



# Бореальные леса:

## состояние, динамика, экосистемные услуги

Тезисы докладов Всероссийской научной конференции

**БОРЕАЛЬНЫЕ ЛЕСА: состояние, динамика, экосистемные услуги**

Фото И. Георгиевского



ИНСТИТУТ ЛЕСА КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН  
ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК РАН  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ЛЕСУ  
МИНИСТЕРСТВО ПО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЮ  
И ЭКОЛОГИИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ  
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



## **БОРЕАЛЬНЫЕ ЛЕСА: СОСТОЯНИЕ, ДИНАМИКА, ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ**

*Тезисы докладов  
Всероссийской научной конференции  
с международным участием,  
посвященной 60-летию Института леса  
Карельского научного центра РАН  
Петрозаводск, 11–15 сентября 2017 года*

Петрозаводск  
2017

УДК 630:502(063)

ББК 43+20.18

Б 82

*Отв. редактор О.О. Предтеченская*

**Б 82 Бореальные леса: состояние, динамика, экосистемные услуги:**

Тезисы докладов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 60-летию Института леса Карельского научного центра РАН (Петрозаводск, 11–15 сентября 2017 года). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2017. 338 с.

ISBN 978-5-9274-0783-5

В сборнике представлены результаты исследований по основным проблемам, стоящим перед лесной наукой в области интенсификации ведения хозяйства в бореальных лесах, актуальным направлениям лесоводственных исследований. Сборник представляет интерес для широкого круга читателей: ученых разных специальностей, преподавателей вузов, учителей средней школы, аспирантов, студентов.

*Издание осуществлено при финансовой поддержке  
Российского фонда фундаментальных исследований  
(грант № 17-04-20449)*

УДК 630:502(063)

ББК 43+20.18

ISBN 978-5-9274-0783-5

© Коллектив авторов, 2017

© Институт леса КарНЦ РАН, 2017

© Карельский научный центр РАН, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Лукина Н.В., Исаев А.С., Крышень А.М., Онучин А.А., Сиринов А.А., Гагарин Ю.Н., Бартаев С.А.</i> ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОЙ НАУКИ .....	16
<i>Turkila T., Selonen V., Danilov P., Kurhinen J., Ovaskainen O., Rintala J., Brommer J.E.</i> RED SQUIRRELS DECLINE IN ABUNDANCE IN THE BOREAL FORESTS OF FINLAND AND NW RUSSIA .....	18
<i>Аверина М.В., Феклистов П.А.</i> ТИП ЛЕСА И ПРОДНЫЙ СОСТАВ НАСАЖДЕНИЙ НА СТАРОПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ КЕНОЗЕРСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА .....	19
<i>Ананьев В.А., Грабовик С.И., Мошников С.А.</i> ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ КОРЕННЫХ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ЕЛЬНИКОВ РАЗЛИЧНОЙ НАРУШЕННОСТИ .....	21
<i>Андросова В.И., Чирва О.В., Марковская Е.Ф.</i> СТРУКТУРНО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТАЛЛОМОВ ЛИШАЙНИКА <i>LOBARIA PULMONARIA (L.) NOFFM.</i> В ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВАХ С РАЗНОЙ ДАВНОСТЬЮ НАРУШЕНИЯ (ЮЖНАЯ КАРЕЛИЯ) .....	23
<i>Ахметова Г.В.</i> МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВ СОСНОВЫХ И ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ .....	25
<i>Бабиков Б.В., Субота М.Б., Богданова Л.С.</i> ПРОДУКТИВНОСТЬ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ОСУШЕННЫХ БОЛОТАХ .....	28
<i>Байбар А.С., Харитонова Т.И.</i> МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ЛАНДШАФТОВ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА) .....	29
<i>Белкин В.В., Панченко Д.В., Федоров Ф.В.</i> ВЛИЯНИЕ КОПЫТНЫХ НА ЛЕСООБРАЗУЮЩИЕ И ПОДЛЕСОЧНЫЕ ПОРОДЫ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ И ПРИ ПОЛУВОЛЬНОМ СОДЕРЖАНИИ .....	31
<i>Беляев В.В., Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б.</i> ПРОЯВЛЕНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ СЕВЕРА .....	32
<i>Бобкова К.С., Галенко Э.П., Тужилкина В.В., Сенькина С.Н., Осипов А.Ф., Кузнецов М.А., Кузин С.Н.</i> РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ ЛЕСНОЙ БИОЦЕНОЛОГИИ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ РОССИИ .....	34

<i>Бобровский М.В., Спаи Т.П.</i> ИСТОРИЯ ПОЖАРОВ В ЛЕСАХ ПРЕДГОРНОГО УЧАСТКА ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО ЗАПОВЕДНИКА ПО ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ .....	36
<i>Бобушкина С.В., Мочалов Б.А.</i> УСЛОВИЯ УСПЕШНОГО ИСКУССТВЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ХВОЙНЫХ В БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСАХ СЕВЕРА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ) .....	38
<i>Богатырев Л.Г., Бенедиктова А.И., Смагин А.В., Жилин Н.И., Земсков Ф.И., Галкин В.С., Карпухин М.М., Демин В.В.</i> О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ В ИЗУЧЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛОК .....	40
<i>Богданов А.П., Карпов А.А., Демина Н.А.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОНИТОРИНГА ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕСОВ ДИСТАНЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ КАК ЭЛЕМЕНТА УСТОЙЧИВОГО ЛЕСОУПРАВЛЕНИЯ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ .....	42
<i>Болондинский В.К., Сазонова Т.А., Придача В.В.</i> УСТЫЧНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СО <sub>2</sub> -ГАЗООБМЕНА И ТРАНСПИРАЦИИ У СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ .....	44
<i>Бондаренко А.С.</i> МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОХРАНЕНИЮ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ И ЕЛИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РУБОК УХОДА .....	46
<i>Боровичев Е.А., Кушневская Е.В., Шорохова Е.В.</i> ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭПИКСИЛЬНУЮ КРИПТОГАМНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ В ЗАПОВЕДНИКЕ «КИВАЧ» .....	49
<i>Браславская Т.Ю.</i> СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ В СТАРОВОЗРАСТНЫХ ВЛАЖНЫХ ЕЛЬНИКАХ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ) .....	50
<i>Вдовиченко В.А.</i> ИЗМЕНЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ В СВЯЗИ СО СМЕНОЙ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ВЫРУБКАХ КАРЕЛИИ .....	52
<i>Веселкин Д.В., Горшков В.В., Лянгузова И.В., Ставрова Н.С., Баккал И.Ю., Радченко Т.А., Тиунов А.В.</i> ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА И АЗОТА В СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ: ИЗМЕНЧИВОСТЬ В СВЯЗИ С ГЛУБИНОЙ И ДАВНОСТЬЮ ПОЖАРА .....	55
<i>Веселкин Д.В., Чащина О.Е., Куянцева Н.Б., Мумбер А.Г.</i> РЕЗУЛЬТАТЫ 68-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА ЧИСЛА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ИЛЬМЕНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ .....	57

<i>Ветчинникова Л.В.</i> КАРЕЛЬСКАЯ БЕРЕЗА В ПРИРОДЕ И КУЛЬТУРЕ IN VITRO .....	59
<i>Ветчинникова Л.В., Татаринова Т.Д., Бубякина В.В., Серебрякова О.С., Ильинова М.К., Петрова Н.Е., Пономарев А.Г., Перк А.А., Васильева И.В.</i> ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МЕМБРАНЫХ ЛИПИДОВ В ПОЧКАХ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ .....	61
<i>Гаврилов В.Н.</i> ИСКУССТВЕННОЕ ОБЛЕСЕНИЕ ОСУШАЕМЫХ БОЛОТ КАРЕЛИИ .....	63
<i>Гаврилова О.И., Шур А.Г., Пак К.А.</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПОСЛЕ ПОЖАРОВ В СОСНЯКАХ БРУСНИЧНЫХ .....	65
<i>Галибина Н.А., Новицкая Л.Л., Мощенская Ю.Л., Никерова К.М., Подгорная М.Н., Софронова И.Н.</i> ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗНЫХ СЦЕНАРИЕВ КСИЛОГЕНЕЗА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ .....	67
<i>Геникова Н.В.</i> ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В МНОГОЛЕТНЕМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ С МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ .....	70
<i>Геникова Н.В.</i> ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ГРАНИЦЕ ЕЛЬНИКА ЧЕРНИЧНОГО И ВЫРУБКИ .....	72
<i>Герлинг Н.В., Пунегов В.В., Груздев И.В.</i> ГОДОВАЯ ДИНАМИКА КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА ХВОИ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ .....	73
<i>Глазунов Ю.Б., Николаев Д.К.</i> ДИНАМИКА ВОЗРАСТНОЙ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ПОПУЛЯЦИИ ЕЛИ ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ .....	75
<i>Глухова Т.В., Вомперский С.Э., Ковалёв А.Г.</i> ГОДОВАЯ ЭМИССИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В БОЛОТНЫХ СОСНЯКАХ ЮЖНО-ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ЕТР .....	76
<i>Глушко С.Г.</i> РОЛЬ ТИПОЛОГИИ ЛЕСА В СОВРЕМЕННОМ ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....	78
<i>Горичев Ю.П.</i> О ВЫСОТНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ БОРЕАЛЬНЫХ И НЕМОРАЛЬНЫХ ЛЕСОВ НА ЗАПАДНОМ СКЛОНЕ ЮЖНОГО УРАЛА .....	81

<i>Громцев А.Н.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ ЕВРОПЕЙСКИХ ТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ НА ЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ .....	83
<i>Громцев А.Н.</i> ПРОИЗВОДНЫЕ ЛЕСА НА ЗАПАДЕ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ РОССИИ: ПРОИСХОЖДЕНИЕ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА .....	85
<i>Данилина Д.М., Коновалова М.Е.</i> ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СУКЦЕССИИ В ЧЕРНЕВЫХ ЛЕСАХ ЗАПАДНОГО САЯНА .....	87
<i>Данилов Д.А., Беляева Н.В., Зайцев Д.А.</i> СМЕШАННЫЕ ХВОЙНЫЕ ДРЕВОСТОИ СОСНЫ И ЕЛИ ЗЕЛЕНОМОШНЫХ ТИПОВ ЛЕСА .....	89
<i>Дерюгин А.А.</i> О СОСТОЯНИИ И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПОДПОЛОВОЙ ПОПУЛЯЦИИ ЕЛИ В БЕРЕЗНЯКАХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ .....	91
<i>Дмитракова Я.А., Родина О.А., Поляков В.И., Петрова А.А., Алексеев И.И.</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ИЗВЕСТНЯКОВОМ КАРЬЕРЕ ПЕЧУРКИ (ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ) ....	94
<i>Домнина Е.А., Тимонов А.С.</i> ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТООБИТАНИЯ УЧАСТКОВ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКА ИХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТЕНОБИОНТНЫХ ВИДОВ .....	96
<i>Евсеева Ю.Ю., Кассал Б.Ю.</i> ПИРОГЕННАЯ ОПАСНОСТЬ ДЛЯ ЛЕСНОГО ФОНДА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ .....	98
<i>Егоров А.Б., Бубнов А.А., Павлюченкова Л.Н., Партолина А.Н., Постников А.М.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУЛЬТУР СОСНЫ И ЕЛИ, СОЗДАНЫХ СЕЯНЦАМИ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ .....	100
<i>Егорова Н.Ю.</i> ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ СЕМ. VACCINIACEAE LINDL. В ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ .....	102
<i>Ермолова Л.С., Гульбе Я.И., Гульбе Т.А., Гульбе А.Я.</i> ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОСТИ ДРЕВОСТОЯ И ТРАВЯНОГО ПОКРОВА МОЛОДНЯКОВ ОСИНЫ .....	104
<i>Желдак В.И., Дорощенко Э.В., Липкина Т.В.</i> ВОПРОСЫ ЛЕСОВОДСТВЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В РАЙОНАХ СЫРЬЕВЫХ БАЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ .....	107

<i>Заводовский П.Г.</i> АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ (ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ) ГРИБЫ В СОСТАВЕ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ПЕТРОЗАВОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА .....	109
<i>Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Честных О.В.</i> РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ УГЛЕРОДНОГО БЮДЖЕТА ЛЕСОВ КАРЕЛИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ РОБУЛ-М .....	111
<i>Зенкова И.В., Тиунов А.В., Гончаров А.А.</i> ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА И АЗОТА ( $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$ ) ТКАНЕЙ ПОЧВООБИТАЮЩИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ .....	113
<i>Ибрагимова А.Ф., Фардеева М.Б.</i> ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ДИНАМИКУ ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ <i>PICEA FENNICA</i> (REGEL) SOM. В ФОРМАЦИЯХ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ .....	115
<i>Иванов А.В., Касаткин А.С.</i> ДИНАМИКА НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ В ХРОНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ СМЕНЫ КЕДРОВО-ШИРОКОЛИСТВЕННОГО ЛЕСА .....	118
<i>Иванова Н.В., Шанин В.Н., Шашков М.П.</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ ОХРАНЯЕМОГО ЛИШАЙНИКА <i>LOBARIA PULMONARIA</i> В ЛЕСАХ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ .....	120
<i>Ивановская С.И., Каган Д.И., Падутов В.Е., Падутов А.В.</i> УРОВЕНЬ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ГЕТЕРОГЕННОСТИ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ РАЗЛИЧНОЙ СЕЛЕКЦИОННОЙ КАТЕГОРИИ .....	121
<i>Игнатенко Р.В., Тарасова В.Н.</i> СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ОХРАНЯЕМОГО ЛИШАЙНИКА ЛОБАРИЯ ЛЕГОЧНАЯ ( <i>LOBARIA PULMONARIA</i> (L.) NOFFM.) В СРЕДНЕТАЕЖНЫХ СООБЩЕСТВАХ С РАЗНОЙ ДАВНОСТЬЮ НАРУШЕНИЯ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ ..	124
<i>Ильинов А.А., Раевский Б.В.</i> СОСТОЯНИЕ ГЕНОФОНДОВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ХВОЙНЫХ ВИДОВ КАРЕЛИИ .....	126
<i>Ильинцев А.С., Третьяков С.В.</i> СОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСОВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ .....	128
<i>Исаева Л.Г., Берлина Н.Г.</i> ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ПОДРОСТА НА ВЫРУБКАХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ .....	131
<i>Камалов Р.М.</i> ГЕНЕТИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИЗНАКОВ ОБЩЕЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЕЛИ СИБИРСКОЙ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	133

<i>Камалова И.И., Кострикин В.А., Ивановская С.И., Клушевская Е.С.</i> МОЛЕКУЛЯРНОЕ МАРКИРОВАНИЕ ПРИ СОЗДАНИИ ОБЪЕКТОВ ЛЕСНОГО СЕМЕНОВОДСТВА .....	135
<i>Карпечко А.Ю.</i> ИЗМЕНЕНИЕ КОРНЕНАСЫЩЕННОСТИ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ МИКОРИЗ ЕЛИ ПОСЛЕ РУБКИ .....	137
<i>Карпин В.А., Петров Н.В., Туюнен А.В.</i> ЛАНДШАФТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИБРЕЖНЫХ ЛЕСОВ В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИЯ .....	139
<i>Кикеева А.В.</i> ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКТОМИКОРИЗ (ЭМ) PINUS SILVESTRIS ПОД ВЛИЯНИЕМ ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ И ПОСЛЕДСТВИЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ .....	141
<i>Колганихина Г.Б., Шишкина А.А.</i> СОСТОЯНИЕ И ГРИБНЫЕ БОЛЕЗНИ ПРОИЗВОДНЫХ ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ ЕЛЬНИКОВ В ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	143
<i>Коломыйцев В.А.</i> ТЕНДЕНЦИИ ЗАБОЛАЧИВАНИЯ ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ КАРЕЛИИ .....	145
<i>Коротков В.Н.</i> СТАРОВОЗРАСТНЫЕ ЛЕСА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ОНЕЖСКОЕ ПОМОРЬЕ» КАК РЕФУГИУМЫ БИОРАЗНООБРАЗИЯ .....	146
<i>Костина Е.Э., Мамай А.В., Мошкина Е.В.</i> ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗАЦИИ .....	148
<i>Крышень А.М., Геникова Н.В., Гнатюк Е.П., Преснухин Ю.В., Ткаченко Ю.Н.</i> РЯДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ СОСНЯКОВ ЛИШАЙНИКОВЫХ И БРУСНИЧНЫХ .....	150
<i>Крышень А.М.</i> ЭКОЛОГО-ДИНАМИЧЕСКАЯ ТИПОЛОГИЯ ЛЕСОВ ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ .....	153
<i>Кудрявцев А.Ю.</i> ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ УЧАСТКА «БОРОК» .....	155
<i>Кузнецов М.А.</i> ВЫДЕЛЕНИЕ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА С ПОВЕРХНОСТИ ТОРФЯНИСТО-ПОДЗОЛИСТО-ГЛЕЕВАТЫХ ПОЧВ ЕЛЬНИКА И ВЫРУБКИ .....	156
<i>Кулагин А.Ю., Давыдычев А.Н., Горичев Ю.П.</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ В ШИРОКОЛИСТВЕННО-ТЕМНОХВОЙНЫХ И ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСАХ ЮЖНОГО УРАЛА .....	158

<i>Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Мяхкина Т.Н., Сапронов Д.В., Кудеяров В.Н.</i> ОЦЕНКА КЛИМАТОРЕГУЛИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОГО ПОДМОСКОВЬЯ .....	160
<i>Курсикова В.А., Маленко А.А.</i> ОПЫТ ОБЛЕСЕНИЯ КРУПНОПЛОЩАДНЫХ ГАРЕЙ В СУХОЙ СТЕПИ .....	163
<i>Курхинен Ю.П., Ивантер Э.В.</i> ЛАНДШАФТНЫЕ АСПЕКТЫ ВТОРИЧНОЙ СУКЦЕССИИ СООБЩЕСТВ МЛЕКОПИТАЮЩИХ НА ВЫРУБКАХ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ РОССИИ .....	165
<i>Кутявин И.Н., Манов А.В.</i> СОСНОВЫЕ ЛЕСА СЕВЕРНОГО ПРИУРАЛЬЯ СТРУКТУРА, СОСТОЯНИЕ (РЕСПУБЛИКА КОМИ) .....	167
<i>Лопес де Гереню В.О., Курганова И.Н., Капица Е.А., Шорохова Е.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК ПРИ КОМПОСТИРОВАНИИ КОРЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД .....	169
<i>Макарова М.А.</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА ПОЙМЕННЫХ ЛЕСОВ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ (ХОЛМОГОРСКИЙ РАЙОН, АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ) .....	172
<i>Мамкин В.В., Авилов В.К., Байбар А.С., Иванов Д.Г., Ольчев А.В., Курбатова Ю.А.</i> ЭНЕРГО-МАССООБМЕН С АТМОСФЕРОЙ СПЛОШНОЙ ВЫРУБКИ В ПОДЗОНЕ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РФ: РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ .....	174
<i>Маркина З.Н., Милешина А.В.</i> ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ, СФОРМИРОВАННЫХ НА ФЛЮВИОГЛЯЦИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ, НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ .....	176
<i>Маслов А.А., Сирин А.А.</i> ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ВИДОВ БЕРЕЗЫ В ЗАБОЛОЧЕННЫХ ТИПАХ ЛЕСА ЦЕНТРА РУССКОЙ РАВНИНЫ ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА ДНК И ПРИЗНАКАМ МОРФОЛОГИИ .....	178
<i>Махнева С.Г.</i> ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МУЖСКОГО ГАМЕТОФИТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ .....	180
<i>Медведева М.В., Зачиняева А.В.</i> ВЛИЯНИЕ ПОЖАРА НА СВОЙСТВА ПОЧВ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ КАРЕЛИИ .....	183
<i>Менщиков С.Л., Кузьмина Н.А.</i> СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЗОНАХ ДЕЙСТВИЯ МЕДЕПЛАВИЛЬНЫХ ЗАВОДОВ .....	185

<i>Михайлова Т.А., Афанасьева Л.В., Калугина О.В., Шергина О.В.</i> РАННЕЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ НАРУШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕНЕЗА .....	187
<i>Моисеева Т.Р., Бордок И.В., Маховик И.В., Волкова Н.В., Пасмурцева В.В.</i> ОСОБЕННОСТИ ПЛОДОНОШЕНИЯ РЕСУРСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ БЕЛАРУСИ .....	189
<i>Морозова И.В., Голубовский Я.М.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТА КУЛЬТУР ЕЛИ В КОЙВУСЕЛЬГСКОМ УЧАСТКОВОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ .....	191
<i>Мошников С.А., Ананьев В.А., Матюшкин В.А.</i> ЗАПАСЫ КРУПНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ОСТАТКОВ В СПЕЛЫХ СОСНЯКАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ .....	194
<i>Мощенская Ю.Л., Галибина Н.А., Новицкая Л.Л., Никерова К.М.</i> РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛЕРОДА В АЦЕПТОРНЫХ ОРГАНАХ СЕЯНЦЕВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ .....	196
<i>Неронова Я.А.</i> ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО ВНЕСЕНИЯ ФОСФОРНЫХ И КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ НА АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ .....	198
<i>Никерова К.М., Галибина Н.А., Синькевич С.М., Мощенская Ю.Л., Подгорная М.Н., Софронова И.Н.</i> БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОСОСЛОЙНОЙ ДРЕВЕСИНЫ У СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ .....	200
<i>Новицкая Л.Л., Галибина Н.А., Мощенская Ю.Л., Николаева Н.Н., Никерова К.М., Тарелкина Т.В.</i> РЕГУЛЯЦИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ЧЕРЕЗ ИЗМЕНЕНИЕ УГЛЕВОДНОГО И ГОРМОНАЛЬНОГО СТАТУСОВ КАМБИАЛЬНОЙ ЗОНЫ .....	202
<i>Обабко Р.П., Тарасова В.Н., Бойчук М.А., Боровичев Е.А.</i> ОСОБЕННОСТИ ЭПИФИТНОГО МОХОВОГО ПОКРОВА СТВОЛОВ ОСИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ( <i>POPULUS TREMULA L.</i> ) В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ .....	204
<i>Овчинникова Н.Ф.</i> ВНУТРИВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЕ .....	206
<i>Онучин А.А., Буренина Т.А., Прысов Д.А.</i> ЗОНАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСОВ .....	208
<i>Осипов А.Ф., Кутявин И.Н.</i> ПОТОКИ УГЛЕРОДА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В СИСТЕМЕ ПОЧВА-ФИТОЦЕНОЗ В СОСНЯКАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЕТР .....	210

<i>Павская М.В.</i> ЛАНДШАФТНАЯ КАРТА ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА ЛИ- СИНСКОГО НИУП .....	211
<i>Пашенова Н.В., Перцовая А.А., Баранчиков Ю.Н.</i> ФИТОПАТОГЕННАЯ АКТИВНОСТЬ ОФИОСТОМОВЫХ ГРИБОВ – АССОЦИАНТОВ УС- СУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА В ИНВАЗИЙНОМ АРЕАЛЕ КОРОЕДА- ПЕРЕНОСЧИКА .....	213
<i>Пеккоев А.Н., Соколов А.И., Харитонов В.А.</i> ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРА- БОТКИ ПОЧВЫ НА РАДИАЛЬНЫЙ РОСТ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ДРЕВЕСИНЫ КУЛЬТУР ЕЛИ .....	215
<i>Перминова Е.М., Лаптева Е.М.</i> ОСОБЕННОСТИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОГО ОПАДА В ПРОЦЕССЕ ЕГО РАЗЛОЖЕНИЯ	218
<i>Пестеров А.О., Овчаренко М.С.</i> ВЛИЯНИЕ ВУЛКАНИЗМА НА ЛЕСНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НА ПРИМЕРЕ КАМЕННОБЕРЕЗОВЫХ ЛЕСОВ ВОСТОЧНОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПОЯСА ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТ- КА (В ПРЕДЕЛАХ КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА) .....	220
<i>Песьякова А.А., Феклистов П.А.</i> СОДЕРЖАНИЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕН- ТОВ В ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКЕ СОСНЯКОВ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ .....	222
<i>Пономарева Т.В., Пономарев Е.И., Шишикин А.С.</i> ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ГРА- ДИЕНТЫ В ГЕНЕТИЧЕСКИХ ГОРИЗОНТАХ ПОЧВ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ПОСТАГРОГЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ .....	224
<i>Попова Н.Н.</i> СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОХРАНЫ РЕДКИХ БО- РЕАЛЬНЫХ ЛЕСНЫХ МОХООБРАЗНЫХ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕ- МЬЕ .....	226
<i>Предтеченская О.О.</i> АГАРИКОИДНЫЕ МАКРОМИЦЕТЫ ЛЕСНЫХ ФИ- ТОЦЕНОЗОВ СРЕДНЕЙ ПОДЗОНЫ ТАЙГИ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ПО- СЛЕРУБОЧНОЙ СУКЦЕССИИ .....	228
<i>Придача В.Б., Сазонова Т.А., Болондинский В.К., Холопцева Е.С.</i> ОСОБЕН- НОСТИ ФОТОСИНТЕЗА И ТРАНСПИРАЦИИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ .....	230
<i>Припутина И.В., Фролова Г.Г.</i> БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗ- ДАНИЯ ПЛАНТАЦИЙ БЕРЕЗЫ С КОРОТКИМ ОБОРОТОМ РУБКИ В БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ .....	232
<i>Пукинская М.Ю.</i> МОНИТОРИНГ УСЫХАНИЯ ЕЛИ В ЦЕНТРАЛЬНО- ЛЕСНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ .....	234

