко, Е.Г. Особенности водообмена в листьях каштана посевного, произраставшего в Воронежской области [Текст] / Е.Г. Гнатенко, Т.Е. Горчакова; Воронеж. лесотехн. ин-т. – Воронеж, 1984. – 6 с. (Деп. в ЦБНТИ лесхоз 28 авг. 1984 г.).

110. Голикова, М.М. Структурно- функциональные особенности адаптации видов рода Acer в условиях степного Приднепровья [Текст] / М.М. Голикова, И.А. Зайцева // Вестн. Днепропетр. ун-та. Биология. Экология. – 2009. – Т. 2, № 17. – С. 30-36.

111. Головкин, Б. Н. Декоративные растения СССР [Текст] / Б.Н. Головкин, Л.А. Китаева, Э.П. Немченко. – М.: Мысль, 1986. – 320 с.

112. Гончарык, М.М. Водны рэжим ліпы дробналістай у горадскіх азеляняльных пасадках [Текст] / М.М. Гончарык, А.А. Чахоускі // Весціакадэміі навук Беларускай ССР. Сер. біял. навук. – 1965. – № 4. – С. 16-23.

113. Гордеева, Т.К. Интенсивность транспирации растений в комплексной полупустыни междуречья Волга-Урал [Текст] / Т.К.Гордеева // Ботан. журн. – 1952. – Т. 37, № 4. – С. 526-531.

114. Горохова, С.В. Взимосвязь фенологических фаз и прцессов транспирации у *Juglans mandshurica* [Текст] / С.В. Горохова // Естеств. и техн. науки. – 2010. – № 6. – С. 124-127.

115. Горшкова, А.А. Биология степных и пастбищных растений Забайкалья [Текст] / А.А. Горшкова. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1966. – 274 с.

116. Горышина, Т.К. Водный дефицит в листьях травянистых растений разных сезонных групп [Текст] / Т.К. Горышина, Л.И. Самсонова // Ботан. журн. – 1966. – Т. 51, № 5. – С. 670-677.

117. Горышина, Т.К. Экология растений [Текст]: учеб. пособие / Т.К. Горышина. – М.: Высш. шк., 1979. – 368 с.

118. Грамматикати, О. Г. Водное питание полевых культур в условиях влагозарядочного орошения [Текст] / О.Г. Грамматикати // Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью. – М., 1963. – С. 165-170.

119. Григорьев, Ю.С. Сравнительно-экологическое исследование ксерофилизации высших растений [Текст] / Ю.С. Григорьев. – М.; Л.: АН СССР, 1955. – 159 с.

120. Григорьев, Ю.С. Пути использования ботанико-географических и систематических данных в исследованиях по физиологии растений [Текст] / Ю.С. Григорьев // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1977. – № 1. – С. 48-57.

121. Гриненко, В.В. Значение авторегуляции водного режима в адаптации к природным факторам [Текст] / В.В. Гриненко // Физиология засухоустойчивости. – 1971. – С. 115-123.

122. Гродзинский, А.М. Уровни физиологических и биохимических исследований растений в ботанических садах [Текст] / А.М. Гродзинский // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР: тез. докл. Всесоюз. совещ. – Пущино,1984. – С. 49-50.

123. Грошева, Н.П. Эколого-физиологические особенности водного режима желтушника левкойного в онтогенезе [Текст] / Н.П. Грошева // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы II Всерос. науч. конф. – Йошкар-Ола, 2006. – С. 311-312.

124. Иллюстрированный определитель растений Средней России [Текст] / И.А. Губанов, К.В. Киселёва, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. – М.: Т-во науч. изд. КМК: Ин-т технол. исслед., 2003. – Т. 2: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). – 672 с.

125. Гулидова, И.В. О транспирации древесных и кустарниковых пород в подзоне южных черноземов [Текст] / И.В. Гулидова // Тр. Ин-та леса. – М., 1955. – Т. XXVII. – С. 51-59.

126. Гурский, А.В. Корневые системы древесных пород на степных и пустынных почвах [Текст] / А.В. Гурский // Докл. ВАСХНИЛ. – 1939. – № 5/6. – С. 45-49.

127. Гурский, А.В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР [Текст] / А.В. Гурский; Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова, АН Тадж. ССР. – М.; Л.: АН СССР, 1957. – 303 с.

128. Гусак, Л.Е. Изучение корневой системы растений нижней части лесного пояса Заилийского Ала-Тау [Текст] / Л.Е. Гусак // Проблемы экологической морфологии растений. – Алматы, 1993. – С. 99-123.

129. Гусев, Н.А. Некоторые закономерности водного режима растений [Текст] / Н.А. Гусев. – М.: АН СССР, 1959. – 158 с.

130. Гусев, Н.А. Некоторые методы исследования водного режима растений [Текст] / Н.А. Гусев. – Л.: Наука, 1960. – 129 с.

131. Гусев, Н.А. Физиология водообмена растений [Текст] / Н.А. Гусев. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1966. – 135 с.

132. Гусев, Н.А. Физиология водообмена растений [Текст] / Н.А. Гусев // Физиология сельскохозяйственных растений. – М., 1967. – С. 5-86.

133. Гусев, Н.А. О физиологическом значении и современных методах исследования водообмена и состояния воды растений [Текст] / Н.А. Гусев, Л.С. Киваева // Физиология и биохимия культурных растений. – 1978. – Т.10, № 1. – С. 3-17.

134. Гусев, Н.А. Исследование водоудерживающей способности клеток листьев в связи с действием засухи [Текст] / Н.А. Гусев, Т.М. Белькович // Физиологические механизмы адаптивных реакций растений. – Казань,1987. – С. 3-56.

135. Гусейнов, Б.З. Физиология засухоустойчивости древесных пород Апшерона [Текст]: автореф. дис. … д-ра биол. наук / Б.З. Гусейнов. – М., 1952. – 31с.

136. Гэльстон, А. Жизнь зеленого растения [Текст] / А. Гэльстон, П. Девис, Р. Сэттер. – М.: Мир, 1983. – 549 с.

137. Давыдов, В.А. Простой метод получения эпидермальных отпечатков с помощью органического стекла и клейкой ленты [Текст] / В.А. Давыдов // Физиология растений. – 1991. – Т. 38, вып. 3. – С. 605-610.

138. Дворецкая, Е.И. Об особенностях водообмена и засухоустойчивости некоторых древесных и кустарниковых пород [Текст] / Е.И. Дворецкая, Н.И.

Макарова, Т.А. Китайгорова // Сборник памяти Н.А.Максимова. – М.,1957. – С. 42-57.

139. Демаков, Ю.П. Защита растений. Жизнеспособность и жизнестойкость древесных растений [Текст] / Ю.П. Демаков. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – 76 с.

140. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции [Текст] / ред. тома С. Я. Соколов. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951. – Т. II: Покрытосеменные. – 612 с.

141. Деревья и кустарники СССР [Текст] в 6 т. / гл. ред. С.Я. Соколов. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т. 5. – 545 с.

142. Дояренко, А.Г. Факторы жизни растений [Текст] / А.Г. Дояренко. – М.: Колос, 1966. – 278 с.

143. Дудченко, Л.Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения [Текст]: справ. / Л.Г. Дудченко, А.С. Козьяков, В.В. Кривенко; отв. ред. К.М. Сытник. – Киев: Наук. думка, 1989. – 304 с.

144. Дустов, Н.Ш. Дневной и сезонный ход интенсивности транспирации листьев персика (*Persica vulgaris* Mill.) в условиях Западного Памира [Текст] / Н.Ш. Дустов, О.А. Акназаров // Докл. АН Респ. Таджикистан. – 2013. – Т. 56, № 1. – С. 65-71.

145. Дьякова, И.Н. Оценка засухоустойчивости интродуцированных видов рода *Quercus* [Текст] / И.Н. Дьякова, Т.Н. Толстикова // Вестн. Майкоп. гос. технол. ун-та. – 2011. – № 3. – С. 33-39.

146. Жаростойкость озимой пшеницы [Текст] / [Н.Н. Мусиенко, А.В. Капля, А.А. Оканенко и др.]. – Киев: Изд-во Киев. ун-та, 1985. – 191 с.

147. Жатканбаев, Ж.Ж. Транспирация и расход воды растениями-эдификаторами основных сообществ в пустынных степях Центрального Казахстана [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / Ж.Ж. Жатканбаев. – Л., 1961. – 19 с.

148. Жизнь растений [Текст]: в 6 т. – М.: Просвещение, 1981. – Т. 5, ч. 2: Цветковые растения / под ред. А. Л. Тахтаджяна. – 510 с.

149. Журавлева, Н.А. Механизм устьичных движений, продукционный процесс и эволюция [Текст] / Н.А. Журавлева. – Новосибирск: Наука, 1992. – 139 с.

150. Запрягаева, В.И. Корневая система туркестанского клена [Текст] / В.И. Запрягаева // Сообщ. Тадж. фил. АН СССР. – 1951. – Вып. 31. – С. 33-37.

151. Запрягаева, В.И. Дикорастущие плодовые Таджикистана [Текст] / В.И. Запрягаева. – М.; Л.: Наука, 1964. – 695 с.

152. Зверева, Г.К. Эколого-биологические особенности растений степей Центральной Тувы [Текст] / Г.К. Зверева // Ботан. журн. – 2000. – Т. 85, № 3. – С. 29-39.

153. Зверева, Г.К. Особенности водного режима степных растений при повторном отрастании (Центральная Тува) [Текст] / Г.К. Зверева // Ботан. журн. – 2003. – Т. 88, № 3. – С. 72-80.

154. Зверева, Г.К. Особенности водного режима у растений на пастбище [Текст] / Г.К. Зверева // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2005. – № 1. – С. 70-77.

155. Зеленые пластиды при водном дефиците и адаптации к засухе [Текст] / М.Д. Кушниренко, Е.В. Крюкова, С.Н. Печерская, Е.В.Канаш. – Кишинев: Штиница, 1981. – 159 с.

156. Евтушенко, Г.А. Прибор для полевого определения транспирации и потребности растений в воде [Текст] / Г.А. Евтушенко. – Фрунзе: КиргФАН СССР, 1974.– 20 с.

157. Емельянов, Л.Г. Водообмен и стресс – устойчивость растений [Текст] / Л.Г. Емельянов, С.А. Анкуд. – Мн.: Наука и техника, 1992. – 144 с.

158. Еремеев, Г.Н. Диагностика засухоустойчивости плодовых растений [Текст] / Г.Н. Еремеев // Тр. ВАСХНИЛ. – Т. XXI, вып. 2. – 1939. – С. 63-109.

159. Еремеев, Г.Н. Физиологические показатели диагностики на засухоустойчивость плодовых растений [Текст] / Г.Н. Еремеев // Докл. ВАСХНИЛ. – 1948. – Вып. 10. – С. 19-23.

160. Еремеев, Г. Н. Краткий обзор методов изучения засухоустойчивых форм и сортов плодовых [Текст] / Г.Н. Еремеев // Проблемы современной ботаники. – М.; Л., 1965. – Т. 2. – С. 333-339.

161. Еремеева, В.Г. Водный режим растений в техногенной среде завода технического углерода [Текст] / В.Г. Еремеева, Е.С. Денисова // Экология России: на пути к инновациям. – 2012. – № 6. – С. 75-80.

162. Еремин, Г. В. Физиология засухоустойчивости растений [Текст] / Г.В. Еремин, И.К. Кошелева, М.Д. Кушниренко. – М.: Наука, 1971. – 306 с.

163. Еремин, Г. В. Водный режим и жаростойкость сливы и алычи на Кубани [Текст] / Г.В. Еремин, И.К. Кошелев // Физиология засухоустойчивости растений. – М.: Наука, 1971. – С. 132-150.

164. Иванов, Л.А. О транспирации полезащитных полос в условиях Деркульской степи [Текст] / Л.А. Иванов, А.А. Силина, Ю.Л. Цельникер // Ботан. журн. – 1952. – Т. 37, № 2. – С. 115-127.

165. Иванов, Л.А. О транспирации полезащитных полос в условиях Деркульской степи [Текст] / Л.А. Иванов // Тр. Ин-та леса АН СССР. – 1956. – Т. 30. – С. 41-70.

