

Древостои с участием *Q. petraea* представлены на площади 251,1 га: 153,9 га Алушкинское НИПОО и Оползневское – 97,2 га, занимают южные, юго-западные, юго-восточные и восточные экспозиции склонов от 5 до 30°. Преимущественно это минусовые насаждения (93%), доля нормальных составляет всего 7%. Возраст насаждений с участием *Q. petraea* изменяется от 100 до 200 лет. Средняя высота – 13 м, средний диаметр – 22 см. По продуктивности древостои представлены IV классом бонитета – 36%, V – 33%, V^a – 20%, III – 6% и V^b – 5%. Среднеполнотные древостои с участием *Q. petraea* составляют 71%, низкополнотные – 15% и высокополнотные – 14%. По типам лесных участков такие древостои приурочены к сухим судубравам – 79%, свежим судубравам – 18%. На долю свежих дубрав приходится всего 3% площадей. В таких условиях доминирующими видами выступают: *P. pallasiana*, *F. orientalis*, *C. betulus*, *C. orientalis*, *F. excelsior*, *A. campestre*.

Таким образом, древостои *Q. petraea* на территории ГБУ РК «ЯГЛПЗ» распространены преимущественно в Ливадийском и Оползневском научно-исследовательских природоохранных отделениях (58% и 33% от всех дубовых древостоев заповедника соответственно), преимущественно на склонах южных экспозиций, от 5 до 40° Главной гряды Крымских гор на высоте 325-750 м н.у.м.

Большая часть древостоев вегетативного (порослевого) происхождения, многократной генерации, что в определенной степени обуславливает низкую продуктивность и депрессию таких насаждений. В распределении формаций дуба скального и его спутников важное значение имеют плодородие и увлажненность почв.

Чистые дубовые насаждения преимущественно приурочены к достаточно богатым экотопам свежих дубрав и сухих судубрав. Со смещением показателей богатства почвы к уменьшению *Q. petraea* формирует древостои, где выступает доминирующим элементом, однако идет увеличение участия сопутствующих видов.

При снижении плодородия почв и их увлажнения формируются древостои, где происходит замещение *Q. petraea* как доминирующего элемента видами, являющимися более конкурентоспособными в таких условиях местопроизрастания. Среди пород, замещающих дуб скальный, можно выделить: *P. pallasiana*, *F. orientalis*, *C. betulus*, *C. orientalis*, *F. excelsior*, *A. campestre*.

УДК: 581.14.522.5(470.21)

МНОГОУРОВНЕВАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ БЕРЁЗ, КАК ОСНОВА ИХ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

Середа Л.Н.¹, Жиров В.К.¹, Мартынов Е.В.²

¹Полярно-альпийский ботанический сад-институт, e-mail: sundukpandory87@mail.ru

²Геологический институт Кольского научного центра РАН

Проблема повреждений растительности промышленными отходами наиболее актуальна для районов Крайнего Севера, поскольку эффекты техногенного загрязнения значительно усиливаются здесь под действием неблагоприятных факторов естественного происхождения. В последнее время эта проблема становится особенно важной в связи со стратегическим значением освоения приарктических территорий. Ключевую роль для ее решения играет сохранение лесообразующих пород как энергетической основы заполярных фитоценозов. В первую очередь это относится к

представителям рода *Betula* L., отличающихся достаточно высокой устойчивостью к действию как природных, так и антропогенных экстремальных факторов.

В целом механизмы устойчивости древесно-кустарниковых растений в неблагоприятных условиях связаны с поддержанием физиологического баланса между эффективностью трансформации солнечной энергии, с одной стороны, и предотвращения кислородных повреждений – с другой (Heath, Packer, 1989), который достигается сложным взаимодействием между фотосинтезирующими структурами различных уровней организации – от мембранного до организменного (Жиров и др., 2007). Поскольку относительно быстрые реакции организменного и более высоких уровней организации растений выражаются, в частности, в особенностях ритмов их фенологического развития, которые связаны с изменениями структур нижележащих уровней (Жиров и др., 2007), представляло интерес более детально исследовать их взаимоотношения.

В настоящей работе проведен анализ таких отношений между перестройками фотосинтетических структур различных – мембранного, субпластидного, органного и организменного иерархических уровней на примере 30-40-летних гибридов березы (*Betula pubescens* Ehrh. x *Betula pendula* Roth) с величиной гибридных индексов 30-33 (Natho, 1959), произрастающих в 30-километровом градиенте загрязнения среды выбросами медно-никелевого металлургического производства к югу от г. Мончегорска Мурманской области.