<i>Пшеничникова Л.С.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛОТНОСТИ НАСАЖДЕНИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПОСАДКАХ ЛИСТВЕННИЦЫ РАЗНОЙ ГУСТОТЫ .....	237
<i>Раевский Б.В., Щурова М.Л.</i> СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЙ СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ .....	239
<i>Романова М.Л., Пучило А.В., Ермоленкова Г.В.</i> СОСТАВЛЕНИЕ РЕИОНАЛЬНОГО КАДАСТРА СОСНЯКОВ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОЙ ГЕОБОТАНИЧЕСКОЙ ПОДЗОНЫ БЕЛАРУСИ) .....	241
<i>Ромашкин И.В., Тикканен О.-П., Неувонен С.</i> ВЛИЯНИЕ СУММЫ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВСПЫШЕК МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ КОРОЕДА-ТИПОГРАФА В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ .....	243
<i>Ромашкин И.В., Шорохова Е.В., Капица Е.А., Кушневская Е.В., Галибина Н.А.</i> ДИНАМИКА УГЛЕРОДА И АЗОТА В ПРОЦЕССЕ РАЗЛОЖЕНИЯ КОРЫ ВАЛЕЖНЫХ СТВОЛОВ В СТАРОВОЗРАСТНОМ ЕЛОВОМ ЛЕСУ СРЕДНЕЙ ПОДЗОНЫ ТАЙГИ .....	244
<i>Рубцов В.В., Уткина И.А.</i> ВЛИЯНИЕ ФИЛЛОФАГОВ НА СОСТОЯНИЕ ЛЕСОВ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ .....	245
<i>Рудковская О.А., Тимофеева В.В.</i> ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЛЕСОВ ГОРОДА ПЕТРОЗАВОДСКА (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ) .....	247
<i>Рыбакова Н.А.</i> 20-ЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ПАРЦЕЛЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ В ПРОЦЕССЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ЕЛИ НА ВЫРУБКАХ ЮЖНОТАЕЖНЫХ БЕРЕЗНЯКОВ .....	249
<i>Сабиров Р.Н., Сабирова Н.Д.</i> ОСОБЕННОСТИ ПОСЛЕПОЖАРНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСОВ САХАЛИНА .....	252
<i>Савельев Л.А., Кикеева А.В.</i> МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЭКТОМИКОРИЗ (ЭМ) ЛИСТВЕННИЦЫ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ .....	254
<i>Савин М.А., Маленко А.А.</i> РОСТ СОСНОВЫХ КУЛЬТУР ПОД ЗАЩИТОЙ ПОЛОС ИВЫ ОСТРОЛИСТНОЙ ( <i>SALIX ACUTIFOLIA WILLD.</i> ) .....	256
<i>Савиных Н.П., Пересторонина О.Н., Гальвас А.Г.</i> СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ООПТ «МЕДВЕДСКИЙ БОР»: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ .....	258

<i>Санников С.Н.</i> КОНЦЕПЦИЯ ПОСТКАТАСТРОФИЧЕСКОЙ ДИВЕРГЕНЦИИ–КОНВЕРГЕНЦИИ И КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ ЭКОЛОГОДИНАМИЧЕСКИХ РЯДОВ РАЗВИТИЯ БИОГЕОЦЕНОЗОВ В ТИПАХ ЛЕСА .....	260
<i>Санникова Н.С., Петрова И.В.</i> ЛЕС КАК ПОДЗЕМНО-СОМКНУТАЯ ДЕНДРОЦЕНОЭКОСИСТЕМА, ОРГАНИЗОВАННАЯ КОНКУРЕНЦИЕЙ ДРЕВОСТОЯ .....	262
<i>Сауткин И.С., Рогова Т.В.</i> ОПЫТ ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЭКОСИСТЕМ РАИФСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА .....	264
<i>Сенашова В.А., Полякова Г.Г., Анискина А.А.</i> ГРИБЫ – ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ ФИЛЛОСФЕРЫ ХВОЙНЫХ В СИСТЕМЕ «РАСТЕНИЕ – ПАТОГЕН» .....	266
<i>Серебрякова О.С., Ветчинникова Л.В.</i> ОСОБЕННОСТИ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЛИПИДОВ МУЖСКИХ И ЖЕНСКИХ СОЦВЕТИЙ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД .....	268
<i>Сизоненко Т.А.</i> СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКТОМИКОРИЗНЫХ КОРНЕЙ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ .....	270
<i>Синькевич С.М.</i> ЛИСТВЕННО-ЕЛОВЫЕ ДРЕВОСТОИ КАРЕЛИИ – 70 ЛЕТ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	272
<i>Собачкин Р.С., Ковалева Н.М., Петренко А.Е., Собачкин Д.С., Екимова Е.Ю.</i> СТРУКТУРА ЛЕСНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ .....	274
<i>Ставрова Н.И., Горшков В.В., Мишко А.Е.</i> ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ PICEA OVOVATA LEDEV. НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ПОСЛЕПОЖАРНЫХ СУКЦЕССИЙ В СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЕЛОВО-СОСНОВЫХ ЛЕСАХ .....	275
<i>Стороженко В.Г.</i> СОСТОЯНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ ДЕВСТВЕННЫХ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРА .....	278
<i>Субота М.Б., Богданова Л.С.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА .....	280
<i>Сурина Е.А., Сеньков А.О.</i> МЕРОПРИЯТИЯ ПО АДАПТАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА .....	282

<i>Сурсо М.В., Барзут О.С.</i> ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАДИАЛЬНОГО РОСТА МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО В СЕВЕРНОЙ ТАЙГЕ .....	284
<i>Сухарева Т.А.</i> ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ ПРИ РАЗЛИЧНОМ УРОВНЕ АТ- МОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ .....	286
<i>Тарасова В.Н., Обабко Р.П., Игнатенко Р.В.</i> ЛИШАЙНИКИ И МОХОО- БРАЗНЫЕ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С ЛОБАРИЕЙ ЛЕГОЧНОЙ ( <i>LOBARIA</i> <i>PULMONARIA</i> (L.) <i>NOFFM.</i> ) В ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВАХ СРЕДНЕТА- ЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ .....	288
<i>Татаринова Т.Д., Ветчинникова Л.В., Бубякина В.В., Перк А.А., Понома- рев А.Г., Васильева И.В., Серебрякова О.С., Петрова Н.Е.</i> ДЕГИДРИНЫ В ПОЧКАХ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ <i>VELUTULA L.</i> В УСЛОВИЯХ КАРЕЛИИ	290
<i>Тебенькова Д.Н., Лукина Н.В. Фомич А.Ф., Орлова М.А., Гагарин Ю.Н.</i> ПОЧВЫ ЛЕСОВ И ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР: СРАВНЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ И ПЛОДОРОДИЯ .....	292
<i>Теребова Е.Н., Марковская Е.Ф., Андросова В.И., Рыбалова А.С.</i> СВОЙ- СТВА КЛЕТОЧНОЙ СТЕНКИ ЛИСТА РАСТЕНИЙ РОДА <i>SALIX</i> ПРИ ФИ- ТОРЕМЕДИАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ .....	294
<i>Тетюхин С.В.</i> СТРОЕНИЕ ЛЕСНОГО МАССИВА: СТРУКТУРА, ДИНА- МИКА, УСТОЙЧИВОСТЬ (НА ПРИМЕРЕ ЛИСИНСКОЙ И ОХТИНСКОЙ ЧАСТЕЙ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБ- ЛАСТИ) .....	296
<i>Ткаченко Ю.Н.</i> ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВ В ПРОЦЕССЕ ЛЕСОВОС- СТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ РУБКИ ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАВНИЯ .....	297
<i>Толкач О.В.</i> ПОЛЛЮТАНТО-ДЕПОНИРУЮЩАЯ РОЛЬ ЛЕСА .....	299
<i>Третьяков С.В., Коптев С.В., Богданов А.П., Третьякова В.С.</i> ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СМЕШАННЫХ И ЧИСТЫХ МОДАЛЬНЫХ ДРЕВОСТОЕВ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА .....	302
<i>Тужилкина В.В., Бобкова К.С., Кузнецов М.А., Кузин С.Н.</i> БЮДЖЕТ УГЛЕ- РОДА В КОРЕННЫХ ЕЛЬНИКАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА	304
<i>Уланова Н.Г.</i> ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ СПЛОШНЫХ ВЫРУ- БОК ЮЖНОТАЕЖНЫХ ЕЛЬНИКОВ: ИТОГ 35-ЛЕТНЕГО МОНИТО- РИНГА .....	306
<i>Усольцев В.А., Колчин К.В.</i> БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ДРЕ- ВЕСНЫХ ВИДОВ ЕВРАЗИИ С ПОЗИЦИЙ БИОГЕОГРАФИИ .....	308

<i>Фадеева М.А., Кравченко А.В.</i> РЕКОЛОНИЗАЦИЯ ЛИШАЙНИКАМИ ПРОИЗВОДНЫХ ЛЕСОВ НА МЕСТЕ ЗАБРОШЕННЫХ СЕЛЬХОЗЗЕМЕЛЬ .....	310
<i>Ханина Л.Г., Смирнов В.Э., Бобровский М.В.</i> СТАТИСТИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ РАВНИННОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ .....	312
<i>Харитонов В.А., Соколов А.И., Пеккоев А.Н.</i> ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИКИ НА СОХРАННОСТЬ И РОСТ 24-ЛЕТНИХ КУЛЬТУР ЕЛИ НА ВЕЙНИКОВОЙ ВЫРУБКЕ .....	314
<i>Черненкова Т.В., Беляева Н.Г.</i> ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛИЗА И ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОТОБРАЖЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСНОГО ПОКРОВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ДАННЫХ .....	317
<i>Чернобровкина Н.П., Робонен Е.В., Макарова Т.Н., Репин А.В.</i> СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ АРГИНИНА В ХВОЕ PINUS SYLVESTRIS L. ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ АЗОТА И БОРА .....	319
<i>Чучалов П.В., Маленко А.А.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ИНСЕКТИЦИДНОГО ПРЕПАРАТА В ЗАЩИТЕ ЛЕСА ОТ ХВОЕ- ЛИСТОГРЫЗУЩИХ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ В ЛЕНТОЧНЫХ БОРАХ БАРНАУЛЬСКОГО ЛЕСОЗАЩИТНОГО РАЙОНА .....	321
<i>Шапченкова О.А., Анискина А.А., Шеллер М.А., Ведрова Э.Ф., Лоскутов С.Р.</i> МОНО-И СЕСКВИТЕРПЕНЫ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ .....	323
<i>Шорохова Е.В., Боровичев Е.А., Галибина Н.А., Казарцев И.А., Капица Е.А., Крышень А.М., Курганова И.Н., Кушневская Е.В., Лопес де Гереню В.О., Мамай А.В., Мошкина Е.В., Окунь М.В., Полевой А.В., Ромашкин И.В., Руоколайнен А.В.</i> МОРТЦЕНОЗ ТАЕЖНОГО ЛЕСА: КАК СВЯЗАНЫ ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОСИСТЕМНЫЕ ФУНКЦИИ? .....	325
<i>Шубин В.И.</i> ЭКТОМИКОРИЗНЫЕ ГРИБЫ: ИХ МЕСТО И ЗНАЧЕНИЕ В СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ .....	327
<i>Якимова А.Е.</i> НАСЕЛЕНИЕ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЛЕСА .....	330
<i>Яшин И.М., Васенев И.И.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ БИОГЕННОЙ КИСЛОТНОСТИ, ГУМИФИКАЦИИ И ЭМИССИИ ГАЗОВ В ТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ .....	332
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ .....	335

## ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОЙ НАУКИ

Лукина Н.В.<sup>1</sup>, Исаев А.С.<sup>1</sup>, Крышень А.М.<sup>2</sup>, Онучин А.А.<sup>3</sup>, Сирип А.А.<sup>4</sup>, Гагарин Ю.Н.<sup>1</sup>, Барталев С.А.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, lukina@cepl.rssi.ru;

<sup>2</sup> Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, kryshen@krc.karelia.ru;

<sup>3</sup> Институт леса им. В.Н.Сукачева СОРАН ФИЦКНЦ СОРАН, Красноярск, onuchin@krc.krasn.ru;

<sup>4</sup> Институт лесоведения РАН, Московская обл., Успенское, root@ilan.ras.ru;

<sup>5</sup> Институт космических исследований РАН, Москва, bartalev@d902.iki.rssi.ru

Леса являются самыми распространенными наземными экосистемами нашей планеты, обеспечивающими местообитаниями более половины известных видов растений и животных. Особая роль в сохранении мирового биоразнообразия лесов и выполнении ими экосистемных функций принадлежит России, на долю которой приходится 22 % всех мировых лесных ресурсов. Анализ материалов спутникового мониторинга и результатов стационарных наблюдений демонстрирует, что с начала текущего века наблюдается заметное сокращение покрытой лесом площади России, обусловленное комбинированным влиянием природных и антропогенных факторов, к которым относятся изменения климата, пожары, промышленное загрязнение, массовые вспышки численности вредителей, грибные и бактериальные болезни, истощительное использование лесов, нерациональное ведение лесного хозяйства, связанное с недостатком современных знаний и низким уровнем внедрения научных достижений. Идентификация основных факторов, вызывающих изменения в лесах на различных пространственных и временных уровнях, и понимание связей между комбинированным действием этих факторов, биоразнообразием, экосистемными функциями/услугами и благосостоянием людей необходимы для устойчивого управления лесами и развития лесной биоэкономики. Для предотвращения дальнейшей деградации лесов России институтами РАН лесного профиля под руководством Научного совета по лесу РАН подготовлена программа развития лесной науки, опирающаяся на фундаментальные знания о структуре и динамике лесов, учитывающая соответствующие современным вызовам методы и технологии мониторинга, охраны, защиты, использования и воспроизводства лесов с сохранением их генетического, видового и экосистемного биоразнообразия и экосистемных функций и услуг. Реализация такой программы позволит найти оптимальное решение проблемы баланса между производством обеспечивающих услуг и то-

варов, с одной стороны, и сохранением биоразнообразия лесов и их экосистемных функций и услуг, с другой стороны.

### **Цели программы:**

I. Дать объективную оценку масштабов экологических и социально-экономических последствий деградации лесов России в условиях глобальных изменений.

II. Разработать подходы к предотвращению и смягчению экологических и социально-экономических угроз деградации лесов России.

### **Задачи программы:**

- Разработка методов и технологий мониторинга и оценки ресурсного потенциала и экологического состояния лесов на основе наземных и спутниковых данных.

- Разработка методов мониторинга и оценки биологического разнообразия и экосистемных функций и услуг на основе наземных и спутниковых данных.

- Разработка моделей краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного прогнозирования динамики лесов.

- Разработка научных основ, современных методов и технологий защиты лесов.

- Разработка научных основ, современных методов и технологий профилактики и борьбы с лесными пожарами.

- Разработка научных основ, методов и технологий многоцелевого неистощительного лесопользования, воспроизводства и повышения продуктивности лесов различного целевого назначения.

- Разработка научных основ и методов сохранения, использования и воспроизводства лесных генетических ресурсов России.

- Разработка и применение методов оценки влияния состояния лесов на здоровье людей.

- Разработка теоретических основ управления и экономики лесного хозяйства в условиях частного лесопользования.

- Совершенствование лесного законодательства, разработка нормативной правовой базы для развития устойчивого управления лесами.

- Разработка образовательных программ и курсов, направленных на повышение качества лесного образования и повышение квалификации лесных специалистов.

Программа задумывалась как объединяющая на равноправной основе не только академические институты и центры, но также и вузы лесного профиля, НИИ Рослесхоза. Первыми результатами ее воплощения могут стать Комплексный план научных исследований «Экологические

и социально-экономические угрозы деградации лесов России в условиях глобальных изменений и пути их предотвращения», в формировании которого приняли участие более двух десятков институтов и подразделений ФАНО и Минобрнауки, и программа Союзного государства «Оценка и пути предотвращения рисков возникновения кризисных ситуаций в лесах при интенсификации лесного хозяйства».

Дальнейшее развитие сотрудничества научных организаций должно: (а) предоставить научно-исследовательским организациям новые и эффективные методы исследования закономерностей формирования и развития лесов, оценки их биоразнообразия, экосистемных функций/услуг; (б) обеспечить ответственные органы исполнительной власти новыми эффективными методами и технологиями мониторинга, инвентаризации лесов, прогнозирования их состояния и динамики; (в) обеспечить хозяйствующие субъекты современными эффективными методами и технологиями многоцелевого неистощительного лесопользования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, (г) создать основу многокритериальных систем поддержки принятия решений в целях устойчивого управления лесами и развития лесной биоэкономики и позволить принимать рациональные решения по управлению лесами на локальном, региональном и федеральном уровнях. Наука призвана использовать новые знания о лесах как инструмент для усиления влияния на власть и бизнес, представители которых должны учитывать реальную ситуацию, сложившуюся в лесах России, и делать все возможное для рационального использования лесных ресурсов, сохранения и воспроизводства лесов.

## **RED SQUIRRELS DECLINE IN ABUNDANCE IN THE BOREAL FORESTS OF FINLAND AND NW RUSSIA**

**Turkia T.<sup>1</sup>, Selonen V.<sup>1</sup>, Danilov P.<sup>2</sup>, Kurhinen J.<sup>3,4</sup>, Ovaskainen O.<sup>4,5</sup>, Rintala J.<sup>6</sup>, Brommer J.E.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Department of Biology, University of Turku, Finland*

<sup>2</sup>*Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science, Russia*

<sup>3</sup>*Forest Research Institute, Karelian Research Center, Russian Academy of Sciences, Russia*

<sup>4</sup>*Department of Biosciences, University of Helsinki, Finland*

<sup>5</sup>*Centre for Biodiversity Dynamics, Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology, N-7491 Trondheim, Norway*

<sup>6</sup>*Natural Resources Institute Finland, Finland*

The recent global warming and other anthropogenic changes have caused well-documented range shifts and population declines in many species over large spatial extent. Most large-scale studies focus on birds, large mammals, and threatened

species, whereas large scale population trends of small to medium-sized mammals and species that are currently of least concern remain poorly studied. Large-scale studies are needed, because on smaller scale important patterns may be masked by local variation and stochastic processes. Here, we utilized snow track census data from Finland and NW Russia to estimate population growth rates of the Eurasian red squirrel (*Sciurus vulgaris* L) during 17 years in an area of over 1 000 000 km<sup>2</sup>. We also studied the effects of summer and winter temperature change and loss of canopy cover on estimated red squirrel population growth rates. Our results suggest that red squirrel populations have declined in most parts of the study area, the only remarkable exception being SW Russia. These results are in concordance with previous studies suggesting that still common and least concern species may be declining, but is in contrast to the common pattern of northern populations of boreal species increasing under global warming. The estimated population growth rates are in synchrony over vast areas, suggesting that also the underlying reasons operate on large scale. We indeed find that population growth rate was lower in regions where winters warmed faster during the study period, suggesting that changes in the environment (or biotic changes associated with it) are associated with the decline of red squirrels.

## **ТИП ЛЕСА И ПРОДНЫЙ СОСТАВ НАСАЖДЕНИЙ НА СТАРОПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ КЕНОЗЕРСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА**

**Аверина М.В., Феклистов П.А.**

*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, averina.mariya1990@yandex.ru*

Исследования проводились в Кенозерском национальном парке, расположенном в Архангельской области, на границе с Карелией. Объектами исследования были насаждения на старопахотных землях. Для их изучения было выполнено 960 таксационных описаний в различных выделах.

Насаждения на старопахотных землях Кенозерского национального парка отличаются высоким запасом, полнотой и бонитетом. Запас данных насаждений на некоторых участках достигает 490 м<sup>3</sup>/га. Среди насаждений доминирует 2 бонитет, хотя имеется также 1 и 1А бонитет, 4 и 5 бонитеты представлены незначительно. Насаждения являются среднеполнотные, преобладает полнота 0,6–0,7 [1].

Леса парка разнообразны и по данным Проекта организации и ведения... обобщенный для всех лесов парка породный состав выражается формулой: 3С 3Е 3Б 1 Ос + Ол ед. Ив, Лц, Чр, Р [4]. По данным Лесохозяйственного

регламента... преобладающими типами леса являются сосняки черничные и кисличные и ельники черничные и травяно-сфагновые [2]. Среди представленных типов есть как засушливые типы как ельник/сосняк лишайниковый, мохово-лишайниковый, так и значительно увлажненные участки как ельник/сосняк сфагновые.

Древостои на старопахатных землях Кенозерского парка представлены также ельниками и сосняками. Ельники на старопахатных землях представлены 5 типами леса: ельниками черничниками (84,7 %), травяно-сфагновые, долгомошными, припручейно-крупнотравными, кисличниками. А сосняки – 4 типами леса: сосняками черничниками (84,4 %), кисличниками, травяно-сфагновые, брусничниками. Исходя из этого, можно сказать, что древостои на старопахатных землях в основном представлены ельниками/сосняками черничниками.

Доля участия пород в древостоях разных типов леса отличается. Для всех типов ельников доминирующей породой является береза (доля ее участия колеблется от 3,8 до 5,4 единиц состава) кроме кисличников, в которых преобладает ольха. Наибольшее видовое разнообразие древесных пород у ельников долгомошных, травяно-сфагновых и черничников оно составляет 6 пород. Ельники кисличники имеют наименьшее число пород, среди ельников. Для сосняков также доминирующей породой является береза (доля ее участия 4,3–5,4). Наибольшее разнообразие древесных пород представлено у сосняков черничников (6 пород), наименьшее у сосняков брусничников (всего 2 породы).

Для преобладающих по площади сосняков и ельников черничных породный состав можно характеризовать следующими формулами: для сосняков 5Б 2С 2Ол 1Ос + Е, Ив, для ельников 5Б 2Е 2 Ол 1 Ос + Ив, С.

Большое число таксационных описаний позволило оценить процессы вторичных сукцессий в течение длительного времени – до 170 лет. Доля участия пород со временем меняется. Так доля участия разных видов ивы с течением времени имеет очень четкую тенденцию снижения. Через 60–70 лет этих видов нет вообще. Это соответствует их предельной продолжительности жизни, а условия для их возобновления отсутствуют. Такая же тенденция характерна для ольхи с той лишь разницей, что она исчезает из состава на 10–20 лет позже ивы. По классическому сценарию развивается процесс с елью. На первоначальных этапах ее доля в составе меньше единицы, и это продолжается до 80 лет, а в дальнейшем ее количество увеличивается до 3 единиц к 170 годам. Береза, как пионерная порода, на протяжении всего периода времени составляет 3–6 единиц в составе и скорее всего, это разные поколения березы, так как предельная продолжительность

жизни ее составляет 80 лет. С течением времени возрастает доля сосны от доли единиц в составе в период вселения на сельскохозяйственные земли до 4 единиц к 170 годам. Очень стабильное участие осины в составе древостоев от доли единицы до 2-х единиц. По-видимому, в начальный период это осина семенного происхождения, а по мере отмирания пионерных растений в 80 лет имеет место в следующих поколениях и семенное, и вегетативное. Очевидно, что процесс сукцессии в 170 лет не заканчивается и будет продолжаться в дальнейшем до возникновения климаксового сообщества [2]. На этапе 160–170 лет от заселения древесной растительностью полей средний состав 4Е 3С 3Б. Таким образом, состав приблизился к среднему составу по Кенозерскому национальному парку в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Аверина М.В., Феклистов П.А., Третьяков С.В.* Характеристика насаждений сформировавшихся на землях из-под сельскохозяйственного пользования в Кенозерском национальном парке // *Современные тенденции развития науки и технологий* 6–3. 2015. С. 40–42.

2. Лесохозяйственный регламент лесничества «Кенозерский национальный парк» на период 2008–2017 гг. Архангельск, 2008.

3. *Одум Ю.* Экология / Пер. с англ. Ю.М. Фролова. Москва: Мир, 1986.

4. Проект организации и ведения лесного хозяйства Кенозерского национального парка. Т. 1. Архангельск, 1997: рукопись // Архив Кенозерского национального парка. Фонд 1. Оп. 8. № 321.

## ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ КОРЕННЫХ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ЕЛЬНИКОВ РАЗЛИЧНОЙ НАРУШЕННОСТИ

**Ананьев В.А.<sup>1</sup>, Грабовик С.И.<sup>2</sup>, Мошников С.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, ananyev@krc.karelia.ru;*

<sup>2</sup> *Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, grabovik@bio.krc.karelia.ru*

Объектом наших исследований явились еловые высоковозрастные древостои (с возрастом основного поколения 160–250 лет), произрастающие на территории Национального парка «Водлозерский» (Республика Карелия). Данная категория древостоев широко представлена в парке и является наиболее уязвимой к сильным ветрам (ветровалам) и воздействию короледа типографа.

Изучение лесных экосистем, подвергшихся воздействию ураганных ветров, дает возможность выявить их влияние на коренные леса, а также оценить последствия, связанные с появлением и развитием популяции стволовых вредителей, приводящие к усыханию и последующей гибели древосто-

ев на значительных площадях. Проведение подобных исследований необходимо для сохранения этих лесов не только в НП «Водлозерский», но и на других особо охраняемых природных территориях России, а также в эксплуатационных лесах.

С целью изучения возобновительной динамики коренных ельников была заложена серия постоянных пробных площадей (14 ППП) в разных типах леса с различным возрастным строением и с учетом степени нарушенности древостоев. Характеристика природных условий Парка и объектов исследования содержится в работах В.А. Ананьева [1,2].

