

На правах рукописи

ЕГОРОВА НАТАЛЬЯ НИКОЛАЕВНА

**АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ
ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ
ЮЖНОГО УРАЛА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

03.00.16 – Экология

03.00.05 - Ботаника

Автореферат

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Уфа, 2007

Работа выполнена в лаборатории лесоведения Института биологии Уфимского научного центра РАН

Научный руководитель: доктор биологических наук
Кулагин Андрей Алексеевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, доцент
Федоров Николай Иванович

доктор биологических наук,
профессор
Янбаев Юлай Аглямович

Ведущая организация: Институт экологии Волжского
бассейна РАН (г. Тольятти)

Защита состоится «27» июня 2007 г. в 14.00 часов на заседании регионального диссертационного совета КМ 002.136.01 при Институте биологии Уфимского научного центра РАН по адресу: 450054, г. Уфа, Проспект Октября, 69. тел: (3472) 35-53-62, E-mail: ib@anrb.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института биологии Уфимского научного центра РАН.

Автореферат разослан «24» мая 2007 г.

Ученый секретарь
Регионального диссертационного совета,
кандидат биологических наук, доцент

Уразгильдин Р.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Процессы, происходящие в природе, как правило, имеют характер постепенных изменений, но вместе с тем известны и катастрофические ситуации (пожары, рубки и т.д.). Лесная растительность и лесообразующие виды древесных растений обычно произрастают в относительно стабильных условиях, но не редко оказываются и в критических экологических ситуациях. В последнее столетие антропогенные изменения в окружающей природной среде определяются как новые и значимые факторы в эколого-эволюционном отношении (Вернадский, 1926; Ферсман, 1958).

На сегодняшний день имеется значительное число работ, посвященных влиянию на древесные растения экстремальных техногенных и природных факторов и анализу ответных реакций древесных растений на эти воздействия (Красинский, 1950; Кулагин Ю.З., 1974, 1976; Илькун, 1978; Николаевский, 1979; Алексеев, Дочинжер, 1981; Smith, 1981; Walters, Martens, 1987; Гетко, 1989; Hoffman, Gronlberg, 1990 и др.; Ballach et al., 1992; Взаимодействие..., 1995; Ярмишко, 1996; Кулагин А.Ю., 1998; Усманов и др., 2001, Михайлова и др., 2006). При этом до настоящего времени анатомо-морфологические особенности древесных растений в природных и техногенных экстремальных лесорастительных условиях остаются недостаточно изученными.

Цель работы: охарактеризовать состояние насаждений и изучить сезонную динамику изменений анатомо-морфологических признаков ассимиляционных органов и проводящих корней березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth.), тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.), произрастающих в экстремальных лесорастительных условиях.

Задачи исследований:

1. Оценить относительное жизненное состояние насаждений древесных растений, произрастающих в экстремальных лесорастительных условиях;
2. Охарактеризовать сезонную динамику анатомо-морфологических изменений ассимиляционного аппарата и проводящих корней изучаемых древесных растений;
3. Выявить общие и видоспецифические адаптивные реакции изучаемых древесных растений при действии комплекса природных и техногенных факторов.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые были получены данные, характеризующие сезонную динамику анатомо-морфологических особенностей ассимиляционного аппарата и проводящих корней древесных растений в экстремальных лесорастительных условиях Башкирского Предуралья и Зауралья.

Практическая значимость связана с выявлением закономерностей изменений листьев и корней на структурно-функциональном уровне, которые могут быть использованы для предотвращения гибели лесов и сохранения их биосферных средостабилизирующих функций. Полученные результаты могут использоваться при подборе ассортимента древесных растений при лесной

рекультивации антропогенно нарушенных территорий, а также для фитоиндикационных исследований. Кроме того, материалы настоящей работы могут использоваться при проведении занятий с студентами ВУЗов и ССУЗов общебиологического, экологического и лесохозяйственного профилей.

Организация исследований. Работа выполнена в 2003-2006 годах в Институте биологии Уфимского научного центра РАН. Работа выполнялась при поддержке РФФИ в рамках выполнения проектов №№ 05-04-97901, 05-04-97903, 05-04-97906, 05-04-97922.

Апробация работы. Основные результаты работы были представлены на XII молодежной научной конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии» (Сыктывкар, 2004), VI Международной научно-практической конференции «Природный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России» (Пенза, 2005), III конкурсе научных работ молодых ученых и аспирантов УНЦ РАН и АН РБ (Уфа, 2005), Всероссийской научно-практической конференции «Уралэкология. Природные ресурсы – 2005» (Уфа, 2005), II Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы геоэкологии Южного Урала» (Оренбург, 2005), IV Международной научно-практической конференции «Природный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России» (Пенза, 2006), XIII международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» - 2006 (Москва, 2006), всероссийская конференция с международным участием «Академическая наука и ее роль в развитии производительных сил в северных регионах России» (Архангельск, 2006), материалы международной конференции «Современное состояние лесной растительности и её рациональное использование» (Хабаровск, 2006).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Видоспецифические и общие реакции древесных растений на воздействие экстремальных экологических факторов служат основой устойчивости и определяют адаптивный потенциал лесообразующих видов.

2. Сезонные анатомо-морфологические изменения строения ассимиляционных органов и проводящей корневой системы носят адаптивный характер и необходимы для выживания растений в экстремальных лесорастительных условиях.

3. Определение относительного жизненного состояния в сочетании с анатомическими и морфологическими характеристиками растений позволяет установить не только статус древостоев, но также выявить причины и тенденции негативных изменений.

Степень обоснованности и достоверности результатов исследований базируются как на достаточном экспериментальном материале, так и применении статистической обработки при полученных данных. Было заложено 18 пробных площадей с определением на каждой из них относительного жизненного состояния древостоев. Подготовлено и проанализировано 1540 срезов ассимиляционных органов и 1250 срезов проводящих корней.

Декларация личного участия автора. Автором определены цель, задачи и разработана программа исследований, выполнена работа по планированию, выбору и обоснованию методов. Осуществлены сбор и обработка первичного материала, выполнен комплекс микроскопических исследований. Автором лично выполнена статистическая обработка результатов, анализ и обобщение полученных результатов.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 работ.

Структура и объем диссертации: Диссертация состоит из введения, 8 глав, выводов, списка литературы и 11 приложений. Работа изложена на 145 страницах, содержит 14 таблиц и 10 рисунков. Библиографический указатель включает 251 источник, из которых 84 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ

Кратко изложены особенности влияния техногенных факторов на развитие древесных растений. Указывается, что техногенез, как одно из самых динамично развивающихся явлений на планете, уже сегодня определяет состояние органического мира и перспективы его развития. Представлено обоснование актуальности исследований, изложены цели и задачи исследований, определены теоретическая и практическая значимость работы, а также сформулированы положения, выносимые на защиту.

ГЛАВА 1. АНАТО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ (обзор литературы)

Выполнен обзор работ отечественных и зарубежных авторов по анатомии древесных растений, анато-морфологическим особенностям строения древесных растений в экстремальных условиях и по проблемам загрязнения окружающей среды, охарактеризованы методические подходы к решению подобных вопросов и основные выводы, полученные рядом исследователей (Cardenas et al., 1971; Vogel, 1973; Сергеев, 1974; Водопьянов, 1974; Гапоненко, 1976; Лархер, 1978; Wainwright, 1980; Grang, 1982; Atanasiu et al., 1983; Benoit et. al., 1983; Pechak et. al., 1986; Кучеров, 1988, 2001; Jamrich, 1989; Водянова, 1989; Ситникова, 1990; Varigah et al., 1990; Gebre, Kuhns, 1992; Hogan, 1992; Borelli, 1994; Пряхин, 1996; Rautio et al., 1998; Ray, Nicoll, 1998; Усманов и др., 2001; Михайлова, 2006).