166. Издебский, А.М. Опыт физико-гигиенического изучения микроклимата зеленых насаждений [Текст] / А.М. Издебский // Гигиена и санитария. – 1949. – № 5. – С. 34-37.

167. Измайлова Э.О. Водный режим и расход воды растительностью степей Терской Ала-Тоо [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / Э.О. Измайлова. – Б., 2003. – 25 с

168. Измайлова, Н.Н. Интенсивность транспирации высокогорных растений в зависимости от высоты их произрастания [Текст] / Н.Н. Измайлова // Проблемы ботаники. – М.; Л., 1965. – Т. 7. – С. 205-212.

169. Измайлова, Н.Н. О водном режиме доминантных растений Нагорного Хангая [Текст] / Н.Н. Измайлова // Структура и динамика степных и пустынных экосистем МНР. – Л., 1974. – С. 149-155.

170. Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии [Текст] / [С.К. Аламанов, В.М. Лелевкин, О.А. Подрезов и др.] – М.; Бишкек: WWF России: ЮНЕП, 2006. – 188 с.

171. Иманбаева, А.А. Физиологические особенности древесных растений при интродукции в аридных условиях пустыни Мангистау [Текст] / А.А. Иманбаева, И.Ф. Белозеров // Russian Journal of Biological Research. – 2015. – Vol. (3), Is. 1. – P. 17-34.

172. Изучение водоудерживающих показателей древесно-кустарниковых растений различных экологических групп в условиях Жезказганского региона [Текст] / М.Ю. Ишмуратова, С.У. Тлеуканова, А.Ш. Додонова, Е.А. Гаврилькова // European Researcher. – 2013. – Vol.(49), № 5-2.

173. Ионова, Е.В. Критерии оценки уровня засухоустойчивости озимой мягкой пшеницы [Текст] / Ионова Е.В. // Аграрная наука. - 2009. - №7. - С. 17-18.

174. Ищук, Л.П. Водоудерживающая способность листьев видов рода *Salix* L. [Текст] / Л.П. Ищук // Miestų želdynų formavimas. – 2017. – № 1(14). – С. 93-98.

175. Казарян, В.О. Старение высших растений [Текст] / В.О. Казарян. – М.: Наука, 1969. – 314 с.

176. Кайбияйнен, Л. К. Ритмологические и параметрические аспекты адаптации к конкретным условиям среды [Текст] / Л.К. Кайбияйнен // Адаптация древесных растений к экстремальным условиям среды. – Петрозаводск, 1984. – С. 53-65.

177. Карасев, В.Н. Водный стресс в популяциях *Picea abies* (L.) Karst. в ранневесенний период [Текст] / В.Н. Карасаев // Жизнь популяций в гетерогенной среде. – Йошкар-Ола, 1998. – С. 142-143.

178. Карасев, В.Н. Физиология растений [Текст] / В.Н. Карасев. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 304 с.

179. Карафа-Корбут, И.Г. Богарное лесоразведение в предгорьях Киргизского Ала-Тоо [Текст] / И.Г. Карафа-Корбут. – Фрунзе: АН КиргССР, 1961. – 246 с.

180. Каримова, Ф.Г. Поглощение и отдача воды растительной клеткой под действием газопрессинга [Текст] / Ф.Г. Каримова, О.В. Шишманова, Л.М. Чернышева // Некоторые характеристики мембран и водообмен клеток растений. – Казань, 1982. – С. 45-51.

181. Качинский, Н.А. Физика почвы [Текст] / Н.А. Качинский. – М.: Высш. шк., 1965. – 324 с.

182. Кенесарина, Н.А. Особенности водного режима и засухоустойчивости древесно-кустарниковых пород в Центральном Казахстане [Текст] / Н.А. Кенесарина // Сельское хозяйство Казахстана. – 1959. – № 10. – С. 82-85.

183. Кенесарина, Н.А. Водный режим и засухоустойчивость некоторых древесно-кустарниковых пород в условиях Карагандинского промышленного района [Текст] / Н.А. Кенесарина. – Алма-Ата, 1959. – 129 с.

184. Кентбаева, Б.А. Эколого-физиологические особености интенсивности транспирации различных видов боярышника [Текст] / Б.А. Кентбаева // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – 2009. – Т. XII. – С. 44-48.

185. Киселева, К. В. *Euonymus maackii* Rupr. – Бересклет Маака [Текст] / К.В. Киселева // Сосудистые растения советского Дальнего Востока: в 8 т. / отв. ред. С. С. Харкевич; ред. тома Н. С. Пробатова. – Л., 1988. – Т. 3. – С. 154-155.

186. Киселева, Н.С. Особенности роста, морфо - анатомических признаков и физиологических параметров листьев различных генотипов груши под влиянием условий внешней среды [Текст] / Н.С. Киселева // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2009. – Т. 2, № 42. – С. 317-326.

187. Климат Киргизской ССР [Текст] / под ред. З.А. Рязанцевой. – Фрунзе: Илим, 1965. – 292 с.

188. Климат Фрунзе [Текст] / под ред. Е.С. Скиба, Ц.А. Швер. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990 – 136 с.

189. Ковальчук, Т.Д. Засухоустойчивость видов рода *Rhus* L. в условиях правобережной лесостепи Украины [Текст] / Т.Д. Ковальчук // Естеств.-гуманитар. исслед. – 2014. – № 4. – С. 6-11.

190. Козлова, Л.И. Влияние загрязнения на транспирацию и структуру хвои сосняков Назаровской котловины [Текст] / Л.И. Козлова, А.А. Онучин // Анатомия, физиология и экология лесной растительности. – Петрозаводск, 1992. – С. 67-69.

191. Колесников, А.И. Декоративная дендрология [Текст] / А.И. Колесников. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 704 с.

192. Колесникова, П.Д. Эколого-физиологические исследования водообмена горных растений Таджикистана [Текст] / П.Д. Колесникова // Экология высокогорных растений. – 1979. – Т. 14, вып. 2. – С. 28-34.

193. Колесников, В.А. Корневая система плодовых и ягодных растений [Текст] / В.А. Колесников. – М.: Колос, 1974. – 509 с.

194. Колов, О.В. Эколого-физиологические основы продуктивности ореха грецкого в Юго-Западном Тянь-Шане [Текст]: автореф. дис. … д-ра биол. наук / О.В. Колов. – Свердловск, 1984. – 37 с.

195. Колов, О.В. Водный режим основных лесообразующих пород орехово-плодовых лесов южной Киргизии [Текст] / О.В. Колов, Э.А. Чотбаева. – Фрунзе: Илим, 1988. – 114 с.

196. Копытова, Л.Д. Основные показатели водного режима степных растений в связи с их экологией и биоморфологией [Текст] / Л.Д. Копытова // Ботан. журн. – 2003. – Т. 88, № 5. – С. 111-117.

197. К методике определения площади листьев древесных растений [Текст] / [Т.А. Кочкунбаев, С.С. Эсеналиева, М.К. Ахматов и др.] // Интродукция и акклиматизация растений в Кыргызстане. – Бишкек, 1999. – С. 132-134.

198. К методике определения площади листьев и общей листовой поверхности древесных растений [Текст] / [Т.А. Кочкунбаев, С.С. Эсеналиева, М.К. Ахматов и др.] // Materials of the 7th International conference "International Meetingof Young Scientistsin Horticulture". September 14-16th. – Lednice. Chech Republic, 1999. – P. 322-323.

199. Костюченко, Р.Н. Эколого-физиологические механизмы адаптации растений рода *Salix* в различных условиях обитания среднетаежной подзоны [Текст]: дис. … канд. биол. наук / Р.Н. Костюченко. – Омск, 2009. – 171 с.

200. Коллекционные фонды Ботанического сада Марийского государственного технического университета [Текст] / Л.И. Котова, С.М. Лазарева, Л.В. Сухарева и др. – Йошкар-Ола: [б.и.], 2005. – 100 с.

201. Крамер, П.Д. Физиология древесных растений [Текст] / П.Д. Крамер, Т.Т. Козловский. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 462 с.

202. Красовская, И. В. Корневая система растений и рост ее в зависимости от внешних факторов [Текст] / И.В. Красовская // Тр. по прикладной ботанике и селекции. – 1925. – Т. 15, № 5. – С. 57-114.

203. Крестов, Г.А. Термодинамика ионных процессов в растворах [Текст] / Г.А. Крестов. – Л.: Химия, 1973. – 303 с.

204. Криворучко, В.П. Водный режим яблони в зависимости от формы кроны [Текст] / В.П. Криворучко, Э.З. Гареев // Интродукция и акклиматизация древесных, кустарниковых и плодовых растений. – Фрунзе, 1974. – С. 36-43.

205. Криворучко, В.П. Водоудерживающая способность листьев яблони в высокогорных условиях Кочкорской долины [Текст] / В.П. Криворучко, Т.А. Жапарбаев // Интродукция и акклиматизация древесных, кустарниковых и плодовых растений. – Фрунзе, 1985. – С. 48-54.

206. Криворучко, В.П. Эколого-биологические основы повышения продуктивности яблоневых садов Северного Кыргызстана [Текст]: автореф. дис. … д-ра биол. наук / В.П. Криворучко. – Бишкек, 1998. – 36 с.

207. Кройцер, К. Корневая система *Alnus glutinosa* [Текст] / К. Кройцер // Методы изучения продуктивности корневых систем и организмов ризосферы: междунар. симп. СССР. – Л., 1968. – С. 116-123.

208. Кудоярова, Г.Р. Современное состояние проблемы водного баланса растений при дефиците воды [Текст] / Г.Р. Кудоярова, В.П. Холодова, Д.С. Веселов // Физиология растений. – 2013. – Т. 60, № 2. – С. 155-161.

209. Кузнецова, Т.А. Особенности адаптации растений *Padus racemosa* L. в различных климатических условиях [Текст] / Т. А. Кузнецова, В. Н. Сорокопудов, Ю. В. Юшин // Изв. вузов. Поволж. регион. Естеств. науки. – 2015. – № 3 (11). – С. 23-31.

210. Кузьмина, Т.Ф. Планировка, застройка и озеленение городских улиц в условиях Средней Азии [Текст] / Т.Ф. Кузьмина // Гигиена и санитария. – 1970. – № 11. – С. 11-12.

211. Кулагин, А. Ю. Феномен засухоустойчивости видов рода *Salix* L.: экспериментальная характеристика особенностей водного режима [Текст] / А.Ю. Кулагин // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2003. – Т. 5, № 2. – С. 328-333.

212. Кулагин, А.А. Реализация адаптивного потенциала древесных растений в экстремальных лесорастительных условиях [Текст]: дис. … д-ра биол. наук / А.А. Кулагин. – Уфа; Тольяти, 2006. – 430 с.

213. Курманова, А.В. Водный обмен растений абрикоса в связи с засухоустойчивостью и продуктивностью [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / А.В. Курманова. – Кишинев, 1985. – 24 с.

214. Курсанов, А.Л. Физиологические основы засухоустойчивости растений [Текст] / А.Л. Курсанов // Проблемы борьбы с засухой и рост производства растений. – М., 1974. – С. 80-86.

215. Курчатова, Г.П. Электрическое сопротивление растительной ткани – показатель водообеспеченности яблони [Текст] / Г.П. Курчатова // Водный режим плодовых культур: сб. науч. тр. – Кишинев, 1970. – С. 111-126.

216. Кушниренко, М.Д. Физиологические особенности различных ярусов кроны плодового дерева [Текст] / М.Д. Кушниренко // Достижения по садоводству: сб. науч. тр. ВАСХНИЛ. – М., 1957. – С. 108-116.

217. Кушниренко, М.Д. Водный режим и засухоустойчивость плодовых растений [Текст] / М.Д. Кушниренко. – Кишинев: Картя Молдовеняска, 1967. – 331 с.

218. Кушниренко, М.Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости плодов растений [Текст] / М.Д. Кушниренко. – Кишинев: Штиинца, 1975. – 215 с.

219. Кушниренко, М.Д. О механизме и значении устьичных движений [Текст] / М.Д. Кушниренко // Изв. АН Молд.ССР. Сер. биол. и хим. наук. – 1987. – № 5. – С. 3-9.

220. Кушниренко, М.Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений [Текст] / М.Д. Кушниренко, С.Н. Печерская. – Кишинев: Штиница, 1991. – 304 с.

