

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**
ИНСТИТУТ ЛЕСА И ОРЕХОВОДСТВА им. проф. П.А. Гана

С.А. Джумабаева, Э.Т. Кожомкулов

**ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЛЕСНЫЕ
БИОГЕОЦЕНОЗЫ ТЕРСКОЙ АЛА-ТОО (НА ПРИМЕРЕ
ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ БАРСКООНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА)**

Бишкек 2008

УДК 630
ББК
Д

Ответственный редактор: канд. биол. наук **Н.В. Габрид**

Рецензенты:

зав. кафедрой биоразнообразия факультета биологии и химии
при КГУ им. И. Арабаева канд. биол. наук **М.К. Ахматов**

директор службы охраны окружающей среды
Кумтор Оперейтинг Компании **Родни А. Ступарик**

Джумабаева Саламатхан Абдырахимовна

Д 42 ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЛЕСНЫЕ БИОГЕОЦЕНОЗЫ
ТЕРСКОЙ АЛА-ТОО (на примере Барскоонского лесничества) –Бишкек: Илим, 2008.

ISBN 978-9967-12-045-7

На основе длительного наблюдения за еловыми насаждениями Терской Ала-Тоо на опытных участках в условиях естественной и урбанизированной среды определено влияние антропогенного и техногенного загрязнения воздуха и почвы на функционирование еловых биогеоценозов. Показано содержание тяжелых металлов в почве, коре и хвое ели Шренка и установлено влияние их на основные физиолого-биохимические процессы. Приводятся сведения о концентрации дорожной пыли в атмосферном воздухе, ее физико-химическом составе, процесс оседания и интенсивности воздействия на ассимилирующие органы лесных пород.

Рекомендовано к печати Ученым советом
Института леса и ореховодства им. проф. П.А. Гана
НАН Кыргызской Республики

Д 3901030000

УДК 630
ББК 43.4

ISBN 978-9967-12-045-7

Институт леса и ореховодства
им. проф. П.А.Гана НАН КР, 2007

О Г Л А В Л Е Н И Е

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА I. СТЕПЕНЬ ИЗУЧЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ АНТРОПО- ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ЛЕСНОЙ БИОГЕОЦЕНОЗ	5
ГЛАВА II. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ	16
ГЛАВА III. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	22
Характеристика объектов исследований	28
ГЛАВА IV. АНТРОПО-ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ ПРИИССЫККУЛЬЯ	32
Запыленность атмосферного воздуха	36
Содержание тяжелых металлов в почве, коре и хвое ели Шренка	41
Пылеулавливающие свойства еловых насаждений	45
ГЛАВА V. ВОДНЫЙ РЕЖИМ ЕЛИ ШРЕНКА И КУСТАРНИКОВ В ЗОНЕ АНТРОПО-ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ	56
5.1 Динамика интенсивности транспирации	56
5.2 Зависимость интенсивности транспирации от факторов внешней среды	64
5.3 Содержание воды в хвое и листьях	69
5.4 Реальный водный дефицит	75
5.5 Водоудерживающая способность хвои и листьев	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	81
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	85
ЛИТЕРАТУРА	89

ВВЕДЕНИЕ

В условиях возросшего антропогенного влияния на лесные экосистемы особую практическую значимость за последние десятилетия приобрела оценка биосферных функций леса, а также установление критериев устойчивости лесных экосистем. В результате хозяйственной деятельности человека происходят необратимые изменения в окружающем природном ландшафте, которые обусловлены комплексом следующих факторов: нерегулируемый выпас скота в лесных угодьях, самовольные рубки, сенокошение, загрязнение атмосферного воздуха промышленными выбросами (газообразные токсические вещества и твердые аэрозоли), а также увеличение содержания углекислого газа в воздухе. Все это способствует дестабилизации существующих связей в биогеоценозах, приводит к нарушению экологического равновесия в их структуре и, прежде всего, в изменении скорости и направленности протекающих в них обменных процессов.

Общая ситуация в еловых лесах Кыргызстана, произрастающих в основном на территории Иссык-Кульской и Нарынской областей в настоящее время стала таковой, что при количественной оценке лесного фонда неизбежно приходится учитывать не только лесохозяйственную деятельность человека, но и результаты лесоразрушительных воздействий антропо-техногенного характера.

В этом плане, важное значение приобретают вопросы экологического мониторинга за техногенным загрязнением еловых лесов и, в частности лесов Барскоонского лесничества, где проходит технологическая дорога Барскоон - Кумтор к золоторудному комбинату Кумтор Оперейтинг Компани (КОК). Деградация лесов, вследствие загрязнения воздуха выбросами автотранспорта, в совокупности отчуждением земель под сельхозугодья, строительство дорог в лесной зоне изменили картину естественных ландшафтов в Барскоонском

урочище. Все это вызвало необходимость проведения исследований и разработки лесохозяйственных мероприятий по повышению устойчивости насаждений к техногенному загрязнению и повышению продуктивности еловых биоценозов.

В связи с этим были проведены исследования по изучению влияния неблагоприятных факторов на экологическое состояние елового биогеоценоза, определение концентрации дорожной пыли в атмосферном воздухе, ее физико-химический состав, а также интенсивность воздействия пыли на лесной массив. Изучена запыленность атмосферного воздуха, процесс оседания пыли на ассимилирующие органы древесно-кустарниковых пород, определено влияние пыли на состояние водного режима и другие физиологические процессы в растениях.

Проведены длительные наблюдения за особенностями функционирования еловых биоценозов на специальных опытных площадках, в условиях естественной и урбанизированной среды.

Определение концентрации и физико-химического состава дорожной пыли, механизмы влияния ее на ассимилирующий аппарат и в целом на экологическое состояние елового биогеоценоза, а также некоторые показатели водного режима основных лесобразующих пород в этих условиях проводились впервые.

В целом, была дана общая оценка степени антропогенного и техногенного воздействия на еловый биоценоз Барскоонского лесничества Джеты-Огузского лесхоза Иссык-Кульской области.

ГЛАВА I

СТЕПЕНЬ ИЗУЧЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ АНТРОПО-ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ЛЕСНЫЕ БИОГЕОЦЕНОЗЫ

Загрязнение природной среды в настоящее время приобретает глобальный характер, антропогенное и техногенное воздействие на окружающую среду значительно превысило допустимые пределы, что приводит к разрушению и деградации природных комплексов.

Наиболее детально вопросами устойчивости растений занимался Н.А. Максимов. Впервые раздел по “устойчивости растений при неблагоприятных внешних воздействиях” появился в “Кратком курсе физиологии растений” (Максимов, 1948). Автора этого раздела можно считать основателем специального направления в физиологии растений – физиологии устойчивости.

Характер загрязнения атмосферного воздуха в случае равномерного выброса загрязняющих веществ зависит от физико-географических условий района. Большое влияние оказывают неровный рельеф местности, наличие препятствий при движении воздушных потоков (лесные или горные массивы), погодные-климатические условия (направление и сила ветра, количество и продолжительность штилей, температурные инверсии, интенсивность солнечной радиации, влажность воздуха, количество атмосферных осадков). Штили при повышенной влажности воздуха создают температурные инверсии (Рязанов, 1961; Баттан, 1967), в результате которых загрязненный воздух, прижимаясь, как бы стелется по земле, постепенно отравляя живые организмы на ее поверхности.

Из промышленных выбросов, влияющих на древесные растения, наибольший вред наносят дымовые газы: сернистый ангидрид, хлористый водород, окись азота и др. (Статистический справочник Кыргызской Республики, 2001).

При исследовании аккумуляции пыли в насаждениях можно выделить следующие направления: накопление пыли естественными лесными экосистемами, произрастающими в зонах техногенной нагрузки, и осаждение пыли на безлесный участок.

Основным уловителем пыли Ю.З. Кулагин (1980) считает листья, так как именно они поглощают многие компоненты техногенных выбросов. В то же время они являются важным составляющим физиологической основы регуляции водного обмена.

По вопросу влияния пыли на жизнедеятельность растений существуют противоречивые мнения. Так, Н.П. Красинский (1937) утверждает, что нерастворимые составные компоненты пыли могут действовать на растения только механически. Х.М. Исаченко (1938) утверждает, что рост и состояние деревьев в запыленных местах обуславливаются рельефом и связанными с ним почвенно-гидрологическими условиями, а не степенью запыленности листьев. Автор считает, что у древесных растений, произрастающих в запыленных местах, происходят анатомические и морфологические изменения в листьях, обеспечивающие приспособление к неблагоприятным условиям среды.

Некоторые исследователи (Кулагин, 1980; Исаченко, 1938 и др.) отмечают, что в результате влияния промышленных выбросов (пыли и газов) на лесные экосистемы снижается их продуктивность, замедляется рост деревьев, меняется морфологическая структура, могут исчезать некоторые устойчивые виды.

Все это приводит к уменьшению запасов органической массы лесных экосистем, что в свою очередь вызывает снижение их социальных функций – санитарно-гигиенических, лечебных, эстетических.

Известно, что обеспеченность насаждений водой является одним из экологических факторов, определяющих возможность существования и развития растений. Вода в клетке выступает не только как растворитель и среда

для компонентов протоплазмы, но и как строительный материал, необходимый для построения органических соединений в процессе обмена веществ (Алексеев,1948; Максимов ,1952; Гусев,1966).

Изучение водного режима растений в связи с неблагоприятными экологическими условиями представляет, несомненно, научный интерес и практическую ценность.

Высокий вклад в изучение данной проблемы внес К.А. Тимирязев (1937), положивший начало глубокому и детальному изучению водного режима растений. В дальнейшем вопросы водного режима растений получили отражение в работах Н.А. Максимова (1953), А.М. Алексеева (1948,1968,1969), П.А. Генкеля (1956), Ф.Д. Сказкина (1960), Л.А. Иванова (1936), И.Г. Сулейманова (1969, 1974), Т. Козловского (1969) и др. В настоящее время имеется достаточное количество научных работ, посвященных изучению водного режима основных лесообразующих пород орехово-плодовых лесов Южного Кыргызстана (Ахматов, 1960; Колов, 1984; Колов, Чотбаева, 1988), а также галофильной флоры Западного Прииссыккуля (Турдукулов, Шалпыков, 1992). А Н.Д. Кожевникова (1988) и Г.Н. Десятникова (1973) подробно изучили водный режим ели Шренка в естественных условиях произрастания.

Важным эколого-физиологическим показателем жизнедеятельности и устойчивости растений является интенсивность транспирации.

Изучению интенсивности транспирации древесных растений в летний период посвящен ряд работ: Л.А. Иванов (1956), И.В. Гулидова (1958, 1962), Н.А. Папикян (1961, 1966), П.Д. Крамер, Т.Д. Козловский (1963), Н.А. Воронков (1963), А.Н. Ахромейко (1965), Т.Г. Чубарен, А.В. Кеворкова (1965), Б.А. Терешин (1968), Е.Я. Расторгуева (1971), Г.Н. Десятникова (1973, 1975), Н.Д. Кожевникова (1982, 1988), А.А.Кочергина, Н.Д. Кожевникова (1976), О.В. Колов, Э.А. Чотбаева (1988), Джумабаева С.А. (2002, 2003) и др. В эти работах отмечается важное значение транспирации для нормальной жизнедеятельности

древесных растений в засушливых условиях окружающей среды.

Н.Д.Кожевникова (1982) указывает, что транспирационный расход воды при необходимой влагообеспеченности прямо зависит от температурного режима, а при достаточной теплообеспеченности – от степени увлажненности.

К.Ахматов (1976) считает, что основной функцией транспирации в аридной зоне является защита растений от перегрева.

Э.Турдукулов, К.Шалпыков (1992) указывают, что галофиты в результате адаптации к засолению почвы и ксеротермическим условиям понижают интенсивность транспирации.

Первые исследования по изучению водного режима ели тянь-шаньской и некоторых сопутствующих пород были проведены за пределами Центрального Тянь-Шаня.

В.В. Протопопов (1970) отмечает, что поскольку транспирация темнохвойных пород зависит от влажности и температуры воздуха, ее дневной ход следует за изменениями этих факторов. Поэтому в районах распространения темнохвойной тайги, особенно в горных, где в течение дня наблюдается переменная неустойчивая погода, типичны многовершинные кривые транспирации у пихты, ели и кедра.

На основании своих работ Н.А. Максимов (1926) и ряд других исследователей дали характеристику дневной и суточной динамики транспирации растений в условиях достаточного водоснабжения и при условии недостатка воды в почве. Они отметили, что у растений, обеспеченных водой, максимум дневной транспирации приходится на полуденные часы. При недостатке воды в почве происходит заметное снижение интенсивности транспирации, при этом ее дневной пик перемещается на утренние часы и дневная кривая транспирации имеет двухвершинный характер. Н.А. Максимов (1926) объяснил эти закономерности, связав их с запасом влаги в почве, внутриклеточным и устьичным регулированием потерь воды растением.

В последующие годы появились работы, которые указывают на зависимость транспирации от обеспеченности растений водой (Васильев, 1931; Иванова, Силина, Цельникер, 1950; 1952; В ряде работ было показано влияние метеорологических условий на транспирацию (Туманов, 1929; Иванов, 1936; Иванова, Силина, Цельникер, 1950; 1952 и др.).

Большинство научных работ, связанных с изучением водного режима растений, произрастающих в аридных условиях, в полной мере раскрывают различные стороны водного режима и механизмы адаптации растений к засухе (Турдукулов, Шалпыков, 1992; Турдукулов, Измайлова, 1991; Шалпыков, 1997; Чотбаева, 1995, 1996; Колов, Чотбаева 1988 и др.).

В обзорных работах В.М. Свешниковой (1979), Н.И. Бобровской (1985) раскрыт комплексный подход к оценке роли анатомо-морфологических структур и уровней физиологических функций в регулировании водного баланса растений аридных областей.

Различие в ходе отклонений основных элементов водного баланса в течение дня, сезона вегетации и в разные годы можно рассматривать как выражение физиологической адаптации к определенным условиям внешней среды. Эти изменения могут указывать на лабильность водного режима или его неспособность к значительной перестройке.

В.С. Николаевский (1974), утверждает, что между газо-пылеустойчивостью пород и общим содержанием воды в листьях существует определенная корреляционная зависимость. Для газо-пылеустойчивых видов растений отмечена повышенная оводненность листьев, для неустойчивых – ее снижение (Долгова, 1980, Николаевский, 1974).

Водный режим растений в зонах с загрязнением атмосферного воздуха характеризуется тем, что общее содержание воды в листьях различных пород колеблется в довольно широком диапазоне. Например, по данным В.П. Тарабрина (1980) в листьях растений содержание воды колеблется от 51,8 %

(дуб черешчатый) до 74,0% (каштан конский). Аналогичные величины содержания воды в листьях приведены в работах других авторов (Глухов, 1976; Николаевский, 1974).

Большое внимание уделялось исследованиям колебаний концентрации воды в листьях в течение суток (Николаевский, 1974; Красносельская-Максимова, 1971). Основной причиной, определяющей колебания содержания воды в листьях в течение суток, является несоответствие между объемом поступающей в растение воды и ее расходом в процессе транспирации. Отмеченное явление наглядно проявляется в условиях повышенной загазованности воздуха (Илькун, 1971,1978), когда расход воды на транспирацию начинает сильно превалировать над процессом поступления в растение.

Наблюдается также неравномерность оводненности листьев в течение вегетационного периода (Ситнякова, 1966). Наибольшее содержание воды отмечено в начале вегетационного периода, а по мере старения листьев количество воды снижается. Основными причинами, определяющими снижение общего содержания воды, являются уменьшение влажности почвы и воздуха, высокие температуры воздуха. Все это усугубляют нарушение водного режима, особенно при загрязнении окружающей среды промышленными выбросами.

Необходимость изучения этих вопросов особенно остро встает в таких районах, где токсическое влияние промышленных выбросов сопровождается недостаточным количеством и неравномерным распределением осадков.

Кыргызстан характеризуется аридным и семиаридным климатом и в этих условиях высокая температура способствует усилению загрязнения воздуха. Регулирование температуры и влажности воздуха играет особо важную роль (особенно в летнее время), являясь фактором, смягчающим дневную температурную амплитуду.

Разнообразие приспособительных свойств растений стало, по-видимому,

одной из причин того, что до сих пор среди экофизиологов нет единого мнения о критериях устойчивости растений к загрязнению среды, по которым можно сравнивать виды. Параметры, характеризующие различные функции растительного организма, в том числе и водный обмен, в той или иной степени изменяются в ходе вегетации. Степень подвижности признака водного обмена тоже является определенной характеристикой вида. Такие понятия, как стабильность и лабильность реакции растений на водный обмен, достаточно широко распространены и основаны на оценке степени адаптивности вида. Однако каждый вид имеет свой диапазон изменчивости водного обмена и он является вынужденным, а быть может, даже повреждающим.

Исследования водного режима позволяют не только определить критерии приспособительных реакций, но и более четко выявить закономерности адаптации растений к условиям произрастания в различной природной среде.

Штайнхубель (Steinhubel, 1967) в своих исследованиях показал, что повышенная запыленность воздуха приводит к нарушению функционирования органов ассимиляции. Если пыль не содержит токсических компонентов, в этом случае она может понизить эффективность действия солнечного излучения или привести к перегреву листьев. В результате создается дисбаланс между синтезом сухого вещества и потерями на дыхание, что обусловит сокращение прироста.

Маран (Maran, 1960) приводит данные о распределении пыли на поверхности листьев. Так, если 100 грамм сырого веса хвои равномерно покрыть тонкой пылью общей массой 12,73 грамма, то это вызовет полное закупоривание 93,6% всех устьиц, а остальных – частично. При оседании 5,54 грамма пылевидных частиц на том же количестве листьев ольхи, они полностью закупорили 50,2% устьиц, а 38,2% – причем 56,6% на нижней стороне листа и 38,5% устьиц на верхней. Закупоривание устьиц твердыми пылевидными частицами, по мнению Маржана, является основной причиной снижения

интенсивности газообмена. Вместе с тем, имеются сведения, указывающие, что не влияет на газообмен листьев.

Гусев (1960), Г.М. Илькун (1978), Navara J. Kosinka (1997) связывают временное увеличение транспирации растений в условиях повышенной загазованности с нарушением структуры клеток и функций клеточных оболочек. Затем, как они считают, происходит снижение транспирации в листьях из-за уменьшения поглощения воды корнями и потери способности листьев регулировать ее расход.

Немерюк Г.Э. (1970) утверждает, что вместе с транспирационным потоком из листьев идет значительный поток солей. Следовательно, уменьшение интенсивности транспирации в растениях при загрязнении воздуха приводит не только к нарушению температурного режима, но и, по-видимому, способствует большей аккумуляции некоторых токсических веществ в растениях. В свою очередь, избыточное накопление различных ингредиентов в листьях увеличивает водоудерживающую способность тканей, что снижает количество воды, расходуемой растением на транспирацию, и соответственно может привести к перегреву листьев.

Увеличение транспирации у отдельных видов растений связано с тем, что их устьица, находящиеся в открытом состоянии, при воздействии повышенных концентраций вредных газов становятся неподвижными. Наступающее позднее снижение процесса транспирации является только следствием возрастающего высыхания листа. У хвойных деревьев нарушения водного режима при этом проявляются в появлении так называемой «суховершинности».

Нарушение равновесия между количеством поступающей воды и ее расходом, вследствие чрезмерной интенсивности транспирации, приводит к нарушению структуры и функций клеточных оболочек. По мнению Г.М. Илькуна (1978) эти процессы приводят к появлению дефицита воды. Без заметных для растений нарушений, физиологические процессы в них могут

протекать при значительном водном дефиците (от 3% до 14%). Серьезные нарушения процессов метаболизма в растениях могут наблюдаться при потере половины общего содержания воды (Дурмишидзе, Угрехелидзе, 1969).

Нарушение водного режима растений приводит к увеличению дефицита воды, которое в свою очередь оказывает влияние на биометрические параметры, и в частности, на рост и продуктивность растений (Сказкин, 1960).

При поражении растений загрязняющими веществами изменяется их окраска, появляется токсический микориз, гофрированностью листовых пластинок, уменьшается количество листьев и их размеры, сокращается годичный прирост побегов. Это неминуемо ведет к преждевременному листопаду, суховершинности, а иногда и к гибели деревьев и кустарников (Антипов, 1957; Гаевая, 1962; Илькун, Матрук, 1976; Кулагин, 1974; Торчевский, 1964).

Длительное воздействие вредных веществ на растения приводит к изменению структуры фитоценозов, так как выпадают газоустойчивые компоненты, появляются редкие, малопродуктивные породы, которые постепенно сменяются травянистой растительностью (Гайдук, 1970; Подзоров, 1961; Woodwell, 1970), что приводит к замене естественных травянистых сообществ и постепенному образованию пустынь (Гайдук, 1970; Кулагин, 1964). При этом отмечена различная чувствительность растений к газам. Так, лиственные растения могут повреждаться меньше, чем хвойные (Woodwell, 1970). Различные виды деревьев и кустарников, произрастающие на территории с сильным загрязнением атмосферного воздуха, могут неодинаково реагировать на действие токсических веществ.

Таким образом, рассматривая водный режим растений в целом, можно сказать, что пыль вызывает нарушение водного обмена растений, аналогично тому, как это происходит при засухе.

В настоящее время определен ассортимент газо - и пылеустойчивых

растений (Илькун, 1978; Илькун, Миронова, 1961; Кулагин, 1974; Николаевский, 1979 и др.).

Однако, в связи с недостаточной разработкой научных принципов отбора растений при озеленении, одни и те же растения, рекомендуемые для различных экологических условий, проявляют неодинаковую пыле- и газоустойчивость. Как следствие, наблюдается распад и гибель насаждений в экстремальных условиях среды. Отмеченное явление можно объяснить с одной стороны различием почвенно-климатических условий, в которых проводились исследования, с другой – разнообразием токсических веществ, содержащихся в промышленных выбросах.

Одним из важнейших естественных факторов, играющих важную роль в защите растения от загрязняющих веществ, являются атмосферные осадки. Согласно литературным данным (Илькун, 1971; 1978), во время дождя с поверхности листьев растений смывается от 15 до 30% накапливаемых в ассимиляционных органах токсических веществ, при этом снижается их концентрация.

Для обеспечения максимальной устойчивости зеленых насаждений в условиях загрязнения атмосферного воздуха подбор видового ассортимента предлагается осуществлять в соответствии с основными положениями теории газо- и пылеустойчивости, а также поглотительной способности растений (Илькун, 1971;1978).

Анализ литературных источников показал, что пылеаккумулирующие свойства насаждений наиболее полно были изучены для зеленых насаждений городов.

А роль естественных лесных экосистем в очистке атмосферного воздуха от повышенной запыленности и промышленных выбросов различного происхождения изучена недостаточно. Имеющиеся в литературе немногочисленные сведения в основном дают общее представление о роли

лесных экосистем в этом процессе и раскрывают лишь некоторые зависимости между пылеаккумулирующими свойствами насаждений и их расстоянием от источника загрязнения, а также от концентраций загрязняющих веществ в воздухе.