Рассмотрим динамику основных таксационных показателей в древостоях различной степени нарушенности. В 2000 году (до ветровала) в относительно разновозрастном ельнике черничном перестойная часть насаждения (с возрастом 160–350 лет) представлена значительным числом стволов (355 шт/га) и запасом 156 м<sup>3</sup>/га. В течение первых 5 лет (2000–2005 гг.) после ветровала наблюдается интенсивное снижение запаса, особенно в еловой части древостоя. Общий запас за этот промежуток времени сократился на 13 %, ели на 19 %. Снижение запаса обусловлено значительным отпадом, который составил 74 дерева на 1 га с запасом 37,7 м<sup>3</sup>/га, что превышает величину отпада в ненарушенных древостоях почти в 4 раза (10,4 м<sup>3</sup>/га). Доля ели по числу стволов и запасу составила соответственно 88 и 83 % от общего количества и объема отпада. Здесь следует отметить, что отпад ели в основном представлен сухостойными деревьями, поврежденными короедом типографом. В течение последующих 8 лет (2006–2013 гг.) наблюдается стабилизация основных таксационных показателей, величина годового отпада снижается, и общий запас древостоя практически не изменился.

Наиболее существенные изменения таксационных показателей наблюдаются в абсолютно разновозрастном ельнике черничном, расположенном вблизи с участком массового ветровала. Общий запас, полнота и число стволов в данном насаждении снизились вдвое. Общая величина отпада за первое пятилетие составила 141,7 м<sup>3</sup>/га. На долю бурелома приходится 3,9 %, ветровала – 0,1 %, сухостоя – 96,0 %.

На данном участке наблюдается интенсивное пополнение древостоя за счет подроста, достигшего пересчетных размеров (диаметр на высоте груди 6,1 см и более). За 15-летний период наблюдений число стволов за счет подроста увеличилось на 154 дерева на 1 га и в целом основная часть елового древостоя, несмотря на значительный отпад, полностью восстановилась. Существенно изменилась возрастная структура древостоя, произошло его омоложение. На долю молодого поколения ели с возрастом 41–80 лет

приходится 59 % от общего числа древостоя ели (в ненарушенном – 39 %). Смены преобладающей породы даже на участках интенсивного ветровала и повреждения короедом не наблюдается. В связи со значительным снижением сомкнутости древесного полога в напочвенном покрове появились светлюбивые виды, такие как *Rubus idaeus*, *Lathyrus vernus*, *Vicia cracca*.

Таким образом, ветровалы и воздействие короеда существенным образом влияют на устойчивость коренных лесов. Выявлено, что в результате ветровала и последующего воздействия короеда типографа в коренных еловых лесах величина отпада за 15-летний период наблюдений составили – 32–142 м<sup>3</sup>/га (в ненарушенных – 15 м<sup>3</sup>/га). Смены преобладающей породы не происходит. Восстановление числа стволов в древостоях после ветровала идет за счет подроста, достигшего перечетных размеров. Даже на участках, где количество деревьев сократилось вдвое, через 15 лет наблюдается полное восстановление численности ели, омоложение древостоя идет за счет пополнения молодой елью в возрасте 41–80 лет.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ананьев В.А., Раевский Б.В.* Характеристика лесов национального парка «Водлозерский» // Национальный парк «Водлозерский»: Природное разнообразие и культурное наследие. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. С. 111–116.

2. *Ананьев В.А., Раевский Б.В., Грабовик С.И.* Коренные еловые леса НП «Водлозерский»: структура, динамика и состояние // Водлозерские чтения: Естественнонаучные и гуманитарные основы природоохранной, научной и просветительской деятельности на охраняемых природных территориях Русского Севера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. С. 88–93.

### **СТРУКТУРНО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТАЛЛОМОВ ЛИШАЙНИКА *LOBARIA PULMONARIA* (L.) HOFFM. В ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВАХ С РАЗНОЙ ДАВНОСТЬЮ НАРУШЕНИЯ (ЮЖНАЯ КАРЕЛИЯ)**

**Андросова В.И., Чирва О.В., Марковская Е.Ф.**

*Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск,  
vera.androsova28@gmail.com*

*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. – лобария легочная (сем. *Lobariaceae*, пор. Ascomycetina) является одним из давно известных для науки видов лишайников, упомянутых еще в издании «Виды растений» (1753) Карла Линнея. В настоящее время этот вид находится под угрозой исчезновения на большей части территории Европы и внесен в Красные книги многих стран, в том числе и регионов России. Этот крупный эпифитный листоватый лишайник с широким ареалом, охватывающим значительную часть

Голарктики, является популярным модельным объектом экологических исследований, большинство из которых направлены на выявление причин ограничения в распространении этого вида и его уязвимости. Он чувствителен к изменениям условий местообитания, в том числе вызванных изменениями структуры лесного сообщества [5] и считается индикаторным видом малонарушенных лесов [6]. На сегодняшний день структурно-функциональные особенности талломов лобарии легочной на разных стадиях онтогенеза в сообществах с разной давностью нарушения, остаются недостаточно изученными, а на территории Северо-Запада России подобные исследования ранее не проводились. Вместе с тем, они вносят вклад в решении вопроса о причинах уязвимости этого редкого охраняемого вида к изменению условий местообитания, вызванных, в том числе, и антропогенным воздействием. Целью настоящего исследования является изучение структурно-функциональных особенностей лишайника *Lobaria pulmonaria* на разных стадиях онтогенеза в лесных сообществах с разной давностью нарушения (южная Карелия).

В основу работы легли материалы, собранные в июне 2016 года на территории заповедника «Кивач», Петрозаводского городского округа и заказника «Заозерский». Образцы талломов были собраны с пробных площадей размером 1 га (100 x 100 м), заложенных Р.В. Игнатенко и В.Н. Тарасовой [1, 2], на которых были выполнены полные геоботанические описания сообществ [4] и определены давности последнего нарушения, согласно которому сообщества были отнесены к разным категориям: 1 – давность последнего нарушения 110 лет; 2 – 160–170 лет; 3 – 210–250 лет. В лаборатории ПетрГУ определение содержания фотосинтетических пигментов проводилось спектрофотометрическим методом с приготовлением спиртовых вытяжек, измерение параметров флуоресценции хлорофилла проводилось на компактном портативном импульсном флуориметре (WALZ JUNIOR PAM), анатомические особенности талломов лишайников (общая толщина, толщина корового слоя, толщина альгального слоя, доля альгального слоя, размеры клеток водорослей) анализировались с помощью приготовления срезов (Axio Scope A1). Все измерения были выполнены на образцах талломов всех функционально-возрастных групп, выделенных И.Н. Михайловой [3], в разных частях таллома (край лопасти, середина, основание) в трехкратной повторности.

Согласно полученным данным, максимальная толщина талломов вида *L. pulmonaria* –  $321,6 \pm 31,9$  мкм отмечена для фертильных талломов в сообществах 3 категории, минимальная –  $111,4 \pm 2,1$  мкм – для стерильных 1 категории сообществ. Доля альгального слоя у талломов разных онтогене-

тических стадий варьировала в пределах 11–19 % и достоверно не отличалась. Содержание фотосинтетических пигментов (хлорофилл (a+b), каротиноиды) в талломах из разных сообществ разной категории составило (мг г<sup>-1</sup> сух. массы): 1 категория – 0,913±0,311, 0,098±0,01; 2 категория – 0,251±0,151, 0,441±0,301; 3 категория – 0,201±0,042, 0,371±0,010. Наименьшая устойчивость функционирования фотосинтетического аппарата установлена для талломов *L. pulmonaria* иммагурной стадии развития (стерильных) и для молодых участков талломов. Показатели стабильной работы фотосинтетического аппарата получены для фертильных талломов генеративной стадии онтогенеза. Низкие значения показателей флуоресценции хлорофилла – ETR, YII и отношения Fv/Fm стерильных и сенильных талломов *L. pulmonaria* в сообществах с давностью нарушения 110 лет, свидетельствуют о том, что талломы этих функционально-возрастных групп находятся в стрессовом состоянии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Игнатенко П.В., Тарасова В.Н. Состояние популяции охраняемого лишайника лобария легочная (*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.) в растительных сообществах Петрозаводского городского округа // Ученые записки ПетрГУ. 2014. № 8 (145). С. 26–30.
2. Игнатенко П.В., Тарасова В.Н. Состояние популяций охраняемого лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. при разном уровне антропогенной нагрузки // Ученые записки ПетрГУ. 2015. № 8 (153). С. 57–64.
3. Михайлова И.Н. Анализ субпопуляционных структур эпифитных лишайников (на примере *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.) // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачева. 2005. № 1, Вып. 9. С. 124–134.
4. Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИХимии СПбГУ. 2002. 240 с.
5. Gauslaa Y., Lie M., Solhaug K.A., Ohlson M. Growth and ecophysiological acclimation of the foliose lichen *Lobaria pulmonaria* in forests with contrasting light climates // Oecologia. 2006. Vol. 147. P. 406–416.
6. Rose F. Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodlands. In: Brown, D. H., Hawksworth, D. L. & Bailey, R. H. (eds.) Lichenology: progress and problems. Academic Press, London, 1976. P. 279–307.

## МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВ СОСНОВЫХ И ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ

Ахметова Г.В.

Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
akhmetova@krc.karelia.ru

Почва является основным источником микроэлементов для живых организмов, их недостаточное или избыточное содержание негативным образом сказывается на жизнедеятельности растений и животных. При повышенных

концентрациях большинство микроэлементов относятся к опасным загрязняющим веществам – тяжелым металлам. Таким образом, сведения о содержании микроэлементов в почвах, с одной стороны, необходимы для оценки потребности в них растений, а с другой – для решения задач охраны почв от загрязнения.

Считается, что сосна обыкновенная неприхотлива к почвенным условиям, поэтому сосновые леса более широко распространены на территории Восточной Фенноскандии, где преобладают песчаные почвообразующие породы, которые бедны питательными веществами.

Сосновые леса среднетаежной подзоны Восточной Фенноскандии формируются на различных почвах: литоземах, подзолах, подбурах, подзолистых почвах, а также буроземах. Наиболее типичные почвы, на которых произрастают сосновые леса, это подзолы и подбуры легкого гранулометрического состава. Данные почвы бедны микроэлементами, наиболее низкое содержание их отмечается в почвах, сформированных на озерных и ледниковых песках – подзолах иллювиально-железистых. Отмечается особенно низкое количество относительно кларковых [2] и фоновых величин [4], меди (до 5–10 мг/кг), никеля (10 мг/кг), кобальта (до 5 мг/кг) и хрома (20 мг/кг). Чуть большие концентрации изучаемых микроэлементов отмечены в подзолах на песчаной и супесчаной морене, формирующихся под сосняками черничными.

Выявлены тесные связи между типом лесной растительности и запасом гумуса и элементами минерального питания [3]. Однако, не было обнаружено строгой закономерности в изменении содержания микроэлементов в ряду сосняков, так как важнейший фактор, который оказывает влияние на уровень содержания микроэлементов в минеральных горизонтах почв, это минеральный и гранулометрический состав почвообразующие пород.

Еловые леса более требовательны к условиям произрастания и формируются чаще всего на почвах более тяжелого гранулометрического состава. Почвы – литоземы, подбуры, подзолистые почвы, глееземы, а также буроземы. Основными почвообразующими породами почв под еловыми лесами являются элюво-делювий горных пород основного химического состава, супесчаная и суглинистая морена, а также слоистые глины.

Среди еловых лесов на территории Восточной Фенноскандии наиболее часто формируются ельники черничные, которые произрастают на широком спектре почв, однако, наиболее типичными для них являются подзолистые почвы. Данные почвы отличаются более высокими значениями содержания микроэлементов (в 1,5–2 раза) по сравнению с подзолами.

В местах распространения еловых лесов на ленточных озерно-ледниковых глинах и суглинках (в основном это ельники травяно-черничные) формируются глееземы. Содержание микроэлементов в данных почвах характеризуются повышенным уровнем, относительно фоновых и кларковых величин отмечается особенно высокие значения цинка (до 70 мг/кг), хрома (до 90 мг/кг) и марганца (до 500 мг/кг). Данные почвы могут считаться достаточно обеспеченными микроэлементами, однако из-за избыточного увлажнения, лесорастительные свойства их менее благоприятны, чем почвы, сформированных на менее богатых микроэлементами породах, но расположенных в условиях хорошего дренажа.

Под еловыми лесами на суглинках и морене обогащенной элюво-делювием диабазов, на территории Приладожья, Заонежья и в Пудожском районе Карелии формируются буроземы. Данные почвы характеризуются самыми высокими значениями содержания микроэлементов. Отмечаются высокие, превышающее почвенные кларки и фоновые значения, концентрации цинка (до 80 мг/кг), меди (до 100 мг/кг) и никеля (до 50 мг/кг).

*Данные получены при использовании оборудования аналитической лаборатории ИЛ КарНЦ РАН.*

*Представленный материал был получен при выполнении государственного задания ИЛ КарНЦ РАН (0220-2014-0008).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ахметова Г.В.* Особенности содержания микроэлементов в лесных почвах трех типов ландшафтов среднетаежной подзоны Карелии // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. № 4. 2009. С. 49–53.
2. *Виноградов А.П.* Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 239 с.
3. *Морозова Р.М., Федорец Н.Г.* Земельные ресурсы Карелии и их охрана. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004. 152 с.
4. Почвы Карелии: геохимический атлас / Федорец Н.Г., Бахмет О.Н., Солодовников А.Н., Морозов А.К. М.: Наука, 2008. 47 с.
5. Тяжелые металлы в почвах Карелии / Отв. ред. Г.В. Ахметова. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. 222 с.
6. Эколого-геохимические и биологические закономерности почвообразования в таежных лесных экосистемах. / Ред. Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. 176 с.

## ПРОДУКТИВНОСТЬ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ОСУШЕННЫХ БОЛОТАХ

Бабилов Б.В., Субота М.Б., Богданова Л.С.

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург. Subota\_m@mail.ru*

Осушение болот, а точнее их гидромелиорация, является надежным, а скорее единственно возможным в наших условиях, способом повышения продуктивности лесов. Переувлажненные земли в лесном фонде России занимают более 200 млн. га. среди них болота около 130 млн.га. Болота разные, среди них богатые эвтрофные занимают около 57 млн. га, а также 16 млн. га. богатых мезотрофных торфяников.

Исследования, результаты которых здесь рассматриваются, проведены на эвтрофном, мезотрофном и окрайке олиготрофного болот. Изучался рост древостоев естественного происхождения и лесных культур.

Изучению лесовыращивания на осушенных болотах посвящены многие работы (С.Э. Вомперский, Б.В. Бабилов – в Ленинградской области, Г.Е. Пятецкий в Карелии, А.С. Чиндяев на Урале и др.).

Настоящие исследования выполнены на постоянных пробных площадях с многократной периодической таксацией, проводимой на протяжении почти 60 лет. Культуры сосны созданы посадкой двухлетних сеянцев сосны по пластам, образовавшихся при устройстве борозд, проведенным через 3–4 м. Пласты были прикатаны гусеницами трактора С-80, образовались широкие до 50 см, свободные от растительности полосы. Все борозды выведены в сеть осушительных каналов, обеспечивая постоянный отвод воды. В создании настоящих исследуемых лесных культур в 1959 году принимал участие один из авторов работы Б.В. Бабилов.

По возрасту культуры сосны и естественный древостой различаются на 10–15 лет. Однако показатели роста их различаются существенно. Культуры сосны в настоящее время оцениваются I кл. бонитета, древостои естественного происхождения имеют II–III класс. (таблица1).

Определяющим фактором эффективности роста леса является богатство торфа. Еще в 1869 г. П.И. Жудра отмечал: «если успешному росту леса препятствует только избыток воды, осушение дает высокий эффект». Показатель богатства торфа характеризуется зольностью, что давно было показано в работах Х.А. Писарькова и С.Э. Вомперского. Культуры сосны при зольности торфа в настоящее время 20–25 %, в год создания лесных культур зольность колебалась в пределах 18–15 %, растут по **I–Iа классу бонитета, естественные древостои** при более низкой зольности оценивают II–III классом бонитета.

Таблица 1. Характеристики сосновых древостоев

Возраст, лет	Средние		полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га	Годичный прирост, м <sup>3</sup> /га	Класс бонитета
	Н, м	Д, см				
Бедное переходное болото, зольность 3,5 %						
70	18,4	15,8	0,67	263	3,2	III
Богатое переходное болото, зольность 5,6 %						
70	22,5	20,1	0,79	326	4,6	II
Культуры сосны, зольность более 20 %						
57	26,7	21,7	1,08	525	9,2	I

Можно полагать, что более высокий запас насаждений 525 м<sup>3</sup>/га (табл.) определяется высокой полнотой древостоя, в определенной степени это так. Однако, изреженные рубками ухода в опытных целях культуры сосны с долей вырубки по запасу 50 %, в 27-летнем возрасте, через 15 лет после рубок ухода в 47-летнем возрасте при полноте 0,8 имели запас 330 м<sup>3</sup>/га, а в насаждении, не пройденном рубками, запас был выше всего на 10–15 %.

Следовательно, фактором, определяющим рост запаса древостоя, при прочих равных условиях является не полнота древостоя, а богатство торфа. Поэтому при осушении (гидромелиорации) болот для лесовыращивания необходимо использовать богатые евтрофные и мезотрофные торфяники.

С годами, как доказывает опыт, среди созданных культур может появляться самосев березы и осины, что может вытеснить сосну. Поэтому в 10–15-летнем возрасте культур может быть необходимым удаление лиственных пород.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ЛАНДШАФТОВ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА)**

**Байбар А.С., Харитонова Т.И.**

*МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, baybaranastasia@yandex.ru, kharito2010@gmail.com*

Методы дистанционного зондирования и дендрохронологического анализа широко используются при мониторинге продуктивности лесов. [1][2] Оба метода являются косвенными и отражают ход продуктивности различных элементов леса. Спутниковые данные характеризуют, главным образом, биомассу листвы, дендрохронологические данные описывают прирост древесины, в то время как лес представляет собой сложную экосистему с различными формами жизни и ярусами растительности. Совместный анализ

динамики вегетационного индекса (NDVI) и радиального прироста древесины, его сопоставление со значениями чистой продукции экосистемы (NEP), полученными методом турбулентных пульсаций, позволяет проверить точность этих методов для оценки продуктивности всей экосистемы.

Отбор древесных кернов проводился в Центральном лесном заповеднике (Тверская область, РФ) на четырех лесных площадках: в ельнике сфагново-черничном (ЕСЧ), ельнике неморальном (ЕН), сосняке осоково-сфагновом (СОС) и разреженном сосняке на болоте Старосельский Мох (СТРМ), в непосредственной близости от которых установлены вышки измерения потоков углерода. По принятой методике [3] кривые годового прироста деревьев прошли процедуру перекрестного датирования и разложения на средне- и высокочастотные (индексы радиального прироста) составляющие. [3] На основе 44 безоблачных снимков Landsat 4–5 и 8 изображений Landsat 8 рассчитаны индексы NDVI в радиусе 30 и 90 метров от точек отбора с 1985 по 2016 год. Установлено, что NDVI в окрестностях 30 метром показал более высокую достоверность.

Результаты корреляционного анализа показали, что во всех урочищах, кроме разреженного сосняка на болоте Старосельский мох, прослеживается статистически достоверная отрицательная зависимость между вегетационными индексами и радиальными приростами, то есть активная вегетация приводит к уменьшению приращения древесины (ЕСЧ –  $R^2=0,49$ , СОС –  $R^2=0,75$ , ЕН –  $R^2=0,71$ , СТРМ –  $R^2=0,09$ ). Отрицательная зависимость определяется, главным образом, за счет среднечастотных колебаний прироста деревьев и NDVI – прослеживается тенденция к увеличению во времени годового радиального прироста и снижению значений NDVI. На уровне высокочастотных колебаний достоверной связи между параметрами нет. Таким образом, можно заключить, что годовые колебания прироста деревьев и объема листовой массы независимы друг от друга и при моделировании продукции всей экосистемы должны учитываться как самостоятельные переменные.

Вклад радиального прироста и листовой массы деревьев в чистую первичную продукцию (NEP) лесных экосистем оценивался, в силу ограниченных данных, на коротком ряду (с 1998 по 2014 гг.) и поэтому не может быть статистически достоверным, но может демонстрировать характер связи. Установлена невысокая положительная корреляция ( $r = 0,27$ ) между значениями NEP и NDVI, и достаточно высокая ( $r = 0,74$ ) между чистой продукцией экосистемы и сырыми приростами деревьев. Установлено, что на уровне высокочастотных колебаний отсутствует корреляция между чистой продукцией экосистемы, NDVI и индексами радиального прироста. ( $R^2 = 0,03$  между NDVI и  $R^2 = 0,018$  между индексами радиального прироста деревьев и NEP). При рассмотрении среднечастотных колебаний выявлено полное совпадение

трендов изменения NEP и NDVI из года в год. ( $R^2 = 1$  для участка 30x30 метров и  $R^2 = 0,97$ ) Установлена квадратичная зависимость между среднечастотными колебаниями NEP и радиальными приростами древесины.

Ход значений чистой продукции, восстановленный на основании множественной регрессии по годовому приросту древесины и NDVI, имеет большую схожесть со значениями NEP, измеренными методом турбулентных пульсаций ( $R^2 = 0,49$ ).

Проведя данное исследование, были сделаны следующие выводы: 1. Индексы радиального прироста и высокочастотный NDVI независимы друг от друга, то есть они должны выступать самостоятельными переменными при оценке продуктивности экосистемы. 2. На коротком временном периоде установлена тесная связь чистой продукции экосистемы, измеренной методом турбулентных пульсаций, с вегетационными индексами и радиальным приростом деревьев на уровне-среднечастотных колебаний. То есть в ежегодные флуктуации значений NEP вносит шум ряд второстепенных факторов, таких как прирост биомассы нижних ярусов растительности, запаздывание радиального прироста деревьев относительно прироста листовой массы и др., но на уровне среднечастотных колебаний этот шум сглаживается и чистая продукция ельника сфагново-черничного может быть достоверно описана изменением NDVI и годовым приростом древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяконов К.Н. Дендрохронологические методы в исследованиях динамики и функционирования // Вопросы географии. Т. 138. Горизонты ландшафтоведения. – Издательский дом «Кодекс» Москва, 2014. С. 271–295.
2. Лопатин Е.В. Методика оценки динамики прироста основных лесообразующих пород по временным сериям космических снимков // Учен. зап. Петрозавод. гос. ун-та. Сер. Естеств. и техн. науки. 2013, № 8 (137). С. 58–63.
3. E.R. Cook A time series analysis approach to tree ring standardization – University of Arizona, 1985

## **ВЛИЯНИЕ КОПЫТНЫХ НА ЛЕСООБРАЗУЮЩИЕ И ПОДЛЕСОЧНЫЕ ПОРОДЫ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ И ПРИ ПОЛУВОЛЬНОМ СОДЕРЖАНИИ**

**Белкин В.В., Панченко Д.В., Федоров Ф.В.**

*Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, danja@inbox.ru*

В работе рассматриваются материалы изучения трофических связей копытных животных с древесно-кустарниковой растительностью в естественных условиях европейской тайги (лось) и при полувольном содержа-

нии кабана и чужеродных видов (европейский благородный олень, марал, сибирская косуля) в подзоне средней тайги.

Анализируются результаты учетов поврежденных растений (заломы вершин, задиры коры, объедание боковых побегов) в основных кормовых угодьях лося – на зарастающих вырубках и культурах сосны после проведения лесной и болотной мелиорации. Показано отличие отдельных зон осушения (интенсивной, экстенсивной, кавальер магистральных канав) по разнообразию и запасам веточных кормов лося.

Прослежены особенности кормовой базы и характера повреждений растений копытными после первого года и нескольких лет их содержания в больших загонах. Выявлен характер роющей деятельности кабана, видовые особенности питания европейского благородного оленя, марала и сибирской косули и повреждаемость ими лесообразующих и подлесочных пород. Показаны зависимости характера повреждения растений от их представленности в угодьях высоты и диаметра ствола, продолжительности содержания животных в загонах. Рассматривается возможность проявления конкурентных отношений при совместном обитании видов.

Изучены последствия влияния копытных на древостои при полувольном содержании большого поголовья животных и вопросы охраны лесов на ограниченных территориях охотничьих хозяйств такого направления хозяйственной деятельности.