221. Лапин, П. И. Интродукция лесных пород [Текст] / П.И. Лапин, К.К. Калуцкий, О.Н. Калуцкая. – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – 224 с.

222. Лархер, В. Экология растений [Текст] / В. Лархер. – М.: Мир, 1978. – 184 с.

223. Лантратова, А.С. Деревья и кустарники Карелии. Определитель [Текст] / А.С. Лантратова. – Петрозаводск: Карелия, 1991. – 232 с.

224. Либберт, Э. Физиология растений [Текст] / Э. Либберт. – М.: Мир, 1976. – 580 с.

225. Линчевский, И.А. Семейство Анакардиевые (*Anacardiaceae*) [Текст] / И.А. Линчевский // Жизнь растений: в 6 т. / гл. ред. и ред. тома А.Л. Тахтаджян. – М., 1981. – Т. 5 (2): Цветковые растения. Двудольные. – С. 256-258.

226. Лир, Х. Физиология древесных растений [Текст] / Х. Лир, Г. Польстер, Г.-И. Фидлер. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 423 с.

227. Литвинская, С.А. Экологическая энциклопедия деревьев и кустарников (экология, география, полезные свойства) [Текст] / С.А Литвинская. – Краснодар: Традиция, 2006. – 360 с.

228. Лихолат, Ю.В. Оценка жизнедеятельности растений древесных группировок в условиях Индустриального Приднепровья с помощью показателей водного режима [Текст] / Ю.В. Лихолат, Л.П. Мыцик // Влияние атмосферного загрязнения и других антропогенных факторов на дестабилизацию состояния лесов Центральной и Восточной Европы: материалы Междунар. науч. конф. – М., 1996. – Т.1. – С. 70-71.

229. Лунц, Л.Б. Городское зеленое строительство [Текст] / Л.Б. Лунц. – М.: Стройиздат, 1974. – 275 с.

230. Лысенко, З.Е. Биологические особенности кленов, интродуцированных в Северную Киргизию [Текст] / З.Е. Лысенко. – Фрунзе: Илим, 1976. – 104 с.

231. Лю Цзинь-Хэ. Водный режим некоторых древесных растений в связи с интродукцией [Текст] / Лю Цзинь-Хэ // Тр. БИНа АН СССР. – М.; Л., 1962. – Сер. 4, вып. 5. – С. 12-17.

232. Максимов, Н.А. Краткий курс физиологии растений [Текст] / Н.А. Максимов. – М.: Сельхозгиз, 1958. – 559 с.

233. Малахова, Л.А. Кариологический метод в интродукции растений [Текст] / Л.А. Малахова // Ускорение интродукции растений Сибири: задачи и методы. – Новосибирск, 1989. – С. 47-56.

234. Малиновский, В. И. Физиология растений [Текст] / В. И.Малиновский. – Владивосток, 2004. - 106 с.

235. Малосиева, Г.В. Жароустойчивость некоторых видов микровишен в условиях Чуйской долины [Текст] / Г.В. Малосиева // Интродукция и акклиматизация растений в Кыргызстане. – Бишкек, 1999. – С. 19-23.

236. Маляровская, В.И. О водном режиме гидрангеи крупнолистной (*Hydrangea macrophylla* Ser.) в условиях субтропиков России [Текст] / В.И. Маляровская, О.Г. Белоус // С.-х. биология. – 2010. – № 5. – С. 112-117.

237. Мамаев, С. А. Основные направления физиолого-биохимических работ в ботанических садах [Текст] / С.А. Мамаев, Л.А. Семкина // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в Ботанических садах СССР: тез. докл. Всесоюз. совещ. – Пущино, 1984. – С. 114.

238. Маринчик, А.Ф. Особенности физиологических процессов в связи с состоянием воды в листьях и продуктивностью сортов сахарной свеклы [Текст] / А.Ф. Маринчик // Биологические основы орошаемого земледелия. – М., 1957. – С. 584-594.

239. Матвеев, М.И. Сосущая сила листьев некоторых древесных пород в Таджикистане [Текст] / М.И. Матвеев // Сообщ. ТФАН СССР. – 1948. – Вып. 4. – С. 23-24.

240. Матвеев, М.И. Водный режим некоторых древесных растений горного Таджикистана [Текст] / М.И. Матвеев. – Душанбе: АН Тадж.ССР, 1953.– 82 с.

241. Машинский, Л.О. Некоторые вопросы озеленения городов [Текст]: стеногр. лекций / Л.О. Машинский. – М., 1962. – 5 с.

242. Михайлов, Н.Л. Интродукция сирени в ГБС АН СССР [Текст] / Н.Л. Михайлов, Н.И. Рыбакина // Интродукция и приемы культуры цветочно-декоративных растений. – М., 1977. – С. 20-30.

243. Моисеев, Н.Н. Сезонные особенности водоемкости листьев косточковых плодовых пород [Текст] / Н.Н. Моисеев // Физиология растений. – 1963. – Т.10, № 1. – С. 105-106.

244. Молотковский, Ю.И. Биоэкологические особенности и водный режим растений лесных флороценотипов Таджикистана [Текст]: дис. … д-ра биол. наук / Ю.И. Молотковский. – Душанбе, 1984. – 404 с.

245. Молотковский, Ю.И. Водный режим некоторых ксерофильных кустарников в среднегорьях Центрального Таджикистана [Текст] / Ю.И. Молотковский // Изв. АН Тадж. ССР. Отд-ние биол. наук. – 1991. – № 3/4. – С. 29-34.

246. Молотковский, Ю.И. Водный режим эдификаторов реликтовых саванн Южного Таджикистана [Текст] / Ю.И. Молотковский, К.П. Рахманина // Физиология растений. – 1995. – Т. 42, № 3. – С. 443-450.

247. Молчанов, А.Г. Соотношение фотосинтеза и транспирации у сосны обыкновенной в условиях южной тайги [Текст] / А.Г. Молчанов // Лесоведение. - 1986. -№ 4. - С. 76-82.

248. Молчанова, Т.Г. Влияние метеофакторов на интенсивность транспирации дуба при недостаточной влажности почвы [Текст] / Т.Г. Молчанова // Научные основы ведения лесного хозяйства в дубравах: тез. Всесоюз. конф. – Воронеж, 1991. – С. 33-35.

249. Мушинская, О.А. Транспирация как составная часть водного режима растений и ее изучение у видов рода *Populus* L. [Текст] / О.А. Мушинская, З.Н. Рябинина, Н.И. Мушинская // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. – 2007. – № 6. – С. 95-99.

250. Мушинская, О.А. Биоэкологические особенности видов рода *Populus* L. в условиях степной зоны Южного Урала: на примере г. Оренбурга [Текст]: дис. … канд. биол. наук / О.А. Мушинская. – Оренбург, 2007. – 146 с.

251. Назарова, Н.В. Некоторые аспекты адаптации видов рода *Juglans* в условиях Белогорья [Текст] / Н.В. Назарова, В.Н. Сорокопудов, Т.А. Резанова // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. – 2011. – № 2. – С. 93-95.

252. Назарова, Н.М. Некоторые показатели засухоустойчивости видов рода *Syringa* L. в условиях резко-континентального климата (на примере г. Оренбурга) [Текст] / Н.М. Назарова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – С. 50-59.

253. Насыров, Ю.С. Фотосинтез и водный режим растений Гиссарского Высокогорья [Текст] / Ю.С. Насыров, К.П. Рахманина // Проблемы ботаники. – М.; Л., 1965. – Т. 7. – С. 133-141.

254. Неверова, О.А. Древесные растения и урбанизированная среда: экологические и биотехнологические аспекты [Текст] / О.А. Неверова, Е.Ю. Колмогорова. – Новосибирск: Наука, 2003. – 222 с.

255. Нестеров, В.Г. Общее лесоводство [Текст] / В.Г. Нестеров. – М.: Гослесбумиздат, 1949. – 135 с.

256. Нестерова, С.Н. Экология растений среднегорья Заилийского Алатау: водный режим [Текст] / С.Н. Нестеров. – Алма-Ата: Наука, 1984. – 130 с.

257. Нестерова, С.Н. Экология высокогорных растений Заилийского Алатау [Текст] / С.Н. Нестерова. – Алматы: Казахстан, 1998. – 107 с.

258. Нестерова, С.Н. Анатомо-морфологические особенности и водный режим растений Заилийского Алатау [Текст]: автореф. дис. … д-ра биол. наук / С.Н. Нестерова. – Алматы, 1999. – 44 с.

259. Нестерович, Н.Д. Изменение содержания воды и сухого вещества в листьях некоторых древесных пород в течение лета [Текст] / Н.Д. Нестерович // Бюл. ин-та биологии АН БССР за 1959 г. – Минск, 1960. – Вып. V. – С. 3-8.

260. Николаевский, В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосисистем методами фитоиндикации [Текст] / В.С. Николаевский. – М.: Изд-во МГУЛ, 1998. – 193 с.

261. Николаевский, В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации [Текст] / В.С. Николаевский. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2002. – 220 с.

262. Ничипорович, А.А. О потере воды срезанными частями растений в процессе завядания [Текст] / А.А. Ничипорович // Журн. опытной агрономии Юго-Востока. – 1926. – Т. 3, вып.1. – С. 76-92.

263. Новицкая, Ю.Е. Физиолого – биохимические механизмы адаптации хвойных растений к экстремальным факторам среды [Текст] / Ю.Е. Новицкая // Адаптация древесных растений к экстремальным условиям среды. – Петрозаводск, 1984. – С. 42-51.

264. Овчаренко, А.А. Оценка устойчивости древесных растений запада Саратовской области к экстремально высоким температурам и засухе [Текст] / А.А. Овчаренко, А.М. Кузьмичев // Молодой ученый. – 2011. – № 9. – С. 87-91.

265. О водном режиме и фотосинтезе растений высокогорного разнотравно – кобрезиевого сообщества Восточного Хангая (Монголия) [Текст] / Б. Чойжамц, Н.Н. Слемнев, С.Н. Шереметьев, Ш. Цоож // Ботан. журн. – 1977. – Т. 82, № 5. – С. 76-85.

266. Опанасенко, В.Ф. Водообмен жимолостей в Днепропетровском ботаническом саду [Текст] / В.Ф. Опанасенко, К.Б. Плюто, И.А. Зайцева // Современные научные исследования в садоводстве: материалы VIII Междунар. конф. по садоводству. – Ялта, 2000. – С. 96-100.

267. Омушев, А.И. Интенсивность летней транспирации у яблони Киргизское зимнее и ее родительских сортов Апорт и Кинг Дэвид [Текст] / А.И. Омушев, В.П. Криворучко // Интродукция и акклиматизация растений в Кыргызстане. – Бишкек, 1999. – С. 91-93.

268. Орлова, Д.Г. Особенности водного режима некоторых представителей родов *Aronia* Pers., *Chaenomeles* Lindl., *Crataegus* L., *Sorbus* L. при интродукции в условиях Оренбургского предгорья [Текст] / Д.Г. Орлова // Вестн. ОГУ. – 2013. – № 10(159). – С. 208-210.

269. Осипова, Н.В. Лианы удивительные растения [Текст] / Н.В. Осипова. – М.: Вече, 2005. – 160 с.

270. Осипова, Е.А. Эколого-биологические особенности видов рода клен (*Acer* L.), в лесостепи Среднего Поволжья (на примере г. Самара) [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / Е.А. Осипова. – Тольятти, 2009. – 18 с.

271. Осконбаева, Р.К. Устойчивость листьев кустарников и лиан к обезвоживанию [Текст] / Р.К. Осконбаева, М.К. Ахматов, Л.А. Шпота // Интродукция и акклиматизация растений в Кыргызстане. – Бишкек, 1999. – С. 134-137.

272. Османова, Г.О. Водоудерживающая способность листьев некоторых видов рода *Plantago* L. [Текст] / Г.О. Османова, Н.В. Федорова // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы II Всерос. науч. конф. – Йошкар-Ола, 2006. – С. 270-272.

273. Особенности водного режима некоторых видов растений в тропическом лесу на юге Вьетнама во влажный сезон [Текст] / [Е.В. Евдокимова, А.О. Новичонок, Е.Ф. Марковская и др.] // Учен. зап. Петрозав. гос. ун-та. Сер. естеств. и техн. наук. – 2012. – № 4. – С. 19-24.