ГЛАВА II

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Климат. Для характеристики климатических условий в районе Барскоонского лесничества были использованы данные метеостанции Тамга, расположенной на высоте 1683 м над уровнем моря. Однако эти данные не могут точно охарактеризовать климат всей территории Барскоонского лесничества, так как он зависит от физико-географических факторов одноименного ущелья. В целом климат Барскоонского лесничества умеренно теплый. Теплое лето сменяется сравнительно мягкой зимой (табл.1).

Таблица 1

Климатическая характеристика в районе Барскоонского лесничества по данным метеостанции Тамга (2000-2004 гг.)

Месяцы	Температура воздуха, °С			Кол-во осадков, мм	Снежный покров, см	Относит. влажность воздуха, %	Скорость ветра, м/сек
	Макс.	Миним.	Средняя многолет.				
I	7,0	-16,0	-2,4	1,4	6	60	1,8
II	8,0	-14,0	-1,5	1,1	11	64	1,9
III	15,0	-10,0	1,5	0,7	7	64	1,7
IV	22,0	-4,0	7,7	19,5	5	57	2,3
V	26,0	-2,0	11,8	82,2	0	58	1,8
VI	27,0	1,5	16,1	68,4	0	60	1,9
VII	31,0	6,4	17,5	41,5	0	59	1,9
VIII	28,0	6,0	17,1	45,9	0	61	1,7
IX	27,0	1,3	15,3	61,8	0	57	2,2
X	20,0	-4,0	7,8	25,1	1	59	1,9
XI	13,0	-13,0	3,3	9,9	1	62	2,0
XII	8,0	-	-	1,2	2	62	2,2
Год	31,0	- 16	7,6	358,2	-	60	1,8

Наиболее холодным является - январь, наиболее теплым - июль. Абсолютный минимум температур воздуха составляет - 16°С, абсолютный

максимум – +31°C. Закономерность понижения температуры при повышении высоты над уровнем моря нарушается под влиянием рельефа местности и экспозиции склона. Так, в летний период на северных склонах температура воздуха несколько ниже, чем на восточных, западных и южных.

Количество осадков по временам года распределяется неравномерно. Большая часть их выпадает летом и осенью, т.е. в вегетационный период. Ливневые дожди наблюдаются редко, в основном летом, иногда они сопровождаются градом, особенно в высокогорном поясе.

Относительная среднемесячная влажность воздуха в поясе еловых лесов довольно постоянна. В течение года наименьшая влажность воздуха бывает в теплое время года, наибольшая – в холодное, но никогда не опускается ниже 50%. Влажность увеличивается с повышением абсолютной высоты местности.

Общее количество осадков в лесном поясе северного склона хребта Терской Ала-Тоо колеблется от 300 до 400 мм. Количество осадков возрастает с увеличением высоты местности.

Высота и сроки появления и схода снежного покрова зависит от высоты над уровнем моря и экспозиции склонов. Устойчивый снежный покров устанавливается обычно в октябре-ноябре и сходит в марте-апреле.

В районе расположения лесничества преобладают ветры восточного и юго-восточного направления, дующие через перевал Санташ, находящийся между господствующими хребтами Кунгей и Терской Ала-Тоо.

Как и во всякой горной местности, в ущелье Барскоон дуют горно-долинные и склоновые ветры, характеризующиеся суточной сменой направления. Днем дует долинный, восходящий ветер, ночью устанавливается горный ветер, дующий с гор вниз по ущелью. Горный ветер дует более продолжительное время в течение суток и года. Среднегодовая скорость ветра колеблется от 1,7 до 2,2 м/сек.

Гидрографическая сеть территории Джети-Огузского лесхоза довольно

развита. С юга на север территорию лесхоза пересекает значительное количество горных рек и речек. Все они стекают с северного склона хребта Терской Ала-Тоо и относятся к бассейну озера Иссык-Куль. Наиболее крупной рекой, протекающей на территории Барскоонского лесничества, является река Барскоон.

Почвы. Большая часть территории еловых лесов сложена кислыми кристаллическими, меньшая – карбонатными породами. На твердых породах (граниты, гнейсы, песчаники), из-за слабой их податливости процессу выветривания, развиваются почвы чаще всего малой и средней мощности, где корневые породы залегают с глубины 20-40 см для маломощных и 60-80 см – для среднемощных почв (рис. 1).

Рис. 1. Разрез почвенного профиля на опытном участке

На территории исследуемого района А.М. Мамытов, Г.И. Райченко (1961) выделяет горно-лесные темноцветные, горно-луговые черноземовидные

(субальпийские), горные черноземы, лугово-черноземные почвы.

По нашим данным, характерной чертой водного режима почв исследуемой территории является хорошо выраженная сезонность в изменении влажности почв (табл. 2). Запас влаги в верхнем слое (0-30 см) значительно колеблется в зависимости от погодных условий. Ниже 20-40 см залегает слой почвы, характеризующийся слабым проявлением процесса влагооборота и низкими значениями влажности.

Таблица 2

Влажность почвы (%) в еловом биогеоценозе ущелья Барскоон, 2001-2003 гг.

Месяцы наблюдений	Почвенные горизонты, см и влажность, %			
	0-10	10-20	20-40	40-60
2001 год				
Июнь	22,5	25,0	17,9	17,8
Июль	15,0	12,4	22,3	13,4
Август	9,6	11,2	14,6	14,2
2002 год				
Июнь	26,0	25,0	17,9	17,8
Июль	15,0	11,2	17,0	15,0
Август	9,0	10,0	15,2	14,2
2003 год				
Июнь	23,5	22,6	22,2	17,0
Июль	22,0	23,5	17,4	12,3
Август	19,6	23,5	20,0	18,2

На территории лесничества в горной части имеют место случаи водной эрозии почв. Ее характер и размеры находятся в прямой зависимости от расчлененности рельефа и наличия растительности, в частности древесно-кустарниковой. Встречаются осыпи, являющиеся продуктом разрушения горных пород. Чаше подвержены эрозии склоны южных экспозиций с бедным растительным покровом. Развитию эрозионных процессов часто способствует неумеренный и нерегулируемый выпас скота, а также трелевка древесины.

На участках, опасных в эрозионном отношении, требуется проведение мероприятий по закреплению почвы защитными лесонасаждениями. Необходимо строго регулировать выпас скота на пастбищных угодьях. Поэтому при выполнении всякого рода хозяйственных мероприятий необходимо учитывать возможность возникновения эрозионных процессов и предупреждать их соответствующими мероприятиями.

Растительность. Распространение растительности определяется высотой местности и экспозицией склонов. Основными растительными группировками, распространенными в ущелье Барскоон, являются еловые леса, разнотравно-злаковые луга открытых склонов, злаково-разнотравные ассоциации лесных полян и сухостепная растительность склонов южных экспозиций.

Роль еловых лесов Джеты-Огузского лесхоза многогранна. Произрастая на горных склонах, они выполняют огромную почвозащитную, водоохранную, водорегулирующую, а также климаторегулирующую, санитарно-гигиеническую и эстетическую роль. Общая площадь Джеты-Огузского лесхоза составляет 90363 га. Покрытая лесом площадь – 17895 га. Ель Шренка (тянь-шаньская), (*Picea schrenkiana* F. et M. (*P. tianschanica*)) занимает 17895 га. Кроме того, здесь произрастают интродуцированные породы – сосна обыкновенная (*Pinus silvestris*L.) - 94 га, лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ldb.) – 332 га. Общий запас древесины на всей территории лесхоза составляет 3009,3 тыс. м³, в том числе в спелых и перестойных лесах 2217,6 тыс. м³. Запас древесины ельников составляет 2903,6 тыс. м³, в том числе запас спелой и перестойной – 2145,5 тыс. м³.

В пределах пояса еловых лесов широко распространены кустарники: барбарис разноножковый (*Berberis heteroporoda* Schrenk.), шиповник Альберта (*Rosa alberti* Rgl.), карагана многолистная (*Caragana pleiophylla* Rg), можжевельник туркестанский (*Juniperus turkestanica*.Kom.) стланиковой формы, встречается рябина тянь-шаньская (*Sorbus tianschanica* Rupr). Они входят либо

в состав подлеска, либо произрастают на открытых склонах.

В еловых насаждениях травяной покров представлен следующими видами: ирис русский (*Iris ruthenica* Rgl. et. Semen.), осока туркестанская (*Carex turkestanica* Rgl), сныть альпийская (*Aedopodium alpestre* Zdb.), колокольчик (*Campanula glomerata* L.), купальница алтайская (*Trollius alataiescum* L.), герань холмовая (*Geranium collinum* Steph.), осока джунгарская (*Carex songoricus*), василистник вонючий (*Thalictrum foetidum* L.).

Наиболее богатый травяной покров с наибольшим разнообразием видов и высокой сомкнутостью характерен для открытых склонов северной и близких к ней экспозиций.

Необратимые изменения в окружающем природном ландшафте происходят в результате хозяйственной деятельности человека и обусловлены комплексом факторов. Насыщение атмосферного воздуха газообразными и твердыми пылеватыми частицами, самовольная рубка, выпас скота, способствуют дестабилизации существующих связей в биоценозе, приводят к нарушению сложившегося равновесия в его структуре и проявляются, прежде всего, в изменении скорости и направленности протекающих в нем обменных процессов.

ГЛАВА III

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на высоте 2350 м над ур. м. в зоне антропо-техногенного воздействия и вне зоны воздействия (контрольный участок).

Проведение экологического мониторинга в связи со сложностью и взаимообусловленностью протекающих в лесных сообществах процессов возможно только на основе комплексного изучения процессов и факторов.

Для определения концентрации пыли в воздухе отбор проб проводили методом прокачивания воздуха через фильтры.

Для отбора проб воздуха использовали аспираторы большого объема (рис. 2), представляющий собой металлический ящик прямоугольной формы, покрытый двускатной крышей из того же материала, что и ящик. Насос, прокачивающий воздух через фильтр, имел электрический привод от компактного мотора-генератора фирмы «Хонда».

Забор воздуха производился через патрубок аспиратора на высоте примерно 1 метр от поверхности земли. Для исключения влияния выхлопных газов от бензинового двигателя «Хонда» на показатели атмосферного воздуха, последний размещался в 60 метрах от аспиратора.

В дальнейших опытах использовали аспираторы мини-объема (рис. 3), питание насоса осуществлялось при этом от аккумуляторной батареи. Для зарядки аккумулятора в дневное время и увеличения, таким образом, их емкости, использовали солнечные батареи. В этом случае емкости аккумулятора хватало для непрерывной работы насоса в течение нескольких суток.



Рис. 2. Отбор проб воздуха аспиратором большого объема, установленном в урочище Барскоон

Аспираторы устанавливали на различном расстоянии от источника пыления на северо-западном и юго-восточном склонах. Концентрацию пыли в воздухе выражали в $\text{мг}/\text{м}^3$.

Для определения уровня запыленности как функцию расстояния от технологической дороги, аспираторы разместили по следующей схеме: аспиратор № 1 – в 150 м к западу от дороги, аспиратор № 2 ближе к дороге в том же направлении – в 100 м от дороги, аспиратор № 3 – в 50 м в западном направлении и аспиратор № 4 – в 100 м к востоку от дороги. Все аспираторы работали в стандартном режиме 24 часа в сутки без перерыва.



Рис. 3. Отбор проб воздуха аспираторов мини-объема с солнечными батареями, установленным в урочище Барскоон

Отбор проб воздуха осуществлялся в течение двух дней, причем в первый день транспортировка грузов автомашинами КОК не проводилась. Прошедший за день транспорт был представлен, в основном, машинами местных жителей, автомашинами с туристами и транспортом пограничников. Во второй день наряду с обычным транспортом, проходил конвой грузовых машин КОК. Через 24 часа работы аспиратора фильтры были заменены на чистые (новые) для последующего 24-х часового отбора пробы воздуха. То есть с каждого аспиратора были сняты за 48 часов отбора проб по 2 фильтра.

Результаты анализов проб воздуха получали следующим образом. Отдельно измеряли вес (в мкг) пыли, осевшей на каждом фильтре. Для этого взвешивали фильтр с пылью и из полученного результата вычитали вес чистого фильтра. Затем определяли объем воздуха, прошедшего за 24 часа через фильтр. После этого определяли концентрацию пыли в воздухе, для чего значение веса пыли, осевшей на фильтре, делили на количество воздуха прошедшего через данный фильтр за 24 часа. Результат выражали в $\text{мг}/\text{м}^3$.

Так как сами фильтры содержат очень малое количество металлов, но которые могут быть определены современными аналитическими методами, то для определения истинной концентрации металлов в пыли, предварительно определяли концентрацию ряда тяжелых металлов в самом (чистом) фильтре. Анализ тяжелых металлов, а также серы и цианидов проводили методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой. Затем из результатов, полученных при анализе концентрации металлов в пыли вычитались значения концентрации металлов, присутствующих в чистых фильтрах. Так как полученные значения концентрации были очень малы, то последние были умножены на 1000, т.е. результаты представлялись в $\text{нг}/\text{м}^3$. Ниже приводится пример вычисления концентрации свинца пыли в пробе.

$$\begin{aligned} \text{КВсвин.} &= \{(\text{КПсвин.} - \text{КФсвин.}) / \text{ООВ}\} \times 1000 = 24 - 12.5 = 11.5 / 1535 = \\ &= 0.00749 \times 1000 = 7.5 \text{ нг}/\text{м}^3 \end{aligned}$$

где : КВсвин. - концентрация свинца в воздухе
КПсвин. - фактическая концентрация свинца в пробе
КФсвин. - концентрация свинца в чистом фильтре
ООВ - общий объем воздуха, прошедший через фильтр

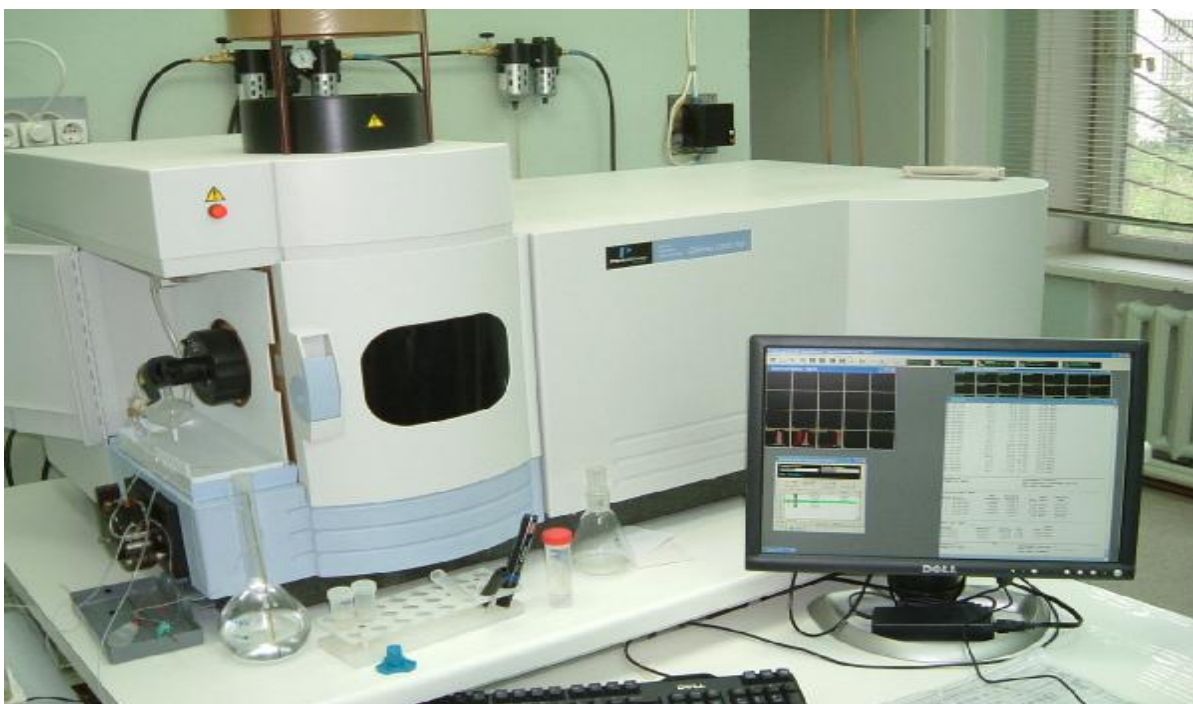


Рис. 4. Атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES) для анализа малых концентраций тяжелых металлов

Метод основан на возбуждении атомов пробы в индукционной высокочастотной плазме и измерении интенсивности аналитической спектральной линии определяемого элемента при распылении анализируемой пробы в плазму. Связь интенсивности линии с концентрацией элемента в растворе устанавливают с помощью калибровочного графика. С помощью атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой фирмы «Thermo Jarrell Ash IRIS Advantage» (США) и спектрометра модели «ОПТИМА 5300DV» фирмы «Perkin Elmer» (Швейцария) (рис.4) определялась концентрация следующих элементов: мышьяк, железо, цинк, свинец, а также цианидов и серы.

Анализы проводились в аналитической лаборатории «Alex Stewart Environmental Laboratories» (г.Кара-Балта, Кыргызстан).

Количество осажденной пыли, на открытом участке на различном

расстоянии от автотрассы определяли в летний период. Для отбора проб использовали чашки Петри, в которые помещались предварительно высушенные до абсолютного сухого веса фильтры площадью 60 см². Время экспозиции для определения осаждения пыли составляло 24 часа. Количество пыли устанавливалось как разница между весом сухого фильтра и весом фильтра после экспозиции. Подсчитывалось количество пыли, осевшей на фильтр, затем определялось среднее суточное количество пыли и общее за весь период наблюдений и выражалось в мг/ м³ за сутки.

Здесь основное внимание уделялось влиянию пыли на водный режим ели Шренка, шиповника Альберта и барбариса разноножкового.

Определялись основные показатели водного режима: интенсивность транспирации, общее содержание воды в хвое и листьях, водный дефицит (реальный), водоудерживающая способность листьев и хвои, расположенных в среднем ярусе кроны с освещенной стороны.

Все показатели определялись в трехкратной повторности в дневной и сезонной динамике. Для измерения вертикальных градиентов температуры, относительной влажности воздуха и скорости ветра на различных высотах от поверхности земли применялись аспирационные психрометры Ассмана с ручным приводом и малогабаритными электротермометрами постоянного тока. Освещенность определялась люксметром Ю-16. В эти же дни одновременно термостатно-весовым методом в трехкратной повторности изучалась влажность почвы до глубины до 0,5 - 0,6 м.

Пылеулавливающая способность ельников и кустарниковых пород изучалась по методике Ж.Детри (1973).

Интенсивность транспирации определялась методом быстрого взвешивания, разработанным Л.А. Ивановым (Иванов, Силина, Цельникер, 1950) с помощью торсионных весов.

Общая оводненность хвои и листьев определялась путем высушивания

взятых образцов до абсолютного сухого состояния при температуре 105-107°C и выражалась в процентах к сырому весу.

Водный дефицит растений определяли методом И. Чатского (Chatsky, 1960).

Динамика потери воды изолированными листьями и хвоей определялась количеством потерянной воды в процессе обезвоживания листьев за более продолжительный период времени, чем при определении транспирации и выражалась в процентах от сырого веса (Ничипорович, 1926; Цельникер 1955). В наших исследованиях хвоя и листья взвешивались сразу после срезания, а в дальнейшем взвешивания производились через 1, 2, 3 часа и высушивание при 105 °С до абсолютно сухого веса.

Полученные показатели водного режима были статистически обработаны согласно существующим методам (Румшинский, 1971).

Рассчитаны средние величины показателей водообмена. С помощью компьютера найдены корреляционные коэффициенты, показывающие связь между интенсивностью транспирации и факторами внешней среды, а также другими показателями водообмена.

Характеристика объектов исследования

Исследования проводились на постоянных пробных площадях. Абсолютная высота 2350 м над уровнем моря, склон северо-западной экспозиции. Наблюдения велись в зоне загрязнения и на контроле (вне зоны загрязнения). Объектами исследования явились основные лесообразующие породы ель Шренка (тянь-шаньская) (*Picea schrenkiana F. et M.*), барбарис разноножковый (*Berberis heteroporoda Shrenk*), шиповник Альберта (*Roza alberti Rgl.*).

Основное внимание было направлено на определение влияния проходящего автотранспорта на уровень запыленности воздуха в районе

технологической дороги Барскоон-Кумтор в Барскоонском урочище и осаждение твердых и мелких частиц на фотосинтезирующую поверхность древесных растений, а также влияние выбрасываемой пыли на водный режим древесных растений.

Основной исключительной особенностью всех природных процессов в горах является взаимная согласованность их в узком диапазоне условий. Если на равнине изменение сложившихся условий вызывает небольшие отклонения в динамике природных процессов, локализованные по площади и постепенно затухающие в течение времени, то в горных районах небольшое изменение обстановки может привести к серьезным последствиям.

Пробная площадь № 1. Абсолютная высота 2150 м над ур. м., экспозиция склона северо-восточная. Крутизна склона 20. Класс бонитета 5, полнота насаждения 0,4. Возраст основного насаждения 200 лет. Средняя высота ели Шренка 19 м, средний диаметр ствола 27 см. Естественное возобновление ели Шренка составляет 100 шт. на 1 га. Встречается подрост в неудовлетворительном состоянии. Самосев в возрасте 3-5 лет приурочен в основном к открытым участкам. Наиболее распространены шиповник Альберта, таволга зверобоелистная (*Spiraea hypericifolia*. L.) жимолость прицветничковая (*Lonicera bracteoralis* Boiss at Buhse). Поляны покрыты травянистой растительностью на 70-80%. Травянистая растительность представлена в основном ирисом русским, коротконожкой перистой (*Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv.), осокой туркестанской, геранью холмовой, снытью горной (*Aegopodium alpestre* Ledeb.).

Дорожно-транспортное происшествие в мае 1998 года с автомашиной Кумтор Оперейтинг Компани, перевозившей цианиды, привело к кратковременному загрязнению воды реки Барскоон цианидами в небольшой концентрации. Последовавшая затем по рекомендации органов санитарного надзора республики дезактивация гипохлоридом кальция привела к

высвобождению в значительном количестве активного хлора в атмосферный воздух, что отрицательно повлияло на растительность пробной площади №1, вызвав ее ожог.

При инвентаризации, проведенной в 2000 году, угнетение и усыхание наблюдались в основном у ели Шренка 10-15 летнего возраста. Эти процессы были не характерны для елей 3-6 летнего возраста. Суховершинных елей в возрасте 10-15 лет было отмечено 8 шт., угнетенных елей в возрасте 4-5 лет наблюдалось 12 шт. Часто отмечался процесс усыхания елей и более старшего возраста. Возобновление ели в количестве 200 шт. на 1 га отмечено между кустарниками. На данной пробной площади почти 80% занимают скальные породы. Дрevesтой находится в неудовлетворительном состоянии. Встречаются стволовые вредители. Все эти факторы привели к тому, что естественное восстановление ели Шренка было слабым.