На основе критического анализа литературных данных были определены основные направления исследований.

ГЛАВА 2. КРАТКАЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Регион исследований (рис. 1) расположен в пределах административных границ Республики Башкортостан, на границе Европы и Азии, между $51^{\circ}31'$ и $56^{\circ}25'$ северной широты и $53^{\circ}10'$ и $60^{\circ}00'$ восточной долготы, занимая площадь 143,6 тыс. км² (Хисматов, 1987). Протяженность территории республики с севера на юг 550 км, с запада на восток – 450 км. Территорию республики пересекает Уральский хребет, который является рубежом между Европой и Азией, границей между двумя различными физико-географическими областями – Восточно-Европейской равниной и Западно-Сибирской низменностью. Такие особенности географического положения республики обуславливают своеобразие климатических условий и природы в целом. Кроме того, Уральские горы оказывают большое влияние на распределение осадков. Так, на самом Урале выпадает от 550 до 760 мм осадков, в Предуралье - от 300 до 500, а в засушливом Зауралье и восточных предгорьях осадков менее 300 мм. Горы Южного Урала - целая система меридиональных хребтов, разделенных широкими межгорными понижениями, шириной до 150 км. Водораздельным является хребет Уралтау (Балков, 1978).

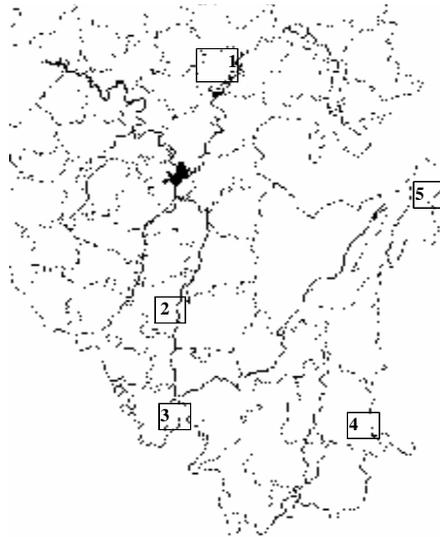


Рис. 1. Карта-схема Республики Башкортостан с нанесением районов проведения научно-исследовательских работ. Обозначения: 1 – Уфимское плато; 2 – Стерлитамакский промышленный центр; 3 – отвалы Кумертауского бурогоугольного разреза; 4 – отвалы Сибайского филиала Учалинского горно-обогатительного комбината; 5 – отвалы Учалинского горно-обогатительного комбината.

Характеристика районов закладки пробных площадей представлена ниже.

Возникшее около 250 млн. лет назад Уфимское плато (УП) сложено сакмаро-артинскими известняками и отчасти известкововидными доломитами (Кадыльникова, 1967; Ишмурзина, Смирнова, Абзалов, 1977). Эти породы часто кремнистые (Абдрахманов, 1993), а на отдельных участках сильно фосфоритизированы, вплоть до пластовых фосфоритов (Вахрушев, 1960).

Поверх этих пород в большинстве случаев развит маломощный элювио-делювий из хрящеватых глин и тяжелых суглинков, чаще всего сильно карбонатных, но в центральной части плато по правобережью р. Юрюзань во многих местах коренные породы перекрыты третичными (пермскими) бескарбонатными глинами, которые встречаются изредка и в других частях плато (Вахрушев, 1960). Гидротермический коэффициент (ГТК по Селянину) изменяется в пределах 1,2 - 1,4 (Агроклиматические ресурсы ..., 1976).

Рельеф Стерлитамакой промышленной зоны (СПЦ), характеризуется обширными низменными террасовыми полого-увалистыми равнинами. Большая часть территории района занята обширными степными пространствами, ныне распаханными, и лишь небольшие участки принадлежат широколиственным лесам. К поймам рек приурочены осокоревые и ольховые леса с примесью дуба, липы и вяза. Почвенный покров представлен типичными и выщелочными черноземами, местами темно-серыми и серыми лесными почвами. ГТК составляет от 0,8 до 1,0 (Агроклиматические ресурсы ..., 1976; Экономическая энциклопедия..., 2004; Физико-географическое районирование ..., 2005).

Отвалы Кумертауского бурогольного разреза (КБР) (г. Кумертау) характеризуются большой неоднородностью состава отсыпных пород. Коренные породы представлены пермскими и третичными глинами, конгломератами, песчаниками, известняками, древнеаллювиальными песками и галечником. В связи с многообразием состава коренные породы различны и по реакции среды: кислые, слабокислые, щелочные (карбонатные). Техногенные почвогрунты и молодые почвы Кумертауских отвалов бедны азотом, подвижным фосфором и характеризуются сравнительно высоким количеством поглощенных оснований. Рельеф равнинный полого возвышенно - холмистый на юге и востоке. ГТК около 1,0 (Агроклиматические ресурсы ..., 1976; Баталов и др., 1989; Экономическая энциклопедия ..., 2004).

Отвалы Сибайского филиала Учалинского горно-обогатительного комбината (СФ УГОК) г. Сибай расположены в подзоне южной лесостепи Зауралья. Леса представлены березовыми колками по понижениям рельефа и на теневых склонах возвышенностей. Широколиственные породы отсутствуют. Рельеф равнино-увалистый. Отвалы находятся в районе Башкирского горнорудного промышленного узла ГТК 0,8 – 1,0 (Агроклиматические ресурсы ..., 1976; Экономическая энциклопедия ..., 2004; Физико-географическое районирование ..., 2005).

Отвалы Учалинского горно-обогатительного комбината (УГОК), расположены на юго-восточной границе подзоны предлесостепных сосново-березовых лесов. Преобладают сосновые и сосново-березовые леса, реже встречаются осинники, в заболоченных местах - березняки из березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.). Рельеф низкогорный. Отвалы находятся на территории Белорецкого промышленного узла. ГТК 1,2 - 1,8 (Агроклиматические ресурсы ..., 1976; Экономическая энциклопедия ..., 2004; Физико-географическое районирование ..., 2005).

Отвалы медноколчаданных месторождений УГОК и СФ УГОК сложены скальными плохо выветривающимися кварцитами, порфиритами, пиритами и глинами. Почвогрунты на этих отвалах характеризуются малым содержанием гумуса, слабощелочной реакцией среды и высоким содержанием (особенно почвогрунты СФ УГОК) поглощенных оснований. Почвогрунты бедны азотом и в большинстве случаев - фосфором (Баталов и др., 1989; Агроклиматические ресурсы ..., 1976; Физико-географическое районирование ..., 2005).

ГЛАВА 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методы проведения исследований выбирались с учетом поставленных задач.