*Работа выполнена в рамках государственного задания (№ 0221-2414-0037), Программы Президиума РАН (№ 0221-2015-0004) и при финансовой поддержке ООО «Охотничье хозяйство “Черные камни”».*

## **ПРОЯВЛЕНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ СЕВЕРА**

**Беляев В.В., Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б.**

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН, Архангельск, beljaew29@mail.ru*

В течение длительного времени лесное хозяйство ведется на зонально-типологической основе. В то же время одноименные типы леса в пределах подзоны тайги по продуктивности в спелом возрасте отличаются на один и более класс бонитета, т.е. различия по запасу древесины составляют свыше 100 м<sup>3</sup>/га. Использование в данном случае зонально-типологической концепции не объясняет распространение в сходных условиях местопроизрастания насаждений разной продуктивности. Проведенные исследования показали, что лесные насаждения, произрастающие в зонах с разной вели-

чиной конвективного теплового потока Земли, очень существенно отличаются по продуктивности (различия в запасах древесины достигают  $70 \text{ м}^3$  на  $1 \text{ га}$ ), хотя сходны по типу леса, возрасту и составу древостоя [1]. Известно, что наиболее активным структурообразующим элементом геологической среды являются тектонические разломы. С увеличением числа пересекающихся разломов увеличивается вертикальная высокопроницаемая область, которая обеспечивает коро-мантийное взаимодействие и постоянный приток флюидов и глубинных газов, т.е. возникает глубинный стволочный канал повышенного теплообмена. Кроме того, установлено, что над тектоническими узлами располагается стационарный минимум атмосферного давления [2]. Последнее обстоятельство мы и учитывали, начиная исследования по влиянию тектонических узлов на биоту, так как атмосферное давление связано с выпадением осадков. Полученные результаты показали, что в центре узлов осадки выпадали практически в два раза реже, а их количество на  $20\text{--}26 \%$  меньше [3]. Аналогичная закономерность установлена и по мощности снежного покрова. На территории этого же узла в направлении от центра к периферии были отобраны образцы почвы  $30\text{-ти}$  сантиметрового слоя в сосняках лишайниково-брусничных. В лабораторных условиях в данных образцах определено содержание важнейших микроэлементов. Предварительные результаты показывают, что их содержание между центром и периферией существенно различается. При изучении влияния тектонических узлов на ресурсы лесных ягод было установлено, что в центре узла урожайность брусники составляет  $2,32 \pm 0,41 \text{ г/м}^2$ , черники –  $5,92 \pm 0,96 \text{ г/м}^2$ ; что значительно меньше, чем на периферии –  $10,88 \pm 1,24$  и  $17,44 \pm 2,52 \text{ г/м}^2$  соответственно. Аналогично изменяется и количество ягод: в центре брусники обнаружено  $9,32 \pm 1,44 \text{ шт./м}^2$ , черники –  $22,32 \pm 3,61 \text{ шт./м}^2$ ; на периферии –  $54,68 \pm 8,49$  и  $76,48 \pm 9,41 \text{ шт./м}^2$  соответственно. Так, урожайность брусники на  $1 \text{ м}^2$  в центре на  $79 \%$  ниже, чем на периферии, черники – на  $66 \%$ ; количество ягод брусники на  $1 \text{ м}^2$  в центре на  $82 \%$  ниже, чем на периферии, черники – на  $71 \%$ . Отмечены различия в содержании микроэлементов и витамина С в плодах черники и брусники в зависимости от расположения зарослей по отношению к тектоническому узлу [4]. В насаждениях ели и сосны в черничных и брусничных типах леса, произрастающих на территории тектонического узла, показатели макростроения (доля поздней древесины, ширина годичного слоя) существенно отличаются от контроля. Также отмечены различия в толщине клеточной стенки ранней и поздней древесины [5]. Установлено пространственное совпадение листовничных насаждений не только с выходами карстовых пород, но и с узлами пересечения тектонических дислокаций. Наличие карстующихся пород нивелирует различия между подзонами тайги, что позволяет говорить о перспек-

тивности создания культур лиственницы в карстовых ландшафтах как в средней, так и в северной подзоне, в которых будет формироваться высококачественная древесина [6].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Беляев В.В.* Влияние конвективного теплового потока Земли на лесорастительные условия // Вестник ПГУ. 2003, №1(3). С.23–29.
2. *Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б.* Разломно-блоковая тектоника и ее роль в эволюции литосферы // Литосфера и гидросфера Европейского Севера России. Геоэкологические проблемы. Екатеринбург, 2001, С. 68–113.
3. *Беляев В.В., Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б.* Влияние узлов тектонических дислокаций на характер выпадения осадков в лесных экосистемах // Вестник Поморского государственного университета. Сер. «Естественные и точные науки», 2009. № 2. С. 45–50.
4. *Старицын В.В.* Оценка влияния геоэкологических условий (на примере тектонических узлов) на состояние ресурсов лесных ягод Архангельской области. автореф. дис. ... канд. с-х. наук. Архангельск, 2013. 19 с.
5. *Беляев В.В., Неверов Н.А.* О влиянии тектонических узлов на строение и свойства древесины сосны и ели в Архангельской области // Вестник Крас.ГАУ. 2016. Вып. 4. С.101–106.
6. *Неверов Н.А.* Качество древесины лиственницы в естественных древостоях Архангельской области автореф. дис. ... канд. с-х. наук. Архангельск, 2012. 19 с.

## РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ ЛЕСНОЙ БИОЦЕНОЛОГИИ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ РОССИИ

**Бобкова К.С., Галенко Э.П., Тужилкина В.В., Сенькина С.Н., Осипов А.Ф.,  
Кузнецов М.А., Кузин С.Н.**

*Институт биологии КомиНЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, bobkova@ib.komisc.ru*

Леса северного района европейской части Российской Федерации – это лесные массивы Архангельской, Вологодской, Мурманской областей, Республик Карелия и Коми – имеют большое экономическое значение и выполняют важную средообразующую роль в Северном полушарии. Таежная зона этой территории подразделяется на подзоны: крайне северную, северную, среднюю и южную. Лесопокрытая площадь в регионе составляет порядка 70 млн га, из них хвойные – 80 %.

Центральная проблема лесной биогеоценологии – это изучение структурно-функциональной организации экосистем, включающих их компоненты и связи между ними. Теоретической основой этих исследований является системный анализ, а экспериментальной базой служат режимные наблюдения, охватывающие комплекс экологических, фитоценологических и физиологических процессов. На основе анализа обширной литературы в докладе будут представлены основные теоретические разработки лесной био-

ценологии, полученные на основе многолетних стационарных исследований в лесных сообществах рассматриваемого региона, проводимых с 60-х годов XX века. Характеризуются строение и структура древостоев хвойных насаждений, обсуждаются эколого-физиологические основы продукционного процесса фитоценозов, зональные закономерности обмена вещества и энергии в системе почва-фитоценоз-атмосфера. Накопленные к настоящему времени материалы по запасам фитомассы в хвойных и лиственно-хвойных сообществах различных подзон европейского Севера России позволяют представить емкость круговорота органического вещества по растительным ярусам с учетом эдификаторов в обменных процессах. Следует отметить, что хвойные фитоценозы обладают высокой продуктивностью благодаря длительному накоплению «капитала», т.е. органического вещества. Так, общие запасы фитомассы в хвойных насаждениях различных подзон в зависимости от типа леса изменяются от 45 до 260 т га<sup>-1</sup>, в которых аккумулируется от  $0,6 \times 10^{12}$  до  $4,5 \times 10^{12}$  Дж га<sup>-1</sup> энергии. Продукция органического вещества хвойных древостоев в притундровой зоне изменяется от 0,6 до 5,0, в северной тайге от 2,5 до 7,5, в средней тайге от 2,9 до 9,6, в южной тайге от 7,0 до 11,0 т га<sup>-1</sup>. Коэффициент утилизации ФАР на текущую продукцию древесного яруса северотаежных фитоценозов не превышает 1,2, среднетаежных – 1,6 %. Наибольший вклад в накоплении органического вещества в процессе фотосинтеза вносит хвоя первых трех лет жизни из верхней и средней частей кроны. Активный водообмен происходит в хвое первых четырех лет жизни.

Анализируется роль отдельных экологических факторов в биопродукционном процессе, в частности, в сезонном и суточном росте вегетативных органов, в фотосинтетической активности, в водном обмене, в динамике биохимического состава тканей сосны и ели, и, в целом, в продуктивности фитоценозов различных типов. Показано, что основную роль в развитии растительных сообществ Севера таежной зоны выполняют почвенно-экологические факторы. Выявлено, что круговорот минеральных элементов между почвой и растительностью в хвойных биогеоценозах как в северной, так и в средней тайге замедленный, ограничен биологическим ярусом (фитоценоз-подстилка). Производные лиственные и лиственно-хвойные экосистемы, формирующиеся после рубок, характеризуются более интенсивными, чем хвойные обменными процессами в системе почва-фитоценоз. Выявлены адаптационные способности сосны и ели, способствующие устойчивому развитию хвойных фитоценозов на Севере.

Определены пулы и потоки углерода в основных типах лесных экосистем северной и средней подзон тайги. Соотношение поступающего потока и эмиссии CO<sub>2</sub> показывает, что большинство типов еловых и сосновых со-

обществ служат местом, хотя и слабого, но стока углерода. Лишь в отдельные периоды развития спелые и перестойные хвойные насаждения заболоченных типов могут служить слабым его источником.

В лесных экосистемах Северного района в процессе фотосинтеза ежегодно связывается 143 млн. т углерода, что составляет около 20 % атмосферного углерода, депонируемого лесами России. В лесных сообществах Республики Коми и Архангельской области главная роль в накоплении углерода принадлежит еловым, в Республике Карелия – сосновым, в Вологодской области – лиственным фитоценозам. В Мурманской области в стоке углерода сосновые, еловые и лиственные выполняют почти равноценную роль.

## **ИСТОРИЯ ПОЖАРОВ В ЛЕСАХ ПРЕДГОРНОГО УЧАСТКА ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО ЗАПОВЕДНИКА ПО ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ**

**Бобровский М.В.<sup>1</sup>, Спаи Т.П.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино, maxim.bobrovsky@gmail.com;*

*<sup>2</sup>Пушкинский государственный естественно-научный институт, Пушкино, tatyana.crex1995@yandex.ru*

На территории Предгорного участка Печоро-Илычского заповедника (Троицко-Печорский район республики Коми) сохранились крупные массивы малонарушенных бореальных лесов. При этом в них повсеместно можно встретить следы пожаров в виде пожарных подсушин на стволах сосен или углей в почве [3]. Знание истории пожарных воздействий необходимо для понимания причин современного экосистемного и видового разнообразия этих уникальных лесов.

Несмотря на большое число работ, посвященных исследованию природы заповедника, изучение истории пожаров на территории Предгорного участка здесь было начато сравнительно недавно. На основе визуального дешифрирования космических снимков и анализа архивных материалов А.А. Алейниковым с соавторами [1] была описана история пожаров на предгорном участке Печоро-Илычского заповедника для последних 150 лет. При этом детальных дендрохронологических исследований на этом участке заповедника не проводилось. Ранее дендрохронологический метод применяли при изучении истории пожаров на участках, расположенных ниже по течению р. Печоры [2, 4].

Цель настоящей работы – реконструкция истории пожаров в лесах на территории Предгорного участка Печоро-Илычского заповедника. В тези-

сах представлены результаты изучения пожаров в сосновых лесах в районе бывшей д. Собинская Заостровка, а сейчас кордона заповедника Собинский (61°59' с.ш., 58°0' в.д.). Были изучены пять участков водоразделов, расположенных по левому берегу р. Кедровка (левый приток р. Печора) и разделенных ее притоками. Поскольку в заповеднике невозможно изучение возрастных колец на спилах, подсушины изучали по кернам, которые отбирали с помощью возрастного бурава. В 2014 г. М.В. Бобровским на трансекте длиной 5 км были отобраны 160 кернов из 72 стволов *Pinis sylvestris* и четырех – *Larix sibirica*. Керна препарировали и затем определяли возраст при помощи подсчета годовых колец по изображению после сканирования; хронологию сложных участков уточняли с помощью бинокуляра. Определение возраста образования пожарных подсушин по кернам не дает такой точности, как изучение спилов, однако при достаточно большом объеме выборки можно надеяться на выявление периодов пожаров, повредивших значительное число деревьев.

На основной части территории сосны представлены несколькими поколениями, что является типичным для пирогенных сосновых ландшафтов. Хорошо выделяются три поколения деревьев с модальными диаметрами 20, 40 и 65 см. На большинстве стволов сосен хорошо различимы пожарные подсушины, высота которых в основном составляет 0,5–2 м, но иногда достигает нескольких метров.

Возраст пожаров удалось определить для подсушин на 154 кернах из 76 деревьев. Для каждого участка были построены пожарные хронологии. Была также построена общая пожарная хронология для исследованной территории, длительность которой составила 327 лет. Установлены даты более 30 пожаров. Средний пожарный интервал на изученной территории менее 10 лет. С конца XVII века до 1830-х годов пожары на исследуемом участке были единичны. Частота пожаров увеличилась в 1830, а затем в 1880 годах, вероятно в связи с русской колонизацией региона. Наиболее значительное увеличение числа пожарных отметин приходится на время создания заповедника, который был учрежден в 1930 г. За 300 лет частота и интенсивность пожаров были максимальными в 1930, 1950 и 1960-х годах. Абсолютный максимум числа пожарных отметин отмечен для 1959 г. В результате многократных пожаров был сформирован типичный пирогенный ландшафт с преобладанием сосновых лесов, древостой в которых представлен разновозрастными когортами.

*Авторы выражают благодарность руководству заповедника за предоставленную возможность проведения исследований; О.В. Смирновой, А.А. Алейникову и другим коллегам за помощь в организации и проведении исследований.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алейников А.А., Тюрин А.В., Симакин Л.В., Ефименко А.С., Лазников А.А. История пожаров в темнохвойных лесах Печоро-Илычского заповедника со второй половины XIX в. по настоящее время // Сибирский лесной журнал. 2015. № 6. 31–42 с.

2. Дробышев И., Ангельстам П., Маевски П., Никлассон М., Еггертссон О. Реконструкция лесных пожаров в сосновых лесах вблизи Якшинского участка Печоро-Илычского заповедника: предварительные результаты // Перспективы исследований девственных лесов Печоро-Илычского гос. природн. Заповедника: мат-лы науч.-методол. семинара. Сыктывкар, 2002. С. 29–35.

3. Смирнова О.В., Бобровский М.В., Ханина Л.Г., Смирнов В.Э. Сукцессионный статус старовозрастных темнохвойных лесов Европейской России // Успехи совр. биологии. 2006. Т. 126. № 1. С. 27–49.

4. Drobyshev I., Niklasson M., Angelstam P., Majewski P. Testing for anthropogenic influence on fire regime for a 600-year period in the Jaksha area, Komi Republic, East European Russia // Can. J. For. Res. 2004. V. 34. No. 10. P. 2027–2036.

## УСЛОВИЯ УСПЕШНОГО ИСКУССТВЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ХВОЙНЫХ В БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСАХ СЕВЕРА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)

Бобушкина С.В.<sup>1</sup>, Мочалов Б.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФБУ «СевНИИЛХ», Архангельск, svetlana-bobushkina@rambler.ru;

<sup>2</sup> С(А)ФУ им. М.В. Ломоносова, Архангельск, bmochalov@mail.ru

Основными причинами неудовлетворительного состояния лесных культур являются разные причины в зависимости от периода роста. В фазе приживания это могут быть некачественный посадочный материал с нарушением оптимального соотношения массы надземной части и массы тонких, физиологически активных корней, несоответствие типа почвы и способа ее подготовки требованиям биологии культивируемой породы, несоблюдение требований по выбору посадочного места и техники посадки. В условиях севера это приводит к увеличению отпада, вымоканию и выжиманию культур морозом. В фазе, предшествующей смыканию, основными факторами снижения сохранности и интенсивности роста культур являются недостаточность агротехнических уходов, зарастание листовыми породами, не своевременные рубки ухода или их отсутствие, повреждения мышам и животными [1, 3, 4, 6].

На севере искусственное восстановление леса проводится на больших площадях и часто далеко от населенных пунктов, что затрудняет проведение уходов за культурами, поэтому здесь очень важно свести к мини-

муму трудозатраты на эти обязательные мероприятия. Эта проблема может быть решена, прежде всего, правильной дифференциацией вида, возраста и размеров посадочного материала, приемов и параметров обработки почвы в соответствии с лесорастительными условиями [5]. Отмеченные предпосылки определяются биолого-лесоводственными и экономическими факторами, целевыми установками получения конечной продукции по программе закладки культур и выращивания древостоев.

Комплексные исследования на опытных объектах лесных культур сосны и ели ведутся с момента их закладки в 2000–2001 годах в среднетаежном районе Европейской части России (Каргопольский лесхоз) на вырубках с дренированной (10 га) и с периодически переувлажняемой почвой (2,25 га) и в северо-таежном районе (Ижемское лесничество Архангельского лесхоза) на участке ветровала ельника черничного с суглинистой почвой (2,4 га). В культурах заложено более 20 вариантов сеянцев сосны и ели 1–3 лет с открытыми корнями (ОК) и закрытыми корнями (ЗК, ПМЗК), саженцев сосны и ели 3–5-ти лет с ОК, выращенных в разных условиях и разбитых на группы размеров.

Цель работы – определение наиболее перспективных технологий и направлений лесовосстановления в условиях Севера.

Полученные материалы по оценке лесных культур показывают, что приживаемость (и устойчивость), рост и развитие их зависит от способов подготовки почвы, вида, возраста, размеров и качества посадочного материала. В обоих районах исследования все испытанные виды посадочного материала дали положительные результаты и с успехом могут использоваться при лесовосстановлении. В то же время четко установлено, что наибольшие показатели устойчивости, интенсивности роста и запаса древесины (более 70 куб. м/га) в 15-ти летнем возрасте получены в культурах сосны из 3-х летних саженцев, выращенных по интенсивной региональной технологии [2], на варианте с подготовкой почвы, обеспечивающей максимальное использование культурой естественного плодородия почвы. На вариантах с другими видами посадочного материала запас был меньше на 15–30 %.

При смыкании крон культуры в рядах отмечается снижение прироста по диаметру и высоте и в 10–15 лет необходимы уборка лиственных и первые приемы рубки ухода. Без своевременной уборки естественного возобновления лиственных на варианте реконструкции лиственного молодняка с посадкой по пластам сеянцев с закрытыми корнями и саженцев сосны к 15 годам сохранность сосны составила 30–36 %, что в 2,5–3 раза меньше, чем в культурах, а запас древесины был меньше в 10–20 раз.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Вараксин Г.С.* Оценка качества искусственного лесовосстановления на севере Иркутской области // Эколого-географические проблемы сохранения и восстановления лесов Севера. Тезисы докл. Всесоюзной науч. конференции, посвященной 280-летию со дня рождения М.В. Ломоносова. Архангельск, 1991. С. 227–230.
2. *Мочалов Б.А.* Рекомендации и технологические карты по выращиванию саженцев сосны и ели в питомниках северной и средней подзон тайги Европейской части России // Северный НИИ лесного хозяйства. Архангельск, 2005. 35 с.
3. *Мочалов Б.А.* Использование разных видов посадочного материала для лесовосстановления в зоне тайги Европейской части России // Вопросы таежного лесоводства на Европейском Севере: сб. науч. тр. СевНИИЛХ. Архангельск, 2005. С. 123–136.
4. *Мочалов Б.А., Сеньков А.О.* Рост сеянцев сосны с закрытыми и открытыми корнями в культурах таежной зоны // Лесной журнал. 2007. №4. С. 144–146. (Изв. высш. учеб. заведений).
5. *Пигарев Ф.Т.* Закономерности совокупного действия экологических факторов на рост и продуктивность растений // Материалы отчетной сессии по итогам НИР в десятой пятилетке (1976–1980). Архангельск: АИЛиЛХ, 1981. С. 54–56.
6. *Пигарев Ф.Т., Сенчуков Б.А., Беляев В.В.* Состояние и рост лесных культур в зависимости от вида, возраста и размера посадочного материала // Искусственное восстановление леса на севере. АИЛиЛХ. Архангельск, 1979. С. 85–97.

## О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ В ИЗУЧЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛОК

**Богатырев Л.Г., Бенедиктова А.И., Смагин А.В., Жилин Н.И., Земсков Ф.И., Галкин В.С., Карпунин М.М., Демин В.В.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, bogatyrev.l.g@yandex.ru*

Основные проблемы в области лесных подстилок сводятся к следующему. Первая проблема – это положение лесных подстилок в системе лесных биогеоценозов. Признано, что подстилка – незаменимый компонент, обеспечивающий функционирование лесного БГЦ, независимо от ее типологической принадлежности. Также можно утверждать, что подстилка по мере своего развития, формирования собственной системы горизонтов и процесса встраивания в минеральную толщу почвы, теряет свою самостоятельность и становится полноправной частью почвенного профиля. Вторая проблема, требующая решения – это отсутствие консенсуса в области классификации подстилок, что затрудняет сопоставление запасов органического вещества и репрезентативного сравнения их химического состава, приводимого различными авторами. Вряд ли подобное возможно относительно типов почв. В области классификации сформировалось два направления – первое из них основано на использовании ти-

пов лесного гумуса, второе – на морфологическом строении. Полное отождествление типов лесного гумуса и типов подстилок не совсем верно. Даже классификация Прусинкевича, на которую ссылался известный исследователь Л.О. Карпачевский, требует установления степени увлажнения, что далеко не всегда возможно, за исключением крайних случаев. Но на надтиповом уровне использованию классических типов лесного гумуса ничто не мешает. Шагом вперед явилось предложение понятия детритофиль, что позволило описать в единой эволюционной системе подстилки различного генезиса – от деструктивного типа – до торфяного. Предложен функциональный критерий для разделения торфянистых и торфяных подстилок, основанный на экспериментальном доказательстве связи между дыханием и мощностью торфяной толщи. Оказалось, что 95 % от общего дыхания приходится на верхние 25 см торфа, что и принято в качестве критерия для отделения подстилок торфянистого типа от детритофильей торфяного типа. Исследование генезиса подстилок мерзлотных районов Приохотья и некоторых районов Якутии позволило детализировать последующее разделение подстилок этой группы. Оказалось, что все разнообразие подстилок, а их было изучено около 500, укладывается в несколько групп, различающихся различным сочетанием горизонтов. Выделены обычные торфяные или торфянистые подстилки без признаков разложения в своей нижней части. Торфяные или торфянисто-консервированные выделены при наличии сильно разложившегося горизонта Т3. Торфянисто – или торфяно-перегнойные подстилки при наличии перегнойного горизонта – Ат. При системе горизонтов – Т1–Т2–Т3–Ат предложено называть такие детритофильей торфянисто (или торфяно) перегнойно-консервированными. Это позволило проследить изменение строения детритофильей в различных типах леса. Установлена однотипность геохимических спектров элементов, построенных для подстилок и торфов и аналогичных спектров, характеризующих минеральную часть почвы, что свидетельствует о биогеохимическом единстве компонентов лесных экосистем. Третья проблема заключалась в решении следующей задачи: изменяется ли характер функционирования лесных экосистем и подстилок в условиях ограниченного пространства? На примере экосистем почвенных лизиметров почвенного стационара МГУ им. М.В. Ломоносова установлен однотипный, с естественными фитоценозами, характер поступления растительного опада. О высоких скоростях круговорота говорит формирование подстилок деструктивного и ферментативного типов. За 50-ти летний период функционирования лизиметров существенно увеличилось поступление биофильных элементов в лизиме-

трические воды, имеющих биогенную природу, что подтверждает положение выдающегося академика Б.Б. Польшова о влиянии зольного состава детрита на химический состав природных вод. В условиях лизиметров явного оподзоливания пока не установлено, что объясняется изначально высокой плотностью покровного суглинка. Вторая причина – отсутствие сплошного потока влаги и преобладание преимущественных потоков по А.Б. Умаровой. Третья причина – отсутствие латерального бокового стока. Четвертой географической проблемой явилось установление закономерностей смещения центров гумификации с юга на север. Если в южной тайге эти центры приурочены к автоморфным ландшафтам, то в условиях северной тайги они смещаются к транзитным ландшафтам, так как выровненные и даже приподнятые пространства заняты почвами заболоченного ряда или подзолами. В южной тундре центры гумификации тяготеют к транзитно-аккумулятивным ландшафтам, с проточным режимом и более прогреваемым по сравнению с пятнистыми тундрами водоразделов. К югу от южной тайги – в лесостепной зоне, благоприятная обстановка для накопления гумуса создается в транзитных условиях, а в степных ландшафтах максимальное накопление гумуса смещается к транзитно-аккумулятивным позициям. Разница между северным и южным направлением, если брать за точку отсчета южную тайгу, заключается в том, что по мере движения на север ведущее значение для накопления органического вещества в почвах приобретают латеральные потоки воды поверхностного характера, в частности, верховодка, тогда как в южном направлении от южнотаежных ландшафтов ведущая роль начинает принадлежать почвенно-грунтовым и грунтовым водам.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОНИТОРИНГА ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕСОВ ДИСТАНЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ КАК ЭЛЕМЕНТА УСТОЙЧИВОГО ЛЕСОУПРАВЛЕНИЯ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Богданов А.П.<sup>1,2</sup>, Карпов А.А.<sup>1,2</sup>, Демина Н.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФБУ «СевНИИЛХ», Архангельск, [aleksandr\\_bogd@mail.ru](mailto:aleksandr_bogd@mail.ru).

<sup>2</sup>САФУ имени М.В. Ломоносова, Архангельск

Проблемы лесов Европейской части России сложны и многообразны. Одной из важнейшей проблемой является успешное лесовосстановление. Мониторинг воспроизводства лесов в труднодоступных участках может быть дополнен за счет использования ДЗЗ. Сухопутные территории Арктической зоны представляют собой «уникальную коллекцию экосистем». В последние

десятилетия наблюдается пристальное внимание к этой территории, а также ее активное вовлечение в широкое промышленное освоение. В настоящее время считается, что экологические функции арктических лесов по своей значимости намного весомее своего ресурсного потенциала. Лесная растительность Субарктики выполняет климатозащитную роль для всей страны [1]. Необходимость проведения мониторинговых работ за природными экосистемами, в том числе за процессами воспроизводства лесов на территории Арктической зоны в условиях изменения климата, а также в процессе активного освоения данных территорий с негативным влиянием промышленных предприятий на лесные сообщества – не вызывает сомнений, в особенности, когда наблюдается взаимоусиление перечисленных выше факторов на лесные территории с низким потенциалом возобновления лесов. Наиболее экономически целесообразным методом мониторинга является дистанционное наблюдение, которое может осуществляться непрерывно. Средства дистанционного зондирования позволяют получать актуальную, полную и с высокой точностью информацию о состоянии природной среды и о хозяйственной деятельности на удаленных территориях, а также однородную и сравнимую по качеству одновременно для обширных территорий. Возможность применения дистанционного зондирования Земли при оценке эффективности мероприятий по проведению государственного мониторинга воспроизводства лесов на сегодняшний день находится на стадии изучения. В настоящее время в России уже проводится дистанционный мониторинг использования лесов, мониторинг за лесными пожарами, государственный лесопатологический мониторинг. Результаты дистанционного мониторинга за восстановлением лесных территорий с использованием разновременных снимков говорят о возможности получения информации о наличии процессов восстановления на нарушенных территориях, об изменении площадей лесных территорий, о породном и возрастном составе лесов. Исследования свидетельствуют о высокой степени согласованности данных тематической карты, созданных на основе космоснимков среднего разрешения, с результатами наземных исследований [2, 4]. Кроме того, возможности идентификации изображения летних и осенних снимков позволяют выявить породный состав в отношении лиственных и хвойных пород [3]. Проведенный анализ литературных источников по изучаемой проблеме показывает, что система дистанционного мониторинга лесов применяется практически по всему миру, а космическая съемка является востребованным видом информации. В результате применения данных ДЗЗ создаются интерактивные глобальные интернет порталы и платформы, содержащие различные данные о состоянии лесного фонда. Переход к регулярной космической съемке лесов России со средним и высоким разрешением позволит на новом уровне решать многие из задач

лесного хозяйства. Оценка лесовозобновления в условиях изменяющегося климата и в условиях возрастающего антропогенного воздействия имеет важное значение. Внедрение дистанционного мониторинга воспроизводства лесов позволит уменьшить затраты на проведение натурных обследований, значительно сократит трудозатраты.