274. Отбор древесных растений для защитного лесоразведения на основе эколого-физиологических исследований с помощью полевых методов и приборов [Текст] / [М.К. Ахматов, Л.А. Шпота, Р.К. Осконбаева и др.] // Исследования живой природы.– Бишкек, 2002. – Вып. 4. – С. 180-182.

275. Паланджян, В.А. Адаптационная способность древесных в экстремальных условиях произрастания [Текст] / В.А. Паланджян, Г.Г. Маргарян, Г.А. Григорян // Тезисы докл. II съезда Всесоюз. о-ва физиологов растений. – Минск, 1990. – Ч. 2. – С. 158.

276. Панкратова, И.В. Водный режим фитоценозов песчанного побережья Арала [Текст] / И.В. Панкратова // Аридные экосистемы. – 2007. – Т. 13, № 33/34. – С. 101-112.

277. Папикян, Н.А. Особенности водного режима некоторых древесных и кустарниковых пород в условиях орошаемой полупустыни [Текст] / Н.А. Папикян // Изв. АН АрмССР. Биол. и с.-х. науки. – 1957. – Т. 10, № 5. – С. 41-56.

278. Папикян, Н.А. Скорость водоотдачи изолированными листьями древесных пород, произрастающих в различных экологических условиях [Текст] / Н.А. Папикян // Изв. АН АрмССР. Биол. науки. – 1961. – Т. 14, №1. – С. 49-56.

279. Пахомова, Г.И. Водный режим растений [Текст] / Г.И. Пахомова, В.К. Безуглов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1980. – 252 с.

280. Первичные интродукционные испытания новых видов и форм декоративных древесных растений в Чуйской долине [Текст] / [М.К. Ахматов, Ж.К. Абдрашитова, П. Салаш и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. -2013. -№ 5-1 (12). -С. 35-37.

281. Петухова, И.П. Целесообразность интродукции и возможной адаптации древесных растений на юге Приморья [Текст] / И.П. Петухова // Тезисы докл. VIII Дендрол. конгр. соц. стран. – Тбилиси, 1982. – С. 234.

282. Пенкина, И.Г. Краткие итоги интродукции методом родовых комплексов [Текст] / И.Г. Пенкина // Интродукция и акклиматизация растений в Кыргызстане. – Бишкек, 1999. – С. 30-36.

283. Пешкова, В.О. Эколого-физиологические особенности растений – доминантов степных фитоценозов хребта Кыргызского Ала-Тоо, при разных режимах использования [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / В.О. Пешкова. – Бишкек, 2000. – 26 с.

284. Плотникова, Л. С. Спиреи [Текст] / Л.С. Плотникова. – М.: МСП, 2004. – 48 с.

285. Поварницина, Т. М. Эколого-физиологические особенности адаптации древесных растений к условиям крупных промышленных центров: на примере г. Ижевска [Текст]: дис. … канд. биол. наук / Т.М. Поварницина. – Тольяти, 2007. – 239 с.

286. Подрезов, О.А. Современный климат Бишкека, Чуйской долины и Северного склона Киргизского хребта [Текст] / О.А. Подрезов. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2013. – 202 с.

287. Полевая, И.Н. Эколого-физиологические особенности адаптации растений люцерны к водному режиму сезонного развития их в Предбайкалье [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / И.Н. Полевая. – Иркутск, 2007. – 19 с.

288. Полевой, В.В. Физиология растений [Текст] / В.В. Полевой. – М.: Высш. шк., 1989. – 464 с.

289. Половникова, М.Г. Экофизиология стресса. [Текст] / М.Г. Половникова— С.Пб, 2010. — 256 с.

290. Полонская, Л.С. Корневые системы древесных пород и кустарников на предгорной богаре Самаркандской области [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / Л.С. Полонская. – Ташкент, 1954. – 22 с.

291. Полонская, Л.С. Особенности развития корневых систем древесных пород в богарных условиях Узбекистана [Текст] / Л.С. Полонская // Лесн. хоз-во. – 1962. – № 3. – С. 40-44.

292. Пономаренко, П.Н. Атмосферные осадки Киргизии [Текст] / П.Н. Пономаренко. – Л.: Гидрометиздат, 1976. – 134 с.

293. Попов, С.П. Тополь – дерево будущего [Текст] / С.П. Попов, Н.В. Яковлева // Эхо науки. Изв. Нац. АН Кырг. Респ. – 1996. – № 2. – С. 98-99.

294. Попова, В.Т. Оценка интродукции некоторых видов рода *Spiraea* L. в дендрарии ВГЛТА и перспективы их использования в озеленении [Текст] / В.Т. Попова, В.Д. Дорофеева // Лесотехн. журн. – 2013. – № 1. – С. 59-68.

295. Постановление Бишкекского городского Кенеша депутатов от 30 июня 2009 года № 77 «Об утверждении Правил благоустройства города Бишкек»

296. Почвы Киргизии [Текст] / [А.М. Мамытов, Г.И. Ройченко, Н.К. Баженови др.] – Фрунзе: Кыргызстан, 1966. – 222 с.

297. Пояркова, А. И. Род 870. Клён – Acer [Текст] / А.И. Пояркова // Флора СССР: в 30 т. / начато при рук. и под гл. ред. В. Л. Комарова; ред. тома Б. К. Шишкин, Е. Г. Бобров. – М.; Л., 1949. – Т. XIV. – С. 598-600.

298. Практикум по физиологии растений [Текст] / [Н.Н. Третьяков, Т.В. Карнаухова, Л.А. Паничкин и др.] – М., 1990. – 271 с.

299. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [Текст] / под ред. Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. – М.: Изд-во Всерос. науч.-исслед. ин-та селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.

300. Пягай, Л.П. Жароустойчивость древесных и кустарниковых растений [Текст] / Л.П. Пягай, К.А. Ахматов // Интродукция и акклиматизация деревьев,

кустарников и плодовых растений в Северной Киргизии. – Фрунзе, 1989. – С. 13-14.

301. Рагимова, З.Г. Биоэкологические особенности некоторых видов сумаха, токсикодендрона, скумпии и шинуса в условиях Апшерона и их значение в озеленении [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / З.Г. Рагимова. – Баку, 1990. – 22 с.

302. Рандушка, Д. Цветовой атлас растений [Текст] / Д. Рандушка, Л. Шомшак, И. Габерова. – Братислава: Обзор, 1990. – 416 с.

303. Рахимова, Т. Адаптационные системы водного режима растений горной полупустыни Узбекистана [Текст] / Т. Рахимова // Тезисы докл. II Съезда Всесоюз. о-ва физиологии растений. – Мн.; М., 1990. – С.116.

304. Рахманина, К.П. Водный режим основных типов растительности Западного Памиро-Алая [Текст]: автореф. дис. … д-ра биол. наук / К.П. Рахманина. – Свердловск, 1981. – 48 с.

305. Рахманкулова, З.Ф. Влияние дефицита воды на функции митохондрий и полиморфизм ферментов дыхания у растений [Текст] / З.Ф. Рахманкулова, Е.В. Шуйская, Е.С. Рогожникова // Журн. общ. биологии. – 2013. – Т. 74, № 3. – С. 167-179.

306. Рахтеенко, И.Н. Корневые системы древесных и кустарниковых пород [Текст] / И.Н. Рахтеенко. – М.: Гослесбумиздат, 1952. – 108 с.

307. Рахтеенко, И.Н. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений [Текст] / И.Н. Рахтеенко. – Мн.: АН БССР, 1963. – 254 с.

308. Резанова, Т. А. Засухоустойчивость некоторых видов рода *Juglans* в условиях юго-запада Среднерусской возвышенности [Текст] / Т.А. Резанова, В.Н. Сорокопудов, Н.В. Назарова // Науч. ведомости. Сер. Естеств. науки. – 2011. – Вып. 15/1, № 9 (104). – С. 302-307.

309. Ригель, Д. Энергия, жизнь и организм [Текст] / Д. Ригель. – М.: Мир, 1967. – 168 с.

310. Розно, С.А. Эколого- биологический анализ итогов интродукции древесных растений в лесостепи Среднего Поволжья [Текст]: дис. … канд. биол. наук / С.А. Розно. – Самара, 2005. – 234 с.

311. Романова, Л.В. Водный режим косточковых плодовых пород в условиях степного Крыма [Текст] / Л.В. Романова // Физиология растений. – Л., 1955 – С. 172-184.

312. Рубин, Б.А. Курс физиологии растений [Текст] / Б.А. Рубин. – М.: Высш. шк., 1976. – 576 с.

313. Рубин, А.Б. Биофизика [Текст] / А.Б. Рубин. – М.: Высш. шк., 1987. – Кн. 1. – 319 с.

314. Рыжков, А.П. Корневая система красной смородины в лесостепи Западной Сибири [Текст] / А.П. Рыжков // Научные тр. Ом. с.-х. ин-та. – 1974. – Т. 1. – С. 20-25.

315. Савва, В.Г. Биологические основы интродукции однолетних декоративных растений в республике Молдова [Текст]: автореф. дис. … д-ра биол. наук / В.Г. Савва. – Кишинев, 1991. – 48 с.

316. Сазонова, Т.А. Водный режим *Pinus sylvestris* и *Picea obovata* (*Pinaceae*) в условиях промышленного загрязнения [Текст] / Т.А. Сазонова, С.В. Колосова, Л.Г. Исаева // Ботан. журн. – 2007. – Т. 92, № 5. – С. 740-750.

317. Сазонова, Т.А. Особенности водного режима *Betula pendula* (*Betulaceae*) с нормальной и аномальной древесиной ствола в онтогенезе [Текст] / Т.А. Сазонова, С.В. Позднякова, В.Б. Придача // Ботан. журн. – 2012. – Т. 97, № 11. – С. 1435-1447.

318. Самуилов, Ф.Д. Водный обмен и состояние воды в растении в связи с их метаболизмом и условиями среды [Текст] / Ф.Д. Самуилов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1972. – 282 с.

319. Семенютина, А.В. К вопросу рационального использования биоресурсов в условиях урболандшафтов [Текст] / А.В. Семенютина // Экология и экономика: материалы круглого стола. – Волгоград, 2005. – С. 129-133.

320. Семенютина, А.В. Эколого- физиологические особенности декоративных кустарников в Нижнем Поволжье [Текст] / А.В. Семенютина, С.М. Костюков // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2011. – № 45. – С. 234-241.

321. Семериков, Л.Ф. Популяционная структура древесных растений на примере видов дуба европейской части СССР и Кавказа [Текст] / Л.Ф. Семериков; отв. ред. С. А. Мамаев. – М.: Наука, 1986. – 140 с.

322. Сейдафаров, Р.А. Динамика водного режима листьев липы мелколистной в техногенных условиях [Текст] / Р.А. Сейдафаров // Вестн. С.-петерб. ун-та. Сер. 3. Биология. – 2013. – Т. 2. – С. 23-29.

323. Семенченко, П.П. Водный режим в связи с приспособлением к засухе у видов смородины, интродуцированных на юге [Текст] / П.П. Семенченко // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР: тез. докл. Всесоюз. совещ. – Пущино, 1984. – С. 160-161.

324. Серебрякова, Л.К. О транспирации дуба и клена остролистного в каштановой зоне Юго-Востока [Текст] / Л.К. Серебрякова // Лесн. хоз-во. – 1951. – № 11. – С. 11-15.

325. Свешникова, В.М. Водный режим растений [Текст] / В.М. Свешникова // Водный режим растений и почв высокогорных пустынь Памира. – Душанбе, 1962. – С. 99-234.

326. Свешникова, В.М. Основные черты водного режима растений высокогорных пустынь Памира [Текст] / В.М. Свешникова // Проблемы ботаники. – М.; Л., 1965. – Т. 7. – С. 192-204.

327. Свинцов, И.П. Адаптация *Zizyphus jujuba* в засушливых условиях [Текст] / И.П. Свинцов, В.А. Семенютина // Изв. Нижеволж. агроун-т. комплекса. – 2014. – № 2 (34). – С. 9-14.

328. Свешникова, В.М. Водный режим растений пустынь Средней Азии [Текст] / В.М. Свешникова // Экология. – 1975. – № 5. – С. 35-41.