Оценка относительного жизненного состояния древостоев. В лесных насаждениях по общепринятым методикам (Сукачев, 1966) закладывались пробные площади. На каждой пробной площади производился перечет деревьев, определялся диаметр и высота отдельных деревьев. Определение относительного жизненного состояния (ОЖС) древостоев позволяет дать комплексную оценку их состояния под действием экологических факторов. За основу была взята методика В.А.Алексеева с соавторами (1990), с некоторыми изменениями применительно к лиственным древесным породам, в соответствии с их биологическими особенностями. В ходе перечета с помощью бинокля (БПЦ 7x50) проводили визуальную оценку следующих диагностических признаков ОЖС деревьев: густота кроны (в % от нормальной густоты), наличие на стволе мертвых сучьев (в % от общего количества сучьев на стволе), степень повреждения листьев токсикантами, патогенами и насекомыми (средняя площадь некрозов, хлорозов и объеданий в % от площади листа). ОЖС насаждений определялось по следующей шкале: здоровое насаждение, ослабленное, сильно ослабленное и полностью разрушенное.

Было заложено по пять пробных площадей в насаждениях сосны, березы, тополя и три пробных площади в насаждениях лиственницы. Пробные площади располагались в г. Сибее (на отвалах СФ УГОК), в г. Учале (на отвалах УГОК), в г. Кумертау (на отвалах КБР), в г. Стерлитамаке (промышленная зона) и на УП (МПМ). Возраст насаждений составлял 40-50 лет на УГОК, СФ УГОК, КБР, СПЦ и 80-120 лет на УП.

Исследования проводились в период с 2003 по 2005 гг. ежемесячно в течение вегетационного периода – июнь, июль и август. Объекты исследований: береза бородавчатая (*Betula pendula* Roth.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и лиственница Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.).

На каждой пробной площади отбор проб производился по схеме: ассимиляционный аппарат 100 шт. со средней части кроны, корневая проводящая система по 50 шт. на глубине 10-30 см.

Приготовление временных и постоянных препаратов проводили общепринятым методикам (Барыкина и др., 1963, 2004; Туркевич, 1967; Паушева, 1974). Препараты просматривали при помощи светового микроскопа

Amplival (Carl Zeiss Jena, Germany) при различном увеличении объектива. Срезы фотографировали цифровым фотоаппаратом Olympus Camedia C 4000 (Olympus LTD, Japan) при разном увеличении.

Статистическая обработка фактического материала проводилась общепринятыми методами (Зайцев, 1990) с использованием электронного пакета MS Excel 2000.

ГЛАВА 4. АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЕРЕЗЫ БОРОДАВЧАТОЙ (*Betula pendula* Roth.), ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Анатомическое строение ассимиляционных органов

Определено, что в экстремальных ЛРУ произрастания в течение вегетационного периода толщина отдельных тканей ассимиляционного аппарата увеличивается и наблюдается утолщение листовой пластинки на отвалах: СФ УГОК, УГОК, КБР и на МПМ (УП) (табл. 1).

Таблица 1

Сезонная динамика изменений тканей ассимиляционного аппарата березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth.) в экстремальных лесорастительных условиях

Пробная площадь	Сроки отбора образцов	Толщина тканей листовой пластинки, мкм					
		Верхняя кутикула	Верхний эпидермис	Столбчатая паренхима	Губчатая паренхима	Нижний эпидермис	Нижняя кутикула
СФ УГОК	июнь	0,92±0,04	1,39±0,08	6,00±1,65	7,11±0,20	0,89±0,57	0,71±0,06
	июль	1,01±0,07	2,08±0,27	5,04±0,37	9,81±1,23	0,96±0,10	0,73±0,07
	август	1,19±0,07	1,44±0,14	4,79±0,14	9,36±0,53	0,84±0,03	0,74±0,03
УГОК	июнь	0,74±0,06	0,89±0,11	5,86±0,38	6,80±0,45	0,73±0,03	0,60±0,06
	июль	0,95±0,02	1,58±0,05	4,05±0,20	6,64±0,44	0,76±0,03	0,63±0,02
	август	0,87±0,03	0,81±0,06	6,08±0,08	16,55±0,56	0,99±0,06	0,66±0,56
КБР	июнь	0,86±0,04	1,40±0,11	5,90±0,42	5,83±0,53	0,81±0,05	0,59±0,02
	июль	0,82±0,06	1,53±0,12	4,47±0,22	6,99±0,38	0,79±0,07	0,59±0,08
	август	0,92±0,04	1,92±0,04	4,62±0,16	7,90±0,54	0,99±0,05	0,71±0,04
СПЦ	июнь	0,86±0,06	1,43±0,06	5,27±0,55	8,06±0,26	0,74±0,05	0,63±0,02
	июль	0,84±0,04	1,23±0,06	4,32±0,36	6,42±0,70	0,81±0,08	0,52±0,03
	август	0,77±0,03	1,19±0,09	4,08±0,24	6,22±0,50	0,71±0,07	0,52±0,03
УП	июнь	0,79±0,02	1,58±0,05	5,02±0,16	6,67±0,18	0,69±0,02	0,5±0,04
	июль	0,87±0,10	1,60±0,08	4,42±1,56	9,16±0,29	0,76±0,01	0,8±0,05
	август	0,78±0,08	2,10±0,10	4,59±0,23	8,69±0,63	0,96±0,05	0,74±0,09

Примечание: здесь и далее в таблицах: ± показывает стандартную ошибку при проведении описательной статистики. Жирным шрифтом выделены максимальные и минимальные значения толщины ткани.

Установлено, что в экстремальных условиях наблюдается увеличение толщины листовой пластинки на деревьях березы, произрастающих на отвалах СФ УГОК, и КБР, на склонах северной экспозиции с МПМ (район УП,

Предуралье), что свидетельствует о неспецифической реакции ассимиляционного аппарата березы на действие различных техногенных и природных экстремальных факторов внешней среды.

Изменение мощности развития различных тканей листьев у растений, произрастающих в экстремальных условиях, связано с нарушением процессов роста и развития листьев. В целом это выступает как проявление адаптивной реакции ассимиляционного структурно-функционального комплекса, обеспечивающего успешное произрастание березы в экстремальных условиях.

Анатомическое строение проводящих корней

Установлено, что в экстремальных условиях произрастания в течение вегетационного периода постепенное утолщение древесины наблюдается в проводящей системе в СПЦ, а уменьшение - на отвалах УГОК (табл.2).

У березы толщина тканей корней увеличивается в г. Кумертау и на УП. Уменьшение покровных тканей в проводящей системе корней происходит в СПЦ, а увеличение - на отвалах УГОК.

Таблица 2

Сезонная динамика изменений тканей проводящих корней березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth.) в экстремальных лесорастительных условиях

Пробная площадь	Сроки отбора образцов	Толщина тканей проводящих корней, (%)				
		перидерма	флоэма	камбий	вторичная древесина	первичная древесина
СФ УГОК	июнь	12,00±2,08	10,34±0,67	1,33±0,33	71,33±3,18	5,00±0,58
	июль	23,01±1,53	14,33±0,33	1,33±0,33	44,33±2,19	17,00±2,08
	август	9,33±0,67	13,00±2,31	2,00±0,58	60,67±3,18	15,00±1,53
УГОК	июнь	17,33±0,67	11,67±0,88	1,00±0,01	55,67±2,03	14,33±1,20
	июль	20,50±0,50	8,50±0,50	1,00±0,01	58,50±1,50	11,50±1,50
	август	25,00±1,00	9,50±1,50	1,50±0,50	53,00±0,01	11,00±1,00
КБР	июнь	16,00±4,00	10,00±4,00	2,50±1,50	61,00±13,00	10,50±3,50
	июль	18,33±2,85	10,00±0,58	2,67±0,67	49,67±7,06	19,33±6,17
	август	17,33±3,76	10,00±1,00	1,00±0,01	59,00±6,66	12,67±2,03
СПЦ	июнь	18,00±1,08	10,00±0,01	1,00±0,01	63,00±6,33	8,00±1,15
	июль	16,00±0,58	11,33±1,45	2,33±0,88	53,67±6,01	16,67±3,28
	август	16,50±2,50	10,00±0,01	1,50±0,50	60,00±8,00	12,00±5,00
УП	июнь	37,00±5,00	23,50±0,5	2,00±0,01	24,00±4,00	13,50±1,50
	июль	15,33±0,33	8,00±1,15	3,00±1,00	60,00±3,46	13,67±2,67
	август	19,67±2,03	8,33±1,45	3,33±0,33	57,33±4,84	13,32±0,03

ГЛАВА 5. АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО (*Populus balsamifera* L.), ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Анатомическое строение ассимиляционных органов

У тополя наблюдается утолщение листовой пластинки на отвалах: СФ

УГОК, УГОК, КБР и в СПЦ (табл. 3).