*Исследование поддержано в рамках конкурса научных проектов «Молодые ученые Поморья» 2017 г.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ковязин В.Ф., Мартынов А.Н. Влияние природных и антропогенных факторов на формирование притундровых лесов европейской части Российской Федерации // Современные проблемы притундровых лесов. 2012. С. 29–33.

2. Воробьев О.Н., Курбанов Э.А., Полевищикова Ю.А., Лежнин С.А. Оценка динамики и нарушенности лесного покрова в Среднем Поволжье по снимкам Landsat // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 4. С. 124–134.

3. Rozhkov Iu.F., Kondakova M.Y. Using multispectral satellite images for monitoring of the forest ecosystems state // Geoinformation sciences and environmental development: new approaches, methods, technologies. Book of abstracts of the II International conference. May 5–9, 2014 Limassol, Cyprus. Rostov-on-Don, 2014. P. 21.

4. Krankina O., Cohen W., Yang Zh. Method for Monitoring Forest Regrowth with Satellite Imagery // 31<sup>st</sup> International Symposium on Remote Sensing of Environment. Global Monitoring for Sustainability and Security. June 20–24. Saint-Petersburg. 2005. (<http://www.isprs.org/proceedings/2005/ISRSE/html/welcome.html>).

## **УСТЬИЧНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ CO<sub>2</sub>-ГАЗООБМЕНА И ТРАНСПИРАЦИИ У СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ**

**Болондинский В.К., Сазонова Т.А., Придача В.Б.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, [bolond@krc.karelia.ru](mailto:bolond@krc.karelia.ru)*

В последние десятилетия особую актуальность получила проблема антропогенного преобразования биосферы. Усиление воздействия промышленных предприятий на лесные массивы приводит к серьезным нарушениям как на уровне организма, так и на уровне экосистемы [5 и др.]. В этой связи с 90-х годов прошлого века нами были проведены экофизиологические исследования сосны обыкновенной на участках с разной степенью загрязнения к западу от Мончегорского комбината «Североникель» [3, 4, 1]. В работе обобщаются данные исследований CO<sub>2</sub>-газообмена и роста хвойных за последние два десятилетия.

Пробные площади были заложены в относительно чистой зоне ( $A_1$ ) – в Вяррие-тундре в Лапландии, в зоне слабого воздействия ( $A_2$ ) – в окрестностях деревни Уполокша в 50 км к западу от г. Мончегорска, в зоне сильного воздействия ( $A_3$ ) и зоне деградации лесов ( $A_4$ ) в 40 и 20 км от источника загрязнения соответственно. Основные компоненты выбросов комбината составляют диоксид серы и тяжелые металлы, в основном Ni, Cu, Mn, Zn, Cd, Pb. Динамика газообмена сосны на загрязненных участках ( $A_2, A_3, A_4$ ) сравнивалась с таковой в относительно чистой зоне ( $A_1$ ) и в фоновых условиях на площадях в 50 км севернее г. Петрозаводска [2]. Исследования газообмена проводили с помощью переносного газоанализатора LI 6200 (Li-Cor Inc., США). Водный потенциал измеряли камерой давления, внешние факторы среды – с помощью стандартных приборов.

Исследование структуры ассимиляционного аппарата сосны показало, что на участке  $A_2$  в ряде случаев наблюдалось загрязнение переднего дворика устьиц, тогда как у сильно пораженных деревьев на участках  $A_3$  и  $A_4$  были обнаружены целые ряды устьиц с полностью забитыми передними двориками или с твердой коркой на дне дворика. На участках, подверженных действию поллютантов, нормальное функционирование устьичной проводимости было нарушено. Устьичная проводимость в ночное время изменялась от 0,005 до 0,018 моль  $m^{-2} c^{-1}$ . Поэтому при значениях дефицита водяного пара в воздухе, отличного от нуля, была зафиксирована слабая транспирация в ночное время, не превышавшая 2–3 % от суточной транспирации.  $CO_2$  – газообмен после достижения утреннего максимума уменьшался на протяжении всего дня. Среднесуточная интенсивность фотосинтеза сосен снижалась по мере ухудшения состояния деревьев. По мере загрязнения замыкающих устьичных клеток тяжелыми металлами, их засмоления и деградации под воздействием, прежде всего, сернистого газа нарастал дисбаланс в водных отношениях дерева. В зонах  $A_3$  и  $A_4$  у побегов с большой степенью повреждения, составлявшей более 30 % от площади хвои, устьичная регуляция проявлялась очень слабо. Однолетняя хвоя на деревьях в относительно хорошем состоянии на участке  $A_4$  была поражена в большей степени (18 %), чем на участке  $A_3$  (12 %), что сказалось на максимальных величинах фотосинтеза. Ночное дыхание на участке  $A_3$  и  $A_4$  составляло 0,25 и 0,62 мкмоль  $m^{-2} c^{-1}$  соответственно, в то время как на контрольном участке оно было меньше 0,1 мкмоль  $m^{-2} c^{-1}$ . При этом в период отсутствия дождей утренние значения водного потенциала достигали  $-0,63 \pm 0,02 \dots -0,8 \pm 0,03$  МПа, после дождей поднимались до  $-0,45 \pm 0,01$  МПа. Послеполуденные величины водного потенциала изменялись от  $-1,0 \pm 0,02$  МПа (пасмурные дни)

до  $-1,3 \pm 0,02$  МПа (солнечные дни). Максимальная разница значений водного потенциала у деревьев в относительно хорошем и плохом состояниях, полученная в условиях наших исследований, составила  $-0,1$  МПа.

В условиях Кольского полуострова в 90-е годы дефицит водяного пара редко превышал 2 кПа и атмосферные засухи практически отсутствовали. Поэтому даже в зоне  $A_4$  поврежденные деревья на протяжении нескольких лет оставались жизнеспособными и имели небольшие приросты по диаметру и в высоту. Однако продолжительность атмосферных засух постепенно увеличивается, и в 2013–2015 гг. таких дней было уже более 10. Можно предположить, что по мере потепления климата и, вероятно, увеличения продолжительности атмосферных засух, будет наблюдаться массовая гибель пораженных деревьев и увеличение площади техногенных пустошей.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИЛ КарНЦ РАН (проект № 0220-2014-0010) и при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант 17-04-01087-а).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Болондинский В.К.* Изучение водного режима и фотосинтеза у сосен, произрастающих на территориях, подвергающихся загрязнению промышленными поллютантами // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: Матер. докл. III Всерос. науч. конф. с международ. участием. Апатиты, 2010. Ч. 1. С. 50–53.
2. *Болондинский В.К., Кайбияйнен Л.К.* Динамика фотосинтеза в сосновых древо-стоях // Физиол. раст. 2003. Т 50. № 1. С. 105–114.
3. *Кайбияйнен Л.К., Болондинский В.К., Сазонова Т.А., Софронова Г.И.* Водный режим и фотосинтез сосны в условиях промышленного загрязнения среды // Физиология растений. 1995. Т. 42. № 3. С. 451–456.
4. *Сазонова Т.А., Придача В.Б.* Влияние промышленного загрязнения на минеральный и водный режим сосны и ели // Труды КарНЦ РАН. Сер. Экспериментальная биология. 2009. № 3. С. 75–85.
5. *Ярмишко В.Т.* Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере. СПб: Изд-во СПбГУ, 1997. 210 с.

### **МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОХРАНЕНИЮ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ И ЕЛИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РУБОК УХОДА**

**Бондаренко А.С.**

*ФБУ «Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства», Санкт-Петербург, [asbond@mail.ru](mailto:asbond@mail.ru)*

В настоящее время мероприятия по повышению стабильности лесных экосистем приобретают все большее значение [2, 5–7]. Кроме того,

уровень генетического разнообразия становится основным критерием успешности выполнения комплекса мероприятий по селекционному улучшению лесов. Отмечено, что в процессе развития насаждений уровень генетического разнообразия изменяется, в частности, за счет элиминации отстающих в росте особей [4]. Эти изменения отмечены как в семенном [1], так и в клоновом потомстве плюсовых деревьев [3]. В связи с тем, что использование семян с улучшенными наследственными свойствами приобретает все большее значение при искусственном лесовосстановлении, особое значение приобретают мероприятия по сохранению генетического разнообразия насаждений основных лесобразующих пород, созданных таким селекционным материалом. Для разработки мероприятий по уходу за насаждениями, созданными такими семенами, выполнялось изучение особенностей роста и развития семенного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной и ели европейской в испытательных культурах Ленинградской и Псковской областей. По результатам исследований были разработаны основные рекомендации по проведению рубок ухода в лесных насаждениях, создаваемых с использованием семян с улучшенными наследственными свойствами.

Получены оценки доли аддитивной генетической составляющей в фенотипической изменчивости основных биометрических показателей и картина динамики изменения данного показателя с возрастом. Отмечается выраженное влияние генетических факторов на характер кривой распределения растений по основным биометрическим показателям. При этом отмечено, что семейственная принадлежность оказывает более значимое влияние на характер распределения признаков, чем общий уровень сохранности растений. Генотип существенно влияет также и на картину сохранности растений в насаждении. При этом требуется поддержание достаточно высокого генотипического (межсемейственного) разнообразия в популяции.

В соответствии с разработанными по результатам исследований рекомендациями при проведении рубок ухода в фазе индивидуального роста (до смыкания древостоя) основным приемом рубок ухода должно быть равномерное изреживание, после наступления фазы смыкания насаждения основным приемом становится низовой метод изреживания. При выполнении равномерного изреживания основная цель – снижение напряженности конкуренции с поддержанием уровня генетического разнообразия и максимально возможным сохранением всех генотипов с разными типами роста для последующего формирования насаждений на основе естественного отбора. Принцип равномерности изреживания особен-

но важен в насаждениях, выполняющих природоохранные функции, для которых основным приоритетом является сохранение генетического разнообразия: рекреационные, водоохранные леса и т. п. В отношении таких насаждений метод низового изреживания нежелателен, так как приводит к изменению генетической структуры насаждения и, как правило, сужению генетического разнообразия. Кроме того, наблюдается увеличение в насаждении относительного количества генотипов с более интенсивной возрастной динамикой изменения характера распределения признаков продуктивности. Использование низового типа изреживания рекомендуется в приспевающих древостоях для улучшения товарной структуры и повышения доли генотипов с интенсивным типом динамики изменения распределения признаков продуктивности. Реализация таких задач, в частности, требуется при ускоренном выращивании древесины (плантации с коротким оборотом рубки). Интенсивность проведения изреживания в насаждениях ели европейской в среднем должна быть выше, чем в сходных по характеристикам насаждениях сосны обыкновенной.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Бондаренко А.С., Жигунов А.В., Левкоев Э.А.* Влияние селекционных мероприятий на фенотипическое и генетическое разнообразие семенного потомства плюсовых деревьев ели европейской и сосны обыкновенной. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2016. Вып. 216. С. 6–7.
2. *Ирошников А.И.* Генетические факторы устойчивости и продуктивности лесных биоценозов. // Продуктивность и стабильность лесных экосистем: Тез. докл. междунар. симп. Красноярск, 1982. С. 28–29.
3. *Петров С.А., Сиволапов А.И.* Изменчивость, наследуемость и корреляции полигенных признаков в клоновой популяции сосны обыкновенной. // Лесной журнал. 1988. № 1. С. 18–21.
4. *Сахаров В.И.* Возможности метода фоновых признаков при изучении феногенетической структуры популяций. // Состояние и перспективы развития лесной генетики, селекции, семеноводства и интродукции: Сб. тез. докл. совещ. Рига, 1974. С. 103–106.
5. *Семерилов Л.Ф., Исаков Ю.Н., Тараканов В.В., Семерилов В.Л., Глотов Н.В.* О генетико-селекционном аспекте сохранения и улучшения лесов России // Лесохозяйственная информация. Науч.-техн. информ. сборник. Пушкино, 1998. № 9–10. С. 29–39.
6. *Parviainen J.* Tasks of forest biodiversity management and monitoring deriving from international agreements. // *Silva Fennica*. 1996. Vol. 30 (2–3), Special issue on climate change, biodiversity and boreal forest ecosystems. P. 373–377.
7. *Toman M.A., Ashton P.M.S.* Sustainable forest ecosystems and management: A review article // *Forest Science*. 1996. Vol. 42, № 3. P. 366–377.

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭПИКСИЛЬНУЮ КРИПТОГАМНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ В ЗАПОВЕДНИКЕ «КИВАЧ»**

**Боровичев Е.А.<sup>1,2</sup>, Кушневская Е.В.<sup>1</sup>, Шорохова Е.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, elly.kushn@gmail.com, shorohova@es13334.spb.edu;*

<sup>2</sup>*Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН, Анатуты, borovichyok@mail.ru*

В рамках комплексного эксперимента по изучению влияния физических и химических параметров коры и древесины на разнообразие эпиксильной и ксилотрофной биоты **были проведены исследования по выявлению основных факторов, определяющих состав и динамику эпиксильной растительности.** Предпринята попытка объединить три различных (зачастую противоборствующих) подхода – флористический, геоботанический и попутный к изучению эпиксильной растительности. В 2015–2016 гг. в заповеднике «Кивач» на стволах, отобранных для комплексного эксперимента, были заложены круговые площадки 10 см в диаметре на верхней стороне лежащего ствола от косяка до вершины через каждые 2 метра. Всего было сделано 416 описаний. На этих же стволах обследовались все доступные микроместообитания флористическим методом. Также были включены данные о встречаемости видов, полученные при отборе образцов коры для физико-химических исследований коры. Субстратную приуроченность видов и флористических групп на основе встречаемости анализировали с использованием нормализованного индекса специализации  $d'$  и обобщенных линейных моделей (GLZM). Состав эпиксильных криптогамных сообществ анализировали с использованием многомерного шкалирования (NMDS) с наложением факторов, влияющих на него (environmental fitting procedure). Проанализированы основные факторы, которые могут влиять на формирование криптогамной эпиксильной растительности (лишайники, мхи и печеночники): степень разложения субстрата, стадия эпиксильной сукцессии, фрагментированность коры, диаметр ствола, положение относительно земли, древесная порода, давность отпада.

Показано, что для всех изученных групп определяющее влияние оказывает древесная порода. Тем не менее, у различных групп выявлены специфические черты. Древесная порода и рН коры являются важнейшими факторами, определяющими разнообразие лишайников: общее видовое богатство увеличивается с уменьшением кислотности коры. Наибольшее число видов зафиксировано на сосновом валеже, но наиболее специфическим субстратом для

лишайников стала осина за счет видов-эпифитов первой стадии сукцессии, которые еще не успели выпасть из состава растительных группировок. *Peltigera protextata* характеризовалась наиболее высоким значением индекса специализации, наименьшим – широко распространенный на всех вариантах субстрата вид *Cladonia rangiferina*. Также как для лишайников, осина – наиболее специализированный субстрат для печеночников. Разнообразие печеночников зависело, главным образом, от породы и влажности субстрата, а мхов – от влажности и давности отпада. Наивысший показатель индекса специализации среди печеночников отмечен у *Radula complanata* и *Schistochilopsis incisa*, наименьший – у *Calypogeia muelleriana*. У мхов наиболее специализированные виды приурочены к последним стадиям сукцессии. Все стенотопные виды приурочены к осине. *Tetraphys pellucida* – наиболее специализированный по большому числу факторов и в условиях Северо-Запада России действительно обычный эпиксильный вид; к наименее специализированным видам отнесены *Hylocomium splendens* и *Ptilium crista-castrensis*.

На обследованных участках выявлено девять видов – индикаторов малонарушенных лесов [1]: один лишайник (*Cladonia norvegica*), три вида мхов (*Hylocomiastrum umbratum*, *Orthotrichum obtusifolium*, *Eurinchium pulchellum*) и пять видов печеночников (*Cephalozia macounii*, *Crossocalyx hellerianus*, *Crossogyna autumnalis*, *Scapania apiculata*, *Trichocolea tomentella*).

Исследования поддержаны Российским научным фондом (грант № 15-14-10023).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Конечная Г.Ю., Курбатова Л.Е., Потемкин А.Д., Гимельбрант Д.Е., Кузнецова Е.С., Змитрович И.В., Коткова В.М., Малышева В.Ф., Морозова О.В., Попов Е.С., Яковлев Е.Б., Andersson L., Кияшко П.В., Skujienė G. Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России. Т. 2. Пособие по определению видов, используемых при обследовании на уровне выделов / Отв. ред. Л. Андерссон, Н. М. Алексеева, Е. С. Кузнецова. СПб., 2009. 258 с.

## **СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ В СТАРОВОЗРАСТНЫХ ВЛАЖНЫХ ЕЛЬНИКАХ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**Браславская Т.Ю.**

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва,  
t-braslavskaya@yandex.ru

Целью исследования было охарактеризовать спонтанную динамику ценопопуляций лесообразующих видов в течение длительного времени, в частности – естественные процессы смены поколений. Исследования

начаты в 2009 г. на постоянных пробных площадях (0,5 га) в двух ельниках X класса возраста – плакорном мезоолиготрофном ельнике чернично-вороничном (Пинежский гос. заповедник) и пойменном евтрофном ельнике таволговом (Кулойский гос. биологический заказник). В обоих сообществах выражены большая гетерогенность микрорельефа и вариабельность условий увлажнения субстрата, на котором поселяются растения, а также групповое размещение деревьев и неравномерная сомкнутость полога. На постоянных пробных площадях проведены маркировка и полный пересчет живых и сухостойных стволов древесных растений с диаметром не менее 2 см (на высоте 1,3 м) с измерением их диаметра, картирование оснований стволов и горизонтальных проекций крон, картирование буреломных пней и ветровальных бугров, выборочное определение высоты стволов и протяженности живой кроны у массовых лесобразующих видов, выборочное определение календарного возраста живых деревьев по кернам, взятым в основании ствола. В момент первого обследования в обоих сообществах среди живых деревьев учетного размера ель численно преобладала за счет маломерных деревьев, но также была значительна примесь березы, особенно среди крупномерных деревьев. Распределение деревьев березы и ели по диаметру ствола было непрерывным в диапазоне 2–30 см, а также асимметричным (максимум – на маломерных деревьях), что вообще характерно для старовозрастных темнохвойных таежных лесов [1–3]. Судя по выявленному числу буреломных пней, вывальных бугров и сухих стволов и по их распределению по диаметру, предшествующие процессы отмирания были выражены во всех размерных классах – пропорционально числу живых деревьев в них; при этом, хотя наиболее крупные деревья и немногочисленны в составе ценопопуляций, их отмирание существенно уменьшило сомкнутость полога крон. Максимальный выявленный возраст ели в плакорном ельнике составил 268 лет, в пойменном ельнике – 277 года. В интервале возраста 40–190 лет распределение деревьев по возрасту оказалось равномерным (по 2–6 деревьев на каждый календарный год) и практически непрерывным. При этом у ели среди младших (40–80 лет) и средневозрастных (80–120 лет) деревьев примерно у половины отмечено угнетенное состояние, основываясь на их небольших размерах и малой протяженности живых крон. Угнетение было связано в одних случаях с произрастанием на переувлажненном субстрате, а в других – с затенением в густых древесных группах, сформировавшихся почти на всех возвышениях микрорельефа, имевшихся в сообществах. Нормальное жизненное состояние было отмечено только у единичных экземпляров подроста ели, причем все такие экземпляры произрастали на дренированных возвышениях в окнах полога – на буреломных пнях или при их основании.

Второе обследование проведено в плакорном ельнике в 2013 г., в пойменном ельнике в 2015 г. В ходе второго обследования измерены диаметры и отмечены изменения в жизненном состоянии ранее маркированных деревьев, а также маркированы и нанесены на план с горизонтальными проекциями кроны стволы, достигшие учетного диаметра за время, прошедшее после первого обследования. Это позволило установить, что в период между первым и вторым обследованиями в ценопопуляциях ели и березы процессы отмирания проявились слабо: на каждой пробной площади засохли или упали только 2–3 живых дерева (суммарно ели и березы), произраставших в переувлажненных участках. Процессы пополнения учетной фракции ценопопуляций экземплярами, подросшими до диаметра 2–4 см, были достаточно интенсивными: в плакорном ельнике число учитываемых живых стволов ели возросло примерно на 10 %, живых стволов березы – на 25 % (около 19 % составили стволы сеянцев, 6 % – стволы порослевого происхождения); в пойменном ельнике эти значения составили около 15 % для ели и около 30 % для березы.

По результатам проведенных обследований и реконструкции прошлой динамики ценопопуляций на основе их размерной, возрастной и пространственной структуры можно заключить, что в обоих сообществах естественная смена поколений более динамична в ценопопуляциях березы. Стресс от переувлажнения и внутривидовая конкуренция выступают как факторы замедления динамики ценопопуляций ели и стабилизации сообществ в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ярмишко В.Т. и др. Динамика лесных сообществ Северо-Запада России. СПб.: ВВМ, 2009. 276 с.
2. Дыренков С.А. Структура и динамика таежных ельников. Л.: Наука, 1984. 173 с.
3. Бобкова К.С. и др. Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции. СПб.: Наука, 2006. 337 с.

### **ИЗМЕНЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ В СВЯЗИ СО СМЕНОЙ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ВЫРУБКАХ КАРЕЛИИ**

**Вдовиченко В.А.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
veronikavdovichenko@gmail.com*

Актуальность исследовательской работы обусловлена необходимостью изучения особенностей органического вещества почв после сплошных рубок сосновых древостоев для оценки последствий антропогенного воздей-

ствия на бореальные биоценозы и прогнозирования сроков восстановления лесных экосистем.

Цель данного исследования заключалась в выявлении влияния смены растительного покрова на состав и свойства органического вещества почв хронологического ряда вырубок. Объектами исследования послужили свежие вырубки из-под сосняков 2016 и 2013 годов, а также вырубки 9, 20 и 40-летней давности. В качестве контроля было выбрано 120-летнее насаждение сосняка черничного. Детальная характеристика ключевых участков представлена в работе [1]. Почвы всех пробных площадей представляли собой подбуры оподзоленные на элювии коренных горных пород. В почвенных образцах определяли содержание общего углерода (по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова) и фракционно-групповой состав (по И.В. Тюрину в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой).

После проведения лесозаготовительных работ произошли резкие изменения напочвенного покрова, практически полностью содрана лесная подстилка, значительно трансформированы верхние почвенные горизонты. На 3-х летней вырубке изменения условий среды способствовали интенсивному зарастанию территории травяной растительностью, представленной преимущественно вейником и луговиком. Появление всходов древесных пород привело к образованию нового органогенного горизонта на месте содранной лесной подстилки. В процессе лесовозобновления на вырубке 9 лет происходит заселение лиственных пород – березы и осины, напочвенный покров представлен несколькими видами разнотравья. Лиственный опад способствует формированию маломощной лесной подстилки. На 20-летней вырубке под пологом лиственных насаждений начинает формироваться древостой из коренных пород. Смыкание полога леса способствует образованию более мощной лесной подстилки и препятствует развитию луговых трав. Таким образом, с увеличением возраста вырубок наблюдается смена напочвенных микроассоциаций с луговиковых на чернично-луговиковые и черничные. На вырубке 40-летней давности лиственный древостой сменяется хвойным, существенных изменений в живом напочвенном покрове относительно 20-летней вырубки не наблюдается.

По данным анализа фракционно-группового состава органического вещества почв на контрольном участке выявлено преобладание гуминовых кислот над фульвокислотами с тенденцией к уменьшению отношения  $C_{ГК}:C_{ФК}$  вниз по профилю. Установлено, что в корнеобитаемом слое (0–30см) гумус характеризуется гуматно-фульватным типом с отношением  $C_{ГК}:C_{ФК}$  равным 0,6–0,9 и преобладанием «подвижных» фракции гумуса (фракция ГК-1, ФК-1а и ФК-1).