329. Семёнова, Л.Г. Сравнительная оценка засухоустойчивости сортов алычи и сливы из коллекции Майкопской опытной станции ВНИИР [Текст] / Л.Г. Семёнова, В.В. Шерстобитов // Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2008. – № 12. – С. 128-132.

330. Семёнова, Л.Г. Водный режим сортов рода *Rubus* L. и их реакция на засуху и высокую температуру воздуха в период созревания плодов [Текст] / Л.Г. Семёнова, Е.А. Добренков, Е.Л. Добренкова // Новые технологии. – 2010. – № 1. – С. 50-54.

331. Сенькина, С.Н. Эколого – физиологическая характеристика транспирации хвойных древесных растений в фитоценозах Севера [Текст] / С.Н. Сенькина // Экология. – 2002. – № 4. – С. 254-260.

332. Силина, А.А. О транспирации древесных пород Телермановского лесничества [Текст] / А.А. Силина // Физиология растений. – 1955. – Т. 2, вып. 4. – С. 38-44.

333. Сисакян, Н.М. Биохимическая характеристика засухоустойчивости растений [Текст] / Н.М. Сисакян. – М.: Изд-во АН СССР, 1940. – 147 с.

334. Ситникова, А.С. Водный режим некоторых древесных пород в связи с их газоустойчивостью [Текст] / Н.М. Ситникова // Тр. ботан. садов АН Каз. ССР. – Алма-Ата, 1966. – Т. 9. – С. 107-113.

335. Слейчер, Р. Водный режим растений [Текст] / Р. Слейчер. – М.: Мир, 1970. – 365 с.

336. Смашевский, Н.Д. Экология фотосинтеза [Текст]/ Н.Д. Смашевский // Астраханский вестник экологического образования. – 2014. - № 2 (28). - С. 165-180.

337. Смирнов, И.А. Интродукция древесных пород в пустынной зоне [Текст] / И.А. Смирнов. – Алма-Ата: Кайнар, 1972. – 132 с.

338. Смирнов, И.А. Озеленение и лесомелиорация в засушливой зоне: (На примере вяза приземистого) [Текст] / И.А. Смирнов. – Алма-Ата: Кайнар, 1977. – 152 с.

339. Смирнов, И.А. Основы адаптации древесных интродуцентов в пустынной зоне [Текст]: автореф. дис. … д-ра биол. наук / И.А. Смирнов. – М., 1989. – 44 с.

340. Снытко, А.И. Эколого-физиологические исследования на организменном уровне в решении проблем интродукции [Текст] / А.И. Снытко //Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР: тез. докл. Всесоюз. совещ. – Пущино, 1984. – С. 174.

341. Соболевская, К.А. Исчезающие растения Сибири в интродукции [Текст] / К.А. Соболевская. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. – 221с.

342. Солдатов, И.В. Устойчивость листьев сливы к завяданию и перегреву [Текст] / И.В. Солдатов // Биология интродуцированных древесных, кустарниковых и плодовых растений в Киргизии. – Фрунзе, 1973. – С. 72-76.

343. Солдатов, И.В. Эколого-биохимические особенности сливы в Чуйской долине [Текст] / И.В. Солдатов. – Фрунзе: Илим, 1975. – 83 с.

344. Солодовникова, М.П. Дневная динамика интенсивности транспирации растений в засушливых условиях среды участка «Буртинская степь» госзаповедника «Оренбургский» [Текст] / М.П. Солодовникова // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. – 2009. – № 6. – С. 351-353.

345. Стоев, К.Д. Физиология винограда и основы его возделывания [Текст] / К.Д. Стоев. - Том 1.- София, 1981. - 332 с.

346. Сырников, Ю.П. К вопросу о термодинамических процессах в живой системе и о роли воды в этих процессах [Текст] / Ю.П. Сырников // Структура и роль воды в живом организме. – Л., 1966. – № 1. – С. 58-65.

347. Судницын, И.И. Движение почвенной влаги и водопотребление растений [Текст] / И.И. Судницын. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 255 с.

348. Тарабрин, В.П. Некоторые вопросы интродукции и акклиматизации древесных и кустарниковых растений в Донбассе [Текст] / В.П. Тарабрин // Тезисы I сессии Донецкого науч. центра. – Донецк, 1966. – С. 87-88.

349. Тарабрин, В.П. Водный режим и устойчивость древесных растений к промышленным загрязнениям [Текст] / В.П. Тарабрин // Газоустойчивость растений. – Новосибирск, 1980. – С. 18-29.

350. Таргон, П.Г. Биологические основы интродукции древесных покрытосеменных растений в Молдавии [Текст]: автореф. дис. … д-ра биол. наук / П.Г. Таргон. – М., 1981. – 41 с.

351. Таренков, В.А. Адаптация древесных интродуцентов к континентальному климату Нижнего Повольжья [Текст] / В.А. Таренков // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР: тез. докл. Всесоюз. совещ. – Пущино, 1984. – С. 186.

352. Терешин, Ю.А. Особенности водного режима и роста сосны и березы в различных типах леса Ильмейского заповедника [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / Ю.А. Терешин. – Свердловск, 1968. – 41 с.

353. Титок, В., Володько, И. Научное обеспечение зеленого строительства [Текст] / В Титок, И. Володько // Наука и инновации. – 2016. - № 5. - С. 4-6.

354. Ткаченко, В.И. Деревья и кустарники дикорастущей флоры Киргизии и их интродукция [Текст] / В.И. Ткаченко. – Фрунзе: Илим, 1972. – 347 с.

355. Токарева, Т.Г. Влияние промышленных газов на водоудерживающую способность хвои ели европейской [Текст] / Т.Г. Токарева // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: тез. докл. Всесоюз. конф. молодых ученых и специалистов. – Мытищи; М., 1990. – С. 53-54.

356. Троицкая, О.В. Водный режим древесно-кустарниковых пород в Карагандинской области [Текст] / О.В. Троицкая // Тр. Караганд. ботан. сада. – Караганда, 1960. – Т.1. – С. 21-27.

357. Тулашвили, Н.И. Водный режим некоторых высокогорных растений Центрального Кавказа в разных экологических условиях [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / Н.И. Тулашвили. – Тбилиси, 1976. – 25 с.

358. Турбатова, А.О. Жароустойчивость роз в условиях открытого и защищенного грунта Чуйской долины Кыргызстана [Текст] / А.О. Турбатова,

В.П. Криворучко // Интродукция и акклиматизация растений в Кыргызстане. – Бишкек, 1999. – С. 76-81.

359. Тургунбаев, К.Т. Биологические особенности яблони в предгорных условиях Юга Кыргызстана [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / К.Т. Тургунбаев. – Бишкек, 2000. – 23 с.

360. Турдукулов, Э. Водный режим растений основных травяных сообществ Северного Тянь-Шаня [Текст]: автореф. дис. … д-ра биол. наук / Э. Турдукулов. – Бишкек, 1998. – 38 с.

361. Тхагушев, Н.А. Корневая система ореха грецкого в прикубанской плодовой зоне Краснодарского края [Текст] / Н.А. Тхагушев, З.Ф. Хлопенкова // Тр. Кубан. с.-х. ин-та. – 1975. – Вып. 3 (139). – С. 56-65.

362. Узакбаев, К.А. Санитарно-экологическое состояние г. Бишкек [Текст] / К.А. Узакбаев, В.Д. Семенов // Бюл. обществ. центра экол. информации. – 2000. – № 17. – С. 12-13.

363. Феклистов, П.А. Транспирация хвои сосны скрученной и обыкновенной в условиях Архангельской области [Текст] / П.А. Феклистов, С.Ю. Бирюков // Вестн. Северного (Арктического) Федер. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2007. – № 2. – С. 86-90.

364. Физиология растений: учебник для студ. вузов [Текст] / [Н. Д. Алехина, Ю. В. Балнокин, В. Ф. Гавриленко и др.]; под ред. И. П. Ермакова. - М., 2005. – 640 с.

365. Хакимова, Р. Ш. Биологические особенности и водный режим некоторых видов и форм бересклета (*Euonymus* L.), интродуцированных в Северном Таджикистане [Текст]: дис. … канд. биол. наук / Р.Ш. Хакимова. – Душанбе, 2007. – 181 с.

366. Хаустович, И.П. Водоудерживающая способность как показатель адаптивности растений [Текст] / И.П. Хаустович, Г.Н. Пугачев // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2012. – № 4. – С. 17-19.

367. Хашес, Ц.М. К физиологии древнего ритма транспирации древесных растений [Текст] / Ц.М. Хашес // Экология. – 1971. – № 6. – С. 82-90.

368. Хлебникова, Н.А. Транспирация молодых древесных растений в условиях Прикаспийской низменности [Текст] / Н.А. Хлебникова, М.И. Маркова // Тр. Ин-та леса. – М., 1955. – Т. XXVII. – С. 79-85.

369. Хохлова, Л.П. Изменение водоудерживающей способности тканей озимой пшеницы по влиянием структурных модификаторов цитоскелета [Текст] / Л.П. Хохлова, О.В. Олиневич, О.В. Панкратова // Физиология растений. – 1997. – Т. 44, № 3. – С. 379-384.

370. Храмченкова, О.М. Физиология растений. Экология водного обмена: практ. рук-во по теме УСР [Текст] / О. М. Храмченкова. – Чернигов, 2016. – 40 с.

371. Хужахметова, А.Ш. Адаптационные возможности и эколого – хозяйственная перспектива применения орехоплодовых культур в Нижнем Поволжье [Текст] / А.Ш. Хужахметова, А.В. Богданов // Изв. Нижневолж. Агроун-т. комплекса: наука и высш. проф. образования. – 2012. – № 2. – С. 74-79.

372. Хуршудян, П.А. Пластичность корневой системы древесных растений при динамическом изменении водного режима почв [Текст] / П.А. Хуршудян // Тезисы докл. III Урал. совещ. по физиологии и экологии растений. – Уфа, 1970. – С. 170-172.

373. Цельникер, Ю.Л. Скорость потери воды изолированными листьями древесных пород и устойчивость их к обезвоживанию [Текст] / Ю.Л. Цельникер // Тр. Ин-та леса. – М.: АН СССР, 1955. – Т. 27. – С. 6-28.

374. Цельникер, Ю.Л. О засухоустойчивости лесных насаждении в условиях степи [Текст] / Ю.Л. Цельникер // Тр. Ин-та леса. – 1956. – Т. 30. – С. 163-174.

375. Цельникер, Ю.Л. О водном режиме лесных насаждений в степи в первые годы жизни [Текст] / Ю.Л. Цельникер // Тр. Ин-та леса. Изд. АН СССР. – 1958. – Т. 41. – С. 87-95.

376. Цельникер, Ю.Л. О показателях водного режима листьев древесных пород степной зоны [Текст] / Ю.Л. Цельникер // Тр. Ин-та леса. Изд. АН СССР. – 1958. – Т. 41. – С. 36-54.

377. Цельникер, Ю.Л. Пути приспособления древесных пород к перенаселению засухи в условиях степи [Текст] / Ю.Л. Цельникер // Физиология устойчивости растений. – М., 1960. – С. 40-45.

378. Цембелев, М.А. Биоэкологическое обоснование применения видов рода *Celtis* L. в лесомелиоративных насаждениях Нижнего Поволжья [Текст]: дис. … канд. с.-х. наук / М.А. Цембелев. – Волгоград, 2006. – 174 с.

379. Частота, размер и функциональные характеристики устьиц в связи с гетерозисом у гороха [Текст] / [В. Соколов, В. Шумный, Ц. Цонев и др.] // Изв. Сиб. отд-ния АН СССР. Сер. биол. – 1988. –№ 14/2. – С. 89-94.

380. Чен, Б.Б. Стратосферный аэрозольный слой над Центральной Азией [Текст] / Б.Б. Чен, В.М. Лелевкин. – Бишкек, КРСУ, 2000. – 228 с.

381. Чернышенко, О.В. Экофизиологические аспекты водного обмена растущего дерева [Текст] / О.В. Чернышенко // Лесной вестник- 1998. №1- С.116-120.

382. Чистякова, С.Б. Проблема озеленения населенных мест, в связи с вопросами микроклимата [Текст] / С.Б. Чистякова, Е.С. Семенова. – М.: Госстройиздат, 1962. – 102 с.