Пробная площадь № 2. Абсолютная высота 2350 м над ур. м., экспозиция склона юго-западная. Крутизна склона 25°. Класс бонитета 5, полнота насаждения 0,3. Возраст основного насаждения 180-200 лет. Средняя высота ели Шренка 17 м, средний диаметр ствола 24 см. Возобновление ели идет под пологом кустарников, которые служат защитой для самосева и подроста. Подлесок представлен отдельными экземплярами шиповника, барбариса и можжевельника туркестанского. Травянистый ярус представлен злаково-осоковым разнотравным лугом с проективным покрытием до 70 - 80%. В нем преобладает герань холмовая, горец птичий (*Polygonum aviculare L.*), сныть горная, крапива двудомная (*Urtica dioica L.*), василистник альпийский (*Thalictrum alpinum L.*) и др. Моховой покров развит слабо.

Сравнение данных инвентаризации, полученных в 2000 и в 2003 гг. показало, что в 2000 году на постоянной пробной площади количество подроста выше 1 м было больше 100 шт./га. В 2003 г. количество подроста уменьшилось, больше стало суховершинных и погибших деревьев. Самосев в возрасте 5-10

лет был в удовлетворительном состоянии. Возобновление ели тянь-шаньской встречалось между кустарниками и камнями.

По сравнению с данными 2000 года, в 2003 году в летний период наблюдался наплыв отдыхающих, вырубалось большее количество деревьев, разводились костры. Почти вся территория пробной площади была захламлена. По всему ущелью земли лесного фонда сдаются в аренду. Основной причиной угнетенного состояния и гибели самосева является интенсивный выпас скота, практикуемый длительное время на одном и том же месте. Выпасаемый домашний скот ломает растения, вытаптывает и скусывает вершинки самосева. При таких условиях удовлетворительного возобновления леса не происходит. Для восстановления и расширения ельников необходим полный запрет на выпас домашнего скота, а также ограничение отдыхающих в летнее время до появления достаточного количества благонадежного подроста.

Пробная площадь № 3. Абсолютная высота 2800 м над ур. м., склон южной экспозиции, крутизна склона 15-20°. Класс бонитета 5, полнота насаждения 0,3. Возраст основного насаждения 180-200 лет. Средняя высота ели Шренка 18 м, средний диаметр ствола 24 см. Жизненное состояние елей удовлетворительное. Возобновление – слабое. Подрост приурочен к кочкам осок или мелкозему среди подушек мха и камней. Кустарниковый ярус образован в основном стланиковой формой можжевельника туркестанского, шиповником Альберта, жимолостью щетинистой (*Lonicera hispida* Pall. ex Shult.), караганой гривистой (*Caragana jubata* (Pall.) Poir.). Мох развит пятнами. На этой пробной площади луга также используются для выпаса домашнего скота.

Таким образом, пробные площади характеризуются значительным разнообразием видового состава, проективным покрытием травостоя, жизненным состоянием и основными морфологическими параметрами елей.

ГЛАВА IV

**АНТРОПО-ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЕЛОВЫХ
ЛЕСОВ ПРИИССЫККУЛЬЯ**

При взаимодействии человека и природы в современных условиях наблюдается рост антропогенных нагрузок на среду и ответное влияние неблагоприятных, опасных природных явлений на объекты народного хозяйства. В этой связи особое значение приобретает оценка региональных комплексов неблагоприятных явлений для различного типа хозяйственного освоения горных лесов Иссык-Кульской области.

Тяжелая экономическая ситуация Кыргызстана способствовала усилению антропогенного воздействия на леса. Факторы, воздействующие на лес, весьма разнообразны. Это вырубка деревьев и кустарников, неумеренный и неконтролируемый выпас домашнего скота, чрезмерное сенокошение, сбор лекарственных и эстетически привлекательных растений, охота, рыболовство, которые дополняются косвенным воздействием загрязненной окружающей средой, разрушением мест обитания некоторых видов животных при отчуждении лесной территории под пахотные земли, обустройство дорог, размещение населенных пунктов, под промышленное производство и др. В результате, происходит дробление и сокращение ареалов, снижение численности, воспроизводства видов животных и растений. Существенное влияние на лес оказывает выпас и прогон скота по лесной территории. Во многих случаях эти факторы обуславливают неудовлетворительное состояние нижних ярусов леса.

В еловых лесах Иссык-Кульской области вообще и в Джеты-Огузском лесхозе в частности ежегодно планируются санитарные рубки и очистка леса от хлама. Но из-за отсутствия финансовых средств в лесхозе и лесничестве, не соблюдаются санитарные правила, запланированные мероприятия по

сохранению лесного фонда не выполняются в полной мере. Поэтому еловые леса заселяются вредителями, распространяющими болезни. Нашими исследованиями установлено, что еловые леса изобилуют жуками-короедами. Ежегодно в этих лесах отмечается большое количество разлагающихся остатков древесины. Если древесина не вывезена в срок, она подлежит окорке, обработке, удалению сучьев. Но такие мероприятия не проводятся и, в результате создаются условия для развития и размножения вредных насекомых, таких как короед Гаузера и гравер Специвцева еловый дровосек, усач Бекмана. Эти вредители заселяют ослабленные деревья и ускоряют их гибель (рис.5).

Кроме вредителей в еловых лесах стали широко распространены вирусные и грибные болезни, например, курчавость побегов ели или «красная ржавчина», которая поражает хвою молодых побегов, снижая или полностью уничтожая текущий прирост.



Рис. 5. Ели Шренка, пораженная короедом Гаузера

В настоящее время резко возросли рекреационные нагрузки на леса из-за

бессистемного, неупорядоченного, порой неумеренного потока туристов, особенно, так называемых, «диких туристов». Это наносит непоправимый ущерб лесным насаждениям, ведет к снижению их экологических, экономических, эстетических ценностей.

Ежегодно расширяется сеть проселочных и грунтовых дорог в лесной зоне, по которым непомерно увеличивается поток автотранспорта (рис. 6).

Дороги относятся к линейным сооружениям, которые оказывают существенное влияние на окружающую природу.

Проведение и эксплуатация дорог, сооружение карьеров, нарушающих растительный покров и гидротермические условия грунтов на речных террасах и пологих предгорных шлейфах активизируют солифлюкцию и термокарстовые просадки, быстрый рост оврагов.

Вырубка лесной растительности на горных склонах способствует появлению лавинно- и селеопасных участков, увеличивает объемы и дальность выброса всех опасных склоновых процессов (лавин, селей, оползней и др.), что существенно нарушает функционирование природных экосистем и повышает затраты на проведение защитных мероприятий.

Научно-техническая революция открывает перед человечеством огромные возможности для использования природных ресурсов и улучшения окружающей среды. Вместе с тем, промышленное производство на горнорудных предприятиях приводит зачастую к существенному загрязнению природной среды.

Общеизвестно отрицательное влияние на лес различных газов, дымов, пыли промышленного и автотранспортного генеза, которые вызывают патологические изменения в разных органах растений, снижение прироста, ухудшение состояния лесонасаждений. При больших концентрациях вредных примесей в воздухе, наблюдается усыхание деревьев, в первую очередь хвойных пород (Козлова, 1976).



Рис. 6. Облако дорожной пыли от прохождения автотранспорта (урочище Барскоон)

Запыленность атмосферного воздуха

В настоящее время резко обострились проблемы, связанные с загрязнением атмосферы, нередко приводящие к острым токсико-экологическим ситуациям (Белюченко, 2004). Это обусловило проведение исследований по определению масштабов и темпов загрязнения окружающей среды, с целью поиска эффективных приемов охраны атмосферного воздуха, предусматривающих снижение потоков загрязняющих веществ, поступающих с выбросами промышленности и транспорта, а также устранение токсичного действия различных веществ техногенного происхождения на растительный и животный мир и, главным образом, предотвращение отрицательного влияния на здоровье человека.

Изучение современного состояния елового биогеоценоза Барскоонского лесничества, располагающегося на пути к крупному горнорудному комбинату «Кумтор», представляет определенный теоретический и практический интерес.

Основным источником загрязнения воздуха урочища Барскоон одно из ведущих мест занимает автотранспорт. В состав выхлопных газов входит более 200 компонентов, тогда как нормируются лишь немногие из них: окиси углерода, азота, серы, углеводороды, взвешенные вещества и др. (Николаевский, 1979, Бабаянц, 1948).

Выхлопные газы автотранспорта остаются в приземном слое атмосферы, что затрудняет их рассеивание.

Для исследования атмосферного воздуха в урочище Барскоон были выбраны 4 пункта отбора проб. По автотрассе, в летнее время ежедневно проходит от 70 до 100 и более большегрузных автомобилей, вызывая загрязнение воздуха частицами пыли. Уровень загрязнения атмосферного воздуха во многом зависит от природно-климатических условий. В периоды исследований преобладала ясная погода с кратковременными осадками, температура колебалась от 17-30⁰С, относительная влажность воздуха

отмечалась на уровне 50-55%. Преобладали ветры юго-восточного и восточного направлений, при скорости – до 3,0 м/с.

Концентрация пыли в воздухе зависела от расстояния до источника пыления, экспозиции склона и интенсивности движения автотранспорта показана на рис. 7. При интенсивности движения в течение суток 50 автомашин в течение суток концентрация пыли в воздухе на расстоянии 50 м от дорожного полотна составляла 0,03 мг/м³ на западном, и 0,046 мг/м³ на восточном склоне. При средней интенсивности движения автотранспорта 50-70 машин в течение суток концентрация пыли в воздухе достигала 0,12 мг/м³ на расстоянии 100 м от автотрассы на западном склоне. При интенсивности движения машин 70-100 и более автомашин в течение суток концентрация пыли в воздухе была максимальной и достигала 0,17 мг/м³ на расстоянии 100 м от дорожного полотна на склоне западной экспозиции, а на восточном склоне при такой же интенсивности движения автотранспорта содержание пыли на расстоянии 50 м составляла 0,11 мг/м³, при значении ПДК 0,15 мг/м³/сутки.

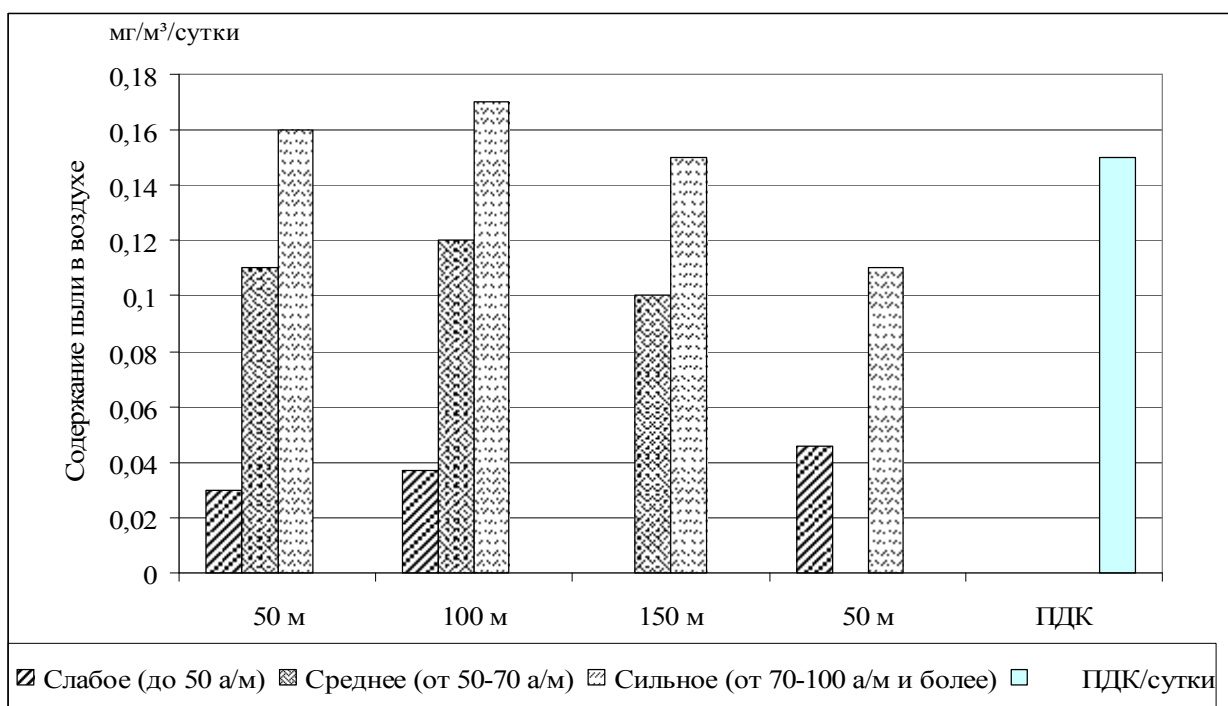


Рис.7. Среднесуточная концентрация взвешенной пыли в воздухе в зависимости от расстояния до источника пыления, экспозиции склона и

интенсивности движения автотранспорта.

Сравнение значений ПДК запыленности атмосферного воздуха Кыргызской Республики со значениями ПДК зарубежных стран показывает, что в ряде стран оно меньше. Например, в США оно составляет 0,075 мг/м³/сутки, в Японии – 0,1 мг/м³/сутки, а в Швеции – выше – 0,3 мг/м³/сутки.

Результаты анализов содержания пыли в воздухе, проведенных в районе исследований в 2001-2004 годы показали, что концентрация пыли варьировала от 0,03 мг/м³/сутки до 0,17 мг/м³/сутки, и только в отдельных случаях она превышала среднесуточный ПДК.

Обращает на себя внимание тот факт, что хотя аспиратор 4 находился на таком же расстоянии, как аспиратор 2, но по другую сторону технологической дороги, тем не менее, значения концентрации пыли в воздухе, полученные в этой точке, оказались меньше показателей, полученных в точке 4. Это, по-видимому, связано с преимущественным направлением ветра в сторону расположения аспираторов 1, 2 и 3, то есть ниже технологической дороги. Следует отметить также увеличение концентрации пыли в воздухе во второй день отбор проб, что связано, по-видимому, с увеличением потока грузового транспорта за счет автотранспорта КОК. Однако увеличение было не столь значительным. Таким образом, бытовавшее мнение, что основной пылеобразующий фактор исключительно только транспортом КОК, оказалось ошибочным.

Особенно опасными компонентами выхлопных газов, ввиду их токсичности являются свинец и сера, а также пыль, частицы которой имеют большую суммарную поверхность и, как следствие, биологическую и химическую активность. Некоторые вещества, связываясь с частицами пыли, приобретают новые, иногда опасные свойства. Их активность может возрастать в несколько раз. Повышенная запыленность атмосферы задерживает ультрафиолетовый спектр солнечного излучения, обладающий бактерицидными свойствами и

препятствует самоочищению воздушного пространства, нарушая тем самым, течение процесса фотосинтеза в растениях.

Таблица 3

Концентрация некоторых тяжелых металлов, серы и цианидов в пыли воздуха в районе технологической дороги КОК.

Показатели	1-й день отбора проб			2-й день отбора проб		
	Пункты отбора проб воздуха					
	1	2	3	1	2	3
Мышьяк:						
Общ. кол-во вещ-ва в пробе воздуха, мг	5.2	5.9	5.5	7	6.2	7.3
Кол-во вещ-ва в чистом фильтре, мг	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95
Факт. кол-во вещ-ва в пробе воздуха, мг	0.25	0.95	0.55	2.05	1.25	2.35
Конечная концентрация в воздухе, нг/м ³	0.16	0.59	0.36	1.28	0.79	1.44
Никель:						
Общ. кол-во вещ-ва в пробе воздуха, мг	11	12	10	12	12	1
Кол-во вещ-ва в чистом фильтре, мг	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6
Факт. кол-во вещ-ва в пробе воздуха, мг	1.4	2.4	0.4	2.4	2.4	3.4
Конечная концентрация в воздухе, нг/м ³	0.9	1.5	0.3	1.5	1.5	2.1
Железо:						
Общ. кол-во вещ-ва в пробе воздуха, мг	2800	2500	2600	4700	3400	4700
Кол-во вещ-ва в чистом фильтре, мг	2150	2150	2150	2150	2150	2150
Факт. кол-во вещ-ва в пробе воздуха, мг	650	350	450	2550	1250	2550
Конечная концентрация в воздухе, нг/м ³	423	219	293	1597	788	1563
Цинк:						
Общ. кол-во вещ-ва в пробе воздуха, мг	680	750	540	460	410	660
Кол-во вещ-ва в чистом фильтре, мг	625	625	625	625	625	625
Факт. кол-во вещ-ва в пробе воздуха, мг	55	125	-85	-165	-215	35
Конечная концентрация в воздухе, нг/м ³	36	78	0	0	0	21
Свинец:						
Общ. кол-во вещ-ва в пробе воздуха, мг	24	22	21	29	26	29
Кол-во вещ-ва в чистом фильтре, мг	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
Факт. кол-во вещ-ва в пробе воздуха, мг	11.5	9.5	8.5	16.5	13.5	16.5
Конечная концентрация в воздухе, нг/м ³	7.5	5.9	5.5	10.3	8.5	10.1
Цианиды:						
Общ. кол-во вещ-ва в пробе воздуха, мг	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Кол-во вещ-ва в чистом фильтре, мг	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Факт. кол-во вещ-ва в пробе воздуха, мг	0	0	0	0	0	0
Конечная концентрация в воздухе, нг/м ³	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Сера:						
Общ. кол-во вещ-ва в пробе воздуха, мг	800	650	580	920	720	910
Кол-во вещ-ва в чистом фильтре, мг	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5
Факт. кол-во вещ-ва в пробе воздуха, мг	752.5	602.5	532.5	872.5	672.5	862.5
Конечная концентрация в воздухе, нг/м ³	490	377	347	546	424	529

Данные, содержащиеся в таблицы 3, свидетельствуют, что в целом показатели концентрации металлов, полученные в первый день отбора проб, несколько ниже соответствующих показателей, полученных во второй день, что

коррелирует с полученными показателями концентрации пыли в воздухе в первый и во второй день отбора проб. Цианиды в воздухе этого района обнаружены не были, ни в первый день, ни во второй день отбора проб воздуха.

Концентрация пыли в воздухе зависит от интенсивности и скорости движения автотранспорта, особенно по ущелью, ослабленной конвекцией воздуха. Пылевидные выбросы могут суммироваться и образовывать сплошной пылевой поток.

Наибольший уровень запыленности воздуха отмечается на западном склоне, на расстоянии 100 м от источника выброса пыли.

Для объективной оценки и сравнения, полученных нами результатов, приводим в таблице 4 фактическую концентрацию химических элементов, присутствующих в пыли и нормативы ПДК их в атмосферном воздухе. Для облегчения оценки показатели даны в единых единицах концентрации ($\text{мкг}/\text{м}^3$).

Таблица 4

Фактическая максимальная концентрация некоторых химических элементов в пыли (по результатам исследований) и установленные законодательством Кыргызской Республики значения этих веществ в атмосферном воздухе для.

№ п.п.	Название элемента, вещество	Фактическая концентрация вещества, элемента в пыли, $\text{мкг}/\text{м}^3$	Значение ПДК для атмосферного воздуха, $\text{мкг}/\text{м}^3$
1.	Мышьяк	0.00144	3.0
2.	Никель	0.0021	1.0
3.	Железо	1.563	не установлена
4.	Цинк	0.078	не установлена
5.	Свинец	0.0103	0.3
6.	Цианиды	0.0	не установлена
7.	Сера	0.546	70.0

Анализ таблицы 4 показывает, что даже максимальные концентрации веществ в пыли гораздо ниже значений ПДК. Так, например, полученное

значение концентрации свинца в пыли в 30 раз меньше соответствующего ПДК, максимальная концентрация мышьяка ниже ПДК в 2083 раза и концентрация никеля меньше ПДК в 476 раз.

Выявленные повышенные концентрации загрязнителей в атмосферном воздухе урочища Барскоон носят локальный характер. В целом, можно говорить о рассеивании загрязняющих веществ в воздушном пространстве, их переносе ветром на дальние расстояния и постепенном самоочищении атмосферы.

Содержание тяжелых металлов и серы в почве, коре и хвое ели шренка

Т.А. Сазановой и В.Б. Придача (2005) была исследована морфофизиологическая реакция деревьев сосны обыкновенной на промышленное загрязнение. Оценка состояния растений по морфометрическим и биохимическим показателям хвои в условиях техногенного загрязнения представляет собой полифункциональную задачу, включающую определение физиологических изменений, связанных не только с антропо-техногенным загрязнением, но и с возрастом хвои и физиологической разнокачественностью деревьев (Габукова, Ивонис, 1994). Сам фактор загрязнения воздуха и почвы промышленного генеза количественно варьирует и является функцией расстояния от источника загрязнения. Поэтому значительный интерес представляло проведение исследований по содержанию металлов в хвое, коре ели Шренка и почве, прилегающей к деревьям, и сравнение их с данными, полученными в контроле.

Одной из особенностей хвойных растений является существование на деревьях хвои разных лет жизни. Мы провели исследование содержания ряда тяжелых металлов и серы в хвое 1-го и 2-го года жизни. Для этого собирали хвою 1-го и 2-го года примерно в одних и тех же местах кроны ели и в одно и то

же время. Сбор проводили в июле-августе, в период окончания роста хвои. Полученные данные представлены в табл. 5.

Таблица 5

Содержание ряда тяжелых металлов и серы в хвое ели 1-го и 2-го года в зоне, подверженной повышенной запыленности и в контрольном участке

Металл	Концентрация тяжелых металлов и серы, нг\м ³			
	Зоны повышенной запыленности		Контрольный участок	
	Ель Шренка			
	хвоя 1-го года	хвоя 2-го года	хвоя 1-го года	хвоя 2-го года
Fe	178	195	148	152
Zn	33	36	30	31
Pb	4,5	4,8	4,6	4,9
Ni	0,9	0,9	0,7	0,7
S	111	124	104	109

Как видно из таблицы 5, концентрация тяжелых металлов была незначительна и практически не различалась в хвое 1-го и хвое 2-го года. Отмечается также незначительная статистически недостоверная разница в содержании ряда тяжелых металлов и серы в зоне повышенной запыленности и на контрольном участке. Из исследуемых металлов в хвое в наибольшем количестве содержится железа, меньше – цинка и значительно меньше содержание никеля и свинца.

Так как пыль и тяжелые металлы оседают на землю и затем через корневую систему попадают в растения, мы провели дополнительные исследования по определению концентрации тяжелых металлов в почве, коре и хвое ели Шренка. Результаты этих исследований представлены в таблице 6.