Установлено, что у тополя, произрастающего в разных природных и техногенных экстремальных ЛРУ адаптивные реакции ассимиляционного аппарата к условиям внешней среды проявляются сходным образом.

Таблица 3

Сезонная динамика изменение тканей ассимиляционного аппарата тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в экстремальных лесорастительных условиях

Пробная площадь	Сроки отбора образцов	Толщина тканей листовой пластинки, мкм					
		Верхняя кутикула	Верхний эпидермис	Столбчатая паренхима	Губчатая паренхима	Нижний эпидермис	Нижняя кутикула
СФ УГОК	июнь	0,54±0,06	0,86±0,02	6,51±0,47	6,77±0,28	0,66±0,05	0,60±0,04
	июль	0,71±0,02	0,72±0,04	6,80±1,23	8,15±0,32	0,84±0,06	0,55±0,03
	август	0,71±0,06	0,82±0,05	7,58±0,48	8,95±0,45	0,86±0,03	0,66±0,05
УГОК	июнь	0,54±0,06	0,86±0,02	6,51±0,47	6,77±0,28	0,66±0,05	0,60±0,04
	июль	0,78±0,06	0,92±0,14	8,59±0,43	8,34±0,98	0,91±0,03	0,62±0,06
	август	0,94±0,03	1,48±0,07	5,28±0,36	7,27±0,18	0,92±0,04	0,69±0,04
КБР	июнь	0,81±0,02	0,92±0,09	7,71±0,15	9,02±0,46	1,02±0,06	1,53±0,67
	июль	0,79±0,02	0,84±0,03	7,26±0,30	8,54±0,36	1,01±0,04	0,72±0,02
	август	0,71±0,04	0,97±0,08	7,91±0,26	10,20±0,16	0,99±0,05	0,72±0,03
СПЦ	июнь	0,54±0,08	0,72±0,14	5,11±0,50	6,09±0,97	0,82±0,08	0,63±0,02
	июль	0,67±0,08	0,83±0,04	7,11±0,57	8,84±0,50	0,95±0,06	0,59±0,06
	август	0,67±0	1,13±0,46	4,28±0,17	7,18±0,04	1,01±0,08	0,42±0

Следует отметить, что тополь в естественных условиях на пробных площадях УП не произрастает.

Анатомическое строение проводящих корней

Результаты исследований свидетельствуют об изменениях значений толщины отдельных анатомических структур проводящих корней тополя бальзамического (табл. 4). Установлена четкая закономерность, проявляющаяся в постепенном увеличении покровных тканей на отвалах СФ УГОК, и соответственно уменьшение объема древесины в течение вегетационного периода.

Таблица 4

Сезонная динамика изменений тканей проводящих корней тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в экстремальных лесорастительных условиях

Пробная площадь	Сроки отбора образцов	Толщина тканей проводящих корней, (%)				
		перидерма	флоэма	камбий	вторичная древесина	первичная древесина
СФ УГОК	июнь	26,33±4,26	13,67±3,53	1,67±0,67	47,33±9,77	12,67±1,53
	июль	29,00±1,73	13,33±1,20	1,00±0,01	43,00±1,15	13,67±0,88
	август	33,00±4,16	13,67±0,88	3,67±1,45	37,00±5,57	12,68±0,33

УГОК	июнь	25,67±0,67	9,67±0,33	1,00±0,01	52,67±3,18	11,01±2,31
	июль	30,33±0,33	11,67±0,33	3,00±0,01	37,00±1,73	18,00±1,73
	август	25,33±1,86	17,67±1,86	1,00±0,01	45,00±1,00	11,00±1,01
КБР	июнь	30,00±1,00	17,50±4,50	1,50±0,50	33,00±4,00	18,00±0,01
	июль	29,50±1,50	15,00±0,01	3,00±0,01	29,00±1,00	23,50±2,50
	август	41,00±11,00	10,50±1,50	1,50±0,50	32,50±3,50	14,50±5,50
СПЦ	июнь	34,00±2,00	14,00±1,00	1,50±0,50	42,50±0,1	8,00±1,00
	июль	26,33±2,40	11,00±2,52	2,00±0,58	48,67±1,33	12,00±1,15
	август	33,00±1,00	12,67±1,45	2,33±0,33	37,67±3,18	14,33±2,33

ГЛАВА 6. АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*Pinus sylvestris* L.), ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Анатомическое строение ассимиляционных органов

Установлены значительные различия в строении ассимиляционного аппарата у сосны. Показано (рис. 2), что характерной особенностью в анатомической организации хвои сосны является утолщение тканей хвои первого, второго и третьего года за весь период вегетации на всех пробных площадях - на отвалах СФ УГОК, УГОК, КБР, в СПЦ и на УП (МПМ).

Следует отметить, что у сосны толщина отдельных тканей хвоинок увеличивается в г. Кумертау, г. Стерлитамаке, г. Учалы и на УП в течение вегетационного периода.

Анатомическое строение проводящих корней

Показано, что в экстремальных условиях произрастания в течение вегетационного периода соотношение площади поперечного сечения корня к площади поперечного среза смоляных ходов увеличивается на отвалах: УГОК, КБР, в СПЦ и на МПМ (УП) в хвое первого года. На отвалах СФ УГОК процентное соотношение смоляных ходов не изменяется.

Таблица 5

Сезонная динамика изменений тканей проводящих корней
сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в экстремальных
лесорастительных условиях

Пробная площадь	Сроки отбора образцов	Толщина тканей проводящих корней, (%)				
		периодерма	флоэма	камбий	вторичная древесина	первичная древесина
СФ УГОК	июнь	34,33±4,18	12,00±2,08	2,33±0,33	37,33±4,37	14,00±1,53
	июль	34,67±10,84	15,00±3,79	2,67±0,88	38,67±18,17	9,00±3,05
	август	22,50±4,50	7,50±0,50	2,50±0,50	59,50±7,50	8,00±3,00
УГОК	июнь	16,87±2,02	5,84±0,88	1,43±0,50	64,33±0,76	11,33±1,28
	июль	18,00±4,04	7,33±1,76	1,33±0,30	63,00±4,36	10,33±1,86
	август	21,00±2,00	8,67±0,88	2,33±0,33	63,00±3,60	5,00±0,58
	июнь	22,00±1,00	8,67±0,33	2,00±0,01	51,67±3,76	15,67±2,73