После проведения лесозаготовительных работ на свежих вырубках (2013 и 2016 годов) наблюдается увеличение содержания фульвокислот и сужение отношения  $C_{ГК}:C_{ФК}$ . Нарушение напочвенного покрова приводит к изменению типа гумуса на фульватный ( $C_{ГК}:C_{ФК} < 0,5$ ). Заращение вырубок травяной растительностью способствовало более интенсивной трансформации органического вещества, в результате которой на 9-летней вырубке образовались гумусовый горизонт А, характеризующиеся фульватно-гуматным типом гумуса ( $C_{ГК}:C_{ФК} > 1$ ), и гумусово-элювиальный горизонт А1А2 гуматно-фульватного типа ( $C_{ГК}:C_{ФК} = 0,9$ ). Минеральные горизонты корнеобитаемого слоя сохранили признаки фульватного типа гумуса. Смена растительного покрова способствовала изменению распределения гумуса в почвенном профиле вырубок 20 и 40-летней давности. Гумусовые горизонты с элементами оподзоливания (А1А2) характеризуются фульватно-гуматным типом ( $C_{ГК}:C_{ФК} > 1$ ), а в минеральных горизонтах наблюдается тенденция уменьшения  $C_{ГК}:C_{ФК}$  вниз по профилю, где гумус охарактеризован фульватным типом ( $C_{ГК}:C_{ФК} < 0,5$ ). На всех пробных площадях наблюдается тенденция преобладания «подвижной» гумусовой фракции ГК-1 над фракциями ГК-3 и ГК-2. Установлено, что фракция ГК-3, преобладает над фракцией ГК-2, исключение составляют гумусовый и гумусово-элювиальный горизонты, сформированные под пологом производимого листового древостоя, где фракция гуминовых кислот, связанная с кальцием (ГК-2), превышает показатели фракции ГК-3. В группе фульвокислот выявлено высокое участие кислоторастворимых форм гумуса (фракция ФК-1а). Преобладание фракции ФК-1 над ФК-2 характерно только для верхних горизонтов профилей почв, минеральные горизонты характеризуются преобладанием устойчивых фракций (ФК-2) над «подвижными» (ФК-1).

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИЛ КарНЦ РАН (№ 0220-2014-0008).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вдовиченко В.А., Бахмет О.Н., Ткаченко Ю.Н. Начальные этапы восстановления почв на коренных горных породах после рубок сосновых древостоев // Ученые записки ПетрГУ. Серия: Естественные и технические науки. № 6 (159). 2016. С. 37–41.

## ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА И АЗОТА В СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ: ИЗМЕНЧИВОСТЬ В СВЯЗИ С ГЛУБИНОЙ И ДАВНОСТЬЮ ПОЖАРА

Веселкин Д.В.<sup>1</sup>, Горшков В.В.<sup>2,3</sup>, Лянгузова И.В.<sup>2</sup>, Ставрова Н.С.<sup>2</sup>, Баккал И.Ю.<sup>2</sup>, Радченко Т.А.<sup>4</sup>, Тиунов А.В.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> *Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, denis\_v@ipae.uran.ru;*

<sup>2</sup> *Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, VGorshkov@binran.ru;*

<sup>3</sup> *Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург;*

<sup>4</sup> *Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.М. Ельцина, Екатеринбург;*

<sup>5</sup> *Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, a\_tiuinov@mail.ru*

Исследование изотопного состава углерода и азота почвы позволяет реконструировать процессы формирования органического вещества и восстановления почвенного профиля после нарушений. Цель настоящей работы – сравнительный анализ соотношения стабильных изотопов углерода ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) и азота ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) органического вещества в минеральных горизонтах северо-таежных почв в зависимости от глубины и давности последнего пожара.

Исследования выполнены в центральной и западной частях Кольского полуострова. Почвенные разрезы были заложены в еловых и елово-сосновых лесах с давностью последнего пожара от 8 до 500 лет, сформированных на песчаных и супесчаных моренных отложениях. Образцы почвенных горизонтов Al-Fe-гумусовых подзолов (по классификации WRB Albic Rustic Podzols) были отобраны на глубине от 2–10 см (горизонт E) до 120–130 см (горизонт C). На соотношение  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  проанализирована 71 проба, которые были отобраны из 25 почвенных разрезов, на соотношение  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  – 43 пробы из 21 разреза. Изотопный анализ проведен на комплексе оборудования, состоящем из элементного анализатора Thermo Flash 1112 и изотопного масс-спектрометра Thermo Delta V Plus, в Центре коллективного пользования при ИПЭЭ РАН. Изотопный состав углерода и азота выражали в тысячных долях отклонения от международного эталона (VPDB и атмосферного N),  $\delta$  (‰):

$$\delta X_{\text{образец}} = \left[ \left( \frac{R_{\text{образец}}}{R_{\text{эталон}}} \right) - 1 \right] \times 1000,$$

где X – это элемент (азот или углерод), R – молярное соотношение тяжелого и легкого изотопов соответствующего элемента. Для калибровки масс-

спектрометра использовали референтные материалы МАГАТЭ (глутаминовая кислота USGS 40 и USGS 41; целлюлоза IAEA-CH3). Аналитическая погрешность определения изотопного состава азота и углерода не превышала  $\pm 0,2$  %.

Установлено, что изотопный состав углерода и азота в проанализированных почвах значимо изменяется по почвенному профилю.

Содержание  $^{13}\text{C}$  минимально в подзолистом горизонте (E)  $-27,6 \pm 0,5$  ‰, но увеличивается до глубины примерно 20 см. В пределах горизонтов Bhf и C величины  $\delta^{13}\text{C}$  значимо не различаются и составляют около  $-26,2 \pm 0,6$  ‰. Таким образом, в исследованных почвах увеличение  $\delta^{13}\text{C}$  с глубиной небольшое и составляет в целом для профиля 1,4 ‰. Общий характер изменений согласуется с большинством опубликованных сведений и отражает утяжеление изотопного состава углерода по мере увеличения степени микробной деструкции органического вещества. Выявленная глубина стабилизации содержания  $\delta^{13}\text{C}$  (20 см) является косвенным показателем нижней границы области активной микробной трансформации органического вещества в данном типе почв в условиях района исследований.

Изотопный состав азота изменяется разнонаправленно. При переходе от горизонта E ( $\delta^{15}\text{N} = 3,8 \pm 0,3$  ‰;  $n = 12$ ) к горизонту Bhf ( $\delta^{15}\text{N} = 4,7 \pm 0,2$  ‰;  $n = 24$ ) наблюдается статистически значимое ( $t = 2,44$ ;  $dF = 34$ ;  $P = 0,02$ ) утяжеление изотопного состава азота. Ниже по профилю, начиная примерно с 25–30 см, в пределах горизонта C, регистрируется снижение содержания  $^{15}\text{N}$  в среднем до  $2,5 \pm 0,4$  ‰, т.е. на 1–2 ‰ по сравнению с подзолистым и иллювиальным горизонтами. Согласно большинству опубликованных сведений, изотопный состав азота, так же как и углерода, с глубиной становится тяжелее. Эта закономерность подтверждается нашими данными до глубины 25–30 см. Противоположная направленность изменений на глубине от 25–30 до 120–130 см также уже наблюдалась, но в данном случае она может быть артефактом. Низкое содержание азота ( $\ll 0,1$  %) в пробах глубоких горизонтов почвы часто препятствовало определению изотопного состава N.

Значимого изменения изотопного состава углерода и азота в верхних горизонтах почв в процессе послепожарного восстановления лесных сообществ не выявлено. Тем не менее, можно отметить тенденцию увеличения содержания тяжелого изотопа азота ( $^{15}\text{N}$ ) в горизонте E по мере послепожарного восстановления. Эта тенденция требует проверки с привлечением дополнительного эмпирического материала.

## РЕЗУЛЬТАТЫ 68-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА ЧИСЛА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ИЛЬМЕНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Веселкин Д.В.<sup>1</sup>, Чащина О.Е.<sup>2</sup>, Куянцева Н.Б.<sup>2,3</sup>, Мумбер А.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, denis\_v@ipae.uran.ru;*

<sup>2</sup> *ФГБПН «Ильменский государственный заповедник», Миасс, borisovna@mineralogy.ru;*

<sup>3</sup> *ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)», Миасс*

Интерес к анализу динамики горимости лесов связан с необходимостью оценок последствий климатических изменений и вклада лесных пожаров в эти изменения. Число публикаций с моделями и прогнозами горимости лесов при ожидаемых климатических изменениях растет и в них подчеркивается большая региональная специфичность режимов горимости. Цель работы – оценить соотношение сезонной изменчивости и многолетнего тренда числа пожаров для территории Ильменского государственного заповедника (ИГЗ, Южный Урал, Челябинская область; г. Миасс) за 68 лет (1648–2015 гг.), а также выявить циклические составляющие в изменчивости числа пожаров.

ИГЗ – один из старейших заповедников России, созданный в 1920 г. Данные о ежегодном и помесечном распределении лесных пожаров есть с 1948 г. Уникальность анализируемого массива состоит в том, что данные: 1) получены для одной территории с известной и довольно небольшой площадью (30 380 га); 2) получены сопоставимыми прямыми методами – наблюдения с вышки и обходы; 3) не имеют перерывов наблюдений; 4) относятся к охраняемой территории с относительно ненарушенным лесным покровом.

Среднегодовое за весь период наблюдения число пожаров в ИГЗ – 13 (min – 0; max – 88; 95 %-й доверительный интервал для средней – 10–16; медиана – 9). Особенно много пожаров зарегистрировано в 1975, 1994, 1995 и 2010 гг. Число пожаров к современности возрастает, хотя корреляция (коэффициент Спирмена) между годом и нетрансформированным числом пожаров не очень велика  $rS = 0,243$  ( $P = 0,0458$ ;  $n = 68$ ). Низкая теснота связи объясняется высокой межгодовой изменчивостью числа пожаров. Корреляция между годом и скользящим средним за 5 лет числом пожаров существенно теснее:  $rS = 0,499$  ( $P < 0.0001$ ;  $n = 64$ ).

При анализе суммарного числа возгораний в год сильная периодичность пожаров не установлена. В исходном ряду выражена положительная автокорреляция на лаге 1. Она обусловлена, фактически, тремя повторами экстремальных значений числа пожаров в соседние годы: экстремаль-

но высоким числом возгораний в 1974–1975 и в 1994–1995 гг. и экстремально низким числом возгораний в 1992–1993 гг. При исключении этих лет из анализа автокорреляция обнаруживается на лагах 2 (положительная) и 3 (отрицательная). Таким образом, есть некоторые основания предполагать, что частые возгорания проявляют некоторую тенденцию повторяться в 2–3 последовательных года, но затем следует спад. Этот вывод в целом подтвердился при проведении спектрального анализа. В общей динамике числа пожаров выявлено несколько вероятных периодов. Основной период – около 2-х лет. Второй – около 7 лет. Третий вероятный период – около 11 лет.

Самый большой компонент изменчивости числа пожаров ожидаемо связан с их внутригодовым распределением. Максимум пожаров приходится на период с апреля по июнь. Интересно, что за 68 лет наблюдений по два возгорания зарегистрировано в январе, феврале, марте, ноябре и декабре. Для анализа временной динамики помесечного распределения пожаров проанализировали данные за три примерно равных интервала: первый – 1948–1970 гг., второй – 1971–1990 гг., третий – 1991–2015 гг. Закономерность увеличения числа пожаров от 1948–1970 гг. к 1991–2013 гг. **высоко значима**, как и эффект внутригодового распределения пожаров (двухфакторный ANOVA для 6 месяцев пожароопасного периода – с апреля по сентябрь):  $F_{\text{интервал (2; 390)}} = 7,11; P = 0,0009$ ;  $F_{\text{месяц (5; 390)}} = 15,05; P < 0,0001$ ;  $F_{\text{интервал} \times \text{месяц (10; 390)}} = 1,13; P = 0,3396$ . **Несмотря на отсутствие значимого взаимодействия факторов в ANOVA, можно уверенно считать, что число пожаров в 1948–2015 гг. преимущественно увеличивается в ранневесенний (апрель) и в летне-раннеосенний (июль–сентябрь) периоды.** В ходе анализа ряда ежемесячных частот пожаров с использованием сезонной декомпозиции строго установлен линейный тренд возрастания частоты возгораний от 1948 г. к современности. Его вклад в общую изменчивость частоты пожаров невелик – около 3 %, но значим ( $P < 0,0001$ ;  $n = 816$ ). **Остальные 97 % изменчивости – сезонная компонента и случайная изменчивость.**

**Закключение.** Современная тенденция изменения пожарной ситуации в Ильменском заповеднике – постепенное увеличение частоты лесных пожаров и удлинение пожароопасного периода, что наблюдается во многих других регионах. Вклад многолетнего линейного тренда в общую изменчивость частоты пожаров при анализе данных о ежемесячном числе пожаров – около 3 %. Вклад многолетнего линейного тренда в общую изменчивость частоты пожаров при анализе данных о ежегодном числе пожаров – около 6 %, при этом текущие климатические факторы (средние погодные условия месяцев и сезонов года) объясняют 18–23 % межгодовой изменчивости числа пожаров [1]. От 1948 к 2015 гг. несколько увеличивает-

ся межгодовая и внутригодовая амплитуды изменчивости числа пожаров. Сильная цикличность числа пожаров не установлена, но возможная взаимная связь числа пожаров в последовательные годы прослеживается на временных отрезках от 1–3 до 7–11 лет.

*Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований УрО РАН, проекта № 15-12-5-31.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чибилев А.А., Веселкин Д.В., Куянцева Н.Б., Чащина О.Е., Дубинин А.Е. Динамика лесных пожаров и климата Ильменского заповедника в 1948–2013 гг. // Доклады академии наук. 2016. Т. 468. № 5. С. 575–578.

### КАРЕЛЬСКАЯ БЕРЕЗА В ПРИРОДЕ И КУЛЬТУРЕ IN VITRO

**Ветчинникова Л.В.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
vetchin@krc.karelia.ru*

Карельская береза *Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti получила мировую известность благодаря необычному строению древесины, волокна которой направлены не строго вертикально, а под разными углами, что приводит к образованию в ней извилистости годичных слоев, наличию «зурчатости» и появлению оригинальной цветовой гаммы. Она является аборигенным компонентом дендрофлоры исключительно на северо-западе континентальной Европы [1]. Вместе с тем к началу XXI века ее ареал значительно сократился, уменьшилась эффективная численность популяций, а в целом ряде мест карельская береза даже оказалась на грани исчезновения [2]. Так, несколько сотен ее деревьев сохранилось в Швеции (около 200 шт.) и Финляндии (менее 100 шт.), лишь десятки – в Норвегии, Польше, Эстонии и, возможно, в Словакии. В Германии, Чехии, Латвии и Литве в природных условиях она практически исчезла к 1980-м годам, а в Дании – в 2015 г. К настоящему времени наиболее крупные в мире природные популяции карельской березы находятся в Республике Беларусь (не менее 20 тыс. деревьев) и в России – на территории Республики Карелия (около 2 тыс. деревьев).

Основываясь на собственных и литературных данных, нами определены основные причины резкого сокращения численности популяций карельской березы в границах ее ареала. К факторам антропогенного воздействия прежде всего относятся выборочные рубки, проводившиеся в течение длительного времени, поскольку ее высокоценная древесина активно используется человеком уже на протяжении более 500 лет [2]. Добавим к

этому, что в природных популяциях многие деревья карельской березы по своему возрасту (70 лет и более) находятся в настоящее время на постгенеративной стадии развития и характеризуются резким снижением репродуктивной функции. Очевидно поэтому естественное семенное возобновление у нее в границах всего ареала практически отсутствует [1]. Изучение генетической структуры популяций карельской березы выявило основные популяционно-генетические факторы, указывающие на их деградацию [3]. Среди них прежде всего отметим увеличение частоты самоопыления и близкородственных скрещиваний. Более того, у карельской березы при свободном опылении происходит расщепление признаков (несмотря на их генетическую обусловленность), в результате которого в потомстве обнаруживаются особи не только с узорчатой древесиной, но и с обычной прямоволокнистой.

В связи с этим, для сохранения ценных генотипов карельской березы и воспроизводства ее ресурсов, наряду с проведением контролируемого опыления, необходимо использовать современные биотехнологии, к которым относится, например, клональное микроразмножение *in vitro*. В лаборатории лесных биотехнологий Института леса Карельского научного центра РАН работы с культурой тканей были начаты нами еще в конце 1980-х годов, после некоторого перерыва в 2004 г. они были возобновлены. Результатом этой деятельности явилось создание коллекции *in vitro* клонов карельской березы, которая в 2016 г. получила официальный статус (<http://forestry.krc.karelia.ru/section.php?plang=r&id=2635>) и была зарегистрирована на сайте «Современная исследовательская инфраструктура Российской Федерации» (регистрационный номер 465691). В данной коллекции поддерживается стерильная культура 85 генотипов карельской березы разного географического происхождения (Россия (Республика Карелия), Дания, Норвегия, Швеция, Финляндия, Республика Беларусь) и к настоящему времени она является крупнейшей не только в России, но и в мире. Важно отметить, что среди клонов, входящих в состав коллекции *in vitro*, **имеются** генотипы, которые по тем или иным причинам уже отсутствуют в природе. Наряду с созданием коллекции *in vitro* **нами осуществляется «дублирование»** клонов в условиях *ex situ* путем выращивания посадочного материала в питомнике и создания опытных участков.

Таким образом, карельская береза оказалась среди наиболее уязвимых к антропогенным воздействиям природных объектов. Применение современных биотехнологий позволяет существенно расширить возможности сохранения и воспроизводства уникальных генотипов карельской березы, а метод клонального микроразмножения дает возможность поддерживать

их морфо- и органогенез круглогодично и сохранять в течение нескольких десятилетий. Создание коллекции в культуре тканей, в свою очередь, является хорошей основой для изучения многих фундаментальных проблем физиологии и биохимии растений (с использованием однородного растительного материала).

*Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания Минобрнауки России (№ 0220-2014-0009), публикация осуществлена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество».*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф., Кузнецова Т.Ю. Карельская береза: биологические особенности, динамика ресурсов и воспроизводство. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 312 с.

2. Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф. Происхождение карельской березы: эколого-генетическая гипотеза // Экологическая генетика. Т. XIV, № 2. 2016. С. 3–18.

3. Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф., Топчиева Л.В., Рендаков Н.Л. Оценка генетического разнообразия популяций карельской березы в Карелии с помощью микросателлитных маркеров // Экологическая генетика. Т. X, вып 1. 2012. С. 34–37.

### **ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МЕМБРАННЫХ ЛИПИДОВ В ПОЧКАХ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ**

**Ветчинникова Л.В.<sup>1</sup>, Татарина Т.Д.<sup>2</sup>, Бубякина В.В.<sup>2</sup>, Серебрякова О.С.<sup>1</sup>,  
Ильникова М.К.<sup>1</sup>, Петрова Н.Е.<sup>1</sup>, Пономарев А.Г.<sup>2</sup>, Перк А.А.<sup>2</sup>, Васильева И.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
vetchin@krc.karelia.ru;

<sup>2</sup>Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения РАН,  
Якутск, anaropotarev@yandex.ru

Одной из центральных проблем фундаментальных исследований является выживание организмов в экстремальных условиях среды обитания. Изучение пластичности видов приобретает особую остроту в регионах, расположенных в пограничной зоне произрастания древесно-кустарниковой растительности, к которым относится, например, территория Республики Саха (Якутия). Дополнительным фактором, ограничивающим произрастание здесь растительности, является то, что этот макрорегион находится в области сплошного распространения многолетней мерзлоты. Исследования многих авторов показывают, что в процессе длительной эволюции растения выработали большое количество защитно-

приспособительных реакций, в числе которых существенную роль играет метаболизм липидов.

Целью нашей работы явилось изучение жирнокислотного состава мембранных липидов в почках березы повислой в период их зимне-весеннего развития в условиях криолитозоны. Объектом исследования была восточно-азиатская географическая раса березы повислой (*B. pendula* Roth), которая рядом авторов рассматривается в качестве самостоятельного вида – березы плосколистной (*B. platyphylla* Sukacz.). Сбор почек проводили на территории Республики Саха (Якутия) (окрестности г. Якутска, 62°15' с.ш., 129°37' в.д.). Липиды из тканей экстрагировали смесью хлороформа и метанола (2:1) [1]. Мембранные липиды извлекали (с использованием пипеток Пастера) методом колоночной хроматографии: гликолипиды – ацетоном, фосфолипиды – метанолом [2]. Жирные кислоты исследовали в виде их метиловых эфиров на газо-жидкостном хроматографе «Хроматэк – Кристалл-5000 М.1» (Йошкар-Ола, Россия).

Проведенные исследования показали, что в мембранных липидах в почках березы повислой, произрастающей в условиях экстремального климата Якутии, общая доля ненасыщенных жирных кислот превалировала над насыщенными в период их зимне-весеннего развития. Особенно заметно это проявилось в фосфолипидах, в которых доля ненасыщенных жирных кислот к марту достигла 80 % и в 4 раза превышала сумму насыщенных. Наряду с этим, к началу распускания почек (в мае) в гликолипидах по сравнению с фосфолипидами значения коэффициента ненасыщенности и индекса двойной связи оказались выше. Повышение температуры воздуха повлияло также и на соотношение моно-, ди- и триеновых жирных кислот. Например, в феврале фракция фосфолипидов была представлена преимущественно диеновыми (72,6 %), а гликолипиды – моно- (18,5 %), ди- (55,4 %) и триеновыми (26 %) кислотами. В мае во фракции фосфолипидов наблюдалось достоверное снижение доли диеновых жирных кислот (в 1,3 раза) и увеличение триеновых (в 2,2 раза). Во фракции гликолипидов также отмечено явно выраженное увеличение триеновых (с 34 % до 87,3 %) на фоне снижения ди- (в 4 раза) и моноеновых (в 2,5 раза) жирных кислот. Кроме того, во фракции гликолипидов с началом распускания почек соотношение между содержанием линоленовой и линолевой кислотами увеличилось в 7 раз по сравнению с периодом вынужденного покоя (февраль-март), когда оно не превышало 2 раз. Увеличение доли линоленовой кислоты свидетельствует об усилении активности  $\omega$ 3-десатуразы [3, 4, 5]. Десатурация линолевой кислоты в линоленовую, по всей вероятности, обусловлена мембранными механизмами, обеспечивающими повышение

устойчивости меристематических тканей к весенним заморозкам в условиях криолитозоны. Не исключено также, что подобные структурные перестройки могут происходить в тилакоидных мембранах хлоропластов при формировании зачаточных листьев в связи с их аттрагирующей активностью перед началом распускания почек.

Таким образом, изучение мембранных липидов, содержащихся в почках березы повислой в условиях криолитозоны, показало, что их жирно-кислотный состав изменяется не только в зависимости от фазы зимне-весеннего развития растений, но и от функциональной роли конкретной фракции липидов.

*Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания Минобрнауки России (темы № 0220-2014-0009 и № АААА-А17-117020110054-6).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Folch J., Lees M., Stanley G.H.* A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues // *J. Biol. Chem.* 1957. Vol. 226, N 1. P. 497–509.

2. *Simola L.K., Koskimies-Soininen K.* Comparison of Glycolipids and Plastids in Callus Cells and Leaves of *Alnus* and *Betula* // *Plant and Cell Physiol.* 1984. N 25(8). P. 1329–1340.

3. *Лось Д.А.* Десатуразы жирных кислот. М.: Научный мир, 2014. 372 с.

4. *Алаудинова Е.В., Миронов П.В.* Липиды меристем лесообразующих хвойных пород Центральной Сибири в условиях низкотемпературной адаптации. 2. Особенности метаболизма жирных кислот фосфолипидов меристем *Larix sibirica* Ledeb., *Picea obovata* L. и *Pinus sylvestris* L. // *Химия растительного сырья.* 2009. № 2. С. 71–76.

5. *Романова И.М., Живетьев М.А., Дударева Л.В., Граскова И.А.* Динамика жирно-кислотного состава и активности ацил-липидных десатураз в хвое *Pinus sylvestris* L., произрастающей в Иркутской области // *Химия растительного сырья.* 2016. № 2. С. 61–66.

## ИСКУССТВЕННОЕ ОБЛЕСЕНИЕ ОСУШАЕМЫХ БОЛОТ КАРЕЛИИ

**Гаврилов В.Н.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
gavrilov@krc.karelia.ru*

Гидролесомелиорация является высокоэффективным мероприятием повышения продуктивности лесов и увеличения покрытой лесом площади за счет освоения открытых (безлесных и слабооблесенных) болот. Данное лесохозяйственное мероприятие получило широкое распространение в Карелии

с середины шестидесятых годов. В результате для лесного хозяйства было охвачено около 650 тысяч гектаров лесов и болот. Отличительной особенностью гидролесомелиорации в Карелии являлось то, что около половины площадей (47 %) были представлены открытыми болотами, что больше объемов освоения болот в соседних областях Северо-Запада вместе взятых. Кроме этого, только в Карелии осушение проводилось в северотаежной подзоне (11 % площадей от общего объема культур). Наличие большого количества открытых болот предопределило необходимость разработки методов их искусственного облесения. Подобные исследования были начаты практически одновременно с увеличением масштабов осушения в республике сотрудниками Института леса КарНЦ РАН (тогда КФ АН СССР) и Лесной опытной станции ЛенНИИЛХ. Были определены основные требования к агротехнике выращивания культур ценных хвойных пород в различных условиях местопроизрастания. Уже в 1971 году изданы первые «Рекомендации по созданию лесных культур на осушенных болотах Карелии». К началу 1985 года было создано в данных условиях 47, 5 тыс. га лесных культур.

К сожалению, недостаток опыта в области выращивания леса на осушаемых болотах для условий севера привел к определенным просчетам. Полученные довольно высокие результаты эффективности освоения верховых болот под лесные культуры в более южных областях дало обоснование включать их в лесокультурный фонд и в Карелии. Однако в условиях Карелии создание культур на осушаемых верховых болотах не дало должного эффекта в связи с низким плодородием болотных верховых почв и необходимостью дополнительных затрат для его повышения. Следует сказать, что внесение удобрений в Карелии в лесохозяйственной практике не применялось. Не было опыта выращивания лесных культур в условиях северотаежной подзоны, тем более, что в осушаемом фонде здесь преобладали верховые болота. В итоге проведенные наблюдения показали, что сохранность лесных культур в этих условиях в 90 % случаев не превышает 25 %. Все это привело к тому, что при проведении инвентаризации гидролесомелиоративных систем в 1999–2000 годах верховые осушаемые болота и площади северотаежной подзоны были отнесены к участкам нецелесообразного освоения и исключены из осушаемого гидролесомелиоративного фонда, в том числе и уже закультивированные.