Таблица 6

Содержание тяжелых металлов и серы в почве, коре и хвое ели Шренка в зоне повышенной запыленности и на контрольном участке

Металл	Концентрация тяжелых металлов и серы, нг\м ³					
	Зона повышенной запыленности			Контрольный участок		
	Почва	Кора	Хвоя	Почва	Кора	Хвоя
Fe	354	65	187	292	56	150
Zn	65	13	35	59	11	31
Pb	8,8	1,5	4,7	7,9	1,5	4,8
Ni	1,6	0,4	0,9	1,5	0,3	0,7
S	204	47	118	187	46	107

Как видно из представленной таблицы, наибольшее содержание тяжелых металлов отмечается в почве, а наименьшая концентрация их отмечена в коре. По-видимому, это связано с тем, что для накопления металлов корой и хвоей ели в значительном количестве необходима более высокая концентрация этих металлов в пыли воздуха и в почве при более длительном времени аккумуляции.

Из литературы известно, что содержание некоторых загрязняющих веществ в хвое зависит от расстояния до источника загрязнения. В связи с этим, мы провели исследования содержания ряда тяжелых металлов и серы в хвое 2-го года, как функцию расстояния от источника пыли (табл. 7).

Таблица 7

Содержание тяжелых металлов и серы в хвое 2-го года в зависимости от расстояния от источника пыли и в контрольном участке

Металл	Концентрация тяжелых металлов и серы, нг\м ³			
	Расстояние от источника пыли			Контрольный участок
	50 м	100 м	150 м	
Fe	195	173	164	152
Zn	36	33	30	31
Pb	4,8	4,7	4,5	4,9
Ni	0,9	0,8	0,8	0,7
S	124	114	105	109

Из данных таблицы 7 видно, что концентрация тяжелых металлов лишь незначительно (статистическая разница недостоверна) снижается с увеличением расстояния от источника пыли до исследуемых объектов и на расстоянии уже 100 м от полотна технологической дороги, практически приближается или сравнивается с показателями контрольного участка. Отмечается практически одинаковый уровень концентрации свинца в хвое 2-го года елей в опытной зоне и в контрольном участке. Это можно объяснить тем, что на контрольном участке, хотя движение транспорта незначительно, но леса расположены вплотную к полотну грунтовой дороги. В этом районе в основном наблюдается движение легкового транспорта с бензиновыми двигателями, для которых характерен повышенный выброс свинца, т.к. последний входит в качестве основного компонента в антидетонирующее вещество – тетраметилсвинец.

Другая картина наблюдается в случае с почвой. Исследования показали, что в почве с увеличением расстояния от источника загрязнения до объекта достоверно снижается концентрация тяжелых металлов. Максимальная концентрация их в почве отмечается у дороги, а затем с увеличением расстояния от дороги (источника пыли), концентрация тяжелых металлов резко снижается и приближается практически к таковой, отмечаемой на контрольном участке.

При наличии довольно значительного источника пыли, каковым является транспорт, проходящий по технологической дороге Барскоон – рудник Кумтор, тем не менее, повышенная пылевая нагрузка отмечается только у деревьев, растущих в придорожной полосе. С увеличением расстояния от технологической дороги резко снижается как пылевая нагрузка, так и содержание тяжелых металлов и серы в почве. Что касается хвои и коры деревьев, то аккумуляция ими тяжелых металлов незначительно и практически не отличается от показателей контрольного участка. Вероятно, это связано с незначительным загрязнением почвы тяжелыми металлами и серой.

Например, из доступной научной литературы известно (Влияние аэротехн. загрязн., 1992), что даже при суммарном ежегодном выбросе в атмосферу Костомукшским горно-обогатительным комбинатом (ГОКом) около 60 тыс. тонн окисла серы и 6 тыс. тонн техногенной пыли, содержащей такие тяжелые металлы, как Fe, Zn, Cu, Mn, Cr, Pb, Sr, As, Br, Mo, Se, окислы азота и углерода, загрязнение техногенного характера в зоне действия этого ГОКа считается слабым. В наших исследованиях, пылевая нагрузка и соответственно загрязнение тяжелыми металлами и серой не идет ни в какое сравнение с загрязнением сосновых лесов, например Северной Карелии, в зоне техногенного воздействия Костомукшского ГОКа. Загрязнение тяжелыми металлами техногенного генеза лесов урочища Барскоон в десятки, сотни тысяч раз меньше, чем загрязнение соответствующими тяжелыми металлами лесов Северной Карелии. На основании проведенных исследований можно сказать, что воздействие их на состояние лесных пород исследуемого района не достигает критического уровня.

Пылеулавливающие свойства еловых насаждений

Лесные экосистемы, находящиеся вблизи промышленных предприятий, тепловых электростанций, дорог с интенсивным автомобильным движением, продуцирующих пыль и твердые аэрозоли, выполняют роль природных фильтров, аккумулируя и ограничивая их распространение (Кулагин, 1980). В целом, такие лесные экосистемы имеют важнейшее санитарно-гигиеническое значение, очищая воздух от различных примесей (Wright, 1932; Протопопов, 1982). Среди лесных экосистем наибольшей эффективностью в плане осаждения твердых частиц из атмосферного воздуха обладают еловые леса, в наименьшей – широколиственные. Сосновые леса в этом ряду занимают промежуточное положение (Загуральская, 1994). По сравнению с

мелколиственными, сосновые насаждения обладают высокой фильтрующей способностью (Подзоров, 1967; Крючков, Макарова, 1989; Барахтенова, 1995)

Исследования по аккумуляции пылевых частиц, как уже отмечалось выше, в основном проводились в странах СНГ, а также в некоторых зарубежных странах. В условиях Кыргызстана пылеаккумулирующие функции еловых насаждений до настоящего времени практически не изучались, особенно в горных районах.

Авторами были проведены исследования пылеаккумулирующих свойств лесных экосистем (еловых биоценозов) Барскоонского урочища, находящихся в условиях повышенной пылевой нагрузки техногенного генеза. В ходе исследований был установлен характер осаждения пыли на хвою и листья, в зависимости от характера воздушного потока на открытой местности. В летний период еловые насаждения задерживает дорожную пыль, и основное количество пыли образуется в результате седиментации лесным массивом пыли, распространяемой с технологической дороги Барскоон – Кумтор.

Лесные опушки способствуют торможению воздушных масс и противостоят горизонтальному переносу крупных частиц (размер 10-250 мкм) с дорог, но и всей поверхностью массива. На горизонтальное распределение пыли в лесу, помимо метеорологических факторов и таксационных показателей насаждений, решающее влияние оказывает расстояние – с удалением от источника выброса пыли (от технологической дороги) снижается концентрация пыли в атмосферном воздухе.

На открытом участке концентрация пыли в воздухе последовательно уменьшается с увеличением расстояния от источника пылеобразования (табл. 8).

Так, на высоте 2350 м на уровне моря, на расстоянии 50 м от технологической дороги концентрация пыли на открытом участке составляла 90,7 г/м² на юго-восточном склоне и 87,9 г/м² на северо-западном склоне.

Таблица 8

Осаждение пыли на безлесный участок, находящийся на высоте 2350 м над уровнем моря, в зависимости от удаленности от источника пылеобразования.

Дата взятия проб	Склон	Расстояние от источника запыления, м	Концентрация осевшей пыли ($г/м^2$ в сутки)
2002 г.	ЮВ	50	90,7
	ЮВ	100	78,0
	ЮВ	150	45,0
2003 г.	СЗ	50	87,9
	ЮВ	50	63,0
	ЮВ	100	46,2
	ЮВ	150	31,0
	СЗ	50	35,7
	СЗ	100	32,0
2004 г.	СЗ	150	115,0
	ЮВ	50	102,3
	ЮВ	100	119,2
	ЮВ	150	115,0
	СЗ	50	82,3
	СЗ	100	51,9
	СЗ	150	30,9

Исследованиями, проведенными в 2003 г., установлено почти равномерное распределение пыли по территории леса на протяжении 150 м. что объясняется влиянием пасмурной погоды, когда в результате отсутствия восходящих потоков воздуха, его перемешивание в вертикальном направлении сводится к минимуму. Пыль, выбрасываемая с технологической дороги, скапливается в приземном слое воздуха и рассеивается очень медленно. Следует также учесть, что определение количества осажженной пыли на открытой поверхности проводили в течение 24 часов, поэтому если пересчитать количество осажженной пыли на весь вегетационный период, то получится довольно большая масса пыли, которая может оказать отрицательное влияние

на продуктивность елового леса.

Накопление и распределение пылевидных частиц на листьях растений было предметом многих исследователей (Адамова, 1937; Maran, 1960; Молчанов, 1952, 1960; Носырев, 1962; Кулагин, 1964; и др.). Этими авторами установлено, что наибольшая запыленность наблюдается в сухой летний период, вблизи дорог с интенсивным движением транспорта.

Защитные лесополосы вдоль автодороги могут накапливать до 1327,7 мг/м³, при этом различные породы поглощают неодинаковое количество пыли. Так, например, лох может накапливать до 2001,1 мг/ м³, тополь – 205,9 мг/ м³, а береза тянь-шаньская до – 1335,4 мг/ м³ в течение летнего периода.

Лох отличается высокими пылепоглощающими свойствами. Это достигается за счет исключительно большой адсорбирующей поверхности этой породы, так как суммарная адсорбционная поверхность складывается из площади листьев, ветвей и стволов деревьев. Верхняя часть полога древостоя задерживает частицы пыли, попадающие в массив в результате их вертикального переноса. Это мелкие частицы аэрозолей (размер 4-10 мкм) техногенного происхождения, способные переноситься на тысячи километров (Детри, 1973).

Как известно, лес представляет собой поверхность, оказывающую тормозящее действие на движение воздушных потоков, в результате чего происходит снижение скорости ветра (Молчанов, 1961; Ершов, 1959; Протопопов, 1975). Уменьшение скорости ветра влечет за собой интенсивное оседание частиц пыли на поверхности древостоя, подлеска, подроста, различных частях деревьев и кустарников, на надпочвенном покрове, подстилке и почве.

Формирование внутреннего пограничного слоя над лесной растительностью происходит в результате динамического взаимодействия воздушного потока с лесными экосистемами, которые по определению В.В.

Протопопова (1975), являются биофизическими системами и характеризуются комплексным влиянием на все факторы окружающей среды.

Взаимодействие воздушного потока с лесными фитоценозами проявляется в двух аспектах – затухании скорости ветра в самом насаждении и изменении структуры воздушного потока на прилегающих к лесу участках. Вероятно, для Барскоонского елового биогеоценоза под пологом древостоя характерен большей частью штиль, которому, к тому же, способствуют полнота и конструкция насаждения, образующие плотный биофильтр из густого древостоя и густого кустарникового яруса из барбариса и шиповника. В результате штилевой ситуации создаются условия для максимальной седиментации и выпадения пылевых частиц с одинаковыми скоростями.

Нашими исследованиями определено количество пыли, оседающей на фотосинтезирующую поверхность лесного биоценоза. Исследования проводили на различном расстоянии от технологической дороги: 10 м, 50 м, 100 м, 150 м, а также на контрольном участке, (на расстоянии 500 м от источника пыления).

Анализ полученных данных показал, что осаждение частиц дорожной пыли на хвою и листья происходит неравномерно. Как и следовало ожидать (табл. 9), с увеличением расстояния от дорожного полотна уменьшалось количество пыли, оседающей на хвою и на листья деревьев.

Таблица 9

Максимальные и минимальные концентрации пыли, аккумулированной древесно-кустарниковыми породами (2001-2003 гг.)

Количество пыли	Расстояние от автотрассы			
	10 м	50 м	100 м	500 м
	Ель Шренка (мг/г сырого веса)			
max.	50,3	44,2	38,6	12,0
min.	19,5	14,1	11,0	9,5
	Лиственные породы (мг/дм ² поверхности)			
max.	-	25,2	24,0	11,0
min.	-	12,0	8,6	10,0

На основании полученных данных установлено, что распространение в воздухе пыли транспортного происхождения крайне неравномерно и зависит как от свойств газов и пыли (их гигроскопичности, веса и т.д.), так и от ряда постоянных и переменных факторов среды, важнейшими из которых являются состояние погоды, направление и сила ветра, абсолютная высота и высота над поверхностью почвы, а также рельеф местности и наличие на ней той или иной растительности. Этими же факторами обусловлено и различное содержание пыли в атмосферном воздухе даже в одной определенной точке наблюдения. Основная масса пыли выпадает обычно поблизости от источников пылеобразования, однако при сильных ветрах она может переноситься достаточно далеко.

Известно, что аккумулирующая способность древостоев проявляется не только при ясной, солнечной погоде, но и в дни, когда имеются атмосферные осадки. Часть осадков фильтруется через полог, часть задерживается пологом.

Когда поверхность частиц и поверхность деревьев влажная и липкая, убыль аэрозольных частиц из атмосферы происходит эффективно. В процессе осаждения и аккумуляции пыли выводятся частицы размером 1-5 мкм (Соловьев, Алексеева, Леплинский и др. 1989).

Исследования, проведенные в 2003 г., в дни, когда наблюдались осадки, показали, что хвоя ели Шренка фильтрует до 20% пыли. Таким образом, эффективность фильтрации влажной поверхностью деревьев подтверждена нашими исследованиями. Наибольший эффект в фильтрации пыли насаждениями достигается в летний период и с влажной поверхностью древесного яруса.

Способность растений к аккумуляции пылевидных частиц в разных условиях запыленности воздуха и в зависимости от индивидуальных условий произрастания выражена не в одинаковой мере. Например, растения в

придорожных лесных полосах подвержены большей запыленности, чем в лесу. Периодически выпадающие осадки лишь частично смывают осевшую на хвое и листьях пыль, уменьшая общее ее количество на хвое ели на 27,5%, сосны – на 30,2 % (Maran, 1960).

Пылевидные частицы с гладких листьев опадают, сдуваются ветром и смываются осадками легче, чем с листьев, покрытых волосками, чешуйками или имеющих ямчатую поверхность, на которых пыль удерживается более прочно.

Таким образом, наилучшей фильтрующей способностью обладают те растения, на которых осаждающиеся твердые аэрозольные частицы не задерживаются и не вызывают угнетения и гибели отдельных органов и всего организма.

Одним из важных условий устойчивости растений против оседающей пыли является, по всей видимости, менее длительная задержка пылевидных частиц на растении и их сброс на землю. Данные о суммарном количестве минеральных и органических частиц, накопившихся на листьях к моменту определения, лишь частично характеризуют способность растений очищать воздух от твердых аэрозольных примесей. Более высокая фильтрующая способность хвойных пород достигается за счет накопления пыли в хвое с внутренней части кроны, а не на ее внешней поверхности .

Под влиянием пыли у хвой ели Шренка, у листьев барбариса и шиповника наблюдались изменения внешних признаков: у хвой ели на побегах текущего года изменялась окраска и длина; а хвоя второго года частично побурела и опала. У кустарников на листовой пластинке образуются светло-зеленые и зеленовато-желтые пятна, располагающиеся обычно между боковыми жилками. Это особенно часто наблюдается у шиповника. Листья шиповника поражаются сильнее, чем листья барбариса, и это связано, видимо, с его мезоморфной структурой, в отличие от более ксероморфной структуры листьев барбариса.

Отмирание хвой на второй год жизни, проявляющееся в пожелтении и

побурении, наступает в начале вегетации. Вероятно, это связано с влиянием частиц загрязненного воздуха, проникающих в мезофилл и препятствующих возобновлению нормальной жизнедеятельности его клеток с наступлением второго года вегетации. Дорожная пыль отрицательно влияет только на молодые листья со слабо развитым эпидермисом и кутикулой. Пыль не способна оказывать угнетающее влияние на листья с полностью сформированной и хорошо развитой покровной тканью.

Периодом наибольшей уязвимости, или наименьшей стойкости, к пыли (критическим периодом) как у ели, так и у кустарниковых пород, является начало вегетации, когда происходят интенсивный рост побегов, развертывание и формирование листьев. Даже в условиях сильного запыления у ели, шиповника и барбариса в течение вегетации осуществляется закладка и формирование жизнеспособных почек, успешно зимующих и на следующий год обеспечивающих облиствение кроны.

В условиях загрязненности воздуха текущий прирост побегов растений замедляется и увеличивается количество усохших побегов, особенно в верхних частях кроны.

Динамика роста побегов может быть использована для изучения характера приспособительной реакции растений к новым экологическим условиям. Адаптация сопровождается сдвигом в наступлении фаз развития и сокращением продолжительности вегетации (табл.10).

Таблица 10

Прирост ели Шренка в высоту (см) в зоне повышенной запыленности и на контрольном участке

Расстояние от источника загрязнения (м)	Прирост ели (см)		
	2001 г.	2002 г.	2003 г.
10	6,5±0,5	7,2±0,6	5,3±0,6
50	7,4±1,1	8,5±1,9	9,2±0,4

100	9,0±1,3	7,8±1,2	8,2±1,5
Контроль	12,2±0,6	18,3±1,8	16,3±1,3

Данные табл. 10 показывают, что в зоне загрязнения текущий прирост побегов ели Шренка меньше, чем на контроле.

Наши исследованиями установлено, что из-за близости к лесному массиву технологической (гравийной) дороги, хвоя елей Шренка в Барскоонском урочище, произрастающих вблизи полотна дороги, иногда может быть покрыта пылью, не смываемой даже длительными осадками. Физиологическое состояние ели Шренка в техногенных условиях зависит, по крайней мере, от двух причин – прямой, заключающейся в нарушении работы фотосинтетического аппарата, вследствие того, что загрязненный воздух является основным источником углеродного питания растений и косвенной – влияния загрязненного воздуха на их корневые системы посредством интоксикации почвы дождевыми и талыми водами, содержащими токсические вещества. Совместное действие этих факторов оказывает влияние на величину текущего годового прироста побегов, позволяющего установить не только период отрицательного действия антропогенных факторов на рост древостоев, но и выявить степень этого влияния. Степень негативного воздействия атмосферной пыли, покрывающей растение, определяется не только общим ее количеством, но и характером распределения на листовых пластинках.

Разнообразные повреждения, охватывающие различные ткани хвои ели Шренка, являются следствием непосредственного контакта некоторых токсических веществ, ведущее место среди которых принадлежит твердым частицам. Твердые частицы распределяются на поверхности хвои неравномерно, в виде очагов. Пыль и частички аэрозолей, скрепляясь с клейкой поверхностью хвои, накапливаются в основном на внешнем дворике устьица, прочно закупоривая устьичную щель. Периодические наблюдения состояния хвои близ технологической дороги, с которой происходит выброс пылевидных

частиц, не дали нам ни одного факта сплошного перекрытия пылевидными частицами хвои ели Шренка.

Пылевидные частицы, оседая на хвое, могут оказывать на нее физическое и химическое воздействие. Физическое воздействие атмосферной пыли проявляется, в первую очередь, в изменении оптических свойств хвои, а значит, и ряда других процессов, определяющих поглощение лучистой энергии. Твердые частицы аэрозолей светонепроницаемы. Поэтому, находясь на поверхности хвои, они первыми воспринимают падающий лучистый поток, отражают или рассеивают его, причем тем сильнее, чем плотнее упакован слой пыли на хвое (схема 1).



Схема 1

ГЛАВА V

ВОДНЫЙ РЕЖИМ ЕЛИ ШРЕНКА И КУСТАРНИКОВ В ЗОНЕ АНТРОПО-ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Динамика интенсивности транспирации

Одним из важнейших сторон жизнедеятельности растений является водообмен с окружающей средой. Водообмен постоянно меняется в течение суток и на протяжении вегетационного периода.

Данные, полученные по водному режиму растений в условиях загрязненной окружающей среды, имеются в некоторых работах (Николаевский, 1965; Рябинин, 1965; Кулагин, 1966; Ситнякова, 1990; Илькун, 1961 а,б; Тарабрин, 1980).

Мы попытались затронуть лишь некоторые аспекты водного режима растений, произрастающих в зоне антропо-техногенного загрязнения. Это - содержание воды, интенсивность транспирации, реальный водный дефицит и водоудерживающая способность. Эти данные использовались как показатели контроля за физиологическим процессом водного обмена растений, при осаждении пыли на фотосинтезирующий аппарат исследуемых растений.

Одним из основных показателей загрязнения еловых лесов урочища Барскоон является пыль, возникающая при прохождении транспорта по технологической (гравийной) дороге. Она может оказывать отрицательное влияние на рост, развитие и нормальное функционирование лесного биоценоза.

В течение 2001-2003 гг. изучался процесс водного обмена 3 видов древесно-кустарниковых пород (ель Шренка, шиповник Альберта и барбарис разноножковый), при этом учитывалась степень запыленности воздуха. Было выделено 3 зоны: 1-я на расстоянии – 10 м; 2-я – 50 м; 3-я – 100 м от основного источника пылевых выбросов. Перечисленные выше виды древесно-кустарниковых пород произрастают во всех зонах. В качестве контроля использовались аналогичные растения, находящиеся в контрольном районе.

Во время исследований, проведенных в разные годы, (2001-2003 гг.), вегетационные периоды резко отличались друг от друга по метеорологическим условиям, что существенно отразилось на скорости расхода влаги изучаемых пород и на их транспирационных ритмах (табл.11).

Таблица 11

Интенсивность транспирации (мг/г/час) растений в зависимости от удаления источника выброса пыли, 2350 м над уровнем моря (2002 г.)