КБР	июль	24,00±2,30	8,3±0,67	2,00±0,01	54,00±3,51	11,67±1,20
	август	18,50±2,50	8,50±0,50	1,50±0,50	61,00±7,00	10,50±3,50
СПЦ	июнь	21,00±3,64	17,70±4,04	2,33±0,33	31,50±1,20	27,50±2,05
	июль	29,50±1,50	16,50±1,45	2,00±0,01	30,50±10,50	21,50±3,50
	август	34,50±17,50	11,00±0,01	2,50±0,50	40,50±19,50	11,50±1,50
УП	июнь	18,33±4,91	7,00±2,00	1,33±0,33	66,00±6,80	8,67±4,26
	июль	13,00±1,15	4,67±0,33	1,66±0,33	73,67±1,76	7,00±1,53
	август	26,00±3,00	8,00±1,00	15,00±0,50	56,00±1,00	8,50±2,50

ГЛАВА 7. АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИСТВЕННИЦЫ СУКАЧЕВА (*Larix sukaczewii* Dyl.), ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Анатомическое строение ассимиляционных органов

Анализируя результаты исследований, следует отметить, что у лиственницы толщина отдельных тканей хвои увеличивается на отвалах КБР и в СПЦ в течение всего вегетационного периода (табл. 6). Закономерностей в изменениях анатомического строения хвои у лиственницы в экстремальных лесорастительных условиях произрастания не наблюдается. Установлено, что в хвое лиственницы имеется только два смоляных хода. Поэтому процентное соотношение площади смоляных ходов к площади поперечного среза хвои незначительное. Это можно объяснить тем, что смоляные ходы не успевают развиваться в течение вегетационного периода, а также следствием влияния комплекса экстремальных экологических факторов.

Таблица 6

Сезонная динамика изменений тканей ассимиляционного аппарата
лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) в экстремальных
лесорастительных условиях

Название ткани	Экотопы								
	Кумерстауского буроугольного разреза			Стерлитамакский промышленный центр			Уфимское плато		
	июнь	июль	август	июнь	июль	август	июнь	июль	август
Верхняя эпидермис	1,05±0,21	1,1±0,16	0,84±0,01	0,84±0,01	0,95±0,11	1,26±0,01	0,84±0,01	0,84±0,01	0,84±0,01
Верхняя гиподерма	0,95±0,11	0,84±0,01	0,84±0,01	1,05±0,21	0,89±0,05	1,05±0,21	0,84±0,01	0,84±0,01	0,84±0,01
Верхняя столбчатая паренхима	6,83±0,95	5,67±0,21	6,41±1,37	3,89±0,11	4,95±0,30	5,46±0,42	4,31±0,11	3,47±0,74	2,73±0,63
Верхняя эндодерма	1,41±0,15	1,68±0,01	1,58±0,11	1,26±0,01	1,26±0,01	1,89±0,21	0,95±0,11	1,26±0,01	1,58±0,11
Верхняя трансфузионная паренхима	1,58±0,11	1,26±0,42	1,68±0,42	2,1±0,84	1,05±0,01	2,52±0,42	1,79±0,11	1,58±0,32	1,58±0,53
Склеренхима.	0,84±0,01	0,63±0,01	0,84±0,01	0,63±0,21	0,74±0,11	0,84±0,01	0,95±0,11	0,84±0,01	0,53±0,11
Нижняя трансфузионная паренхима	1,68±0,13	1,05±0,01	2,31±0,21	1,47±0,21	1,16±0,32	1,26±0,01	1,26±0,01	1,68±0,01	1,05±0,21
Ксилема	2,25±0,27	1,47±0,01	1,89±0,21	2,1±0,01	1,79±0,11	2,1±0,01	2,1±0,01	1,68±0,01	1,79±0,11
Флоэма	2,31±0,34	1,47±0,01	1,89±0,21	2,1±0,01	1,79±0,11	1,89±0,21	2,1±0,01	1,68±0,01	1,79±0,11
Нижняя эндодерма	1,53±0,15	1,47±0,01	1,79±0,11	1,58±0,11	1,1±0,05	1,47±0,21	1,26±0,21	1,26±0,01	1,68±0,01
Нижняя столбчатая паренхима	4,89±0,15	5,88±0,01	4,62±1,26	5,67±1,05	4,73±0,53	6,93±1,05	5,04±0,84	2,73±0,21	3,68±0,11
Нижняя гиподерма	0,84±0,01	1,16±0,11	0,84±0,01	0,84±0,01	0,95±0,11	0,84±0,01	0,74±0,11	1,05±0,21	0,84±0,01
Нижний эпидермис	1,03±0,11	1,26±0,01	0,84±0,01	0,84±0,01	0,95±0,11	1,26±0,01	0,84±0,01	1,05±0,21	0,84±0,01

Анатомическое строение проводящих корней

Результаты настоящих исследований показывают изменения значений толщины отдельных тканей проводящих корней лиственницы Сукачева (табл. 7).

Установлено, что в экстремальных условиях произрастания в течение вегетационного периода происходит постепенное уменьшение доли древесины в проводящих корнях растений, произрастающих на территории СПЦ и отвалов КБР. При этом происходит увеличение покровных тканей проводящих корней.

Таблица 7

Сезонная динамика изменений тканей проводящих корней лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl) в экстремальных лесорастительных условиях

Название ткани	Экотопы								
	Кумерстауского бурогольного разреза			Стерлитамакский промышленный центр			Уфимское плато		
	июнь	июль	август	июнь	июль	август	июнь	июль	август
перидерма	21,00±5,00	26,00±4,00	30,33±2,3 3	23,00±5,00	24,00±0,01	47,00±4,00	25,67±1,45	31,67±2,90	22,00±2,00
флоэма	10,50±1,50	10,50±1,50	11,33±1,4 5	8,54±0,06	8,50±0,50	12,50±2,50	8,67±0,67	13,67±2,03	11,00±1,36
камбий	2,00±0,01	3,50±0,50	2,33±0,33	2,50±0,50	2,50±0,50	2,00±0,01	1,67±0,33	2,67±0,33	2,00±0,01
вторичная древесина	52,50±6,50	40,5±7,50	44,33±2,8 4	49,00±1,16	49,00±1,00	33,00±7,00	54,33±0,33	35,67±3,92	53,00±3,01
первичная древесина	14,00±1,00	19,50±1,50	11,67±0,3 3	16,96±1,03	16,00±1,00	5,50±0,50	9,67±1,76	16,33±1,45	12,00±0,33

Процентное соотношение площади смоляных ходов к площади поперечного среза хвои изменяется в пределах от 0,6 до 1,6%. На отвалах КБР к концу вегетации уменьшается на 0,2%; в условиях СПЦ за период вегетации увеличивается до 0,5%; на УП за период вегетации увеличивается в июне месяце 0,9%, в июле 1,6%, в августе 1,1%.

ГЛАВА 8. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЕВ И АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Оценка относительного жизненного состояния древостоев

Общее состояние березовых насаждений исследованных экотопов по сравнению с другими исследуемыми древесными породами характеризуется как наилучшее. Насаждения на УП отнесены к категории «здоровые» (ОЖС составляет 96,7%). Остальные березняки характеризуются как «ослабленные». ОЖС составляет 66,8% (СПЦ), 69,8% (отвалы СФ УГОК), 73,1% (отвалы УГОК) и 75,7% (отвалы КБР). Наименьший уровень плодоношения зафиксирован в березняках, произрастающих на УП и отвалах КБР – 1-2 балла, наибольший – на отвалах УГОК и СФ УГОК – 3-4 балла, промежуточное положение занимают насаждения в СПЦ – плодоношение 2-3 балла. Процесс естественного возобновления успешно протекает на отвалах УГОК, где количество «мелкого» и «крупного» подроста составляет соответственно 3400 и 600 шт./га. Значительно меньше подроста обнаруживается на отвалах СФ УГОК и КБР, а также на УП – 210/150, 20/0 и 100/75 шт./га соответственно. В культурах березы, произрастающих в СПЦ, подрост не обнаружен вследствие разрастания травянистой растительности.