383. Чкаусели, Т.Я. Физиологические особенности интродуцированных древесных растений в аридной зоне Восточной Грузии [Текст] / Т.Я. Чкаусели, И.П. Караулидзе // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР: тез. докл. Всесоюз. совещ. – Пущино, 1984. – С. 201-202.

384. Чойжамц, Б. О водном режиме растений караганового мелкодерновинно-злакого-тырсового сообщества Восточного Хангая (Монголия) [Текст] / Б. Чойжамц // Ботан. журн. – 1997. – Т. 82, № 6. – С. 47-59.

385. Чотбаева, Э.А. Водный режим доминантов орехового фитоценоза в связи с естественной и антропогенной динамикой [Текст] / Э.А. Чотбаева // Материалы Междунар. конф. – Арсланбоб, 1995. – С. 97-104.

386. Чотбаева, Э.А. Водный режим доминантов орехового фитоценоза в условиях антропогенного прессинга [Текст] / Э.А. Чотбаева // Лесоводственные и лесокультурные исследования в Кыргызстане. – Бишкек, 1996. – С. 80-87.

387. Шакенева, Д.К-К. Возможность использования анатомо-морфологических особенностей устьиц как диагностического признака некоторых видов семейства Lamiceae [Текст] / Д.К-К. Шакенева // Междунар. журн. прикл. и фундам. исслед. – 2016. – № 3/4. – С. 620-622.

388. Шалпыков, К.Т. Водный режим основных доминантов галофитной пустыни Западного Прииссыкулья [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / К.Т. Шалпыков. – Бишкек, 1997. – 25 с.

389. Шалпыков, К.Т. Водный режим растений аридных территорий и экологический мониторинг процессов опустынивания [Текст] / К.Т. Шалпыков // Экология Кыргызстана: Проблемы, прогнозы, рекомендации. – Бишкек, 2000. – С. 143-146.

390. Шереметьев, С.Н. Экология водного режима растений поймы р. Орхон (Монголия): Осково-разнотравно-злаковое сообщество [Текст] / С.Н. Шереметьев, Д. Цэдэнбалжир // Ботан. ин-т им. В.Л.Комарова. – Л., 1991. – 27 с. – Деп. в ВИНИТИ 20.06.1991, №2583-В 91.

391. Шереметьев, С.Н. О дефиците водного насыщения в листьях травянистых растений [Текст] / С.Н. Шереметьев, Н.С. Мамушина // Ботан. журн. – 1997. – Т. 82, № 4. – С. 102-113.

392. Шило А.А. Хозяйственно- биологическая характеристика индуцированных мутантов яблони. [Текст]: дис. … канд. с.-х. наук / А.А. Шило - Орел, 1997. - 234 с.

393. Шипчанов, И.К. Изменение интенсивности транспирации древесных пород в зависимости от влажности почвы и воздуха [Текст] / И.К. Шипчанов // Физиология устойчивости растений. – М., 1960. – С. 416-422.

394. Шпота, Л.А. Облегченный транспирометр Г.А. Евтушенко (Методика изготовления и правила пользования) [Текст] / Л.А. Шпота // Учен. зап. биол.-почв. фак. Кирг. гос. ун-та. – 1958. – Вып. 7. – С. 77-81.

395. Шпота, Л.А. Полевые методы и приборы для физиологического контроля состояния растений в полевых и естественных условиях произрастания [Текст] / Л.А. Шпота. – Бишкек: Илим, 1992. – 154 с.

396. Штефырцэ, А.А. Водный обмен яблони в условиях неблагоприятной перемены влагообеспеченности [Текст]: автореф. дис. … д-ра биол. наук / А.А. Штефырцэ. – Кишинев, 1991. – 49 с.

397. Эгембердиев, Р. Биологические основы введения в культуру хвойника шишконосного (*Ephedra strobilacea*) в условиях пустынных пастбищ Узбекистана [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук / Р. Эгембердиев. – Самарканд, 1965. – 23 с.

398. Эдлефсон, Н.Е. Термодинамика почвенной влаги [Текст] / Н.Е. Эдлефсон, Б.С. Андерсон // Термодинамика почвенной влаги. – Л., 1966. – С. 127-138.

399. Экология на пороге XXI века [Текст]: VI Междунар. экол. конгр. [Информ. о работе конгр.] / [В.Н. Большаков, Ю.Л. Вигоров, Д.А. Криволуцкий и др.] // Экология. – 1995. – № 4. – С. 317-321.

400. Яблонский, Е.А. Системный анализ физиологических признаков для изучения и оценки экологической стойкости растений [Текст] / Е.А. Яблонский // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР: тез. докл. Всесоюз. совещ. – Пущино, 1984. – С. 211-212.

401. Якушкина, Н.И. Физиология растений [Текст] / Н.И.Якушкина. - М., 1980. – 303 с.

402. Akmatov, M.K. Anatomical-morphological features of stomas of shrubs and lianas [Text] / M.K. Akmatov // Proceedings 9th International Conference of Horticulture" - Lednice. Chech Republic, 2001 - P.477-481.

403. Akhmatov, M.K. The daytime woody plants water output by transpiration (Denní průběh transpiračního toku dřevin) [Text] / M.K. Akhmatov, P. Salas // Acta Universitatis Agriculture et Silvic. Mendelianae Brunensis. MUAF Brno. -2005.- LIII, No. 2. - P. 163 – 176.

404. Akhmatov, M.K. Water-exchange of woody plants, introducing in the Chui valley of Kyrgyzstan / M.K. Akhmatov, P. Salas // Acta horticulturae et regiotecturae. Nitra. Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae. – 2005 (a). - Vol. 8, N 2. – P.31-33.

405. Akhmatov, M.K. Day-time dynamics of transpiration intensity for arboreal plants introduced in the Chu valley / M.K. Akhmatov // Proceedings of the International Scientific Conference “4th Biological Days”. Constantine the philosopher university in Nitra in cooperation with Pedagogical university in Krakow and Charles university in Prague. Nitra. Slovakia. 2005 (б). – P.

406. Birand, H. Relations entre le developpement des racines et des parties aeriennes chez certaines plantes xerophytes et leur resistance a la seeheresse [Text] / H. Birand // Proceedings of the Madrid Simposium «Plant – water relationships in arid and semi-arid conditions”. – Madrid, 1962. – Vol.16. – P. 175-180.

407. Bolt, G.H. Thermodynamics of soil moisture [Text] / G.H. Bolt, M.I. Frissel // Netherl. J. Agr. Sci. – 1960. – Vol. 8, № 1. – P. 57-78.

408. Clapham, A.R. Flora of the British Isles. – 3 [Text] / A.R. Clapham, G. Tutin, D.M. Mooret. – Cambridge, 1987. – 688 p.

409. Cauwet-Marc, A.-M. Biosystematique des especes vivaces de Bupleurum L. (Umbelliferae) du bassin mediterraneen occidental [Text] / A.-M. Cauwet-Marc. – These, fask. 1. – Perpignan, 1976. – 426 p.

410. Ghannoum, O. C4 photosynthesis and water stress [Text] / O. Ghannoum // Ann. Bot. – 2009. – Vol. 103. – P. 635–644.

411. Correlation entre types stomatiques et types polliniques dans la tribu des Caucalidees (Ombelliferes) [Text] / M. Guyot, M.-Th. Cerceau-Larrival, M.C. Carbonier-Jarreau et. al. // Bul. Mus. Nat. Hist. Natur., Bot. – 1980. – T.2, N 2. – P. 341-385.

412. Kozlowski, T.T. Light and water in relation to growth and competition of Piedmont forest trees [Text] / T.T. Kozlowski // Ecol. Monogr. Durham. – 1949. – N 19. – P. 207-231.

413. Kowashima, S. Effect of vegetation on surface temperature in urban and suburban areas in winter [Text]: 4th Int. Conf. "Urban Climate, Plann. And Build" Kyoto, Nov. 6-11, 1989 / S. Kowashima // Energy and Build. – 1990. – Vol. 15, № 3/4. – P. 465-469.

414. Ku, T. C. Chaenomeles japonica (Thunberg) Lindley ex Spach [Text] / T.C. Ku, S.A. Spongberg // Flora of China. – 2003. – Vol. 9. – P. 173.

415. Lewitt, J. Relationship of dehydratation rate to drought avoidance, dehydratation tolerance and dehydratation avoidance of cabbage leaves and to their acclimation during droughtinduced water stress [Text] / J. Lewitt // Plant Cell and Environ. – 1985. – Vol. 8, N 4. – P. 287- 296.

416. Nobel, P.S. Biophysical of plant physiology and ecology [Text] / P.S. Nobel. – San Francisco: Freeman, 1983. – 608 p.

417. Ouertli, J.J. Terminology of plant-water energy relations [Text] / J.J. Ouertli // Ztschr. Pflanzenphysiol. – 1969. – Bd.69. – S. 264-265.

418. Modeling temperature-compensated physiological rates, based on the coordination of responses to temperature of developmental processes [Text] / B. Parent, O. Ture, Y. Gibon et. al. // J. Exp. Bot. – 2010. – Vol. 61. – P. 2057–2069.

419. Pisek, A. Der Wasserhaushalt der Meso- und Hydrophyten [Text] / A. Pisek // Handbuch der Pflanzenphysiologie. B. etc., Bd.III. – 1956. – S. 1-90.

420. Plant physiological behaviour in relation to water in a semiarid environment in southeast Spain [Text] / P. Domingo, J. Pugdetabregas, S.C. Clark et. al. // Int. Symp. 20 th Gen. Assem. Int. Union Geod. And Geoph. S. «Hydrol». Interact between Atmos., Soil and Veg. – Vienna, 1991. – № 204. – P. 335-343.

421. Polster, H. Die physiologischen Grundlsgen der Stofferzengung in Walde Untersuchungen uber Assimilation, Respiration und Transpiration unserer Hauptholzarten [Text] / H. Polster. – Munchen: Bayer. Land – wirtsch. Verlag., 1950. – 96 s.

422. Raven, P.H. Researchs in botanical gardens [Text] / P.H. Raven // Bot. Jarb. Syst. – 1981. – Vol. 102, № 1. – P. 53-72.

423. Raza, S.H. Effect of vegetation on urban climite and healthy urban colonies [Text]: 4th Int. Conf. "Urban Climate, Plann. And Build". Kyoto, Nov. 6-11, 1989 / S.H. Raza, M.S.R. Murthy // Energy and Build. – 1990. – Vol. 15, № 3/4. – P. 487-491.

424. Rhizopoulon, S. Influence of soil drying on root development, water relations and leaf growth of Ceratonia silique [Text] / S. Rhizopoulon, M.J. Davies // Ecologia. – 1991. – Vol. 88, N1. – P. 41-47.

425. SaitoI, Ishihara O. Study of the effect of green areas on the thermal environment in an urban area [Text]: 4th Int. Conf. "Urban Climate, Plann. And Build". Kyoto, Nov. 6-11, 1989 / O. Ishihara SaitoI, T. Katayama // Energy and Build. – 1990. – Vol. 15, № 3/4. – P. 493-498.

426. Shah, K. On the structure and ontogeny of stomata in some umbellifers [Text] / K. Shah, K. Abraham // Phyton. – 1981. – Vol. 21, N 2. – P. 189-202.

427. Spanner, D.C. The components of the water potentiol in plants and soil [Text] / D. C. Spanner // J. Exp. Bot. – 1973. – Vol. 24. – P. 816-819.

428. Spence, R. D. The problem of variabiliy in stomatal responses; particulary aperture variance, to environmental and experimental conditions [Text] / R. Spence // New phytol. – 1987. – Vol. 107, № 2. – P. 303.

429. Weatherley, P.E. Some aspects of water relations [Text] / P.E. Weatherley // Adv. Bot. Res. – 1970. – Vol. 3. – P. 171-206.

430. Wilmers, F. Effect of vegetation on urban climite and building [Text]: 4th Int. Conf. "Urban Climate, Plann. And Build". Kyoto, Nov. 6-11, 1989 / F. Wilmers // Energy and Build. – 1990. – Vol. 15, № 3/4. – P. 507-514.