Порода	8-9 час	10-11 час	12-13 час	14-15 час	16-17 час	18 час	Среднее за день
1	2	3	4	5	6	7	8
июнь							
Температура воздуха, С	11,0	12,0	12,5	13,0	13,2	12,5	12,3
Относит.влажность воздуха, %	66,0	56,0	58,0	69,0	64,0	70,0	63,8
Освещенность, тыс. люкс	60,0	64,0	62,0	57,0	50,0	20,0	52,1
контроль							
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	147	194	204	222	107	100	162 ± 49,3
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	141	166	270	305	137	88	184 ± 31,4
Барбарис	208	245	380	568	312	200	312 ± 23,8
Шиповник	295	391	542	686	325	216	350 ± 55,7
на расстоянии 10 м от автотрассы							
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	212	158	354	250	218	170	243 ± 32,4
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	200	282	250	333	213	153	238 ± 23,8
на расстоянии 50 м от автотрассы							
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	138	221	249	265	137	90	183 ± 26,5
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	116	219	278	280	134	100	187 ± 30,4
Барбарис	289	338	626	605	473	202	422 ± 64,7
Шиповник	452	369	645	704	515	215	450 ± 75,9
на расстоянии 100 м от автотрассы							
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	186	213	313	295	269	153	183 ± 26,5
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	116	229	151	275	181	113	177 ± 24,0
Барбарис	228	354	373	472	290	124	306 ± 45,2
Шиповник	156	218	285	382	212	120	245 ± 48,0
июль							
Температура воздуха, С	14,0	14,5	15,0	15,2	14,5	13,0	14,3
Относит.влажн.воздуха, %	54,0	50,0	40,0	47,0	51,0	48,4	48,4
Освещенность, тыс. люкс	68,0	72,0	78,0	65,0	60,0	50,0	65,5
контроль							
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	130	141	271	398	197	178	219 ± 37,0
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	112	222	372	272	281	239	271 ± 39,5
Барбарис	275	345	485	685	375	270	405 ± 58,7
Шиповник	200	270	400	595	324	215	334 ± 54,9

1	2	3	4	5	6	7	8
на расстоянии 10 м от автотрассы							
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	177	180	213	247	212	100	168 ± 15,1
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	140	186	244	298	194	152	151 ± 68,1
на расстоянии 50 м от автотрассы							
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	144	179	204	218	160	107	188 ± 18,7
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	150	171	134	176	145	133	202 ± 18,0
Барбарис	317	424	612	787	516	222	479 ± 76,2
Шиповник	199	291	342	585	423	286	354 ± 55,7
на расстоянии 100 м от автотрассы							
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	119	284	128	43	дождь	д	143 ± 35,7
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	133	207	213	117	дождь	д	168 ± 18,0
Барбарис	203	320	438	460	274	180	312 ± 43,6
Шиповник	289	338	426	605	273	173	350 ± 55,7
август							
Температура воздуха, С	8	9	12,0	12,5	12,2	10,0	10,6
Относит.влажность воздуха, %	39,0	36,0	40,0	47,0	51,0	48,4	48,4
Освещенность, тыс. люкс	68,0	72,0	78,0	65,0	60,0	50,0	65,5
контроль							
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	131	136	267	305	149	70	176 ± 33,5
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	117	224	287	398	102	66	199 ± 47,6
Барбарис	186	244	379	453	231	102	267 ± 47,1
Шиповник	125	215	347	400	210	153	241 ± 40,6
на расстоянии 10 м от автотрассы							
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	132	200	207	307	144	100	181 ± 27,5
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	118	213	300	304	175	111	203 ± 31,7
на расстоянии 50 м от автотрассы							
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	128	254	273	390	132	69	207 ± 44,3
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	133	185	212	473	249	118	228 ± 48,2
Барбарис	228	425	389	565	416	225	374 ± 48,4
Шиповник	365	400	402	448	395	223	355 ± 33,3
на расстоянии 100 м от автотрассы							
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	140	200	244	313	140	69	184 ± 32,3
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	133	219	292	348	172	87	216 ± 40,2
Барбарис	216	270	440	586	212	118	307 ± 64,5
Шиповник	186	286	400	550	239	101	293 ± 59,8

На основании полученных результатов по расходу влаги на транспирацию в зоне повышенной запыленности и на контрольном участке просматривается следующая закономерность. Дневной ход интенсивности транспирации у исследуемых растений в зоне запыленного воздуха носит в основном характер одновершинной кривой, реже двухвершинной, с колебаниями в течение дня и

не всегда следующими за ходом климатических факторов (рис.8).

В утренние часы, почти у всех исследуемых пород расход воды на транспирацию незначителен. У ели Шренка в контроле наблюдалось плавное увеличение интенсивности транспирации к 14-15 часам, а в зоне с повышенной запыленностью к 10-11 часам происходит резкий подъем расхода воды, затем к 12-13 часам наступал спад и к 14-15 часам наблюдался второй пик транспирации, что свидетельствовало о значительной напряженности водного режима в зоне повышенной запыленности воздуха.

У шиповника и барбариса динамика интенсивности дневной транспирации носила одновершинный характер, с максимумом в 14-15 часов.

В течение вегетационного периода динамика транспирации ели Шренка имела некоторые особенности. Значительное влияние на интенсивность транспирации оказывали изменения, связанные с фенофазами растений.

В начале июня у ели Шренка на контрольном участке и в зоне с запыленным воздухом слабая транспирация отмечалась у однолетней хвои, в дальнейшем, по мере формирования хвои, показатели интенсивности транспирации у однолетней и у двухлетней хвои сравнялись.

Это, по-видимому, связано с активизацией процессов метаболизма в формирующихся органах ассимиляции, а также с уменьшением содержания воды в хвое первого года. Снижение интенсивности транспирации с увеличением возраста хвои в различных лесорастительных условиях отмечал также А. Тершин, (1968).

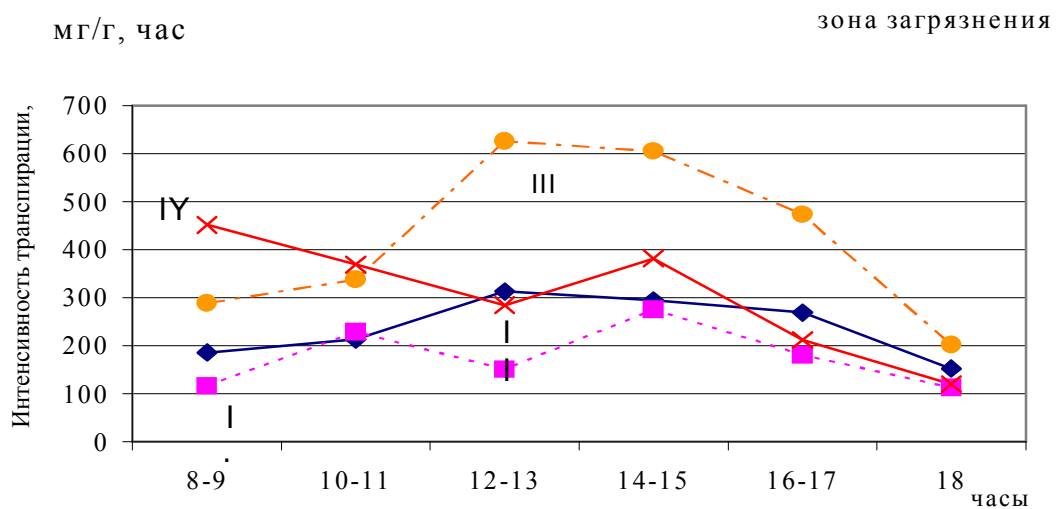
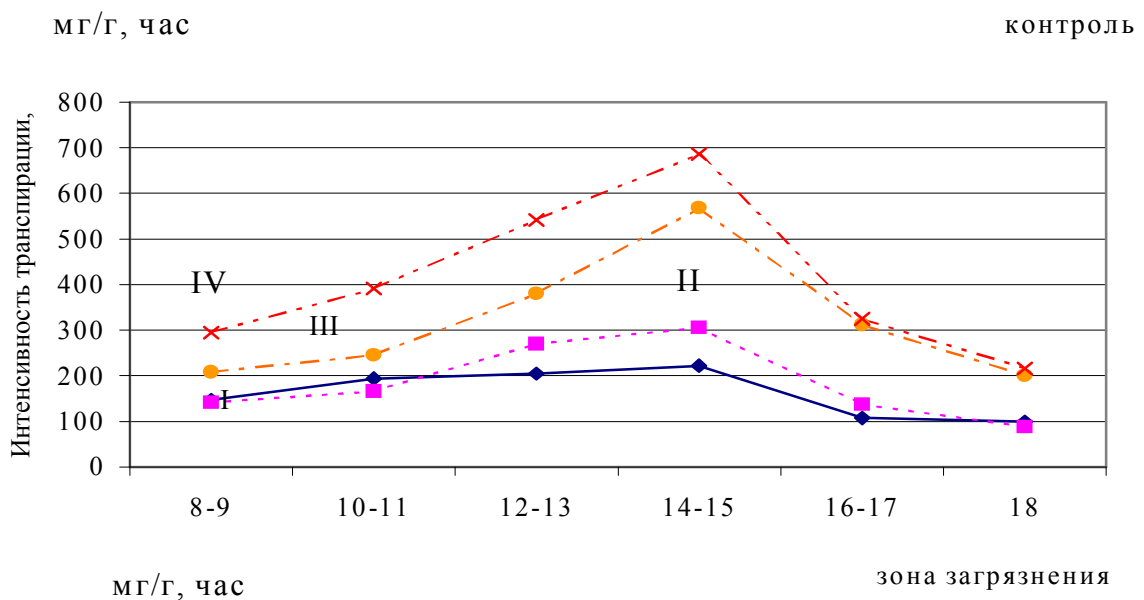
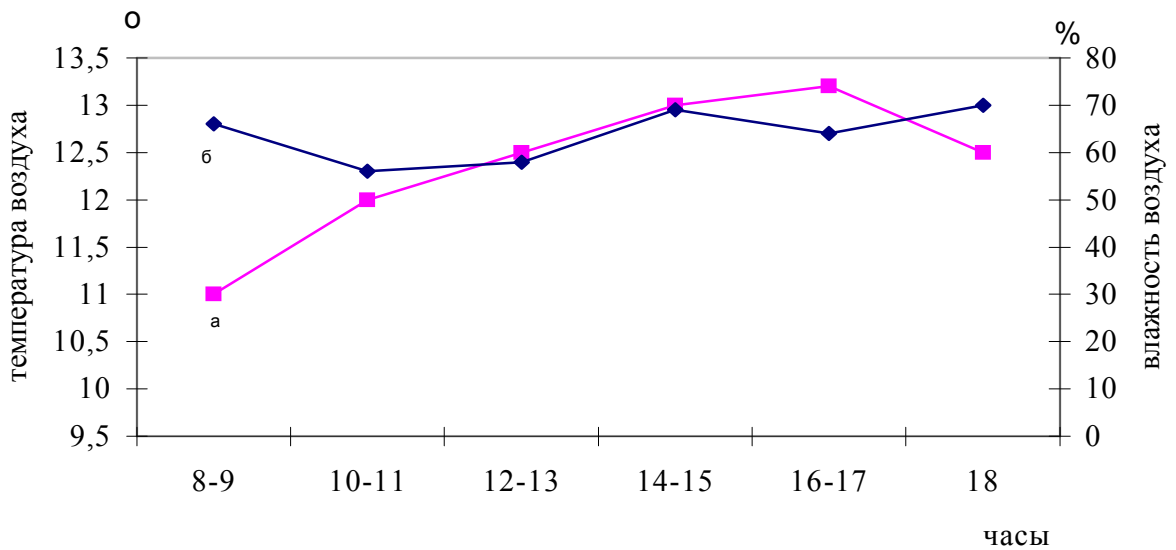


Рис.8. Дневные изменения интенсивности транспирации в контроле и в зоне загрязнения, июнь 2002 г.. а – температура воздуха, б – влажность воздуха, I – однолетняя хвоя, II - двухлетняя хвоя, III-барбарис, IV - шиповник

Таблица 12

Максимальные, минимальные и средние значения интенсивности транспирации (мг/г сырого веса) древесно-кустарниковых пород, произрастающих на контрольном участке и в зоне повышенной запыленности (за вегетационный период, 2001-2003 гг.)

Породы	2001 г.			2002 г.			2003 г.		
	Среднее за вегетац. период	max	min	Среднее за вегетац. Период	max	min	Среднее за вегетац. период	max	min
Контрольный участок									
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	-	-	-	193,6±26,6	378,0	100,0	185,6±39,9	305,0	70,0
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	141,±14,6	200,0	66,2	195,6±23,2	365,0	110,0	218,0±39,5	348,0	87,0
Барбарис	474,5±47,8	643,0	180,3	418,0±56,4	725,0	74,0	328,0±43,2	568,0	102,0
Шиповник	536,4±66,8	860,0	229,2	402,6±39,5	605,0	212,0	308,0±50,4	686,0	153,0
Зона загрязнения									
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	-	-	-	203,1±32,7	390,0	90,0	188,2±30,1	313,0	69,0
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	145,9±15,4	272,2	61,4	200,3±29,7	380,0	77,0	210,0±29,3	398,0	66,0
Барбарис	479,0±53,7	809,0	223,0	472,8±53,7	705,0	245,0	366,0±57,1	787,0	118,0
Шиповник	459,0±57,0	729,4	112,0	492,1±51,9	744,0	101,0	341,1±54,7	605,0	101,0

В таблице 12 приведены данные за 2001-2003 гг. максимальных, минимальных и средних значений интенсивности транспирации древесно-кустарниковых пород в районе исследований.

В 2001 г., при выпадении 48,3 мм осадков максимальные показатели интенсивности транспирации у растений на контрольном участке составили у двухлетней хвой 200 мг/г/час, у шиповника Альберта – 729,4 мг/г/час, у барбариса разноножкового – 643,5 мг/г/час. Несколько выше были показатели интенсивности транспирации в зоне повышенной запыленности воздуха: у двухлетней хвой 200,3 мг/г/час, у шиповника – 860,0 мг/г/час, у барбариса – 809 мг/г/час.

В более увлажненном 2002 г., когда с мая по август выпало 54,0 мм осадков, максимальные значения интенсивности транспирации достигали на контроле у однолетней хвой 348 мг/г/час, у хвой 2-го года – 365 мг/г/час, у шиповника – 605 мг/г/час, у барбариса – 740 мг/г/час.

В зоне повышенной запыленности воздуха показатели интенсивности транспирации составили: у однолетней хвой 390 мг/г/час, у двухлетней – 380 мг/г/час, у шиповника – 844 мг/г/час и у барбариса – 705 мг/г/час.

В литературе имеются сведения о повышении интенсивности транспирации растений по мере увеличения количества осадков, а также высоты над уровнем моря. Однако, при этом одни авторы констатируют уменьшение интенсивности транспирации, а другие – ее увеличение интенсивности в зависимости от высоты местности (Марценюк 1980; Измайлова, 1965; Князева, 1950; Десятникова, 1970; Бейдеман, Паутова, 1969; Загурская, Зябченко, 1994 и др.).

В условиях повышенной запыленности воздуха интенсивность транспирации была выше у растений, находившихся ближе к источнику выброса пыли.

Уровень интенсивности транспирации в течение дня у изучаемых

древесных пород, как на контрольном участке, так и в зоне повышенной запыленности воздуха, имел в полуденные часы вид одно-или двухвершинной кривой.

У кустарниковых пород наблюдалась одновершинная кривая с максимумом в 14-15 часов. К вечеру (18 часов) интенсивность испарения воды листьями деревьев значительно понижалась и, как правило, показатель испарения воды становился меньше показателя в утренние часы (рис.8).

Следует отметить более высокий уровень транспирации у барбариса, который наблюдался в течение всего вегетационного периода и обеспечивал нормальное течение физиологических процессов, даже при повышенной дневной температуре, что, в конечном счете, положительно сказалось на водном обмене растений.

Таким образом, увеличение интенсивности транспирации в условиях повышенной запыленности воздуха приводит не только к нарушению температурного режима растений, но и способствует большей аккумуляции некоторых тяжелых металлов растениями. В свою очередь, избыточное накопление различных веществ, загрязняющих листья и хвою, увеличивает количество воды, расходуемой растением на транспирацию, что предотвращает его перегрев.

Адаптационный эффект в данном случае обусловлен устойчивостью растений не только на клеточном уровне, но и общей приспособляемостью всего организма. Листья шиповника и барбариса, благодаря интенсивной транспирации, поддерживают свою температуру ниже или на уровне окружающего воздуха. Листья кустарников меньше страдают от перегрева еще и потому что они произрастают во втором ярусе древостоя.

На основании проведенных исследований по расходу воды на транспирацию в зоне повышенной запыленности воздуха можно отметить следующую закономерность. Породы, произрастающие в зоне повышенной

запыленности воздуха, за весь вегетационный период расходуют в среднем на 10-15% влаги больше, чем породы, произрастающие на контрольном участке. Такое различие объясняется несколькими факторами. Большое содержание частиц пыли в воздухе и их осаждение на фотосинтезирующую поверхность растений ведет, прежде всего, к закупорке устьиц, а также отрицательно влияет на механизм работы фотосинтезирующего аппарата. Кроме того, не следует сбрасывать со счетов и зависимость транспирации от таких факторов погоды, как температура, влажность воздуха и почвы.

Зависимость интенсивности транспирации от факторов внешней среды

Известно, что скорость испарения воды растениями чрезвычайно изменчива. Основными факторами среды, влияющими на интенсивность транспирации, являются освещенность, температура и влажность воздуха, сила ветра, а также запасы влаги в почве. Отмечается, что условия внешней среды оказывают значительное влияние и на транспирацию лесного биоценоза. (Максимов, 1926; Кокина, 1929; Красулин, 1939; Цельникер, 1952, 1954, Ахромейко, 1965; Васильева и др., 2000).

Влияние транспирации на температурный режим листьев и хвои ярче выражено у растений, устойчивых к повышенному количеству загрязняющих веществ (табл. 13), особенно в зоне загрязнения. Подобная связь наблюдается у растений и в контрольном варианте.

Результаты математической обработки данных свидетельствуют о том, что корреляционная связь транспирации с факторами внешней среды в условиях повышенной запыленности воздуха более выражена в июле и в августе и зависит, прежде всего, от освещенности. Об этом свидетельствуют положительные коэффициенты корреляции интенсивности транспирации и освещенности.

Как было отмечено ранее, происходит увеличение интенсивности транспирации в период активного роста хвои и листьев, после чего во второй период вегетации, ее интенсивность снижается. Возможно, это является следствием нарушения поглотительной способности воды корневой системой, которая в этих условиях не может обеспечить необходимый расход воды на транспирацию (Илькун, 1978).

У растений контрольного участка эта особенность выражена меньше.

Несколько иной характер на интенсивность транспирации в условиях запыленной атмосферы оказывает влияние влажности воздуха. Отрицательная коррелятивная зависимость между влажностью воздуха и транспирацией свидетельствует об обратной связи между этими параметрами для растений, произрастающих в зоне повышенной запыленности. Влажность почвы оказывала меньшее влияние на интенсивность транспирации в зоне с запыленным воздухом.

На контрольном участке существенное влияние на интенсивность транспирации оказывали температура воздуха и освещенность, а влажность почвы и воздуха – значительно меньше.

Роль света, как фактора, определяющего скорость транспирации, не ограничивается только значением как источника энергии, необходимой для испарения воды. Это еще и фактор, способствующий увеличению проницаемости протоплазмы для воды и регулирующий движение устьиц (Kramer, 1956). При достаточной влажности почвы интенсивность транспирации

Таблица 13

Корреляционная связь интенсивности транспирации с температурой воздуха, освещенностью, влажностью воздуха и почвы. (2001-2003 гг.)

Порода	2001 г.				2002 г.				2003 г.			
	Темпера- тура воздуха, °С	Освещен- ность, люкс	Влаж- ность воздуха %	Влажн. почвы, %	Темпера- тура воздуха, °С	Освещен- ность, люкс	Влаж- ность воздуха, %	Влаж- ность почвы, %	Темпе- ратура воздуха, °С	Осве- щен- ность, люкс	Влаж- ность воздуха, %	Влаж- ность почвы, %
Коэффициент корреляции. Контрольный участок												
Июнь												
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	+ 0,56	+ 0,57	+ 0,16	+0,50	+ 0,53	+ 0,29	+ 0,23	-0,00	+ 0,31	+ 0,75	-0,40	+0,87
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	+ 0,53	+0,82	-0,86	+0,82	+ 0,56	+0,11	-0,05	+0,26	+ 0,14	+0,51	-0,08	+0,60
Шиповник	+0,71	+0,82	-0,69	+0,85	-0,27	+0,81	+0,74	+0,56	+0,55	+0,37	+0,07	+0,56
Барбарис	Наблюдений не было				-0,27	+0,87	+0,47	+0,67	+0,61	+0,32	+0,10	+0,51
Июль												
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	+0,36	+0,70	-0,69	+0,76	+0,70	+0,86	-0,88	0	+0,74	+0,46	-0,70	+0,46
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	+0,32	+0,56	-0,62	+0,74	+0,68	+0,86	-0,80	0	+0,86	+0,56	-0,29	+0,86
Шиповник	+0,22	+0,76	-0,74	+0,86	+0,32	+0,96	-0,57	+0,43	-	-	-	-
Барбарис					+0,27	+0,96	-0,57	+0,43	-	-	-	-
Август												
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	+0,43	+0,79	-0,23	+0,64	+0,57	+0,61	-0,14	+0,46	+0,70	+0,83	-0,10	+0,42
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	+0,41	+0,72	-0,05	+0,29	+0,85	+0,27	-0,18	+0,33	+0,39	+0,77	-0,03	+0,38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Шиповник	+0,29	+0,94	0,02	+0,64	+0,30	+0,67	-0,06	+0,65	+0,53	+0,86	-0,11	+0,45
Барбарис	Наблюдений не было				+0,92	+0,81	-0,04	+0,65	+0,70	+0,71	-0,03	+0,36
Зона повышенной запыленности												
Июнь												
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	+0,75	+0,67	-0,56	+0,82	+0,36	+0,22	+0,15	0	+0,20	+0,36	-0,26	+0,33
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	+0,66	+0,63	-0,44	+0,66	+0,69	+0,77	+0,43	+0,32	+0,49	+0,46	-0,34	-0,04
Шиповник	+0,59	+0,73	-0,41	+0,89	-0,02	+0,38	+0,48	+0,53	+0,49	+0,51	+0,21	+0,72
Барбарис	Наблюдений не было				-0,40	+0,85	+0,45	+0,54	+0,54	+0,26	+0,10	+0,59
Июль												
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	+0,09	+0,06	-0,14	+0,25	+0,26	+0,84	-0,60	+0,11	+0,79	+0,58	+0,16	+0,44
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	-0,07	+0,32	-0,13	+0,20	+0,22	0,74	-0,49	+0,10	+0,87	+0,61	+0,22	+0,27
Шиповник	-0,08	+0,43	+0,42	+0,41	+0,23	+0,90	+0,29	+0,41	+0,93	+0,54	+0,54	+0,14
Барбарис	Наблюдений не было				+0,60	+0,87	+0,21	+0,63	+0,86	+0,44	+0,44	+0,03
Август												
Ель Шренка (однолетняя хвоя)	+0,20	+0,76	+0,08	+0,40	+0,55	+0,55	-0,24	+0,25	+0,34	+0,82	-0,03	+0,39
Ель Шренка (двухлетняя хвоя)	+0,31	+0,90	+0,02	+0,51	+0,61	+0,50	-0,30	+0,36	+0,54	+0,76	-0,20	+0,39
Шиповник	+0,31	+0,92	+0,23	+0,58	+0,46	+0,85	+0,11	+0,52	+0,49	+0,81	-0,16	+0,34
Барбарис	Наблюдений не было				+0,58	+0,57	-0,35	+0,48	+0,45	+0,85	-0,14	+0,31

в определенных пределах прямо пропорциональна температуре воздуха и освещенности. При этом коэффициент корреляции близок к единице.

Осевшие пылевидные частицы оказывают на листья разнообразные физические и химические воздействия. Физические воздействия твердых частиц в первую очередь проявляются в изменении оптических свойств хвои и, следовательно, ряда других процессов, интенсивность которых определяется количеством поглощенной лучистой энергии и ее спектром.