ОЖС насаждений тополя в СПЦ составляет 75%. Насаждение отнесено к категории «ослабленных». Естественного возобновления под пологом этих насаждений нет из-за формирования травяного покрова и слабого плодоношения (1-2 балла). Плодоношение тополей, произрастающих на отвалах КБР, СФ УГОК и УГОК не отмечается. Вместе с тем, отмечается зарастание отвалов СФ УГОК и УГОК за счет растений-обсеменителей с прилегающих территорий – до 280 шт./га (мелкого и крупного подроста) и 30 шт./га (все относятся к категории мелкого), соответственно.

Характеризуя ОЖС сосняков на УП (78,6%), а также на отвалах КБР (67,2%), СФ УГОК (66,4%) и УГОК (77,8%), можно сделать заключение, что все они относятся к категории «ослабленных», при этом сосновые насаждения в СПЦ отнесены к категории «сильно ослабленных» - их ОЖС составляет 47,6%. Наибольшее плодоношение отмечено в сосняках на отвалах УГОК – 3-4 (единично 5) баллов, что является основой для успешного семенного возобновления-зарастания отвалов – 17500 мелкого и 5200 шт./га крупного подроста. На УП отмечается плодоношение на уровне 2-3 баллов и около 2000 растений мелкого и 650 шт./га крупного подроста. На отвалах КБР слабому уровню плодоношения (2 балла) соответствует незначительное количество мелкого и крупного подроста – 200 и 100 шт./га. Несмотря на плодоношение деревьев на уровне 1-2 баллов, подрост в культурах сосны в СПЦ не обнаружено, что может быть связано с формированием мощного травяного покрова. На отвалах СФУГОК лишь единичные деревья сосны плодоносят (0-1 балл) и количество подроста на отвалах незначительно – 20 шт./га мелкого и 15 шт./га крупного подроста.

ОЖС насаждений лиственницы снижается в ряду биотопов УП (около 100% «здоровое») > СПЦ (74% «ослабленное») > отвалы КБР (55% «сильно ослабленное»). Плодоношение лиственничников представляет следующий ряд: УП = отвалы КБР (3-4 балла) > СПЦ (2-3 балла). Естественного возобновления лиственницы не отмечается в СПЦ и на УП, но на отвалах КБР имеются единичные растения, отнесенные к категории «крупного подроста». Ослабление состояния древостоев обусловлено совокупным действием природных и техногенных факторов, причем роль последних в представленном ряду постоянно увеличивается.

Сравнительная характеристика строения ассимиляционных органов и проводящих корней древесных растений, произрастающих в экстремальных ЛРУ

Ассимиляционный аппарат

Характерной особенностью анатомической организации листьев является высокая изменчивость структуры тканей в зависимости от освещения, водообеспеченности, температурных режимов, а также интенсивности поступления поллютантов в окружающую среду (Гамалей, 2004).

Установлено, что у березы в экстремальных условиях произрастания в течение вегетационного периода толщина отдельных тканей увеличивается.

Утолщение листовой пластинки наблюдается на отвалах: СФ УГОК, УГОК, КБР и на УП (МПИМ) (рис. 2).

У тополя наблюдается утолщение листовой пластинки на отвалах: СФ УГОК, УГОК, КБР и в СПЦ (рис. 2).

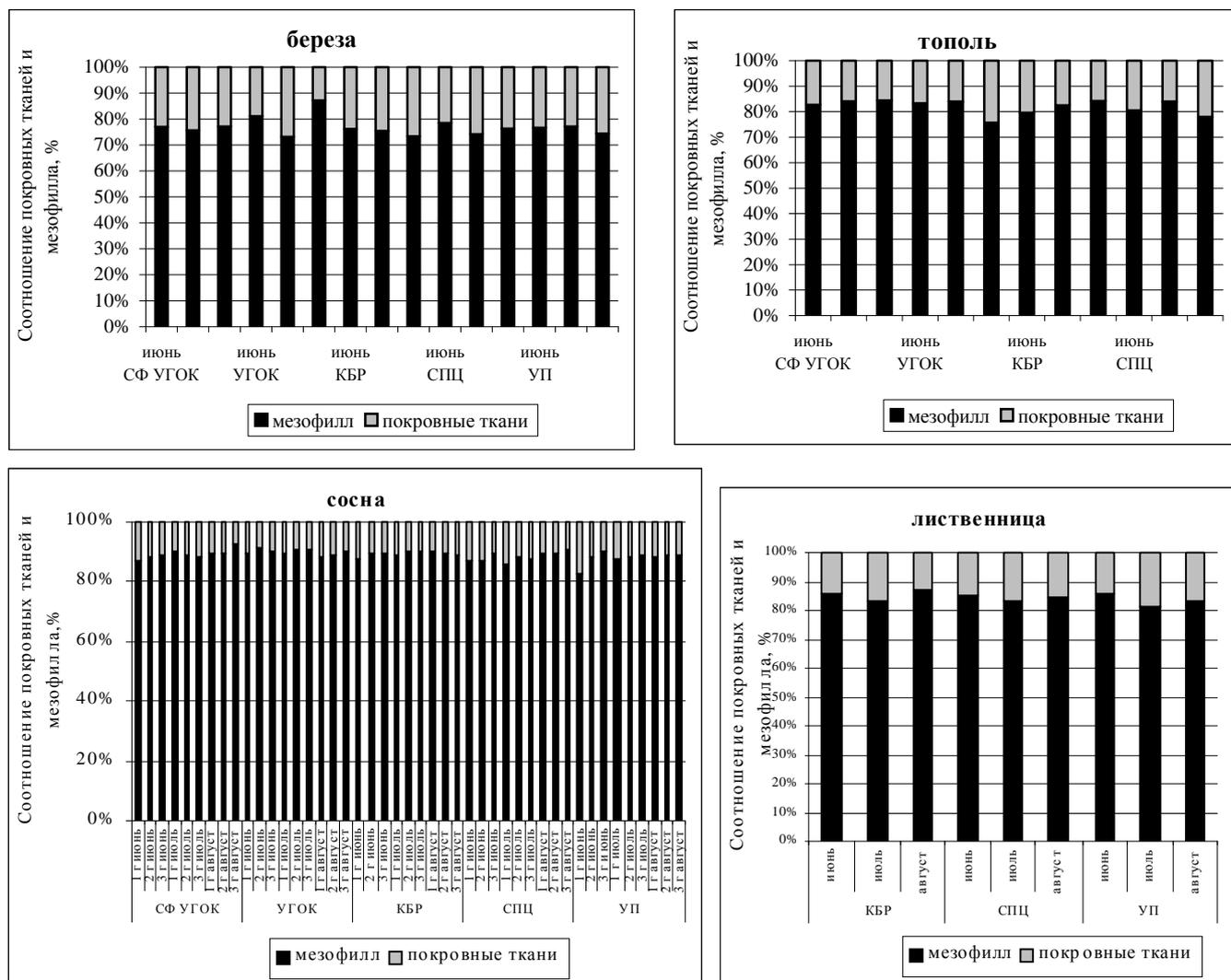


Рис. 2. Соотношение величин покровных тканей и мезофилла (%) ассимиляционного аппарата березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth.), тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.), произрастающих в экстремальных лесорастительных условиях.