Интенсивность техногенного воздействия оценивалась по накоплению в течение трех летних (июнь-август) месяцев меди и никеля в листьях исследуемых растений. Реакции растений на промышленное загрязнение анализировались по вариабельности: на мембранном уровне – пигментного состава листьев, на органном – их площади, на организменном – продолжительности отдельных фенофаз. В последнем случае учитывались относительные продолжительности вегетативного и генеративного развития (в %% от общей продолжительности вегетации) и соотношения между ними. Работа проводилась в течение летних сезонов 2011-2017 гг. Степень сходства между кривыми пространственной изменчивости исследуемых параметров оценивалась по величине Хемминговых расстояний (Быховский, 2002).

Результаты изучения состава пигментов и размеров листьев свидетельствуют о том, что в исследованном градиенте промышленного загрязнения по мере приближения к его источнику от 30 до 7 км наблюдалось заметное снижение содержания суммы хлорофиллов и его отношения к содержанию суммы каротиноидов, сопровождавшееся ростом отношения $[X_{ла}]/[X_{лб}]$, после чего (от 7 до 2-километрового расстояния до комбината) изменения этих характеристик приобретали противоположный характер. При этом кривая изменений площади листьев по форме полностью соответствовала кривой $[X_{ла}]+[X_{лб}]$.

Фенологические исследования показали значительную вариабельность исследуемых характеристик в пределах градиента загрязнения. Для всех кривых пространственной изменчивости фенологических параметров отмечена явно выраженная точка перегиба на 7 км удалении от комбината и аналогичная (за исключением общей продолжительности генеративных фаз) – в 19 км от него.

Тот факт, что в 7 км от комбината наблюдались локальные минимумы или локальные максимумы всех полученных кривых, свидетельствует о существовании явно выраженных вертикальных («шунтирующих») связей между энергопреобразующими и защищающими от кислородных повреждений структурами. Судя по характеру сочетания этих эффектов на данной экспериментальной площадке, возрастание фотосинтетического потенциала путем увеличения общего содержания хлорофиллов при уменьшении размеров листьев, связано, с одной стороны, с

изменениями ультраструктуры хлоропластов в сторону уменьшения числа тилакоидов гран (Lichthenthaller, 1989), с одной стороны, и с возрастанием общей продолжительности генеративных фаз развития. Последнее свидетельствует о повышенном физиологическом возрасте исследуемых растений (Кренке, 1940) при данном уровне загрязнения, негативные следствия которого – активация свободнорадикальных процессов – в какой-то мере уравниваются переходом внутренней структуры хлоропластов к «световому» типу и снижением общей световой нагрузки на листья путем уменьшения их размеров.

Полученные данные могут использоваться в качестве основы для разработки методов диагностики состояния древесных растений в условиях загрязнения среды отходами металлургической промышленности и прогноза антропогенной трансформации лесных экосистем.

УДК 630.431.3

РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ПОЛУПУСТЫНЕ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

Сиземская М.Л., Сапанов М.К.

Институт лесоведения РАН, e-mail: sizem@mail.ru

Искусственные лесные экосистемы – важные компоненты ландшафтов аридных регионов, выполняющие разнообразные защитные и социальные функции, потребность в которых возрастает в связи с необходимостью создания современных комфортных условий для труда и отдыха людей в жестких природно-климатических условиях.

Здесь представлены некоторые итоги изучения рекреационного потенциала лесных насаждений на территории Джаныбекского стационара Института лесоведения РАН, расположенного в глинистой полупустыне Северного Прикаспия. В середине XX века в этом исконно безлесном регионе междуречья Волги и Урала на лугово-каштановых почвах в понижениях мезорельефа (падинах) были созданы дендрарии, чистые и смешанные древесно-кустарниковые линейные, массивные и куртинные насаждения из дуба черешчатого, тополей, кленов, вяза приземистого и других пород. Именно такие создаваемые полидоминантные пологовые лесные культуры на падинах, максимально приближенные к понятию «настоящего леса» не только визуально, но и за счет усложнения биоценологических взаимосвязей между спонтанно появляющимися компонентами, являются наиболее привлекательными для отдыха местного населения.

В соответствии со схемой основных форм отдыха в лесу, в этих условиях можно выделить: пикниковый отдых с интенсивными нагрузками на отдельные участки искусственных лесных насаждений; познавательный отдых (туризм), сочетающий в себе особенности прогулочного и пикникового отдыха; собирательский отдых с относительно небольшими нагрузками на площадь, но с отчуждением отдельных растений или их частей (Мониторинг рекреационных лесов, 2003). Наибольший ущерб оказывает пикниковый отдых из-за его массовости, интенсивности, неорганизованности, спонтанности.

Наиболее привлекательными для отдыха, как и в лесной зоне, являются не традиционные производственные типы лесных культур с рядовой посадкой и простыми схемами смешения пород, а рекреационные насаждения из нескольких пород с куртинно-полянкой структурой. При такой организации территории основную нагрузку берут на себя открытые пространства, которые более устойчивы и быстрее