431. Wolfenden, J. Physiological disturbances in plants crused by air pollutants [Text] / J. Wolfenden, T.A. Mansfield // Proc Roy. Soc. Edinburg. B. – 1990. – Vol. 7. – P. 117-130.

432. Zimmerman, U. Physical aspect of water relations of plant cells [Text] / U. Zimmerman, E. Steudle // Adv. Bot. Res. – 1978. – Vol. 6. – P. 45-117.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 6.2

Дневная динамика интенсивности транспирации лиственных деревьев, мг/дм^{2}час

Виды	Часы наблюдений				
	8^{00}-9^{00}	10^{30}-11^{30}	13-14	15^{30}-16^{30}	18-19
1	2	3	4	5	6
19 июня					
Температура воздуха, °С	22,0	23,0	26,0	24,0	23,0
Отн. влажн. воздуха, %	62,0	60,0	52,0	56,0	60,0
Aesculus hippocastanum	1,34	0,91	0,48	0,50	0,38
Betula procurva	1,53	1,48	2,03	0,97	0,53
Padus racemosa	1,09	1,16	0,68	0,63	0,59
Cercis canadensis	0,81	0,85	0,89	0,45	0,45
Sorbus intermedia	2,85	2,49	2,78	5,65	1,35
Acer saccharinum	1,92	2,02	1,92	1,46	1,06
Acer platanoides	1,04	1,06	1,21	0,65	0,46
Acer pseudoplatanus	1,62	1,21	1,06	0,91	0,61
Carpinus betulus	2,04	1,94	1,53	1,94	0,69
Ulmus pinnato - ramosa	1,97	0,43	1,91	1,96	1,30
Populus pyramidalis	3,99	7,90	3,42	3,06	2,35
Crataegus altaica	1,57	3,17	3,17	1,72	1,45
Juglans regia	1,25	1,70	1,74	1,53	1,40
Quercus robur	1,11	0,76	0,76	0,55	0,59
Quercus imbricaria	0,99	0,70	0,85	0,64	0,47
25 июля					
Температура воздуха, °С	20,0	22,0	26,0	27,5	26,0
Отн. влажн. воздуха, %	74,0	60,0	50,0	44,0	50,0

Продолжение табл. 6.2

Aesculus hippocastanum	0,91	0,26	0,26	0,41	0,20
1	2	3	4	5	6
Betula procurva	1,85	1,43	0,92	1,99	1,11
Padus racemosa	0,92	0,30	0,56	0,33	0,23
Cercis canadensis	0,60	0,28	0,51	0,49	0,36
Sorbus intermedia	3,28	5,62	1,49	2,49	1,85
Acer saccharinum	2,07	1,11	0,40	1,11	1,06
Acer platanoides	1,67	0,65	0,39	0,82	0,67
Acer pseudoplatanus	2,17	1,36	0,75	1,46	1,16
Carpinus betulus	2,31	2,18	1,43	1,16	0,74
Ulmus pinnato - ramosa	1,82	1,42	0,31	1,30	0,83
Populus pyramidalis	2,28	1,35	1,57	1,35	1,07
Crataegus altaica	3,24	2,71	2,18	2,31	1,72
Juglans regia	1,49	1,89	0,73	0,90	0,55
Quercus robur	1,00	0,69	0,73	0,87	0,66
Quercus imbricaria	0,88	0,88	0,48	0,93	0,53
9 августа					
Температура воздуха, °С	25,0	29,0	30,0	31,0	31,0
Отн. Влажн. Воздуха, %	56,0	48,0	47,0	45,0	45,0
Aesculus hippocastanum	0,53	0,26	0,38	0,18	0,12
Betula procurva	1,76	1,67	2,04	1,80	1,16
Padus racemosa	1,62	0,99	1,19	0,69	0,73
Cercis canadensis	1,26	1,00	0,90	0,66	0,41
Sorbus intermedia	2,71	2,42	1,71	2,92	0,64
Acer saccharinum	2,42	1,77	1,87	0,66	0,55
Acer platanoides	1,70	1,08	1,31	0,78	0,62
Acer pseudoplatanus	3,48	2,52	2,37	1,06	0,91

Продолжение табл. 6.2

Carpinus betulus	2,59	2,13	1,71	0,46	0,46
1	2	3	4	5	6
Ulmus pinnato - ramosa	2,19	1,42	1,05	0,55	0,40
Populus pyramidalis	4,34	5,20	2,92	2,28	1,42
Crataegus altaica	4,56	1,98	1,85	1,72	1,78
Juglans regia	1,04	1,01	1,04	0,69	0,21
Quercus robur	1,32	0,76	1,25	0,69	0,28
Quercus imbricaria	1,02	0,53	0,99	0,58	0,32

Таблица 6.3

Дневная динамика интенсивности транспирации лиственных деревьев, г/дм^{2}час

Виды	Часы наблюдений				
	8^{00}-9^{00}	10^{30}-11^{30}	13-14	15^{30}-16^{30}	18-19
1	2	3	4	5	6
11 июня					
Температура воздуха, ^{o}C	24,0	28,0	30,0	30,0	26,0
Отн. влажн. воздуха, %	57,0	49,0	46,0	46,0	53,0
Aesculus hippocastanum	1,21	0,94	0,71	0,76	0,60
Betula procurva	1,21	1,17	1,70	1,01	0,79
Padus racemosa	1,37	1,20	1,20	1,06	0,61
Cercis canadensis	0,72	0,68	0,66	0,55	0,42
Sorbus intermedia	3,21	2,56	2,60	3,31	1,80
Acer saccharinum	1,99	2,10	1,90	1,75	1,18
Acer platanoides	1,20	0,97	1,00	0,73	0,54
Acer pseudoplatanus	2,30	1,76	1,66	1,59	1,13
Carpinus betulus	2,50	1,87	1,45	1,49	0,92
Ulmus pinnato – ramosa	1,78	0,72	0,84	1,44	1,03

Продолжение табл. 6.3

1	2	3	4	5	6
Populus pyramidalis	4,38	4,86	3,31	3,05	2,30
Crataegus altaica	2,20	2,79	3,00	1,91	1,69
Juglans regia	1,19	1,49	1,61	1,58	1,15
Quercus robur	1,00	0,74	0,90	0,74	0,57
Quercus imbricaria	1,05	0,80	0,82	0,80	0,70
19 июля					
Температура воздуха, °С	26,0	28,0	31,0	32,0	29,0
Отн. Влажн. Воздуха, %	59,0	52,0	45,0	43,0	48,0
Aesculus hippocastanum	1,07	0,65	0,51	0,68	0,53
Betula procurva	1,57	1,20	0,94	1,48	0,90
Padus racemosa	1,04	0,61	0,92	0,62	0,47
Cercis canadensis	0,78	0,51	0,59	0,50	0,39
Sorbus intermedia	4,06	4,55	2,34	2,24	1,38
Acer saccharinum	2,29	1,33	0,75	1,51	0,98
Acer platanoides	1,68	0,89	0,85	1,42	0,94
Acer pseudoplatanus	2,95	2,34	1,63	2,34	1,86
Carpinus betulus	3,07	2,92	2,03	1,73	1,27
Ulmus pinnato – ramosa	1,82	1,26	0,54	1,71	0,89
Populus pyramidalis	3,34	2,63	2,06	1,81	1,60
Crataegus altaica	3,17	2,61	2,28	2,61	2,31
Juglans regia	1,25	1,43	0,81	0,76	0,91
Quercus robur	1,00	0,98	1,28	1,14	0,95
Quercus imbricaria	1,05	0,99	0,65	0,96	0,70
7 августа					
Температура воздуха, °С	25,5	28,0	30,0	31,0	31,0
Отн. влажн. воздуха, %	56,0	51,0	47,0	45,0	45,0

Продолжение табл. 6.3

1	2	3	4	5	6
Aesculus hippocastanum	0,81	0,58	0,60	0,40	0,38
Betula procurva	1,62	1,67	1,76	1,52	1,18
Padus racemosa	1,72	1,37	1,45	0,84	0,70
Cercis canadensis	1,33	1,13	0,97	0,78	0,48
Sorbus intermedia	3,64	2,85	2,38	2,95	1,31
Acer saccharinum	3,02	2,35	2,14	1,54	1,23
Acer platanoides	1,37	1,05	1,20	0,79	0,45
Acer pseudoplatanus	1,49	1,26	1,00	1,26	0,78
Carpinus betulus	2,29	2,23	1,36	1,15	0,86
Ulmus pinnato - ramosa	1,03	1,33	1,80	1,20	0,50
Populus pyramidalis	1,85	1,57	1,67	1,28	1,18
Crataegus altaica	2,64	2,31	2,24	2,08	1,82
Juglans regia	1,30	1,63	0,83	0,66	0,52
Quercus robur	0,93	0,97	1,46	0,86	0,86
Quercus imbricaria	0,70	0,76	0,85	0,84	0,55

Таблица 6.5

Дневная динамика интенсивности транспирации кустарников и лиан, г/дм^{2}час

Виды	Часы наблюдений				
	8– 9	10^{30}-11^{30}	13-14	15^{30}-16^{30}	18-19
1	2	3	4	5	6
15 мая					
Температура воздуха, ^{o}C	15,0	18,0	20,0	21,0	18,0
Отн. Влажн. Воздуха, %	62,0	50,0	44,0	40,0	54,0
Rhus typhina	-	-	-	-	-
Syringa amurensis	0,60	0,66	0,41	0,32	0,28

Продолжение табл. 6.5

1	2	3	4	5	6
Elaeagnus angustifolia	2,72	2,52	1,36	1,16	1,09
Philadelphus lewisii	1,11	1,11	0,97	0,97	0,83
Forsythia suspensa	1,18	0,42	0,59	0,49	0,35
Euonymus maackii	1,74	1,10	0,93	0,98	0,69
W. floribunda	-	-	-	-	-
Viburnum lantana	2,03	1,68	0,64	0,98	0,81
P. quinquefolia	1,17	0,97	0,59	0,91	0,48
Cheonomeles japonica	2,20	2,78	1,91	1,62	1,33
Symphoricarpus albus	1,97	1,71	1,17	1,55	1,23
Ligustrum vulgare	1,14	0,82	0,32	0,58	0,58
Cornus sanquinea	0,57	0,95	0,66	0,63	0,63
Berberis oblonga	1,07	1,07	0,63	0,75	0,24
Cotinus coggygria	-	-	-	-	-
Spiraea vanhouttei	0,98	1,09	1,40	0,48	0,51
Caragana boisii	0,92	0,77	0,38	0,53	0,41
Spiraea losiocarpa	1,60	1,71	2,21	1,41	0,53
12 июня					
Температура воздуха, °С	21,0	23,0	25,0	24.0	23.0
Отн. Влажн. Воздуха, %	48,0	44,0	44,0	50,0	54,0
Rhus typhina	1,17	1,12	1,46	1,10	0,98
Syringa amurensis	0,88	0,91	1,07	0,92	0,73
Elaeagnus angustifolia	3,20	2,52	3,20	2,66	1,70
Philadelphus lewisii	2,29	2,15	2,77	2,15	2,22
Forsythia suspensa	0,76	0,59	0,90	0,90	0,73
Euonymus maackii	2,89	2,89	2,60	2,25	2,20

Продолжение табл. 6.5

1	2	3	4	5	6
W. floribunda	0,52	0,26	0,32	0,36	0,27
Viburnum lantana	2,66	2,72	2,83	2,55	2,03
P. quinquefolia	1,98	2,94	2,88	2,30	0,96
Cheonomeles japonica	2,95	3,53	3,53	3,18	2,49
Symphoricarpus albus	2,73	3,58	3,10	2,56	1,82
Ligustrum vulgare	1,26	1,02	1,40	1,29	0,94
Cornus sanquinea	1,07	1,07	1,45	1,01	1,01
Berberis oblonga	1,46	1,46	1,66	1,50	1,26
Cotinus coggygria	1,49	1,54	1,70	1,34	1,03
Spiraea vanhouttei	1,00	1,92	1,31	0,88	0,76
Caragana boisii	1,01	1,40	1,92	1,10	0,35
Spiraea losiocarpa	2,02	3,14	1,70	1,34	0,65
13 июля					
Температура воздуха, °С	24,0	27,0	28,0	28,0	27,0
Отн. Влажн. Воздуха, %	50,0	46,0	42,0	42,0	48,0
Rhus typhina	1,51	1,56	1,46	0,78	0,73
Syringa amurensis	0,98	1,07	1,10	1,77	1,17
Elaeagnus angustifolia	1,98	1,84	1,16	1,36	1,02
Philadelphus lewisii	2,98	2,77	2,29	2,71	1,46
Forsythia suspensa	0,66	0,69	0,97	0,45	0,42
Euonymus maackii	3,06	2,54	2,66	2,83	2,77
W. floribunda	0,59	0,74	0,57	0,44	0,39
Viburnum lantana	2,20	2,08	1,27	1,62	1,56
P. quinquefolia	1,76	2,83	1,49	0,96	0,91
Cheonomeles japonica	3,00	3,70	3,53	3,12	2,89