Выявлены значительные отличия в строении ассимиляционного аппарата у сосны. Показано, что характерной особенностью в анатомической организации хвои сосны является закономерность утолщения слоев хвои первого, второго и третьего года за весь период вегетации на всех пробных площадях - на отвалах СФ УГОК, УГОК и КБР, в СПЦ и на УП. Увеличение толщины отдельных слоев хвои происходит при действии на растения экстремальных экологических факторов, таких, как многолетняя почвенная мерзлота, избыточное содержание солей в растительном субстрате и хроническое аэротехногенное загрязнение окружающей среды. Следует отметить, что на поверхности эпидермиса хвои в качестве

защитного элемента появляется восковой налет, что также рассматривается как адаптивная реакция растений на ухудшение ЛРУ. Формирование хвои с небольшой толщиной слоев и снижение ее биомассы направлено на реализацию адаптации к экстремальным ЛРУ посредством усиления ее ксероморфности (рис. 2).

Показана изменчивость некоторых признаков анатомо-морфологических особенностей в строении ассимиляционного аппарата у лиственницы. Характерно различное анатомическое строение хвои лиственницы, а также свойственно значительное изменение размеров и формы клеток тканей хвои. На всех пробных площадях четкой закономерности в изменениях анатомических особенностей хвои у лиственницы в экстремальных ЛРУ произрастания не обнаружено. Уменьшение толщины слоев хвои лиственницы – общая адаптивная реакция на такие экстремальные факторы; как почвенная мерзлота и техногенное загрязнение, которые непосредственно влияют на формирование и рост хвои (рис. 2).

Проводящие корни

Показано, что в экстремальных условиях произрастания у березы (рис. 3) покровные ткани максимально развиваются на отвалах СФ УГОК в июне (экстремально высокие температуры и дефицит влаги). Аналогичная картина в начале вегетационного периода на МПМ (УП), где покровные ткани обеспечивают защиту проводящих корней от воздействия низких температур. Проводящая система, осуществляющая транспорт веществ, хорошо развита в корнях березы в СПЦ и на КБР (рис. 3).

У тополя, произрастающего в СПЦ, развиты покровные ткани проводящих корней в СПЦ. Показательно, что в начале вегетационного периода на отвалах КБР толщина флоэмы в корнях тополя минимальна, а к концу – достигает максимальных значений. Проводящая система развита в корнях тополя на отвалах УГОК и КБР (рис. 3).

Покровные ткани проводящих корней развиты у растений сосны на отвалах СФ УГОК в начале вегетационного периода - на МПМ (УП) (рис. 3).

У лиственницы формируются мощные покровные ткани в условиях СПЦ, а минимальные - на МПМ. В то же время проводящие ткани лиственницы хорошо развиты в условиях на МПМ и на отвалах КБР (рис. 3).

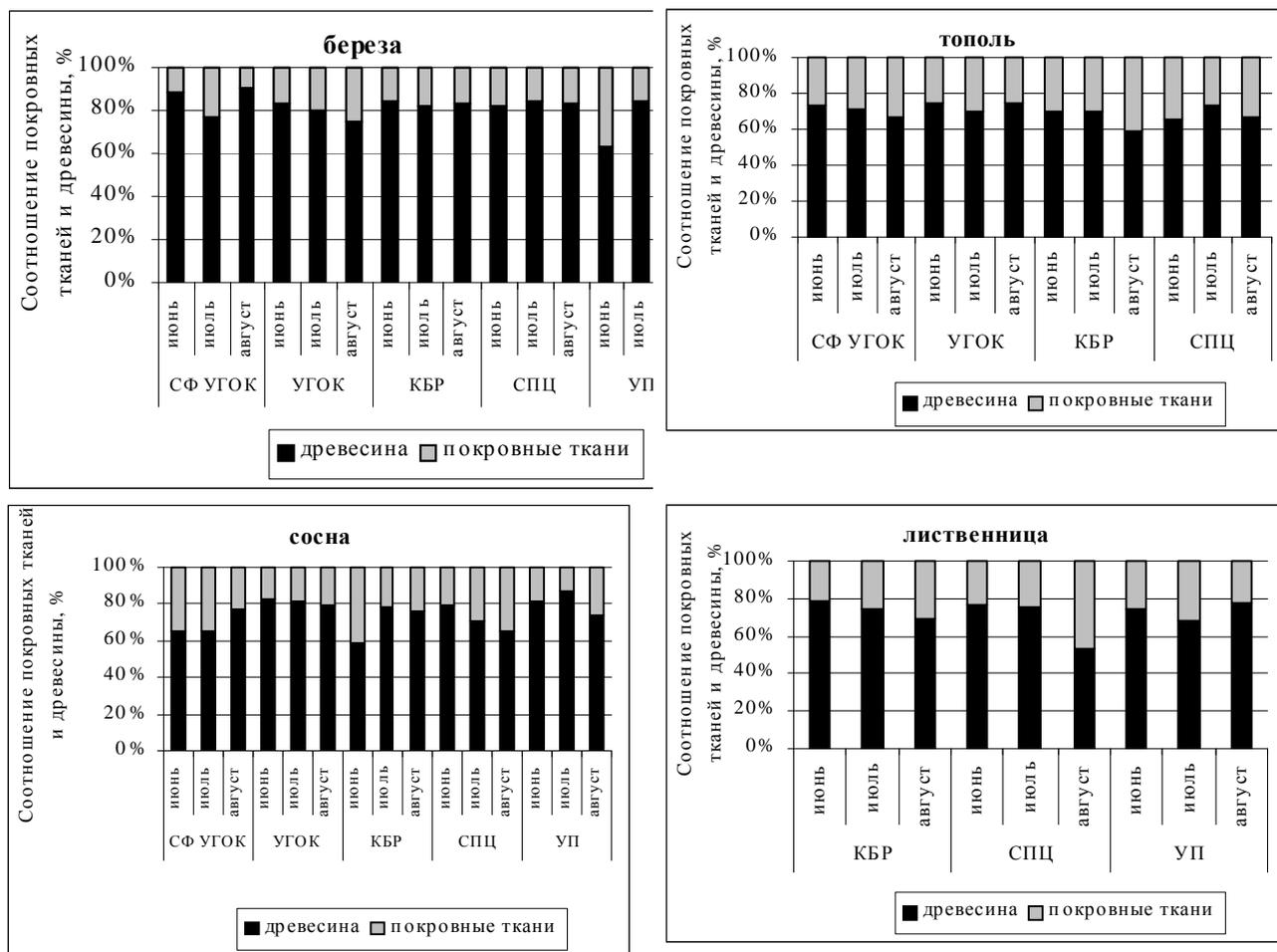


Рис. 3. Соотношение величин покровных тканей и древесины (%) проводящих корней березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth.), тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.), произрастающих в экстремальных лесорастительных условиях.