Иная картина складывается в южной части республики при освоении переходных осушаемых болот, особенно при выращивании культур сосны. Идет формирование высокополнотных чистых сосновых или смешанных с березой пушистой молодняков с продуктивностью соответствующей II–III классам бонитета. Запас сосновых древостоев через 35–45 лет после посадки достигает 150–200 м<sup>3</sup> на гектаре.

До середины восьмидесятых годов культуры на осушаемых болотах в основном создавались посадкой сеянцев и саженцев сосны обыкновенной, а также посевом. Но применение посева семян не дало ожидаемого эффекта в связи с невысокой приживаемостью и сохранностью культур. Затем для искусственного облесения осушаемых болот использовались главным образом саженцы ели. Возможно, это связано с переориентацией лесных питомников на производство посадочного материала ели. Однако создание культур ели на безлесных болотах не оправдывает затрат, так как, несмотря на высокую сохранность посадок, они нередко повреждаются поздневесенними заморозками. При обмерзании центрального побега ель формирует кустистую форму, что снижает ценность древесины.

К снижению продуктивности и ухудшению состояния лесных культур на осушаемых болотах в Карелии приводит отсутствие мероприятий по уходу за каналами. Ситуация усугубляется массовым расселением на элементах мелиоративной сети бобров, которые перегораживают каналы, вызывая подъем грунтовых вод и, как следствие, возможность повторного заболачивания прилегающих территорий. К сожалению, лесосошение в России в последние годы практически прекратилось, не проводятся работы по уходу за каналами и их ремонт. В последнем Лесном кодексе гидролесомелиорация даже не упоминается как вид лесохозяйственного мероприятия. Поэтому перспективы развития лесосошения в Карелии в ближайшем будущем маловероятны. Однако специалисты, имеющие отношение к гидролесомелиорации, считают, что надо приложить усилия и возможности для сохранения ценных в лесохозяйственном плане объектов на осушаемых землях, в том числе и лесных культур ценных хвойных пород.

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПОСЛЕ ПОЖАРОВ В СОСНЯКАХ БРУСНИЧНЫХ**

**Гаврилова О.И.<sup>1</sup>, Шур А.Г.<sup>2</sup>, Пак К.А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск; ogavril@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Сортавальское центральное лесничество, Сортавала,  
aleksander.holostyk@yandex.ru;*

<sup>3</sup>*Карельский филиал ФГБУ «Рослесинфорг» «Кареллеспроект» ;  
tao-zin@yandex.ru*

В связи с повторяющимися лесными пожарами все более актуальными выглядят вопросы формирования растительности после них и возобновления леса на площадях пожарниц. Рассмотрены вопросы исследования состояния естественного возобновления, напочвенного покрова, подроста и

подлеска относительно бедных по почвенным условиям сосняков в условиях Сортавальского участкового лесничества после лесных низовых пожаров средней интенсивности. Все исследуемые горельники расположены на скальной возвышенности, на одинаковом удалении от Ладожского озера, дорог, населенных пунктов и расположены внутри лесного массива, не имеют границ с открытыми пространствами, до пожара лесные насаждения имели одинаковые лесотаксационные характеристики, произрастали на одинаковых почвах.

Целью работы являлось установление необходимости в проведении лесовосстановительных работ в сосновых насаждениях после пожара. Тема исследований посвящена возможности уменьшения трудозатрат и удешевления себестоимости лесовосстановления в условиях сосняков брусничных (ТУМ А2). Давность пожара – 3, 7 и 11 лет. 6 пробных площадей 50×20 м закладывались как рядом со стеной леса, так и в середине площади, пройденной пожаром. Кроме того, были заложены 60 площадок для описания проективного покрытия живым напочвенным покровом территории после пожара (табл. 1).

Таблица. Количество жизнеспособного подроста на пробных площадях после пожаров

Давность пожара	№ пробы	Порода	Благонадежный			Неблагонадежный		
			Мелкий	Средний	Крупный	Мелкий	Средний	Крупный
3 года	1	Сосна	440	0	0	0	0	0
		Береза	0	0	0	0	0	0
	2	Сосна	340	0	0	0	0	0
		Береза	0	0	0	0	0	0
7 лет	1	Сосна	240	4100	0	40	40	0
		Береза	60	920	900	0	0	0
	2	Сосна	180	386	0	40	0	0
		Береза	60	720	600	0	0	0
11 лет	1	Сосна	2940	6480	820	100	120	20
		Береза	80	100	300	0	0	0
	2	Сосна	2420	5640	520	80	160	0
		Береза	80	40	200	0	0	0

На основании проведенной работы отмечено на площади после пожара существенное наличие злаков, зеленых мхов и существенное снижение черники. Брусника и лишайники также занимали большую территорию. Встречаемость плеуроциума составила 100 %, политрихум можжевельный отмечен на 90 % пробных площадок, 70 и 80 % составила встречаемость вереска и кладонии. Через 3 года после пожара брусника встречалась на 60 % площадей. Через 11 лет после пожара встречаемость брусники составила 100 % при 43 % средней величины покрытия площади, исчезают из состава ЖНП луговик и полевица.

В границах каждой пробной площади был произведен учет всего имеющегося подроста, как хвойного, так и лиственного, проведены замеры высот и диаметров стволов и стволиков подроста, а также учтены оставшиеся после пожара живые взрослые деревья. Погибшие деревья не учитывались.

Через 3 года после пожара отмечено наличие 390 шт/га мелкого (до 0,6 м) подроста сосны. Самосева березы не отмечено. Через 7 лет после пожара отмечено появление подроста березы крупного размера (более 1,5 м) – 750 шт/га и среднего размера – (0,6–1,5 м) – 820 шт/га. Число самосева сосны среднего размера составило 3980 шт/га, мелкого 210 шт/га.

Через 11 лет после пожара отмечено наличие крупного подроста сосны – 670 шт/га, среднего – 6060 шт/га и мелкого 2680 шт/га. Следует отметить относительно небольшое число крупного и среднего подроста березы 250 и 70 шт/га.

На основании проведенной работы сделаны выводы о хорошей восстанавливаемости сосновых насаждений после беглых низовых пожаров средней интенсивности по относительно бедным почвам Сортавальского района при условии небольшой площади пройденной пожаром.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ильичев Ю.Н., Бушков Н.Т. Влияние пожаров и рубок по гарям на почвенно-экологические факторы естественного возобновления // Сибирский экологический журнал. 2011. № 6. С.861–869.

2. Богородская А.В., Сорокин Н.Д., Иванова Г.А. Влияние пирогенного фактора на микробные комплексы почв сосняков // Лесоведение. 2005. № 2. С.25–31.

3. Мелехов И.С. Влияние пожаров на лес / И.С. Мелехов. М.; Л.: Гослестехиздат, 1948. 122 с.

4. Payett, S. Fire as Controlling Process in Noth American Boreal Forest // Shugart H., Leens R., Bonan G., Eds. A sistem analisis of the global boreal forest. Cambridge: Cambridge Univ. Press., 1992. P. 144–169.

## **ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗНЫХ СЦЕНАРИЕВ КСИЛОГЕНЕЗА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ**

**Галибина Н.А., Новицкая Л.Л., Мощенская Ю.Л., Никерова К.М., Подгорная М.Н., Софронова И.Н.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
galibina@krc.karelia.ru*

Ксилогенез – процесс формирования древесины, играет ключевую роль в повышении продуктивности лесов. Структурные особенности древесины определяют ее физико-механические, технологические, топливные, де-

коративные свойства, влияют на деревообработку и переработку древесного сырья. Познание механизмов регуляции ксилогенеза позволит эффективно и целенаправленно управлять этим процессом не только с точки зрения увеличения выхода биомассы древесины, но и выращивания древесины с заданными свойствами.

Уникальным объектом для изучения механизмов регуляции ксилогенеза древесных растений являются формы березы повислой: обычная береза повислая (*Betula pendula* var. *pendula*) и карельская береза (*B. pendula* var. *carelica*). Для древесины березы характерен широкий спектр разнообразия структурных элементов: она состоит из сосудов, волокнистых трахеид, волокнистых элементов, приближенных по структуре к волокнам либриформа, и клеток паренхимы. У обычной березы образуется древесина упорядоченного строения с типичной для древесных растений вертикально-тяжевой ориентацией водопроводящих и механических элементов. У карельской березы камбий может образовывать как нормальную по строению, так и аномальную древесину, в которой нарушены соотношение и пространственная ориентация структурных элементов. Из всех древесных пород структурные аномалии древесины выражены у карельской березы наиболее ярко, характеризуются большим разнообразием проявления в онтогенезе и высоким уровнем эндогенной изменчивости; их появление, развитие и затухание зависят от воздействия факторов среды.

Камбий – гетеротрофная ткань, его функционирование зависит от притока сахаров из фотосинтезирующих листьев. Главная транспортная форма сахаров у березы повислой – сахароза, метаболически инертна и вступает в обменные процессы только после расщепления ее ферментами инвертазой и сахарозосинтазой (СС).

Выявлен ряд физиолого-биохимических и молекулярно-генетических особенностей сценариев ксилогенеза у карельской и обычной березы, а также в ряду растений карельской березы с разной степенью узорчатости древесины. Формирование нормальной по строению древесины, в составе которой преобладают сосуды и волокна, происходит на фоне интенсивной метаболизации сахарозы СС под контролем гена *SUS1* и сопровождается активным синтезом структурных компонентов клеточных стенок (целлюлозы). Формирование аномальной узорчатой древесины, для которой характерны крупные включения клеток паренхимы, происходит на фоне низкой активности СС в связи со снижением экспрессии кодирующих ее генов *SUS1* и *SUS2* и сопровождается уменьшением содержания целлюлозы. При этом избыток сахарозы в аномальных участках метаболизируется апопластной инвертазой (АпИнв), что сопровождается увеличением содержа-

ния гексоз в тканях. Гексозы индуцируют реакции запасного метаболизма, что ведет к увеличению количества запасных веществ и повышению в ксилеме доли клеток запасающей паренхимы.

Один из путей получения деревьев карельской березы с насыщенной текстурой – это изменение метаболизма в направлении стимуляции процесса паренхиматизации древесины. Рассмотрены основные механизмы регуляции активности ферментов, как на транскрипционном, так и на посттрансляционном уровнях. Показано, что экспериментальными воздействиями можно изменять активность АпИнв в ходе ксилогенеза карельской березы, тем самым регулируя формирование узорчатой древесины.

В последнее время появились работы по изучению молекулярных механизмов, определяющих направление дифференцировки клеток камбия. Одним из таких механизмов является синтез CLE-пептидов группы В – TDIF (TRACHEARY ELEMENT DIFFERENTIATION INHIBITORY FACTOR) и его рецептора TDR/PXY (TDIF RECEPTOR / PHLOEM INTERCALATED WITH XYLEM) [1, 2, 4]. В норме сигнальные молекулы CLE-B/TDIF синтезируются в клетках флоэмы, транспортируются в камбиальную зону, где расположены рецепторы TDR/PXY. Система TDIF–TDR способствует пролиферации и поддержанию недифференцированного статуса камбиальных клеток. При неспецифической экспрессии в ксилеме *CLE41*, гена кодирующего CLE-B/TDIF, **ингибируется дифференцировка** водопроводящих элементов ксилемы и увеличивается число паренхимных клеток [3]. В аномальных участках карельской березы уровень транскрипта гена *CLE41* значительно превосходит таковой у обычной березы. Обсуждаются возможные нарушения работы **CLAVATA-подобной системы** TDIF–TDR при делении камбиальных инициалей у карельской березы, приводящие к формированию аномальной древесины.

*Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-04-100639\_p\_a.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Додуева И.Е., Ганчева М.С., Осипова М.А., Творогова В.Е., Лутова Л.А. Латеральные меристемы высших растений: фитогормональный и генетический контроль // Физиология растений. 2014. Т. 61. № 5. С. 611–631.
2. Du J., Groover A. Transcriptional regulation of secondary growth and wood formation // Journal of Integrative Plant Biology. / 2010. V. 52. P. 17–27.
3. EtcHELLS J.P., Mishra L.S., Kumar M., Campbell L., Turner S.R. Wood formation in trees is increased by manipulating PXY-regulated cell division // Current Biology. 2015. V. 25. P. 1050–1055.
4. Ye Z.H., Zhong R. Molecular control of wood formation in trees // The Journal of Experimental Botany. 2015. V. 66. P. 4119–4131.

## ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В МНОГОЛЕТНЕМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ С МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ

Геникова Н.В.

Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
genikova@krc.karelia.ru

В 1961 году в южной Карелии (средняя подзона тайги) Институтом леса Карельского филиала АН СССР были заложены опыты по изучению влияния многолетнего применения минеральных удобрений на сохранность и рост культур сосны (*Pinus sylvestris* L.). Исходный тип леса – сосняк брусничный, состав древостоя 10С+Б, класс бонитета IV. После рубки древостоя и пожара в 1960 г. сформировался вересково-паловый тип вырубki. Культуры сосны создавали посевом весной 1961 г. Было заложено восемь пробных площадей (ПП) размером не более 0,05 га. Минеральные удобрения вносили ежегодно на протяжении 30 лет (с 1967 по 1996 г.) В качестве удобрений использовали мочевины (N), суперфосфат гранулированный (P), хлористый калий (K) по схеме: N, P, K, NP, NK, NPK, PK и контроль (без удобрений) [4]. Напи исследования пробных площадей с целью изучить влияние многолетнего применения минеральных удобрений и их последствие на видовой состав и структуру напочвенного покрова проводились в 2013 г., т.е. через 17 лет после окончания эксперимента. На пробных площадях проводился сплошной пересчет деревьев по диаметрам, измерялись высоты по ступеням толщины. Оценивалось проективное покрытие видов сосудистых растений, мхов и лишайников. Для сравнения ПП между собой вычислен коэффициент сходства Сьеренсена-Чекановского для количественных признаков [3]. Древостои на ПП представлены чистыми по составу сосняками, лиственные породы отсутствуют. Ежегодное внесение удобрений повысило продуктивность 53-летних культур сосны на 0,7–II,4 класса бонитета. Под влиянием удобрений средний диаметр увеличился на 13–52 %, средняя высота – на 17–40 %. Запас древесины при внесении калийных и фосфорных удобрений вырос на 38–61 %, азотсодержащих – на 118–249 %. Наибольшее влияние на увеличение продуктивности культур сосны оказали азотсодержащие удобрения [1, 2, 4]. Флористическое разнообразие исследуемых участков невысокое. Всего в напочвенном покрове восьми ПП было отмечено 20 видов растений, из них 11 видов сосудистых растений (брусника обыкновенная, вереск обыкновенный, водяника обополая, дифазиаструм сплюснутый, иван-чай узколистный, ожика волосистая, осока седеющая, плаун годичный, седмичник европейский, черника обыкновенная, щитовник картузианский), 5 видов мхов (гилокомиум блестящий, ди-

кранумы метловидный и многоножковый, плеурозиум Шребера, политрихум можжевельниковый) и 4 вида лишайников (кладонии звездчатая, лесная и оленья, цетрария исландская). Результаты исследования показали, что пробные площади с внесением разных видов удобрений различаются по общему количеству видов, соотношению обилия групп растений (кустарничков, мхов и лишайников) и количеству опада. Варианты опыта с простыми калийными и фосфорными удобрениями (без содержания азота) по указанным характеристикам близки к контролю. Здесь отмечено наименьшее количество видов растений, при этом их проективное покрытие высокое. В этих вариантах опыта выявлены наименьшие значения относительной полноты древостоя (0,7–0,8), здесь же отмечено максимальное проективное покрытие кустистых лишайников (25 %) и минимальное количество опада (12 %). В вариантах с комплексными азотными и фосфорными удобрениями относительная полнота древостоя составляет 1,0 и выше, при этом обилие лишайников незначительное (12 %), а количество опада достигает 40 %. Сравнение ПП с помощью коэффициента сходства Сьеренсена-Чекановского подтвердило разделение ПП на 2 группы: варианты опыта с удобрениями, содержащим азот, и варианты опыта без азота (в т.ч. контроль). Влияние азотсодержащих удобрений на видовой состав напочвенного покрова проявляется в увеличении его видового разнообразия за счет мезотрофных видов, относительно требовательных к содержанию азота в почве. Азотные удобрения вызвали увеличение роста культур сосны, что проявляется до настоящего времени. Густой древостой и большое количество хвойного опада создает неблагоприятные условия произрастания как для кустистых лишайников, так и для зеленых мхов, уменьшая долю их участия в напочвенном покрове. Влияние внесенных азотсодержащих удобрений сохраняется на протяжении 17 лет после прекращения опыта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов А.И., Пеккоев А.Н., Харитонов В.А. Влияние периодического внесения азотных удобрений на качество древесины сосны обыкновенной в культурах // Успехи современного естествознания. 2016. № 11. С. 75–79.
2. Соколов А.И., Пеккоев А.Н., Харитонов В.А. Влияние многолетнего применения минеральных удобрений на рост сосны в толщину в посевах на паловых вырубках с песчаными почвами. I. Последствие 30-летнего ежегодного применения калийных удобрений на рост сосны в толщину и качество древесины // Лесной журнал. 2016. № 6. С. 42–55. (Изв. высш. учеб. заведений).
3. Шмидт В.М. Статистические методы в сравнительной флористике. Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. 176 с.
4. Шубин В.И., Гелес И.С., Крутов В.И., Морозова Р.М., Соколов А.И. Повышение производительности культур сосны и ели на рубках. Петрозаводск: Карел. НЦ АН СССР, 1991. 176 с.

## ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ГРАНИЦЕ ЕЛЬНИКА ЧЕРНИЧНОГО И ВЫРУБКИ

Геникова Н.В.

Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
genikova@krc.karelia.ru

Древостой оказывает средообразующее влияние на растения нижних ярусов. Рубка приводит к уничтожению исходного лесного сообщества, резко меняя условия местообитания. На примере вырубок ельников черничных (2, 3, 4, 5 и 10 лет после рубки древостоя) в Архангельской области (подзона северной тайги) была изучена мозаичность напочвенного покрова в первые годы после сплошной рубки древостоя, выявлены основные микрогруппировки, составляющие напочвенный покров участка леса и примыкающей к нему вырубки. Напочвенный покров изучался на трансектах, заложенных перпендикулярно стене леса по 25 м в обе стороны. На микроплощадках размером 0,25 м<sup>2</sup> выявлялся видовой состав сосудистых растений, мхов и лишайников, оценивалось проективное покрытие каждого вида. С использованием коэффициентов участия видов сосудистых растений, наземных мхов и лишайников по методике, предложенной Ипатовым В.С. с соавторами [2, 3], были вычислены показатели гетерогенности напочвенного покрова как в целом по трансекте, так и для лесных и вырубленных участков. Проведен анализ мозаичности напочвенного покрова: вычислено среднее количество растительных микрогруппировок и их средний размер для участков леса и вырубки. Результаты исследования показали, что значения гетерогенности напочвенного покрова в лесной части трансект ниже, чем на вырубке (0,38±0,01 и 0,46±0,02 соответственно). Среднее количество растительных микрогруппировок на 2–5-летних вырубках в 1,5–2 раза выше, чем в соседних лесных сообществах. На 10-летних вырубках микроценотическое разнообразие уменьшается по сравнению с более ранними стадиями восстановления и выравнивается с лесным участком. В лесной части трансект разнообразие микрогруппировок представлено сочетанием лесных кустарничков (*Vaccinium myrtillus* L., *V. vitis-idaea* L.) и мхов (*Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch. et al., *Pleurozium shreberi* (Brid.) Mitt., *Dicranum scoparium* Hedw., *Sphagnum girgensohnii* Russow). На вырубках разнообразие микрогруппировок представлено оставшимися «пятнами» лесного напочвенного покрова с *Hylocomium splendens* и лесными кустарничками, но по сравнению с лесом здесь возрастает участие *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Luzula pilosa* (L.) Willd., *Melampyrum pratense* L., *Trientalis europaea* L., *Solidago virgaurea* L.

В отдельную микрогруппировку входят площадки с порослевым возобновлением березы. Однако основу микроценотического разнообразия на вырубке составляют сочетания разрастающихся растений *Maianthemum bifolium*, *Trientalis europaea*, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Avenella flexuosa* (L.) Drejer при низком обилии мхов. Размер растительных микрогруппировок на вырубках в среднем в 1,5 раза меньше, чем на соседних лесных участках ( $1,7 \pm 0,14$  м и  $2,6 \pm 0,18$  м соответственно). Мелкая мозаика напочвенного покрова на вырубках вызвана не только увеличением неоднородности условий произрастания на вырубленном участке, но и развитием ценотических отношений между растениями. Так как исследованные вырубки располагались вдали от населенных пунктов и крупных дорог, по видовому составу обнаруженных там растений они мало отличались от исходных лесных сообществ [1]. Однако по соотношению видов напочвенного покрова наблюдались сильные различия. По сравнению с лесным участком на вырубке уже на второй год после рубки древостоя в напочвенном покрове на фоне уменьшения проективного покрытия лесных кустарничков увеличивается доля злаков и трав. Относительно высокое участие травянистых растений на вырубке сохраняется и через 10 лет после сведения леса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Геникова Н.В., Торопова Е.В., Крышень А.М. Реакция видов напочвенного покрова ельника черничного на рубку древостоя // Труды КарНЦ РАН. 2016. № 4. С. 92–99. DOI: 10.17076/eco292.

2. Ипатов В.С., Лебедева В.Х., Тиходеева М.Ю. О гетерогенности и квантованности растительности пробных площадей // Ботанический журнал. 2014. Т. 99. № 1. С. 3–22.

3. Лебедева В.Х., Ипатов В.С., Тиходеева М.Ю. Неоднородность пространственной структуры живого напочвенного покрова в лесных сообществах // Вестник Санкт-Петербург. ун-та. 2015. Сер. 3 «Биология». № 2. С. 32–46.

### **ГОДОВАЯ ДИНАМИКА КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА ХВОИ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

**Герлинг Н.В., Пунегов В.В., Груздев И.В.**

*Институт биологии КомиНЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, GerlingI@rambler.ru*

Эфирные масла – это уникальная группа природных биологически активных веществ, продуцируемых растениями и частично выделяемых ими в окружающую среду [4]. Наиболее часто встречающимися веществами в составе эфирных масел являются терпены и их кислородсодержащие про-

изводные (альдегиды и спирты). В настоящее время внимание исследователей обращено на терпеноиды, как на вещества, обладающие лечебными свойствами. Эти соединения являются важнейшими компонентами в составе новых лекарств [5, 6, 8]. Например, вещества группы терпеноидов, полученные из эфирного масла пихты сибирской, находят применение в препаратах противораковой и антивозрастной терапии [7].

Эфирное масло пихты сибирской, произрастающей под пологом ельника чернично-сфагнового, представляет собой бесцветную жидкость, в котором было идентифицировано 27 компонентов веществ. Наибольший выход эфирных масел нами был отмечен в июле и составлял 8,2 % в расчете на абсолютно сухую массу (а.с.м.), минимальное значение в феврале – 2 % на а.с.м. Резкое увеличение содержания эфирных масел в двухлетней хвое пихты сибирской наблюдается в июне (6,3 % на а.с.м.), что вероятно связано с оптимальными погодными условиями в этот период (средняя температура воздуха за месяц 19,8 °С, влажность воздуха 76,4 %). По данным Е.А. Ефремова, А.А. Ефремова [1, 2, 3] у пихты сибирской в Красноярском крае выход эфирных масел в мае составлял 3,86 % на а.с.м., в июле – 5,4 % на а.с.м., а в октябре – 3,78 % на а.с.м.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ефремов Е.А., Ефремов А.А.* Компонентный состав и физико-химические характеристики эфирного масла весенней лапки пихты сибирской // *Химия растительного сырья*. 2013. № 4. С. 71–75.
2. *Ефремов Е.А., Ефремов А.А.* Компонентный состав эфирного масла июльской лапки пихты сибирской Красноярского края // *Химия растительного сырья*. 2010. № 2. С. 135–138.
3. *Ефремов Е.А., Ефремов А.А.* Компонентный состав эфирного масла октябрьской лапки пихты сибирской Красноярского края // *Химия растительного сырья*. 2010. № 3. С. 121–134.
4. *Колесникова Р.Д.* Эфирные масла хвойных растений России: автореф. дисс. д-ра биол. наук. Владивосток, 1998. 58 с.
5. *Cragg G.M., Newman D.J.* Plants as a source of anti-cancer agents // *J Ethnopharmacol*. 2005. Vol. 100. Pp. 72–9. doi: 10.1016/j.jep.2005.05.011.
6. *Dong Y., Guha S., Sun X., Cao M., Wang X., Zou S.* Nutraceutical interventions for promoting healthy aging in invertebrate models // *Oxid Med Cell Longev*. 2012. Vol. 2012. Article ID 718491. doi: 10.1155/2012/718491.
7. *Kudryavtseva A., Krasnov G., Lipatova A., Alekseev B., Maganova F., Shaposhnikov M., Fedorova M., Snezhkina A., Moskalev A.* Effects of *Abies sibirica* terpenes on cancer- and aging-associated pathways in human cells // *Oncotarget*. 2016 Vol. 7. № 50. Pp. 83744–83754. doi: 10.18632/oncotarget.13467
8. *Srivastava V., Negi A.S., Kumar J.K., Gupta M.M., Khanuja S.P.* Plant-based anti-cancer molecules: a chemical and biological profile of some important leads // *Bioorg Med Chem*. 2005. Vol. 13. № 21. Pp. 5892–908. doi: 10.1016/j.bmc.2005.05.066.

## ДИНАМИКА ВОЗРАСТНОЙ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ПОПУЛЯЦИИ ЕЛИ ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ

Глазунов Ю.Б., Николаев Д.К.