По литературным данным, частицы пыли, находясь на поверхности хвои, первыми воспринимают лучистый поток. Так как они частично или полностью светопроницаемы, падающий на них поток световой энергии отражается и рассеивается тем сильнее, чем плотнее слой пыли. По W.Steinhubell, (1967), суммарное поглощение солнечной радиации выше у запыленных листьев. Об этом свидетельствует также более высокий температурный градиент (на $1,0^{\circ}\text{C}$ – $1,5^{\circ}\text{C}$) запыленных листьев, по сравнению с незапыленными. Однако повышение температуры хвои может быть следствием и других причин, например, сокращением транспирационных потерь.

Следствием высокого энергетического обмена и интенсивности транспирации запыленных растений является ускоренный расход доступного им запаса почвенной влаги и образование возможного дефицита воды, что может привести к повышению температуры хвои. В свою очередь, это может стать основной причиной снижения фотосинтетической активности и продуктивности растений. Причина этих явлений в запыленности хвои.

Повышенной стойкостью к атмосферным твердым загрязнителям обладают растения с гладкими листьями, которые более эффективно осаждают частицы пыли из воздуха и не задерживают их на себе длительное время.

Таким образом, частицы пыли, оседающие на поверхности листьев, локально покрывают устьичные щели. Основное физическое действие пыли проявляется в повышении температуры, интенсивности транспирации листьев и

более глубоком водном дефиците. Указанные изменения вызывают снижение фотосинтетической активности, роста и продуктивности растений. Химическое действие атмосферной пыли на растения зависит от растворенности ее в воде и от состава содержащихся в ней ингредиентов.

Содержание воды в хвое и листьях

Важнейшей стороной водного режима растений является внутренний баланс влаги, показателем которого служит тургор клеток и тканей. Тургор определяет содержание влаги в клетках и тканях, как отдельных органов, так и целого растения и служит показателем физиологического состояния организма. Большой физиологической активностью обладают клетки, имеющие высокую оводненность (Цельникер, 1955; Гусев, 1959).

Содержание воды в листьях мезофитов достигает до 85% и более. При отсутствии воды в растениях говорить о какой-либо функционирующей биологической структуре вообще не приходится. Для нормального роста различных древесных растений требуется различное количество влаги. Обеспеченность растений влагой зависит не только от содержания воды в почве, но и от способности самих растений усваивать ее. Количественное содержание влаги в ассимиляционном аппарате вечно зеленых древесных растений, а также изменение этого показателя в течение вегетационного периода и в зависимости от условий произрастания, времени суток и других факторов позволяют объективно оценить состояние водного баланса растений в целом.

Дневные и сезонные изменения содержания воды в тканях растений характеризуют его состояние в конкретных почвенно-климатических условиях, а степень подвижности водного запаса помогает оценить основные параметры водного режима того или иного растения.

Можно отметить, что растения, произрастающие в зоне загрязнения,

характеризуются повышенной оводненностью, по сравнению с растениями в контрольном варианте. Максимальные величины содержания воды колебались в следующих пределах – в зоне повышенной запыленности у ели Шренка от 68 до 72,5%, у барбариса от 63 до 71%, у шиповника от 62 до 68%. В контроле у ели Шренка от 61,9 до 69%, у барбариса – от 63 до 68%, у шиповника – от 61,9% до 66%, а минимальные величины в зоне повышенной запыленности у ели Шренка – от 54 до 62%, у барбариса от 57 до 61%, у шиповника от 55 до 58%. У растений в контроле минимальные значения были: у ели Шренка 55 – 61%, у барбариса 55 – 57% и у шиповника 54 – 57% (табл. 14).

Исследования показали, что диапазоны колебания запасов влаги в хвое и листьях в зоне повышенной запыленности и на контроле невелики. Наибольшие отклонения величины этого показателя обнаружены у однолетней хвои – 13,1% и у шиповника – 12,7%. У ели Шренка арифметическая разница не превышала в течение трех лет 8,6 - 13,1%, в контроле – 4,0 - 12,3%.

Интересен тот факт, что максимальные и среднесезонные величины содержания воды в растениях, полученные в разные годы в зоне повышенной запыленности, по сравнению с растениями контрольного варианта имеют небольшие различия.

Наибольший уровень оводненности имеет хвоя текущего года (50-75%). Ее влажность высока особенно в начале вегетационного периода. По мере одревеснения побегов оводненность молодой хвои, хотя и заметно снижается, но на протяжении всего вегетационного периода она остается выше влажности хвои 2-го года. Уменьшение влажности хвои с увеличением ее возраста отмечалось рядом исследователей (Смирнов, 1964; Терешин, 1965; и др.).

Таблица 14

Динамика общего содержания воды (%) древесно-кустарниковых пород, произрастающих на контроле и в зоне загрязнения (урочище Барскоон, 2001-2003 гг)

Вид		Содержание воды (в % от сырого веса)											
		2001 г.				2002 г.				2003 г.			
		Среднее за вегетацион. период	max	min	Ампл. колебаний	Среднее за вегетацион. период	max	min	Ампл. колебаний	Среднее за вегетацион. период	max	min	Ампл. колебаний
Контрольный участок (вне зоны загрязнения)													
Ель Шренка	Хвоя 1 года	-	-	-	-	62,4±1,90	67,6	64,5	13,1	61,0±1,70	67,0	57,6	9,4
	Хвоя 2 года	62,1±2,24	69,7	61,1	8,6	58,9±1,01	61,9	55,6	6,3	58,6±0,92	64,6	55,1	9,5
Барбарис		61,3±1,14	63,8	57,5	6,3	62,2±1,70	68,1	56,1	12,0	50,6±2,26	67,4	55,2	12,2
Шиповник		57,9±0,50	61,9	56,3	5,6	60,9±1,81	65,6	54,6	11,0	60,1±1,44	66,1	57,3	8,8
Зона загрязнения													
Ель Шренка	Хвоя 1 года					67,2±1,25	70,5	62,4	8,1	65,5±1,73	72,5	60,8	11,7
	Хвоя 2 года	65,1±1,32	68,7	57,7	11,0	61,9±2,03	67,1	54,8	12,3	64,8±1,64	64,8	60,9	4,0
Барбарис		61,8±1,08	66,8	57,4	9,4	66,0±1,42	71,2	61,3	9,9	60,6±1,64	63,5	57,3	6,2
Шиповник		61,6±0,86	62,5	58,4	4,1	62,9±2,02	68,6	55,9	12,7	61,1±1,54	62,4	57,8	4,6

Рассмотрим некоторые особенности и колебания оводненности листьев и хвои исследуемых видов растений в течение дня и вегетационного сезона.

Основной причиной, определяющей колебания оводненности в течение суток, является несоответствие между поступлением воды в растение и ее расходом в процессе транспирации. Отмеченное явление наглядно проявляется в условиях повышенной запыленности воздуха, когда процесс поступления воды в растение особенно сильно отстает от ее расхода на транспирацию.

Сезонные изменения оводненности листьев и хвои растений на контрольном участке и в зоне антропо-техногенного загрязнения обусловлены постепенным снижением оводненности клеток по мере их старения, а также изменением обеспеченностью влагой и погодными условиями сезона. Для суточной динамики оводненности листьев и хвои характерно уменьшение влажности в полуденные часы. Содержание влаги в тканях в течение вегетационного периода уменьшается в контроле от 78,6% в начале лета (июнь) до 47,0% к концу лета (август), а в зоне повышенной запыленности воздуха содержание воды колеблется от 84,3% в начале лета до 49% к концу вегетации.

В таблице 15 представлены данные дневной динамики содержания воды в растениях за 2001 г. Из этой таблицы видно, что у всех растений наблюдается неравномерность в оводненности листьев и хвои на протяжении вегетационного периода.

Степень увеличения содержания воды по сравнению с контролем в зоне загрязнения колеблется: у однолетней хвои от 2,0-4,0%, у двухлетней хвои от 2,8-9,4%, у барбариса от 1,1-7,8%, у шиповника от 2,8-5,9%. Таким образом, существенных различий в общей оводненности хвои и листьев под действием пыли у растений произрастающих на контроле и в зоне загрязнения в течение вегетационного периода. Однако у всех пород (контрольного участка и опытной зоны) наблюдалось снижение оводненности к концу вегетации, что связано со старением листьев, а также снижением водопоглощающих свойств тканей.

Таблица 15

Дневная динамика содержания воды (%) в растениях контрольного участка и в зоне повышенной запыленности воздуха на высоте 2350 м над уровнем моря (2001 год)

Растение	Содержание воды в растениях (%)						
	Часы наблюдений						
	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18	Средняя за день
Контроль							
Июнь							
Двухлетняя хвоя	74,1	69,9	57,6	68,3	65,2	63,6	67,6±2,19
Барбарис	62,6	60,6	60,0	60,0	61,3	61,6	61,0±0,3
Шиповник	60,6	59,6	56,6	57,3	58,0	56,3	58,0±0,53
Июль							
Двухлетняя хвоя	62,6	62,0	63,0	58,3	53,6	62,6	58,6±2,92
Барбарис	71,0	73,3	63,3	64,3	65,6	69,3	55,1±1,45
Шиповник	61,3	57,6	57,0	61,0	58,3	59,0	56,9±0,36
Август							
Двухлетняя хвоя	54,0	69,6	50,0	61,0	50,0	61,3	60,3±1,62
Барбарис	60,0	56,6	55,6	49,0	52,0	57,6	67,8±1,68
Шиповник	57,6	58,0	57,3	55,6	56,6	56,6	59,0±0,63
Зона загрязнения							
Июнь							
Двухлетняя хвоя	72,3	69,6	74,0	77,6	69,6	81,0	71,6±1,86
Барбарис	67,3	60,0	65,6	66,0	65,6	63,6	64,6±1,02
Шиповник	68,3	61,3	62,3	64,3	63,3	64,0	63,9±0,50
Июль							
Двухлетняя хвоя	64,6	60,4	66,6	61,2	61,5	60,6	62,4±1,05
Барбарис	65,0	61,0	62,3	61,3	55,6	61,3	61,0±1,09
Шиповник	62,6	62,0	63,0	58,3	53,6	62,6	60,3±1,62
Август							
Двухлетняя хвоя	68,6	64,3	59,6	57,3	59,3	59,3	61,4±1,05
Барбарис	57,0	57,3	63,0	60,6	58,3	63,6	59,9±1,13
Шиповник	61,6	60,0	62,3	61,0	60,3	59,0	60,8±0,48

Все изменения содержания воды в ассимиляционных органах у ели Шренка (однолетней и двухлетней хвои) на протяжении 3 лет наблюдений происходили в диапазоне – от 51,3% до 83,7%, у шиповника – от 47,3% до 84,3%, у барбариса – от 53,6% до 72,9%.

По признаку убывания максимального дневного содержания воды в ассимиляционных тканях, изученные растения можно расположить в следующем порядке: однолетняя хвоя – 72,5%, двухлетняя хвоя – 69,7%, шиповник – 68,6%, барбарис – 71,2%. Показатели амплитуды колебаний оводненности у двухлетней хвои выше, по сравнению с однолетней хвоей и листьями других пород. Это говорит о том, что она более пластична к изменениям, происходящим в окружающей среде.

Наибольшее содержание воды в листьях древесно-кустарниковых растений, в том числе и хвойных, отмечено в июне. В середине и в конце вегетации оводненность хвои снижается, из-за иссушения ее корнеобитаемого слоя.

В условиях повышенной запыленности возрастает оводненность хвои и листьев. Существует мнение (Николаевский, 1974), что между пылеустойчивостью пород и общим содержанием воды в их листьях (хвое) существует определенная коррелятивная зависимость. Для пылеустойчивых видов отмечено повышение оводненности листьев (хвои), для неустойчивых – ее снижение (Долгова, 1980; Николаевский, 1974). У большинства исследуемых нами растений в зоне повышенной запыленности отмечалось повышенное содержание воды, по сравнению с растениями в контроле и это следует рассматривать как приспособительную реакцию растений на неблагоприятные условия среды.

Исследуемые древесные растения по показателю амплитуды колебаний характеризовались как растения с умеренным и стабильным содержанием воды в хвое и листьях в течение вегетации.

Выявленная тенденция возрастания оводненности листьев и хвои растений, находящихся в зоне повышенной запыленности, свидетельствует о нарушении процесса расхода воды на транспирацию и в целом процесса водообмена.

Кустарниковые растения по оводненности имеют следующие показатели: шиповник – 61,2%, барбарис – 59,3%.

Реальный водный дефицит

Известно, что дефицит воды оказывает большое влияние на все физиологические процессы, протекающие в растениях и, в конечном счете, на рост, развитие и продуктивность (Генкель, 1946; Алексеев, 1948; Максимов, 1952; Козловский, 1969 и др.).

Водный дефицит является наиболее интегральным показателем в оценке водного режима растений. Недостаток воды в хвое и листьях влияет на основные функции растительного организма – рост, дыхание, фотосинтез и другие.

В связи с этим, определение дефицита воды широко используется для выяснения водного режима растений в различных экологических условиях.

Нарушение водного обмена хвои и листьев часто обуславливаются увеличением дефицита воды (Шматько, 1983; Максимов, 1952).

Наш большой дефицит воды у растений наблюдается в июле, затем понижается к августу (табл. 16).

Наибольший водный дефицит наблюдается у растений, произрастающих в зоне повышенной запыленности, причем наиболее ярко он был выражен у шиповника. У ели Шренка и барбариса показатель водного дефицита незначительно отличался от такового растений контрольного участка.

У хвои ели Шренка водный дефицит колебался от 3,5% (июнь, 2001 г.) до 11,6 % (июль, 2001 г.), у шиповника от 9,0% (июнь, 2001 г.) до 18,6% (июль, 2001 г.) и у барбариса от 6,5% (август, 2001 г.) до 11,2% (июль, 2002 г.).

Таблица 16

Сезонная динамика дефицита воды древесно-кустарниковых растений
в районе исследований за 2001-2003 гг.
(от полного насыщения листьев, %)

Вид	Период наблюдений			
	2001 г.			
	Июнь	Июль	Август	Среднее за сезон
Контроль				
Двухлетняя хвоя	3,5	11,6	8,1	7,7
Шиповник	11,0	18,6	13,7	9,7
Барбарис	8,2	10,3	7,5	8,6
Зона загрязнения				
Двухлетняя хвоя	6,4	10,5	9,7	8,8
Шиповник	9,4	10,6	9,3	14,4
Барбарис	8,4	9,6	8,0	11,3
2002 г.				
Контроль				
Однолетняя хвоя	4,6	7,0	5,5	5,7
Двухлетняя хвоя	8,1	11,1	7,7	8,9
Шиповник	9,0	14,2	7,6	10,2
Барбарис	8,6	10,2	6,5	8,4
Зона загрязнения				
Однолетняя хвоя	6,5	8,7	7,8	7,6
Двухлетняя хвоя	8,4	10,9	9,5	9,6
Шиповник	11,9	14,2	6,6	10,9
Барбарис	9,0	11,2	8,4	9,5
2003 г.				
Контроль				
Однолетняя хвоя	7,7	8,1	9,1	8,3
Двухлетняя хвоя	7,9	9,1	9,2	8,7
Шиповник	11,0	10,3	12,8	11,2
Барбарис	9,4	8,2	7,2	8,2
Зона загрязнения				
Однолетняя хвоя	7,2	8,4	5,0	6,8
Двухлетняя хвоя	9,2	10,2	7,0	4,4
Шиповник	10,0	11,3	11,0	10,7
Барбарис	9,6	9,8	8,6	9,3

Возникающая в период вегетации разница по водному дефициту между растениями опытного и контрольного вариантов может быть от 1,3% до 8,0%. Максимальный водный дефицит отмечен у барбариса 11,2% и у шиповника 18,6%. Именно эти породы характеризовались самой высокой интенсивностью транспирации за весь вегетационный период. Минимальные среднесезонные значения водного дефицита отмечались у хвои 1 года – 3,5% и у хвои 2 года – 6,5% (табл. 16).

Максимальные величины водного дефицита у всех изученных древесно-кустарниковых пород отмечены в июле. Наименьшие значения водного дефицита наблюдались в большинстве случаев в июне и августе и составили у двухлетней хвои в контрольном варианте – 3,5%, в зоне повышенной запыленности – 6,4% (исследования 2001 года). В исследованиях 2002 года – 4,6% и 6,5% соответственно, а в 2003 году – 5,2 и 5,0% соответственно.

В начале вегетации, когда отмечается наибольшее количество влаги в почве, водный дефицит был наименьшим. Дефицит влаги в хвое и листьях увеличивался в течение вегетационного сезона, и наибольшие его значения наблюдались в период наивысшей интенсивности транспирации и напряженности метеорологических факторов. К концу вегетации отмечалось снижение показателя водного дефицита, что связано, по-видимому, с соответствующим снижением скорости расхода воды в процессе транспирации и увеличением оводненности листьев, так как влажность почвы в эти периоды продолжала снижаться.

Изменения уровня дефицита воды в растениях при запыленности воздуха связаны с интенсивностью многих физиологических процессов, в частности, с транспирацией и водоотдачей листьев.

Водоудерживающая способность хвои и листьев

Интегральным показателем водного режима растений является водоудерживающая способность. По показателю водоудерживающей способности можно судить об устойчивости того или иного вида растения к неблагоприятным условиям окружающей среды. Повышенная устойчивость клеток к обезвоживанию связана с увеличением степени структурированности воды и высокой водоудерживающей способностью (Бондарева, Второва 1976; Гриненко, 1978). Многие исследователи изучают водный режим растений для определения их устойчивости и приспособленности к условиям существования (Максимов, 1916; Ничипорович, 1926; Цельникер, 1955; Свешникова, 1962; Залепухин, 1963; Измайлова, 1969; Витко, 1972; Смирнов, 1972; Бобровская, 1978; Рахманина, 1981; Нестерова, 1984, Кочергина, Кожевникова, 1989; Загуральская 1997 и др.). Ими установлено, что листья растений, принадлежащие к различным экологическим типам, с неодинаковой скоростью отдают воду. Виды с мезоморфным строением листьев характеризуются более высокой скоростью потери воды.

Изученные нами породы характеризуются различной водоотдачей изолированными листьями и хвоей. У растений, произрастающих в зоне повышенной запыленности водоотдача выше, по сравнению с растениями контрольного участка. Увеличение, по сравнению с контролем, у однолетней хвои составляет от 0,5% до 5,3%, у двухлетней – от 0,2% до 15,2%, у шиповника – от 0,5% до 18,7%, у барбариса – от 2,6% до 23,8%.

В вегетационный период водоудерживающая способность растений изменялась, и эти изменения зависели от влажности почвы. Так, в весенне-летний период с повышением влажности почвы у растений наблюдалось увеличение водоудерживающей способности.

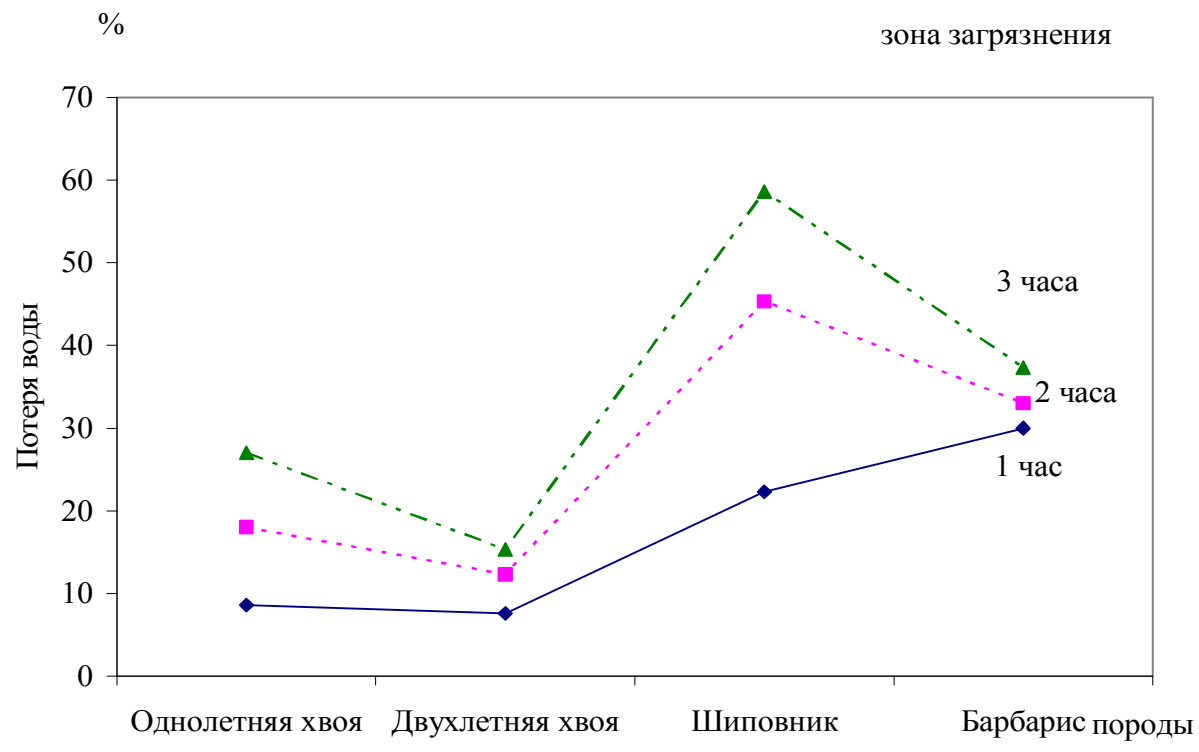
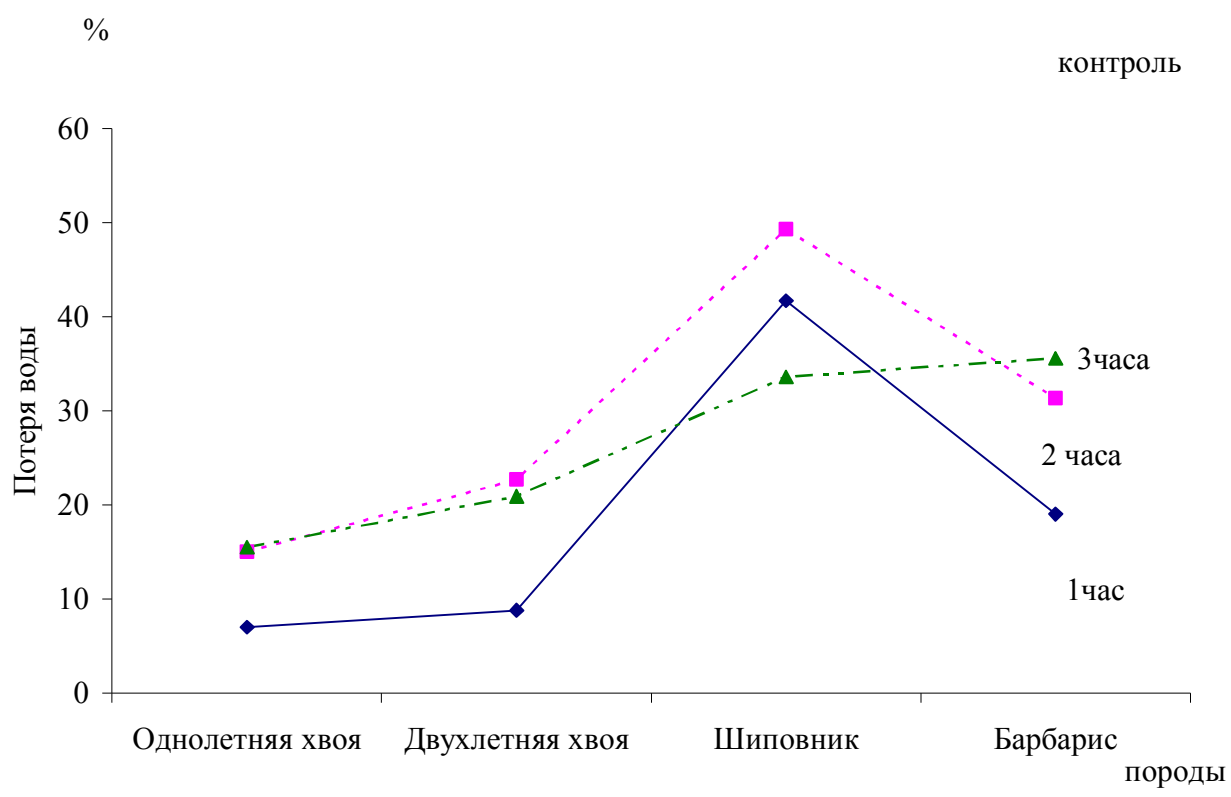


Рис. 9. Потеря воды однолетней, двухлетней хвоей и листьями барбариса и шиповника (июнь, 2002 год)

Рахманина К.П. (1981) указывает на прямую связь между количеством связанной воды и водоудерживающей способностью листьев: повышенная влажность почвы приводит к увеличению запасов свободной воды в листьях, что повышает водоудерживающую способность их и наоборот.