ВЫВОДЫ

1. Общее состояние березняков в различных условиях произрастания по сравнению с другими насаждениями, характеризуется как наилучшее. Относительное жизненное состояние большинства исследованных древостоев других древесных пород характеризуется как «ослабленное». При этом в условиях многолетней почвенной мерзлоты (березняки и сосняки – «здоровые») относительное жизненное состояние насаждений выше, чем у всех пород на техногенных местообитаниях. Плодоношение изменяется в пределах 0-5 баллов и наилучшие показатели характерны для техногенных экотопов (все породы кроме лиственницы). Возобновительный процесс идет «удовлетворительно» только на отвалах Учалинского горно-обогатительного комбината, где отмечено успешное заселение площадей сосной и березой. Для всех остальных биотопов и пород возобновление характеризуется как «неудовлетворительное» поскольку количество мелкого подроста не превышает 2000 шт./га.

2. Для ассимиляционных органов березы бородавчатой в экстремальных условиях произрастания в течение вегетационного периода характерно общее увеличение толщины листовой пластинки, преимущественно за счет мезофилла.

Показано, что в экстремальных лесорастительных условиях покровные ткани проводящих корней в наибольшей степени выражены у растений на отвалах Сибайского филиала Учалинского горно-обогатительного комбината, а в наименьшей – на отвалах Кумертауского бурогольного разреза. Наибольших размеров проводящая ткань достигает к середине вегетации при развитии растений на Уфимском плато. Отмечается, что проводящая система хорошо развита у корней растений, развивающихся в условиях Стерлитамакского промышленного центра и на отвалах Кумертауского бурогольного разреза.

3. У растений тополя бальзамического на отвалах Сибайского филиала Учалинского горно-обогатительного комбината, Учалинского горно-обогатительного комбината, Кумертауского бурогольного разреза и на территории Стерлитамакского промышленного центра наблюдается утолщение листовой пластинки, за счет эпидермиса и кутикулы.

Внешние защитные слои проводящих корней в наибольшей степени формируются у растений, произрастающих в Стерлитамакском промышленном центре, а в наименьшей - на отвалах Учалинского горно-обогатительного комбината. К середине вегетационного периода флоэма достигает максимальных размеров, происходит интенсивное отложение запасных веществ. Проводящая система проводящих корней хорошо развита у тополей, произрастающих на отвалах Учалинского горно-обогатительного комбината и Кумертауского бурогольного разреза. В условиях Стерлитамакского промышленного центра развитие проводящей системы корней выражено в наименьшей степени.

4. Показано, что характерной особенностью анатомической организации сосны обыкновенной является увеличение толщины тканей хвои первого, второго и третьего года в течение вегетационного периода во всех условиях произрастания. Утолщение хвои обусловлено развитием мезофилла.

В экстремальных лесорастительных условиях защитные слои проводящих корней в наибольшей степени развиты у растений на отвалах Сибайского филиала Учалинского горно-обогатительного комбината, в наименьшей - на Уфимском плато. Флоэма проводящих корней интенсивно развивается у растений в условиях Стерлитамакского промышленного центра на Уфимском плато. При этом на отвалах Учалинского горно-обогатительного комбината отклонений в развитии проводящей системы корней не отмечается.

5. Значительных изменений в анатомической организации хвои у лиственницы Сукачева при произрастании в различных экстремальных лесорастительных условиях не обнаружено. Доля мезофилла в общих размерах хвои колеблется в пределах 80-87% и снижается к концу вегетации у растений техногенных экотопов.

Для проводящей корневой системы лиственницы Стерлитамакского промышленного центра, где наблюдается комплексное загрязнение

окружающей среды, установлено, что защитные слои развиты в наибольшей степени, а проводящая система в наименьшей. Для отвалов Кумертауского бурогоугольного разреза и на Уфимском плато характерно незначительное развитие защитных слоев проводящей системы корней.

6. Видоспецифические реакции, выражающиеся в анатомической организации ассимиляционных органов и проводящих корней, проявляются в следующем: у березы - в увеличении толщины мезофилла; у тополя - в постепенном увеличении покровных тканей; у сосны - в утолщении тканей хвои первого, второго и третьего года; у лиственницы в увеличении покровных тканей проводящих корней и в постепенном уменьшении доли древесины. В качестве общих закономерностей отмечается наличие дополнительных защитных слоев на поверхности ассимиляционных органов в виде воскового налета и разрыхления мезофилла.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Кабиров Р.Р., Егорова Н.Н. Экологический практикум: Учебное пособие. - Уфа: Изд-во БГПУ, 2004.- 36 с.

2. Егорова Н.Н. Анатомическое строение листьев березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth.) в условиях техногенного загрязнения окружающей среды (город Кумертау) // Тезисы докладов XII молодежной научной конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии». - Сыктывкар: Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 2004. - С. 78-79.

3. Егорова Н.Н. Оценка фитотоксичности металлов методом биотестирования // Ученые записки: Сборник научных трудов кафедры ботаники.- Уфа: Изд-во БГПУ, 2005.- Вып. 1. - С. 180.

4. Егорова Н.Н. Анатомическое строение листьев бородавчатой (*Betula pendula* Roth.) при произрастании на промышленных отвалах (город Сибай) // Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции «Природный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России». - Пенза: РИО ПГСХА, 2005. - С. 60-62.

5. Егорова Н.Н. Анатомическое строение листьев березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth.) в условиях техногенеза (г. Учалы) // Материалы III конкурса научных работ молодых ученых и аспирантов УНЦ РАН и АН РБ. - Уфа: Гилем, 2005. - С. 68-70.

6. Егорова Н.Н., Кулагин А.А. Анатомические особенности ассимиляционного аппарата березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth.) в условиях многолетней почвенной мерзлоты (Уфимское плато) // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Уралэкология. Природные ресурсы – 2005». - Уфа: Виртуал, 2005. - С. 177-178.

7. Егорова Н.Н. Влияние техногенной нагрузки на ассимиляционный аппарат березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth.) в пределах города Стерлитамака // Материалы второй всероссийской научно-практической конференции «Проблемы геоэкологии Южного Урала». - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2005. - Ч.1. - С. 125-127.

8. Егорова Н.Н., Кулагин А.А. Анатомические особенности хвои лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) при произрастании в экстремальных лесорастительных условиях // Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции «Природный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России». - Пенза: РИО ПГСХА, 2006. - С. 58-60.

9. Егорова Н.Н. Анатомическое строение ассимиляционного аппарата лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) в промышленной зоне города Стерлитамака // Тезисы докладов XIII международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов – 2006». - М.: МАКС Пресс, 2006. - С. 87-88.

10. Егорова Н.Н., Кулагин А.А. Анатомическое строение ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в экстремальных лесорастительных условиях // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2006. - № 6, - С. 38-48.

11. Егорова Н.Н., Кулагин А.А. Лесообразователи Южного Урала в условиях многолетней почвенной мерзлоты на Уфимском плато // Материалы научно-практической конференции, посвященной 80-летию Татарской лесной опытной станции ВНИИЛМ. – Казань, 2006. – С. 143-147.

12. Егорова Н.Н., Кулагин А.А. Анатомическое строение ассимиляционного аппарата Сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах Кумертауского бурогольного разреза // Материалы Всероссийской конференции «Академическая наука и ее роль в развитии производительных сил в северных регионах России». – Архангельск: ИЭПС УрО РАН, 2006. – Электронный ресурс (CD ROM), раздел «08. Проблемы биоразнообразия и состояния экосистем северных регионов».

13. Егорова Н.Н., Кулагин А.А., Зайцев Г.А. Влияние многолетней почвенной мерзлоты на формирование ассимиляционного аппарата лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) // Материалы международной конференции «Современное состояние лесной растительности и ее рациональное использование». – Хабаровск: ФГУ «ДальНИИЛХ», 2006. – С.114-115.