Продолжение табл.6.5

1	2	3	4	5	6
Symphoricarpus albus	1,71	1,81	1,33	0,75	0,53
Ligustrum vulgare	1,40	1,23	0,76	0,84	0,79
Cornus sanquinea	1,58	1,10	0,95	1,51	1,39
Berberis oblonga	1,50	1,07	0,39	0,75	1,54
Cotinus coggygria	2,11	2,36	1,54	1,80	1,59
Spiraea vanhouttei	1,60	1,51	0,93	1,51	1,11
Caragana boisii	1,26	1,18	2,92	0,81	0,33
Spiraea losiocarpa	2,30	4,35	2,71	1,32	0,41
29 июля					
Температура воздуха, ^{o}C	26,0	29,0	31,0	30,0	29,0
Отн. Влажн. Воздуха, %	52,0	43,0	36,0	44,0	48,0
Rhus typhina	1,32	1,27	1,22	0,58	0,49
Syringa amurensis	0,91	1,04	1,20	1,20	0,50
Elaeagnus angustifolia	0,61	0,68	0,82	0,55	0,55
Philadelphus lewisii	2,43	2,50	2,15	1,73	1,18
Forsythia suspensa	0,87	1,21	1,04	0,87	0,80
Euonymus maackii	3,00	2,31	2,54	2,50	2,31
W. floribunda	0,84	0,62	0,57	0,30	0,30
Viburnum lantana	1,22	0,92	0,93	0,75	0,64
P. quinquefolia	1,01	1,60	1,10	0,53	0,37
Cheonomeles japonica	2,54	2,77	2,71	1,85	1,33
Symphoricarpus albus	1,76	1,85	0,91	0,43	0,48
Ligustrum vulgare	1,05	1,23	1,32	0,73	0,35
Cornus sanquinea	1,29	1,36	1,10	1,14	0,60
Berberis oblonga	1,70	0,83	0,79	0,71	0,55
Cotinus coggygria	2,36	2,26	2,11	1,34	0,62

Продолжение табл. 6.5

Spiraea vanhouttei	1,44	1,53	1,50	0,72	0,57
Caragana boisii	1,42	1,89	1,75	1,56	0,66
Spiraea losiocarpa	1,43	2,50	2,32	1,78	0,99
12 августа					
Температура воздуха, °С	29,0	30,0	33,0	33,0	30,0
Отн. влажн. воздуха, %	58,0	40,0	34,0	36,0	40,0
Rhus typhina	1,32	0,34	0,24	0,63	0,39
Syringa amurensis	1,20	0,98	1,10	1,39	0,69
Elaeagnus angustifolia	1,36	0,82	0,68	0,89	0,82
Philadelphus lewisii	2,29	2,43	2,84	1,87	1,73
Forsythia suspensa	1,35	1,56	1,15	0,87	0,90
Euonymus maackii	2,10	2,37	1,28	1,79	1,68
W. floribunda	0,67	0,60	0,82	0,42	0,37
Viburnum lantana	2,49	1,62	1,68	1,85	1,44
P. quinquefolia	1,40	1,23	0,69	0,91	0,75
Cheonomeles japonica	2,78	4,40	3,47	3,00	2,49
Symphoricarpus albus	1,65	1,10	1,55	0,64	0,53
Ligustrum vulgare	1,32	1,32	1,17	1,05	0,88
Cornus sanquinea	1,77	1,29	0,95	0,95	0,85
Berberis obl	-	1,26	0,71	0,71	0,63
Cotinus coggygria	2,00	2,47	2,57	1,39	1,23
Spiraea vanhouttei	1,67	1,34	0,86	0,81	0,62
Caragana boisii	1,80	1,84	1,66	1,33	1,04
Spiraea losi	2,37	2,32	2,52	1,93	1,88
16 сентября					
Температура воздуха, °С	16,0	19,0	19,0	22,0	дождь
Отн. влажн. воздуха, %	62,0	56,0	56,0	54,0	

Rhus typhina	0,63	0,49	0,88	0,73	
Syringa amurensis	0,66	0,69	0,73	0,76	
Elaeagnus angustifolia	0,75	0,48	0,75	0,68	
Philadelphus lewisii	1,46	1,66	1,46	1,04	
Forsythia suspensa	0,62	0,73	0,76	0,52	
Euonymus maackii	1,62	1,27	1,39	1,33	
W. floribunda	0,67	0,77	0,74	0,47	
Viburnum lantana	1,62	1,28	1,16	1,16	
P. quinquefolia	1,23	1,12	1,17	0,91	
Cheonomeles japonica	1,79	2,37	2,60	2,54	
Symphoricarpus albus	1,33	1,07	0,59	0,85	
Ligustrum vulgare	0,85	0,73	0,61	0,53	
Cornus sanquinea	0,76	0,50	0,69	0,50	
Berberis oblonga	1,34	1,02	1,34	0,84	
Cotinus coggygria	1,44	1,49	1,39	1,08	
Spiraea vanhouttei	0,76	0,97	1,05	0,52	
Caragana boisii	1,56	0,85	1,10	1,04	
Spiraea losiocarpa	1,38	1,43	1,28	1,33	

Таблица 6.6

Дневная динамика интенсивности транспирации кустарников и лиан, г/дм^{2}час

Виды	Часы наблюдений				
	8- 9	10^{30}-11^{30}	13-14	15^{30}-16^{30}	18-19
1	2	3	4	5	6
21 июля					
Температура воздуха, ^{o}C	20,0	26,0	29,0	29,0	26,0

Продолжение табл. 6.6

Отн. влажн. воздуха, %	56,0	52,0	43,0	43,0	52,0
Rhus typhina	1,35	1,08	1,02	0,86	0,68
Syringa amurensis	0,85	0,98	0,93	0,88	0,66
Elaeagnus angustifolia	0,81	0,40	0,38	0,63	0,44
Philadelphus lewisii	3,75	3,38	2,10	2,02	1,75
Forsythia suspensa	0,83	0,66	0,67	0,71	0,55
Euonymus maackii	2,36	4,00	1,92	1,92	1,94
W. floribunda	0,55	0,90	0,30	0,29	0,21
Viburnum lantana	2,33	3,16	2,47	2,20	1,82
P. quinquefolia	1,18	2,13	1,78	1,49	0,64
Cheonomeles japonica	2,21	1,87	2,41	2,60	1,88
Symphoricarpus albus	1,91	2,45	1,89	1,83	1,36
Ligustrum vulgare	0,89	0,86	0,99	0,85	0,67
Cornus sanquinea	0,80	0,96	0,93	0,74	0,71
Berberis oblonga	1,06	1,04	1,01	1,00	0,85
Cotinus coggygria	1,47	1,67	1,49	1,31	0,77
Spiraea vanhouttei	1,25	1,67	1,32	1,09	1,03
Caragana boisii	1,11	1,61	2,86	1,42	0,58
Spiraea losiocarpa	1,73	2,77	1,51	1,13	0,97
26 июля					
Температура воздуха, °С	25,0	27,0	30,0	31,0	29,0
Отн. Влажн. Воздуха, %	44,0	41,0	36,0	34,0	38,0
Rhus typhina	1,42	0,90	0,75	1,14	0,64
Syringa amurensis	1,04	1,19	1,16	1,00	0,39
Elaeagnus angustifolia	0,74	0,31	0,54	0,48	0,37
Philadelphus lewisii	2,55	2,17	2,00	1,83	1,47
Forsythia suspensa	0,83	0,92	0,86	0,71	0,64

Продолжение табл. 6.6

1	2	3	4	5	6
Euonymus maackii	2,46	2,00	2,15	2,17	2,00
W. floribunda	0,76	0,96	0,50	0,31	0,29
Viburnum lantana	1,59	1,18	1,22	1,23	0,63
P. quinquefolia	0,82	1,01	0,65	0,42	0,24
Cheonomeles japonica	2,40	2,57	2,33	2,19	1,85
Symphoricarpus albus	1,36	1,72	0,64	0,51	0,45
Ligustrum vulgare	0,83	0,68	0,91	0,49	0,23
Cornus sanquinea	0,91	0,80	0,65	0,62	0,36
Berberis oblonga	1,52	0,68	0,53	0,89	0,35
Cotinus coggygria	2,20	1,72	2,03	1,13	0,74
Spiraea vanhouttei	1,10	1,14	1,12	0,66	0,59
Caragana boisii	1,21	1,75	2,85	1,53	0,75
Spiraea losiocarpa	2,28	3,44	2,72	1,45	0,86
18 августа					
Температура воздуха, °С	26,0	30,0	35,0	31,0	30,0
Отн. Влажн. Воздуха, %	52,0	44,0	34,0	42,0	45,0
Rhus typhina	1,00	0,26	0,43	0,29	0,19
Syringa amurensis	1,15	1,12	1,26	0,97	09,83
Elaeagnus angustifolia	1,93	1,71	2,09	1,67	0,85
Philadelphus lewisii	1,84	2,17	1,90	1,90	1,55
Forsythia suspensa	1,25	1,30	0,94	0,73	0,71
Euonymus maackii	2,17	1,37	1,76	1,59	1,45
W. floribunda	0,58	0,40	0,55	0,39	0,26
Viburnum lantana	2,34	2,75	1,53	1,35	1,29
P. quinquefolia	1,20	0,93	0,80	0,69	0,45
Cheonomeles japonica	1,99	3,18	2,91	2,59	2,20

Продолжение табл. 6.6

1	2	3	4	5	6
Symphoricarpus albus	1,57	1,26	1,01	0,55	0,45
Ligustrum vulgare	1,26	0,73	0,82	0,74	0,63
Cornus sanquinea	1,44	0,88	0,77	0,82	0,83
Berberis oblonga	1,64	0,90	1,23	0,87	0,61
Cotinus coggygria	2,10	2,13	2,21	1,33	1,05
Spiraea vanhouttei	2,39	2,37	2,38	1,59	1,31
Caragana boisii	1,29	1,44	1,58	1,15	0,80
Spiraea losiocarpa	2,39	2,37	2,38	1,59	1,31
12 сентября					
Температура воздуха, °С	15,0	18,0	19,0	21,0	22,0
Отн. Влажн. Воздуха, %	62,0	56,0	52,0	53,0	50,0
Rhus typhina	0,65	0,37	0,58	0,48	0,39
Syringa amurensis	0,88	0,97	0,78	0,95	0,90
Elaeagnus angustifolia	0,62	0,64	1,03	0,85	0,57
Philadelphus lewisii	1,42	1,52	1,48	1,49	1,35
Forsythia suspensa	0,89	0,88	0,74	0,64	0,61
Euonymus maackii	1,93	1,21	1,53	1,36	1,33
W. floribunda	0,58	0,48	0,51	0,41	0,26
Viburnum lantana	1,65	1,90	1,47	1,36	1,30
P. quinquefolia	1,11	0,69	0,88	0,69	0,36
Cheonomeles japonica	1,49	2,74	2,08	2,68	2,11
Symphoricarpus albus	1,41	1,24	0,53	0,61	0,42
Ligustrum vulgare	1,03	0,43	0,54	0,48	0,50
Cornus sanquinea	0,94	0,48	0,64	0,59	0,53
Berberis oblonga	1,50	0,78	1,24	0,93	0,60
Cotinus coggygria	1,82	1,64	1,61	1,23	0,96

Spiraea vanhouttei	1,09	1,28	1,27	1,05	0,52
Caragana boisii	1,17	0,94	1,30	1,00	0,68
Spiraea losiocarpa	1,90	1,98	1,76	1,29	1,03