Подтверждая данную мысль, Ю.Л. Цельникер (1955), Белая (1978) отмечают, что чем выше влажность местообитания, тем выше относительная скорость потери воды листьями. У шиповника и барбариса водоотдача в течение сезона резко меняется и процесс водоотдачи у них довольно быстрый: уже в первый час после подсушивания количество потерянной воды составило у шиповника 42,0%, а у барбариса – 30,0% (рис.9).

Хвоя ели Шренка на протяжении всей вегетации при подсушивании удерживает довольно большое количество влаги в своих клетках, т.е. биокolloиды более устойчивы к обезвоживанию. Процесс водоотдачи в хвое происходит постепенно. Так после часа подсушивания количество потерянной влаги у однолетней хвои составляло от 7,0% до 23,5%, у двухлетней – от 7,6% до 27,5%.

Наибольшая водоотдача хвои отмечена в первые часы экспозиции. При последующих экспозициях она снижается.

Следует указать, что водоудерживающая способность исследуемых растений, меняется в течение вегетационного периода вегетации. В июне она ниже, чем в июле и августе. Установлено, что растения с повышенной водоудерживающей способностью лучше приспосабливаются к экстремальным условиям, чем растения с пониженной водоудерживающей способностью. Однако последние могут успешно произрастать в аридной зоне, т.к. имеют мощную корневую систему.

Сравнение различных видов растений по водоудерживающей способности и интенсивности транспирации указывает на то, что в условиях повышенной запыленности воздуха у растений с повышенной интенсивностью транспирации

(шиповника и барбариса) наблюдается высокая водоотдача листьями. Снижение интенсивности транспирации у хвой ели Шренка сопровождалось понижением водоотдачи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из наиболее уязвимых участков антропогенного и техногенного влияния на окружающую среду являются еловые леса Барскоонского лесничества Джеты-Огузского лесхоза Иссык-Кульской области. Здесь проходит технологическая дорога с интенсивным движением грузового производственного транспорта (рудник Кумтор, пограничная служба КР, экологическая и контрольно-инспекционная службы и т.д.), транспорта туристов, местного населения, фирм, предлагающих услуги проведения охоты и т.д.

В связи с ухудшением социально-экономического положения населения, резко увеличились неконтролируемые заготовки дров, выпас домашнего скота в лесу, сбор лекарственных растений, резко возросла рекреационная нагрузка на леса. Все это ухудшило состояние лесов, отрицательно влияя на естественное возобновление, усиливая и ускоряя деградацию еловых лесов, снижая их устойчивость и общую продуктивность.

К одним из существенных источников загрязнения атмосферы в урочище Барскоон является технологическая дорога Барскоон – рудник Кумтор. При движении производственного и частного транспорта происходит загрязнение атмосферного воздуха пылью и газами, которые медленно рассеиваются, особенно по ущелью, из-за ослабленной конвекции воздуха. При этом ухудшается экологическое состояние лесных массивов и наступает деградация лесных биоценозов.

Нарушение режима природопользования в курортной зоне Иссык-Куля ведет к снижению рекреационного потенциала территории. Растет количество

экологических правонарушений. На динамику их роста влияет появление предприятий как частных, так и смешанных форм собственности, стремящихся любыми путями получить прибыль, что нередко приводит к резкому ухудшению экологической ситуации.

Антропогенное влияние на лесные биогеоценозы в виде несанкционированных рубок при отсутствии санитарных рубок, сенокошение, неконтролируемый отдых туристов и местного населения, длительная аренда лесных угодий, регулируемая пастьба скота отрицательно сказываются на экологическом состоянии еловых лесов.

Загрязнение атмосферного воздуха частицами пыли с технологической дороги варьировало от $0,03 \text{ мг/м}^3$ до $0,17 \text{ мг/м}^3$, и только в отдельных случаях концентрация пыли в воздухе превышала среднесуточную ПДК, которая составляет $0,15 \text{ мг/м}^3$.

Концентрация тяжелых металлов была крайне незначительна и практически не отличалась в хвое 1-го и хвое 2-го года. Отмечается также незначительная статистически недостоверная разница в содержании ряда тяжелых металлов и серы в зоне повышенной запыленности и на контрольном участке. Из исследуемых металлов в хвое в наибольшем количестве содержится железо, меньше – цинк, а наименьше содержание отмечается в концентрациях никеля и свинца. Наибольшее содержание тяжелых металлов отмечается в почве, но с увеличением расстояния от источника выброса пыли концентрация тяжелых металлов уменьшается.

Загрязнение атмосферы различными газообразными веществами не столь значительно, гораздо сильнее сказывается на экологическом состоянии территории и растительном покрове действие пыли, которое может привести к дестабилизации лесных экосистем. В зависимости от длительности и интенсивности ее воздействия наблюдаются многочисленные нарушения физиологических функций растений. Характерными признаками угнетения

древостоев является суховершинность и разреженность кроны, уменьшение длины хвои, хлороз хвои и листьев. Это, прежде всего, связано с тем, что выбрасываемые автотранспортом в течение ряда лет пыль и тяжелые металлы отрицательно воздействуют на еловый биоценоз.

В насаждениях ели Шренка происходит накопление пыли от 9,5 до 50,3 мг/г сырого веса, у лиственных пород от 8,6 до 25,2 мг/дм². Основная масса пыли оседает обычно поблизости от источника пылеобразования, однако более мелкодисперсная пыль может переноситься достаточно далеко.

Водный режим растений является наиболее чувствительным на воздействие внешней среды. Всестороннее его изучение позволило выявить, насколько данные условия произрастания удовлетворяют потребность изучаемых растений.

Интенсивность транспирации древесно-кустарниковых пород связана, прежде всего, с количеством пыли в воздухе и количеством пыли, оседающей на поверхности листьев и хвои.

Следует отметить, что у исследованных видов растений транспирация осуществляется на различных количественных уровнях. Проведенные исследования позволили установить, что специфические условия оказывает значительное влияние на показатель транспирации. Так, в зоне повышенной запыленности интенсивность транспирации у растений выше, по сравнению с таковой у растений контрольного участка. Причем, чем ближе растения находятся к источнику выброса пыли, тем интенсивность транспирации у них выше. Значительное влияние на интенсивность транспирации оказывают изменения, связанные с фенофазами растений. В начале вегетационного периода, когда появляется хвоя текущего года, интенсивность транспирации хвои второго года снижается. Это связано как с активизацией процессов метаболизма в формирующихся органах ассимиляции и оттоков влаги, так и с недостаточным нагреванием почвы и понижением активности процесса

всасывания воды корнями. Установлено, что этот процесс изменяется в течение дня и находится в зависимости от времени вегетации и видовых особенностей растений.

Оводненность хвои первого и второго года жизни достаточно стабильна и составляет в зоне повышенной запыленности от 57,3% до 72,5%, а в контроле – от 55,2% до 69,7%.

Водоудерживающая способность повышается в летне-осенний период. Ель Шренка, в отличие от лиственных пород, имеет большую водоудерживающую способность.

Для оздоровления окружающей среды были проведены лесохозяйственные мероприятия, направленные на сохранение и формирование долговечных, экологически и биологически устойчивых, здоровых лесных массивов. Были созданы защитные лесные полосы из лиственных пород – лоха, тополя, березы, ивы, облепихи, шиповника.

Сохранение и развитие системы охраны лесных биоценозов, правильное ведение хозяйства в естественных насаждениях, повышение устойчивости урбанизированных территорий к антропогенным нагрузкам должны стать приоритетным направлением в экологической политике страны.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для оздоровления окружающей среды в Барскоонском лесничестве рекомендуется проведение следующих лесохозяйственных мероприятий по сокращению концентрации пыли в воздухе в зоне технологической дороги Барскоон – рудник Кумтор и улучшению экологической ситуации:

- организация полива полотна технологической дороги в летний период;
- создание защитной лесополосы, как биологического фильтра сдерживающего пылевые и газовые выбросы при прохождении по дороге всех видов автотранспорта;
- рекультивация земель вдоль технологической дороги после реконструкции дорожных мостов путем посадки характерных для данной почвенно-климатической зоны деревьев и кустарников – карагач, тополь, урюк, береза, ель, облепиха, барбарис и шиповник и др. (рис. 10 и 11), которые позволят защитить от пыли лесной биоценоз и сельскохозяйственные поля фермерских хозяйств, повысить возможность их эффективного использования.

2. С целью природоохранной пропаганды среди местного населения села Барскоон проводить работу по информированности о сохранении защитных насаждений. Разработать программу поощрения фермеров путем бесплатной выдачи им крупномерных саженцев: тополя, урюка, березы для создания защитных лесных полос и пограничных фермерских хозяйств.

3. Система хозяйствования в природных комплексах должна базироваться на принципах обеспечения постоянства среды и высокого защитно-оздоровительного потенциала лесных насаждений. Необходимо своевременное и качественное проведение организационных, лесохозяйственных мероприятий, направленных на сохранение и формирование долговечных, экологически и биологически устойчивых, здоровых лесных массивов.

4. Наиболее важным следует считать осуществление систематического действенного контроля рационального природопользования и охраны лесных массивов местным управлением лесного хозяйства под непосредственным контролем Госагентства по охране окружающей среды и лесному хозяйству Кыргызской Республики на основе действующих нормативов и законов Кыргызской Республики об охране окружающей среды и Лесного Кодекса Кыргызской Республики.

5. В целях дальнейшего сохранения лесных массивов необходимо строго регламентировать и ужесточить требования к выдаче лицензий на право аренды и пользования лесными ресурсами. Необходимо тесно увязывать частное лесопользование с проведением обязательных санитарных рубок и очисткой лесных массивов от бурелома и гниющих остатков, которые являются источником распространения лесных вредителей и болезней леса.

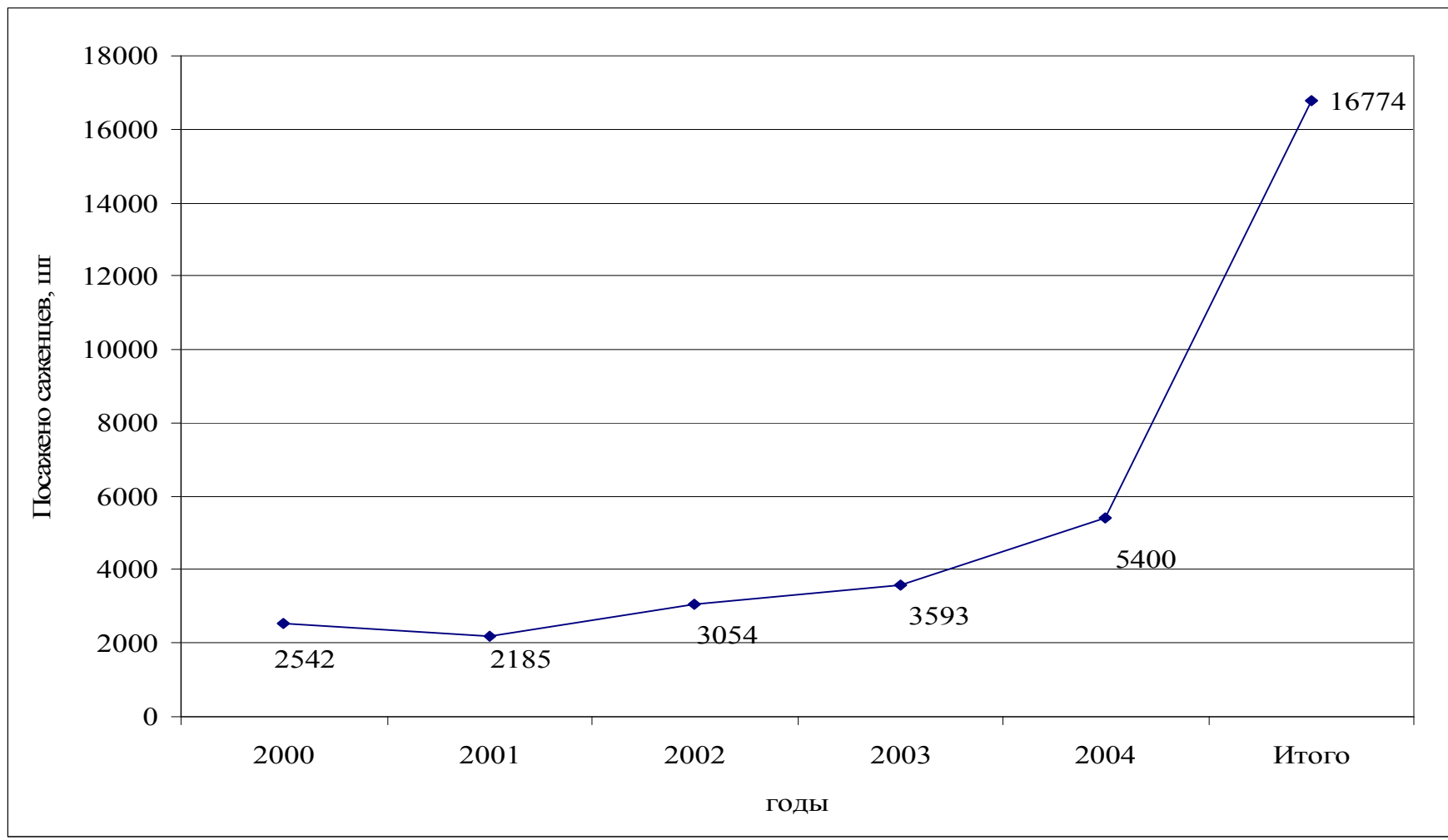


Рис. 10. Количество крупномерных саженцев различных древесно-кустарниковых пород, высаженных в 2000-2004 гг. при создании защитной полосы протяженностью 12 км вдоль автотрассы Барскоон-Кумтор

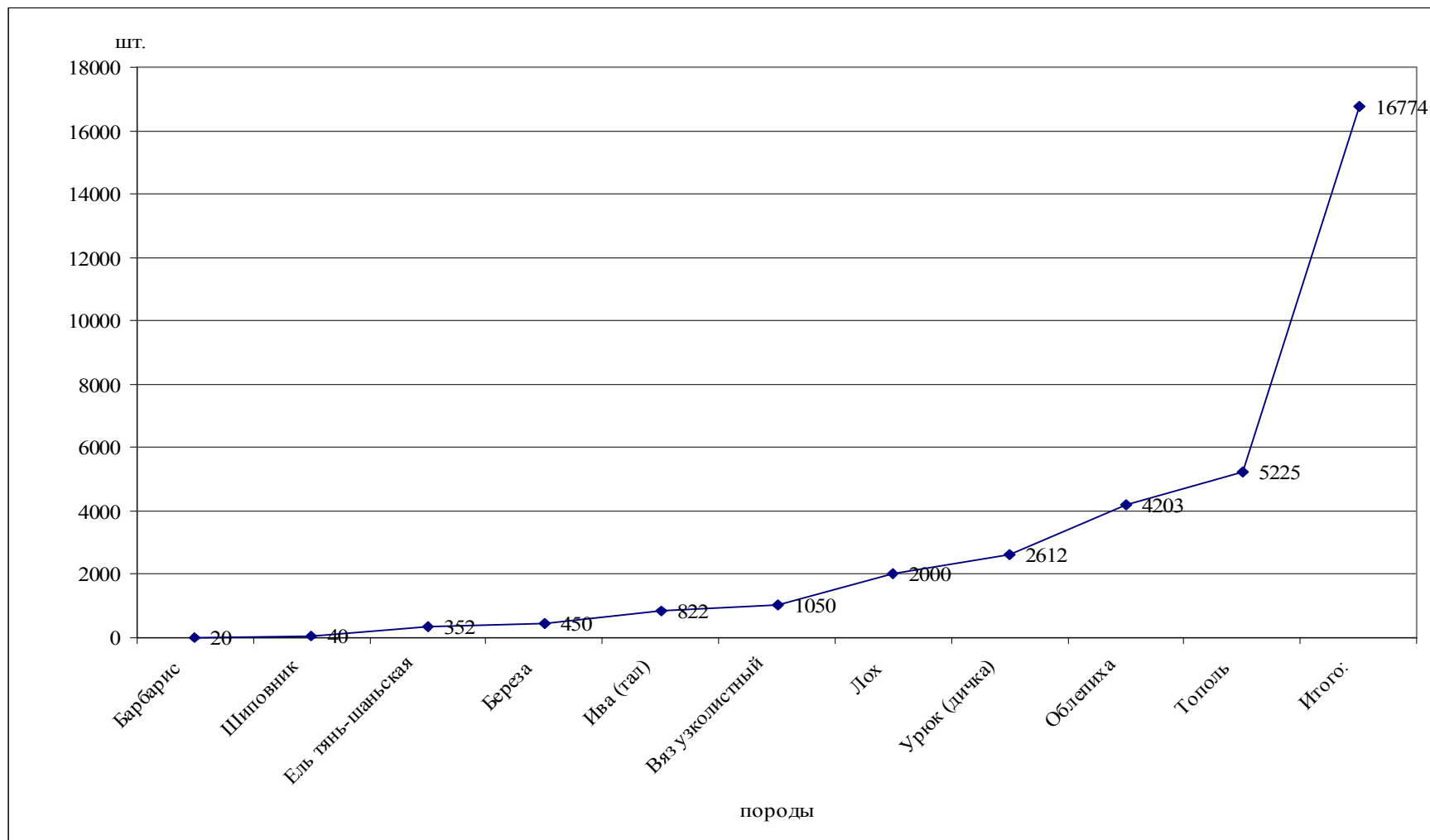


Рис. 11. Видовой состав деревьев и кустарников, высаженных в урочище Барскоон в 2000-2004 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адамова А.А. К вопросу о влиянии промышленных дымов и газов на хвойные леса Подмосковья в связи с увеличением влажности // Бюлл. глав. ботан. сада. –1962. - Вып.46. - С. 10-15.
2. Алексеев А.М. Водный режим растений и влияние засухи. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1948. – 355 с.
3. Алексеев А.М. Значение структуры цитоплазмы для водного режима растительных клеток // Водный режим растений и их продуктивность.-М., 1968. - С. 5-12.
4. Алексеев А.М. Основные представления о водном режиме растения и его показатели // Водный режим сельскохозяйственных растений. – М., 1969. –С. 94-112.
5. Алексеев А.М. Водный режим клеток растений в связи с обменом веществ и структурированностью цитоплазмы. – М., 1969. - 36 с.
6. Антипов В.Г. Влияние дыма и газов, выбрасываемых промышленными предприятиями на сезонное развитие древесных и кустарниковых пород // Ботан. журн.-1957. - Т. 42, №1. -С. 82-86.
7. Ахматов К.А. Зимостойкость деревьев и кустарников, интродуцированных в поясе еловых лесов Терской Ала-Тоо.-Фрунзе, Изд-во АН КиргССР, 1960. -100 с.
8. Ахматов К.А. Адаптация древесных растений к засухе. - Фрунзе: Илим, 1976. - С.198.
9. Ахромейко А.И. Физиологическое обоснование разведения сосны в степях. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1950. -264 с.-(Бузулукский бор; Т.3).
10. Ахромейко А.И. Физиологическое обоснование создания устойчивых насаждений. –М.: Лесн. пром-сть, 1965. - 312 с.
11. Бабаянц Р.А. Загрязнение городского воздуха. М.: Изд-во Акад. мед. наук СССР, 1948. - 125 с.
12. Барахтенова Л.А. Воздушные поллютанты и обмен серы у сосны обыкновенной, пороговые концентрации, эффекты защиты // Сиб. экологический журн. 1995. № 6. – С.478-494

13. Батган Л.Д. Загрязненное небо. -М.: Мир, 1967. –250 с.
14. Белая Г.А. Экология доминантов камчатского крупнотравья (водный режим). – М.: Наука, 1978. - 123 с.
15. Белюченко И.С. Экология Кубани // Экологические проблемы Кубани, 2004, № 22-23, 617 с.
16. Бейдеман И.Н. Сезонный ход интенсивности транспирации некоторых растений в условиях полупустынного климата Северной Мугании // Докл. АН АЗССР. -1947. – №7. -С.304-308.
17. Бейдеман И.Н. Ритм сезонного хода интенсивности транспирации растений при разных типах водного режима почв в различных климатических условиях // Ботан. журн. - 1960. - Т. 45, № 8. -С.108-122.
18. Бобровская Н.И. О водном балансе древесных и кустарниковых видов песчанной пустыни Каракум // Ботанический журнал. – 1971. – Т.56. №3 - С. 361-368.
19. Бобровская Н.И. Водный режим деревьев и кустарников пустынь. – Л.: Наука, 1985. - 96 с.
20. Бондарева В.Я., Второва В.Н. К характеристике горно-лесных почв Тянь-Шаня на примере долины р. Чон-Кызыл-Суу (северный склон хр. Терской Ала-Тоо) // Экология и биология ельников Тянь-Шаня. - Фрунзе, 1976. -С.61-85.
21. Быков Б.А. Еловые леса Тянь-Шаня. - Алма-Ата: Наука, 1985. -140 с.
22. Влияние загрязнений воздуха на растительность. - М.: Лесн. пром-сть, 1981. - 180 с.
23. Влияние аэротехнического загрязнения на состояние сосновых лесов Северной Карелии. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 1992. – 51 с.
24. Воронков Н.А. Водный режим и некоторые особенности биологии сосновых насаждений на песках Среднего Дона: Автореф. дис...канд. биол. наук. – М., 1963. –23 с.

25. Габукова В.В., Ивонис И.Ю. Влияние антропогенного загрязнения на физиологические процессы у сосны // Адаптация, рост и развитие растений. Петрозаводск, Изд-во КарНЦ РАН, 1994. –С. 141-152.
26. Гаевая З.И. К вопросу о газоустойчивости деревьев и кустарников // Науч. записки Днепропетр. ун-та. - 1962. - Т.78. - С.13-18.
27. Гаевая З.И. Деревья и кустарники на промышленных площадках // Науч. записки Днепропетр. ун-та. - 1962. - Т.78. - С. 19-27.
28. Гайдук Ю. Изменение фитоценозов в районе действия фтористых выбросов // Лес и промышленные выбросы: Материалы VI Междунар. Совещ. – Чехославакия, 1970. -С.54-56.
29. Глухов Т.И. Динамика содержания золы и некоторых микроэлементов в листьях растений на предприятии огнеупорной промышленности // Растения и промышленная среда.- Киев. 1976. - С.67-68.
30. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 1998 году. Петрозаводск, 1999. 264 с.
- 31.Гриненко В.В. Регуляция водного режима в связи с приспособлением растений к переменным условиям среды // Водный режим растений в связи с разными экологическими условиями. – Казань, 1978. – С.12.
32. Гудерман Р. Загрязнение воздушной среды. - М.: Мир, 1979. - 20 с.
33. Гулидова И.В. Транспирация деревьев и трав в зоне средней тайги и ее зависимость от метеорологических условий // Тр. Ин-та леса АН СССР. – М., 1958. – Т.41. -С. 111-121.
34. Гулидова И.В. Фотосинтез и транспирация у ели в различных экологических условиях // Тр. Ин-та леса и древесины. -1962. - Т.53. –С.97-102.
35. Гусев Н.А. Некоторые закономерности водного режима растений. - М.: Изд-во АН СССР, 1959. -158 с.
36. Гусев Н.А. Некоторые методы исследования водного режима растений.
-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. –61 с.
37. Гусев Н.А. Физиология водообмена растений. - Казань.: Из-во.

Казан.ун-та, 1966. -135 с.

38. Джумабаева С.А. Современное состояние еловых лесов Прииссыккуля и влияние антропогенного воздействия на лесные биоценозы // Исследование живой природы Кыргызстана. - Бишкек, 2002. -Вып. 4. -С.46-51.
39. Джумабаева С.А. Воздействие вредных веществ на лесной биоценоз // Сб. Биосферная территория “Иссык-Кель”. - Бишкек, 2003. -С.61-63.
40. Десятникова Г.Н. Некоторые особенности водного режима ели тянь-шаньской в высокогорных условиях Терской Ала-Тоо // Лесоведение на богарных и поливных землях Киргизии. – Фрунзе, 1970. - 59-70.
41. Десятникова Г.Н. Водный режим интродуцированных сосен и ели тянь-шаньской в Северном Тянь-Шане: Автореф. дис...канд. биол. наук. - Фрунзе, 1973. -12 с.
42. Десятникова Г.Н. Некоторые физиологические особенности хвойных пород в высокогорных условиях Терской Ала-Тоо в связи с их интродукцией // Водный обмен в основных типах растений СССР. -Новосибирск, 1975. -С.90-94.
43. Детри Ж. Атмосфера должна быть чистой. - М.: Прогресс, 1973. – 380 с.
44. Долгова Л.Г. Биологическая активность эдафотопов в условиях техногенных территорий Приднепровья: Автореф. дис. д-ра биол. наук. - Тарту, 1980. - 13 с.
45. Дурмишидзе С.В. Угрехелидзе Д.Ю. Расщепление бензола чайным растением // Докл. АН СССР.-1969. Т. 184, вып.1. -С 228-231.
46. Ершов М.Ф. Влияние пыли на рост растений // Ботан. журн. 1959. Т.44, №6. -С. 822-824.
47. Загуральская Л.М. Микробиологический мониторинг лесных экосистем подзоны северной Тайки в условиях антропогенного воздействия // Лесоведение. 1997. №5. – С 3-12.
48. Загуральская Л.М., Зябченко С.С. Воздействие промышленных загрязнений на микробиологические процессы в почвах бореальных лесов района Костомукши // Почвоведение. 1994, № 5. – С.105-110.

49. Зонн С.В. О некоторых вопросах генезиса почв еловых лесов Тянь-Шаня // Почвоведение. - 1962. - №5. - С.24-39.
50. Иванов Л.А. Физиология растений. - М.: Сельхозгиз, 1936. – 380 с.
51. Иванов Л.А., Силина А.А., Цельникер Ю.Л. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях // Ботан. журн. -1950. - Т.35, №2. - С.171-185.
52. Иванов Л.А., Силина А.А., Цельникер Ю.Л. О транспирации полезащитных полос в условиях Деркульской степи // Ботан. журн. - 1952.-Т.34, № 2. – С. 113-127.
53. Измайлова Н.Н. Интенсивность транспирации высокогорных растений в зависимости от высоты их произрастания // Проблемы ботаники. - 1965.-Т. 7. - С.205-212.
54. Илькун Г.М. Газоустойчивость растений. –Киев: Наук. думка, 1971. –146 с
55. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. -Киев: Наук. думка, 1978.-240 с.
- 56.Илькун Г.М. Миронова А.С. Взаимодействие атмосферной пыли с растениями//Газоустойчивость растений. –Пермь, 1961.- Вып. 1, № 222. - С. 49-59.
57. Илькун Г.М. Матрук В.В. Конивец В.И. Принципы подбора растений для озеленения промышленных предприятий // Растения и промышленная среда. –Киев, 1976. - Вып.3. - С. 164-167.
58. Исаченко Х.М. Влияние задымленности на рост и состояния древесной растительности // Сов.ботаника. - 1938.- №1. - С.7-10.
59. Князева Е.И. Газоустойчивость растений в связи с их систематическим положением и морфолого-анатомическими и биологическими особенностями // Дымоустойчивость растений и дымоустойчивые ассортименты. - Горький; Москва, 1950. - С. 111-178.
60. Кожевникова Н.Д. Биология и экология тянь-шаньской ели (ценопопуляционный анализ). - Фрунзе: Илим, 1982. - 238 с.
61. Кожевникова Н.Д., Второва В.Н. Биологический круговорот

- веществ в ельниках северного Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1988. - 200 с.
62. Кокина С.И. Водный режим и внутренние факторы устойчивости песчаной пустыни Кара-Кум // Проблемы растениеводческого освоения пустыни. -Л., 1935.- Вып.4. - С.99-194.
63. Козловский Т. Водный обмен растений. - М.: Колос, 1969. - 247 с.
64. Колов О.В. Эколого-физиологические основы продуктивности ореха грецкого в Юго-Западном Тянь-Шане: Автореф. дис... д-ра. биол. наук.-Свердловск, 1984. - 37 с.
65. Колов О.В., Чотбаева Э.А. Водный режим основных лесобразующих пород орехово-плодовых лесов Южной Киргизии. - Фрунзе: Илим, 1988. - 112 с.
66. Коробкова Н.Л. Экология и горное производство. Магнитогорск, 2000. – С.3-66.
67. Кочергина А.А., Кожевникова Н.Д. Транспирация ели Шренка в зависимости от биологических особенностей и экологических условий // Экология, биология ельников Тянь-Шаня. - Фрунзе, 1976. - С. 101-116.
68. Красинский Н.П. Озеленение промплощадок дымовых ассортиментов. М.: Изд-во “Власть советов” при Президиуме ВЦИК, 1937. - 120 с.
69. Красинский Н.П. Теоретические основы построения ассортиментов газоустойчивости растений // Дымоустойчивость растений и дымоустойчивые ассортименты. Горький; Москва, 1950. - С.9-109.
70. Красносельская-Максимова Т.А. Суточные колебания содержания воды в листьях // Тр. Тифлис. ботан. сада. - 1971. - Вып 19. - С.1-22.
71. Красулин Н.П. Опыт определения транспирации сосны и березы в условиях насаждений // Труды НИИ лесн. хоз-ва. - М., 1938.- Вып.8. - С.52-57.
72. Кротова Н.Г. Дым и лес (О влиянии задымления воздуха на лесные насаждения) Наука и передовой опыт в сел. хоз-ве, -1958. №1. с. 37.
73. Крамер П.Д., Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. - М.: Лесн. пром-сть, 1983.-462 с.

74. Крючкова В.В., Макарова Т.Д. Аэротехногенное воздействие на экосистемы Кольского Севера. Апатиты: КНЦ АН СССР, 1989. – 96 с.
75. Кулагин Ю.З. О газоустойчивости сосны и березы // Охрана природы на Урале. Свердловск, 1964. - Вып. 4. - С. 115-123.
76. Кулагин Ю.З. Дымовые отходы завода “Магнезит” и динамика лесной зоны города Сатки (Южный Урал) // Охрана природы на Урале. –Свердловск, 1964. - Вып.4. - С. 21-28.
77. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. - М.: Наука, 1974. - 124 с.
78. Кулагин Ю.З. Хвойные лесообразователи и экологическое прогнозирование// Экология хвойных. - Уфа, 1978. - С.5-22.
79. Кулагин Ю.З. Лесообразующие виды, техногенез и прогнозирование. М.: Наука, 1980. – 115 с.
80. Кулагин Ю.З. Особенности техногенной интродукции древесных растений // Всесоюз. конф. по теорет. основам интродукции растений: Тез. докл. – М, 1983. - С. 15-27.
81. Лесная энциклопедия. - Т. 2. - М.: Сов. энцикл., 1986. – 631 с.
82. Максимов Н.А. Опыт сравнительного изучения испарения ксерофитов и мезафитов // Журн. Рус. ботан. о-ва. - 1916. - № 1-2. - С.56-75.
83. Максимов Н.А. Физиологические основы засухоустойчивости растений: Прил. к тр. по прикл. ботанике и селекции. - М., 1926. - 436 с.
84. Максимов Н.А. Краткий курс физиологии растений. - М.: Сельхозгиз, 1948. - 495 с.
85. Марценюк В.Б. Зависимость повреждаемости листьев растений от концентрации газа и экспозиция опыта // Газоустойчивость растений. –Новосибирск, 1980. - С. 178-179.
86. Мамытов А.М., Райченко Г.И. Почвенные районы Киргизии // Изв. Кирг. филиала Всесоюзного ГО. – Фрунзе. – 1961. – Вып. 3. – 171-183.

87. Молчанов А.А. Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах. - М.: Изд-во АН СССР, 1952. - 488 с.
88. Молчанов А.А. Гидрологическая роль леса. - М.: Изд-во АН СССР, 1960. - 488 с.
89. Молчанов А.А. Лес и климат. М.: Изд-во АН СССР, - 264 с.
90. Нестерович Н.Д., Пономарева А.В., Дерюгина Т.Ф. Изменение анатомической структуры листьев некоторых древесных пород в зависимости от влажности почв // Ботаника. Исследования. - Минск, 1965. - Вып.7. - С.91-94.
91. Николаевский В.С. Некоторые анатомо-морфологические особенности древесных растений в связи с их газоустойчивостью в условиях медеплавильной промышленности Среднего Урала: Автореф. дис. ... канд.биол. наук. -Свердловск, 1964. – 25 с.
92. Николаевский В.С. Вопросы водного режима древесных растений в связи с их газоустойчивостью // Тр. Ин-та биологии / АН СССР. Урал. фил.-Свердловск, 1965. Вып. 43. - С. 133-136.
93. Николаевский В.С. Влияние сернистого ангидрида на древесные растения в условиях Свердловской области // Охрана природы на Урале. – Свердловск, 1974. -С. 123-132.
94. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений.- Новосибирск: Наука, 1979. - 230 с.
95. Ничипорович А.А. О потере воды срезанными растениями в процессе завядания // Опытная агрономия Юго-Востока. - М., -1926. - Т.3. - Вып.1.
96. Новицкая Ю.Е. Особенности физиолого-биохимических процессов в хвое и побегах ели в условиях Севера. - Л.: Наука, 1971. - 116 с.
97. Нестерова С.Г. Анатомо-морфологические особенности и водный режим растений Заилийского Ала-Тау: Автореф. дис... д-ра. биол. наук. –Алматы, 1999. - 44 с.
98. Носырев В.И. Вредное воздействие магнезитовой пыли на древесные растения. // Лесн. хоз-во” .- 1962. -Вып 1. - С. 8-16.
99. Обыденный П.Т. Улучшение состояния растений в условиях

- промышленного загрязнения воздуха // Проблемы физиологии и биохимии древесных растений. - Красноярск, 1974. - С.34-35.
100. Папикян Н.А. Скорость водоотдачи изолированными листьями древесных пород, произрастающих в различных экологических условиях // Изв. АН АрмССР. Биол. науки. -1961.- Т.14, №1. - С.49-56.
 101. Папикян Н.А. Водный режим сосны обыкновенной в условиях саванных почвогрунтов // Биол.журн. Армении. - 1966. -Т.19,№10. - С. 51-55.
 102. Подзоров Н.В. Причины усыхания сосновых и еловых насаждений в Охотинском учебно-опытном лесхозе // Ботан. журн. - 1961. - Т.46, №5 - С. 685-690.
 103. Подзоров Н.В. Пылезадерживающая роль насаждений // Лесн. хоз-во. 1967. - №6. - С. 36-46.
 104. Протопопов В.В. Средообразующая роль темнохвойного леса. - Новосибирск: Наука, 1975. – 328 с.
 105. Пономаренко П.Н. Атмосферные осадки Киргизии. Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 131 с.
 106. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. - М.: Наука, 1971. - 192 с.
 107. Рябинин В.М. Влияние промышленных газов на рост деревьев и кустарников // Ботан. журн. - 1962. - Т. 47, №3. - С.412-416.
 108. Рябинин В.М. Лес и промышленные газы.-М.: Лесн. пром-сть, 1965. -92 с.
 109. Рязанов В.А. Загрязнение атмосферного воздуха населенных местностей его влияние на деревья и санитарные условия жизни населения. Лекция 12. - М.: Б.И., 1961. – 15с.
 110. Свешникова В.М. Водный режим растений // Водный режим растений и почв высокогорных пустынь Памира.-Душанбе, 1962. – С.99-234.
 111. Сидорович Е.А., Сергейчик С.А., Сергейчик А.А. Оптимизация промышленно-городской среды средствами озеленения. – Минск: Белинти, 1990. - 57 с.

112. Ситнякова А.С. Об изучении физиологических показателей древесных и кустарниковых пород в связи с газо-дымоустойчивостью. // Охрана природы на Урале. - Свердловск, 1966. – Вып. 4. – С. 5-16.
113. Ситнякова А.С. Влияние промышленных загрязнений на устойчивость растений. - Алма-Ата: Наука, 1990. - 89 с.
114. Сказкин Ф.О. Влияние избыточного увлажнения почвы на растительность в различные периоды // Физиология растений. -1960. -Вып.3. - С. 269-275.
115. Скрипальщикова Л.Н. Пылеулавливающие свойства сосняков в пригородной зоне г. Красноярска // Средообразующая роль лесных экосистем Сибири. - Красноярск, 1982. - С.124-130.
116. Статистический справочник Кыргызской Республики. Бишкек, 2001. - 110 с.
117. Смирнов В.В. Сезонный рост главнейших древесных пород. – М.: Наука, 1964. – 225 с.
118. Тарабин В.П. Водный режим и устойчивость древесных растений к промышленным загрязнениям // Газоустойчивость растений. - Новосибирск, 1980. - С.18-29.
119. Тарабин В.П. Природа устойчивости растений к промышленным эксгалатам // Адаптация древесных растений к экстремальным условиям среды. - Петрозаводск, 1984. - С.90-97.
120. Терешин Б.А. Возрастные изменения водного режима сосны обыкновенной в молодых насаждениях Южного и Северного Урала. - М.:Изд-во: Наука. - 1968. - 115 с.
121. Торчевский В.В. Влияние дымо-газовых выделений промышленных предприятий Урала на растительность // Растительная и промышленная среда. - Свердловск, 1964. - С.5-69.
122. Тольский А.П. Частное лесоводство. Основы лесокультурного дела. Ч.4, -М.; - Л.: Лесн. хоз-во и лесн. пром-сть, 1931. – 70 с.
123. Туманов И.И. Завядание и засухоустойчивость. – Тр. По прикладн. Ботан., генетке и селекции. Т.22, № 1, - с.107.

124. Турдукулов Э.Т., Измайлова Э.О. К экологии растений-подушечников Западного Прииссыккуля // Изв. АН Республики Кыргызстан. Химико-технол. и биол. науки. – 1991. - №2. - С.45-51.
125. Турдукулов Э.Т., Шалпыков К.Т., Интенсивность транспирации галофитов Западного Прииссыккуля // Изв. АН Республики Кыргызстан. Химико-технол. и биол. науки. - 1992. - №1. - С.51-55.
126. Фрей Т.Э. Экофизиологические аспекты проблемы усыхания лесов // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. - М., 1987. - С. 139-142.
127. Хлебникова Н.А., Маркова М.И. Транспирация молодых древесных растений в условиях Прикаспийской низменности // Тр. Ин-та леса / АН СССР. - 1955. -Т.27. - С.73-92.
128. Хлебникова Н.А., Гирс Г.И., Коловский Р.А. Физиологическая характеристика хвойных растений Сибири в зимний период // Тр. Ин-та леса и древесины.- 1963.- Т.60. - С.5-16.
129. Цельникер Ю.Л. Влияние влажности почвы на транспирацию древесных пород. // Лесное хоз-во. - 1954. - Вып.10.
130. Цельникер Ю.Л. Скорость потери воды изолированными листьями древесных пород и устойчивость их к обезвоживанию // Тр. Ин-та леса / АН СССР. – 1955. - Т. 27. - С.6-28.
131. Чешев Л.С. Типы еловых лесов Северной Киргизии. – Фрунзе: Илим, 1971. - 103.
132. Чотбаева Э.А. Сезонная динамика транспирации основных лесообразующих пород орехово-плодовых лесов Южной Киргизии // Тез.докл. I Респ. Науч.-техн. конференции молодых ученых Киргизии.-Фрунзе, 1981. - С. 30-31.
133. Чотбаева Э.А. Водный режим доминантов орехового фитоценоза в связи с естественной и антропогенной динамикой // Материалы. Междунар. конф. Арсланбоб, 1995. – С 97-104.
134. Чуберян Т.Г., Кеворкова Л.В. К характеристике водного режима у хвойных интродуцентов // Бюл. ботан. сада АН АрмССР.- 1965, - №20. - С 5-17.
135. Шалпыков К.Т. Водный режим основных доминантов

- галофильной пустыни:-Автореф. дис... канд. биол. наук. - Бишкек, 1997. - 25 с.
136. Шматько И.Г. Исследование водного режима и засухоустойчивости растений как проблема частной физиологии // Физиология и биохимия культур. растений. - 1976. – Т.8, вып. 3. - С.252-256.
137. Шпота Л.А. Полевые методы и приборы для физиологического контроля состояния растений в полевых и естественных условиях произрастания. – Бишкек: Илим, 1992. – 154 с.
138. Catsky G. The role played by growth in the determination of water deficit plants // Biol. Plant, 1960. – P.277-286.
139. Heiling A. Untersuchungen uber den Einfluss gasformiger Luftverunreinigungen auf die pflanzliche Transpiration nebst einigen Voruntersuchungen zur ublichen Methodik der Transpirationsbestimmungen. Phytopatolog. Z. 5. - 1933, - P. 435-492.
140. Maran B. Skody pusobene lesnemu hospodarstvi okoli hrakov. Sb. Ceskoslov. Acad. Zemed. ved Lesnictvi. - 1960. - Т.10, №6. - S. 143-176.
141. Pisek F. Lenticely jako indikatory kourovych plodin v ovzduši // Sb. Ceskoslov. Akad. Zemed. Veb.“Lesnictvi”. - 1962.-Vol. 6, N5.
142. Navara J., Kosinka V. Wasserhanshalf der Pflacen in Gedenwart Gastormiger Fluorverbidugan in der tmosphere // Riologia (CSSSR). 1997. N3.-S. 210-219.
143. Nobel P.S. Biophysical of plant physiology and tology. – San Francisco: Freeman, 1983. - 608 p.
144. Oppenheimer H.R. Zur kenntnis kritisher wasser sattigungsde-fizite in Battern und ihrer Besti monungs Flanta. 1963. N1. - P.51.
145. Steinhubel G. Zmeny uskroduvych zeservach listow cermany poumbon zneeciseny punym popraskom. // Biologia (CSSR) /- 1963, - Vol. 18, N 1. - S 23-33.
146. Steinhubel G. Nevigitel ne poskodzovanie lesnych drevin

prachovymisplodinami priemysel nych zavodov // Les (CSSR). 1967. - Vol. 23. N 5. - S 205-211.

147. Woodwell C.U. Effect of pollution on the structure and phisiology of ecosystems // Science. - 1970.- N3930. - P.868-875.
148. Wentzel K.F. Festellung und Bewertsting von Waldrauchshaden Forschung und Beratung. Dusserdorf : Forswirtsch ,1958. - P. 109-120.
149. Wentzel K.F. Zur Bodenduinflussung durch industrielle Luftverunigungen und Dungung in Rauchschildenslagen insbesondere mit Kalk. // Forst und Holzwirt, 1959. – Vol. 14, N 8.

С.А. ДЖУМАБАЕВА

**ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЛЕСНЫЕ
БИОГЕОЦЕНОЗЫ ТЕРСКОЙ АЛА-ТОО (НА ПРИМЕРЕ
ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ БАРСКООНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА)**

Издается:

Представительством
Швейцарского Фонда по
Развитию и Международному
Сотрудничеству
“Intercooperation”
В Кыргызской Республике

Офис Представительства
Бишкек, 720000, а/я 2011
Кыргызская Республика
Тел/факс: (+996312) 67 96 34; 67 90 57
e-mail: lesic@elcat.kg
[www. Intercooperation.kg](http://www.Intercooperation.kg)
При финансовой поддержке
Швейцарского Управления
По Развитию и Сотрудничеству-SDC