*Институт лесоведения РАН, Московская обл., Успенское, root@ilan.ras.ru*

Исследования проведены в Порецком участковом лесничестве Можайского района Московской области, в культурах сосны, созданных в 1862, 1891, 1924 и 1937 гг., на 4-х постоянных пробных площадях (ПП) [1, 2]. Культуры созданы рядовой посадкой сеянцев сосны с расстояниями между рядами – 2 м и между сеянцами – 1 м. Густота посадки – 5 тыс. экз.·га<sup>-1</sup>. Почвы на объектах среднеподзолистые среднесуглинистые. Коренной тип леса – ельник кисличный, условия произрастания – С<sub>3</sub>.

Наблюдения на ПП выполнены в возрасте культур 64, 74, 122, 132, 142 и 152 года. При перерешетах у всех деревьев измеряли диаметр и высоту, протяженность крон и картографировали их взаимное расположение. Для ретроспективного изучения восстановления еловой популяции на пробных площадях бурением у основания ствола была установлена возрастная структура ели.

В распределении численности ели по периодам возобновления (ПВ – разница между возрастом культур сосны и дерева ели) четко выражены пики в возрасте культур сосны 15–30 лет. Деревья ели, появившиеся в первые годы после создания культур, а также предварительное возобновление ели, в большинстве своем гибнут в период максимальной сомкнутости крон сосны.

Рост деревьев ели под пологом определяется, прежде всего, конкретными условиями, в которых развивается данное дерево. Деревья ели в пределах 5-летних возрастных групп могут различаться по высоте на 15–30 м. Вместе с тем, деревья ели, возобновившиеся в первые годы после создания культур и имеющие наибольший возраст, с большей вероятностью становятся лидирующими и получают преимущество в период формирования елью второго яруса в возрасте культур 60–80 лет. В этот период освещенность отдельных особей ели и, соответственно, возможность их роста, обусловлены, прежде всего, внутривидовыми конкурентными отношениями.

Лидирующие деревья, которые находятся в наиболее благоприятных условиях, быстро растут и увеличивают объем крон. В возрасте 74 года 71 % объема пространства, занятого кронами ели, приходился на 30 % самых высоких деревьев второго яруса. Эти деревья лучше освещены, и вместе с тем, их кроны создают максимальное затенение для деревьев, имеющих меньшую высоту. Режим затенения, создаваемый деревьями, определяется размерами и структурой их крон. Наибольшая представленность крон деревьев ели наблю-

дается на высоте, равной 0,4–0,7 средней высоты второго яруса. На этой высоте в возрасте 74 года 21–32 % пространства были заняты кронами ели. С учетом наклонного падения солнечного света площадь тени, отбрасываемой кронами деревьев, может превышать площадь проекции кроны более чем в 2 раза при максимальной высоте стояния солнца. Таким образом, кроны лидирующих деревьев образуют своеобразный экран на высоте, примерно равной половине высоты второго яруса, через который прямой солнечный свет почти не проникает. Это препятствует росту отставших в росте деревьев и приводит к их массовому усыханию. За 10 лет в возрасте от 74 до 84 лет на ПП 1ГЛ средняя высота второго яруса увеличилась с 11,1 м до 15,9 м, количество деревьев уменьшилось с 1121 до 918 экз.·га<sup>-1</sup>. За этот же период количество деревьев подроста уменьшилось с 816 до 137 экз.·га<sup>-1</sup>, а их средняя высота увеличилась с 3,9 до 4,2 м. В период формирования второго яруса происходит выравнивание естественной неоднородности горизонтальной структуры еловой популяции за счет интенсивного изреживания куртин подроста.

В возрасте культур сосны более 100 лет лидирующие деревья ели выходят в первый ярус. К возрасту 122 года доля ели составила 9 % от запаса первого яруса, а к возрасту 152 года она увеличилась до 24 %. Средняя высота ели уступает высоте сосны на 3–5 м, при этом высота отдельных деревьев ели превосходит высоту соснового полога. Большинство деревьев ели в первом ярусе относятся к первой генерации, их ПВ не превышает 20 лет. Вместе с тем, отдельные деревья с ПВ, превышающим 40 лет, также выходят в первый ярус. Ель с ПВ 50–100 лет отсутствует. Последующие генерации ели представлены незначительно сильно угнетенным подростом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рубцов М.В., Глазунов Ю.Б., Львов Ю.Г. Формирование естественных ельников под пологом культур сосны на суглинистых почвах // Лесоведение. 1999, № 3. С. 30–37.
2. Рубцов, М.В., Глазунов Ю.Б., Николаев Д.К. Восстановительно-возрастная динамика популяции ели в культурах сосны в типичных для ельников условиях произрастания // Лесоведение. 2016. № 4. С. 243–253.

## ГОДОВАЯ ЭМИССИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В БОЛОТНЫХ СОСНЯКАХ ЮЖНО-ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ЕТР

Глухова Т.В., Вомперский С.Э., Ковалёв А.Г.

*Институт лесоведения РАН, Московская обл., Успенское, root@ilan.ras.ru*

Болота в России занимают 8 % площади, а вместе с оторфованными заболоченными землями – 21 % ее территории [1]. Современный баланс углерода болот недостаточно изучен. Закономерности и количественная

оценка газообмена болот разного генезиса в различных природных и антропогенно нарушенных условиях остаются слабоизученными, и в частности оценки эмиссии  $\text{CO}_2$  в атмосферу. Большинство оценок потоков  $\text{CO}_2$  из болотных почв получено срочными измерениями разной частоты. Они относятся к регулярным измерениям в вегетационном периоде.

Целью нашего исследования являлось изучение годовой эмиссии  $\text{CO}_2$  с поверхности верховых болотных почв с учетом микрорельефа, а также оценка вклада разного времени года в суммарные годовые потоки.

Эмиссию диоксида углерода с поверхности верховых болотных почв южно-таежной зоны изучали на Западнодвинском лесоболотном стационаре Института лесоведения РАН в Тверской области ( $56^\circ$  с.ш.,  $32^\circ$  в.д.). Исследования проводили в олиготрофных болотных микроландшафтах (биогеоценозах): грядово-мочажинном безлесном (с редкой сосной по болоту), сосняке кустарничково-пушицево-сфагновом естественном, древостой IV класса бонитета и сосняке кустарничково-пушицево-сфагновом, осушенном 30 лет назад, древостой III класса бонитета. **Мощность торфяных отложений** на объектах исследования – 4,0; 2,0 и 0,8 м соответственно в безлесном болоте, сосняках естественном и осушенном. Возраст древостоя в сосняках, естественном и подвергнутом мелиорации, 60 лет. Эмиссию  $\text{CO}_2$  определяли круглогодично в течение 3-х лет: с августа 2004 по июль 2006 и с января по декабрь 2007 гг.

Наблюдения за скоростью эмиссии  $\text{CO}_2$  из болотной почвы в течение трех лет выявили ее сезонную изменчивость. Максимальные значения отмечены в летние месяцы, минимальные – в зимние, они зависят от комплекса погодных и гидротермических условий, к которым относятся температура почвы (торфа) и воздуха, уровень почвенно-грунтовых вод.

В теплый период (май–октябрь) различия в скоростях эмиссии углекислого газа (среднее за 3 года) по элементам микрорельефа достоверны в безлесном болоте и сосняке осушенном. В сосняке неосушенном в этот период различия недостоверны, так как повышенные элементы рельефа, особенно в летние месяцы, пересыхают и эмиссия  $\text{CO}_2$  становится мало различимой в микропонижениях, ровных местоположениях и микроповышениях. В холодный период (ноябрь–апрель) различия в скоростях эмиссии по элементам микрорельефа во всех трех биогеоценозах достоверны, при значительно меньших потоках, чем в теплый период [2].

Наибольшие различия в скоростях почвенной эмиссии  $\text{CO}_2$  по элементам микрорельефа характерны для безлесного грядово-мочажинного болота, в котором микропонижения выделяют  $\text{CO}_2$  в 2 раза меньше, чем ровные местоположения и в 3 раза меньше, чем микроповышения. В бо-

лотных сосняках кустарничково-пушицево-сфагновых различия в выделении  $\text{CO}_2$  по элементам микрорельефа значительно меньше.

Величина суммарных средневзвешенных по элементам микрорельефа годовых потоков  $\text{CO}_2$  возрастает от 436 в безлесном верховом болоте до 930 в более дренированном сосняке кустарничково-пушицево-сфагновом неосушенном и достигает  $1292 \text{ г С м}^{-2}\text{год}^{-1}$  в мелиорированном сосняке.

В годовом потоке диоксида углерода из почв олиготрофных болот южно-таежной зоны доля холодного периода составляет 10 % в безлесном болоте, 17 % – в болотном сосняке естественном и 24 % – в сосняке осушенном. Эмиссию углекислого газа в холодный период года, часто не учитываемую, нельзя игнорировать при расчете годовых балансов углерода в различных биогеоценозах.

Вклад летней эмиссии в годовой поток  $\text{CO}_2$  составляет 48–62 %, осень вносит 20–26 %, на весну приходится 14–16 %, доля зимних месяцев не превышает 4–11 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Вомперский С.Э., Иванов А.А., Цыганова О.П. и др.* Заболоченные органо-генные почвы и болота России и запас углерода в их торфах // Почвоведение. 1994. № 12. С.17–25.

2. *Глухова Т.В., Вомперский С.Э., Ковалев А.Г.* Эмиссия  $\text{CO}_2$  с поверхности олиготрофных болот южно-таежной зоны ЕТР с учетом микрорельефа // Почвоведение. 2014. № 1. С. 48–57.

## РОЛЬ ТИПОЛОГИИ ЛЕСА В СОВРЕМЕННОМ ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Глушко С.Г.**

*ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет, Казань, glushkosg@mail.ru*

Тип леса – основной таксационный показатель, характеризующий современные леса. Важность развития лесной типологии отмечали все известные лесоводы (Г.Ф. Морозов, В.Н. Сукачёв, И.С. Мелехов, Б.П. Колесников, и др.) [1,4, 5, 6]. Интенсификация лесного хозяйства возможна на базе эффективной типологии леса.

Участвуя в лесоустройстве лесхозов – лесничеств ряда регионов Дальнего Востока (с 1982 г.), Среднего Поволжья (с 2011 г.), работая в экспедициях лесных отрядов АН СССР – РАН (1985–1994 гг.), автор получил представление о практике использования типологии леса в лесном хозяйстве.

Характеризуя состояние типологии леса, необходимо отметить следующее:

1. Результаты лесорастительного районирования в современной типологии леса используются как вспомогательный материал. Здесь можно согласиться с мнением о том, что «из почвенного разреза не видно леса», в такой позиции недостаточно учитывается средообразующее значение лесной биоты.

2. Определение типа леса выполняется на основе так называемого доминантно-флористического подхода, по облику растительных сообществ. Фактически определяется не тип леса, а тип лесного сообщества, современный или перспективный (целевой) облик растительных сообществ.

Оба вышеприведенных обстоятельства позволяют прогнозировать кризис типологии леса, затрагивающий лесную науку и лесное хозяйство. Организация отечественного лесоведения заслуживает большего внимания. В практике лесотипологического обследования сложился так называемый «комплексный подход», когда ботаник дает определение растительному сообществу (ассоциации), почвовед дописывает тип лесорастительных условий (естественно, не вдаваясь в различия ТЛУ и ТУМ), а оказавшийся рядом лесовод упрощает (округляет) растительные ассоциации до лесного сообщества. Результатом совместного «творчества» становится «определение типа леса». Участие в такой работе лесовода основано на недоразумении. Тип лесного сообщества – лесонасаждения, даже с «этикеткой» ТЛУ-ТУМ, нельзя приравнивать к полноценному типу леса.

Практика биогеоценотического похода в лесной типологии привела к приравниванию (по факту) типа лесного биогеоценоза к типу леса, к типу лесного сообщества (биоценоза) и разрушению биогеоценологии.

Классификация типов лесных биогеоценозов весьма целесообразна для нужд краткосрочного планирования. Современные потребности (например, рубка леса) при рациональном хозяйствовании не противоречат планированию долгосрочному (например, воспроизводство леса). Работа на перспективу предполагает знание о сериях биогеоценозов, динамических и географо-генетических рядах развития леса, знание об аннигиляции взаимосвязанных направлений развития типологии леса.

Широко используемый доминантный лесотипологический подход опирается на использование преобладающих – доминирующих пород. Оценка динамики, генезиса производится по породам эдификаторным. Флористический подход к типологии леса оперирует породами индикаторными – дифференциальными. Во всех случаях выявляется состав и степень участия видов в формировании растительных сообществ. Типология

леса на практике скатывается к современной геоботанике, что нельзя считать положительным.

За последние полвека в классической геоботанике наметилось достаточно явное доминирование биоценологии. Основной геоботанический объект – растения и их сообщества – биоценозы, рассматриваются в отношениях друг к другу и условиям местопроизрастания.

Современное лесоведение (должно быть) ориентировано на качественно иные объекты – лесные биогеоценозы. Ключевым в лесном биогеоценозе следует признать не наличие разнородных био- и гео- компонентов, а наличие тесных взаимосвязей между живыми (био) и неживыми (гео-абио) формами материи, объединенными в высокоорганизованную природную биогеосистему (ценоз) [3]. Для качественной характеристики типов леса, лесных биогеосистем, необходим более качественный индикатор, чем используемые в настоящее время сведения о наличии доминантов, эдификаторов, дифференциальных видов и проч. (даже с «этикеткой» ТЛУ).

Совершенствование типологии леса на основе синтеза типов лесных сообществ и типов условий их местопроизрастания остается актуальной задачей лесной науки. Развитие современной типологии леса в условиях господства антропогенных лесообразовательных процессов может быть обеспечено на путях поиска обоснованных и практически удобных индикаторов качественного состояния лесных биогеосистем [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Васильев Н.Г.* Ясеньевые и ильмовые леса советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1979. 320 с.
2. *Глушко С.Г.* Оценка качественного состояния лесных биогеоценозов в связи с их динамикой // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. № 1 (39). С. 16–21.
3. *Глушко С.Г.* О соотношении понятий биогеоценоз и биогеосистема // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность, мониторинг и адаптационные технологии [Электрон. ресурс]. Йошкар-Ола: Марийский ГТУ, 2010. С. 24–27. url: <http://csfm.marstu.net/publications.html>
4. *Колесников Б.П.* Кедровые леса Дальнего Востока. Тр. ДВФ СО АН СССР. Сер. ботан., 1956. Т. 2(4). 262 с.
5. *Раменский Л.Г.* Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 620 с.
6. *Сукачѳ В.Н.* Программа и методика биогеоценологических исследований / Под ред. В. Н. Сукачева, Н. В. Дылыса. М.: Наука, 1966. 334 с.

## О ВЫСОТНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ БОРЕАЛЬНЫХ И НЕМОРАЛЬНЫХ ЛЕСОВ НА ЗАПАДНОМ СКЛОНЕ ЮЖНОГО УРАЛА

Горичев Ю.П.

Южно-Уральский государственный природный заповедник, д. Реветь,  
yura.gorichev.55@mail.ru

На западном склоне Южного Урала, охватывающем низкогорья, бореальные темнохвойные леса распространены к северу от 54 параллели, по которой проходит южная граница ареалов темнохвойных пород ели сибирской и пихты сибирской. В ботанико-географическом отношении данная территория отнесена к району широколиственно-темнохвойных лесов [1]. Данный район на востоке граничит с районом горнотаежных темнохвойных лесов, охватывающем среднегорья центральной части Южного Урала, где безраздельно господствуют бореальные леса.

Горный рельеф района обуславливает значительное разнообразие мезо- и микроклиматов, широкий диапазон термических параметров экотопов: сумма температур за вегетационный период – от 1700 до 2300<sup>0</sup>; среднемесячная температура самого теплого месяца от 15 до 20<sup>0</sup>; среднегодовая температура от 1,5 до 3<sup>0</sup> [2]. Термический режим экотопов варьирует от умеренного до резко-контрастного.

В целом климатические условия района, благодаря разнообразию мезо- и микроклиматов, позволяют активно участвовать в лесообразовательном процессе большому числу лесообразующих видов, в т.ч. темнохвойным (*Picea obovata*, *Abies sibirica*) и широколиственным (*Quercus robur*, *Aser platanoides*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*) породам. Коренную растительность которого формируют ассоциации бореальных, неморальных и смешанных субнеморальных лесов.

В условиях низкогорного рельефа, отчетливо выражена высотная дифференциация климатических параметров и прежде всего термических, связанная с вертикальным распределением температуры. Нормальное распределение температуры (понижение температуры с высотой) периодически нарушается температурными инверсиями, в результате которых до определенной высоты наблюдается повышение температуры (отрицательный вертикальный градиент). Вследствие частых инверсий, проявляющихся до высоты 600–650 м над ур.м., наиболее теплыми экотопами являются вершины и прилегающие верхние части склонов невысоких гор и увалов, а на высоких хребтах выраже-

на теплая полоса или теплый пояс на высоте 500–600 м над ур.м. В результате инверсий наиболее холодными являются днища долин, а также вершины высоких хребтов [2].

Высотной дифференциации бореальных и неморальных лесов способствует повышенная требовательность широколиственных пород в отношении фактора тепла. В данном районе термический фактор выступает в качестве лимитирующего фактора для теплолюбивых широколиственных пород. Обладая высокой конкурентной способностью, широколиственные породы при достаточной теплообеспеченности экотопов (сумме температур более 2000<sup>0</sup>) активно участвуют в лесообразовательном процессе, выступая в роли эдификаторов фитоценозов, формируя в наиболее теплых экотопах чистые неморальные насаждения. При меньшей теплообеспеченности, широколиственные породы резко снижают свой конкурентный потенциал, что дает возможность включаться в лесообразовательный процесс темнохвойным породам. Активность темнохвойных пород возрастает в том порядке, в каком снижается теплообеспеченность экотопов. При низких значениях теплообеспеченности экотопов, критических для широколиственных пород, темнохвойные породы занимают позиции эдификаторов, формируя в наиболее холодных экотопах бореальные насаждения. Пространство между этими крайними условиями занимают ассоциации смешанных субнеморальных лесов.

Схематично высотную структуру коренной растительности в районе широколиственно-темнохвойных лесов можно представить в виде 5 высотных ступеней или уровней, занимаемых бореальными, неморальными и субнеморальными насаждениями: снизу вверх: бореальные – субнеморальные – неморальные – субнеморальные – бореальные. Данная схема в полной мере выражена на высоких хребтах (высотой свыше 750 м), т.е. возвышающихся выше верхней границы распространения температурных инверсий. На менее высоких горах и увалах (высотой менее 600 м), находящихся в пределах инверсионного слоя, схема включает 3 высотных уровня: бореальные – субнеморальные – неморальные насаждения. Таким образом, на западном склоне Южного Урала бореальные темнохвойные леса формируют 2 высотных топографических комплекса: нижний – долинные леса и верхний – хребтовые леса, разделенные полосами смешанных и неморальных лесов. Долинные бореальные леса с участием темнохвойных распространены по днищам и северным склонам горных долин. Хребтовые бореальные темнохвойные леса распространены по гребням и в верхних частях склонов высоких хребтов на высоте 700–900 м над ур.м.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Горичев Ю.П., Давыдычев А.Н., Алибаев Ф.Х., Кулагин А.Ю. Широколиственно-темнохвойные леса Южного Урала: пространственная дифференциация, фитоцено-тические особенности и естественное возобновление. Уфа: Гилем, 2012. 176 с.

2. Горичев Ю.П., Давыдычев А.Н., Юсупов И.Р., Кулагин А.Ю. Микроклиматические параметры основных климатопов района широколиственно-темнохвойных лесов Южного Урала // Эколого-географические проблемы регионов России. Самара: СГСПУ, 2016. С. 93–99.

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ЕВРОПЕЙСКИХ ТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ НА ЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Громцев А.Н.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
gromtsev@krc.karelia.ru*

Таяжная (бореальная) зона европейской части России с запада на восток простирается от побережья Балтийского моря и российско-финляндской границы до Уральских гор на общей площади более 150 млн га, в т.ч. 85 млн га лесной. Несмотря на вековую историю ландшафтоведения, специализированные исследования лесов на ландшафтной основе в этой части страны начались сравнительно недавно. До этого времени лес рассматривался просто как компонент природно-территориальных комплексов и давалась его характеристика в самом общем плане. При этом специально его структура и динамика никогда не изучалась, а ландшафтная основа не использовалась при планировании лесопользования. На Европейском Севере первые исследования ландшафтных особенностей лесов были проведены в его северо-западной части (Республика Карелия и Мурманская область). Впрочем, это были небольшие работы, выполненные отдельными специалистами (М.Л. Раменской и др.), а результаты опубликованы в лишь в виде нескольких статей. С конца 70-х гг. XX века исследования широко развернулись по заданию Постоянной комиссии по изучению естественных и производительных сил при Президиуме Академии наук СССР – «Разработать модели и прогнозы оптимальной структуры естественного и антропогенного ландшафта с учетом размещения производительных сил, рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды». Для выполнения этой задачи в конце 1970 гг. в Институте леса КарНЦ РАН формируется ландшафтно-экологическое направление, которое возглавил к.с.-х.н. А.Д. Волков. Творческая группа включала различных специалистов (геоморфологов, болотоведов, почвоведов, ботаников, зоологов, лесоведов). К на-

стоящему времени итоги исследований представлены в очень большом цикле публикаций, включая как общие монографии с характеристикой структуры и динамики ландшафтов, так и специализированные, сфокусированные на лесной покров. По отношению к лесу фундаментальные аналогичные разработки в других таежных регионах европейской части России крайне немногочисленны, а в последние два десятилетия нами не отмечены.

В настоящее время исследования продолжаются в лаборатории ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем Института леса КарНЦ РАН в рамках различных программ, тем и проектов. К основным можно отнести следующие результаты исследований.

Проведен общий анализ современного состояния, методологических и методических основ ландшафтно-экологических исследований, в том числе дан обзор карт и описаний ландшафтов различных регионов европейской части таежной зоны России. Показано и охарактеризовано строение лесного покрова на уровне биогеоценоза (фации), урочища, местности, ландшафта и таежного региона (на примере Карелии). Проанализированы особенности границ, линейных размеров и территориальной сопряженности между лесными экосистемами различного таксономического уровня. В итоге изложены общие положения ландшафтной концепции структурной организации лесного покрова. Охарактеризована спонтанная динамика таежных лесов в режиме естественных нарушений (пожаров, ветровалов и др.) В частности, подробно описаны ландшафтные варианты пожарных режимов в первобытных лесах. Рассмотрена история хозяйственного освоения таежных территорий, проведен ретроспективный анализ антропогенной динамики лесов с ландшафтной интерпретацией материалов, выделены и подробно охарактеризованы исторически сложившиеся сценарии лесопользования. Описаны различные стадии антропогенной динамики лесного покрова в различных типах ландшафта в связи с этими сценариями. Вскрыты ландшафтные закономерности и построены схемы сукцессионных рядов лесной растительности. В итоге обосновано представление о ландшафтном комплексе этих рядов. Сформулированы основные положения системы ландшафтно-экологического планирования многоресурсного лесопользования. Обсуждена проблема целесообразности использования для этого бассейновой основы (в сравнении с ландшафтной). Показаны возможности применения ландшафтной основы для районирования лесов по экологическим, биоресурсным и хозяйственным параметрам. На конкретных примерах продемонстрированы способы внедрения элементов ландшафтно-экологического планирования в практику природопользования и охраны природы.

На наш взгляд, перспективность исследований лесов на ландшафтной основе очевидна и определена тем, что уже на протяжении многих десятилетий в результате рубок лесной покров подвергается широкомасштабной и нередко необратимой трансформации. Она вызывает адекватные изменения биоты и природной среды в целом. В этих условиях при планировании многоцелевого лесопользования на обширных лесных пространствах очевидной является недостаточность традиционного оперирования отдельными пространственно разобщенными участками. Существует явная необходимость управления целыми лесными территориями в тех или иных естественных границах. Для этого необходимы фундаментальные знания в области ландшафтной экологии лесов – на уровне массивов в пределах различных физико-географических единиц. Накопленный опыт открывает простор для развития ландшафтно-экологических исследований таежных лесов на основе уже полностью экспериментально подтвержденных и опробованных положений и их практического применения. Результаты работы широко используются при обосновании системы ООПТ, разработке схем районного территориального планирования в административных образованиях, различного рода экспертизах и др.

## **ПРОИЗВОДНЫЕ ЛЕСА НА ЗАПАДЕ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ РОССИИ: ПРОИСХОЖДЕНИЕ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА**

**Громцев А.Н.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
gromtsev@krc.karelia.ru*

Под производными понимаются леса, возникшие на месте коренных под воздействием различных антропогенных факторов. На западе таежной зоны России (Мурманская и Ленинградская области, Республика Карелия и сопредельные территории Архангельской и Вологодской областей) на подавляющей части площади производные леса (ПЛ) сформировались на месте различных видов рубок в прошлом и в настоящее время. В лаборатории ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем Института леса КарНЦ РАН исследования ПЛ в рамках различных тем и проектов ведутся на протяжении уже почти 40 лет. В основу исследований была положена оригинальная классификация и карта географических ландшафтов, разработанная по зонально-типологическому принципу. К настоящему времени можно подвести основные итоги.

Показано, что производные лесные сообщества формировались после: 1) сплошных концентрированных рубок (широко практиковавшихся с 30-х по 60-е гг. XX века); 2) сплошных широко- и узколесосечных рубок (современный способ лесозаготовок); 3) несплошных, главным образом, выборочных рубок самой различной интенсивности, в том числе современных (ведутся на протяжении 3–4 последних столетий); 4) подсечно-огневой обработки лесных земель (широко применялась на протяжении нескольких столетий вплоть до конца XIX века); 5) пожаров антропогенного происхождения; 5) «отчуждения» лесных земель под постоянно действующие аграрные угодья и их последующего забрасывания; 6) гидролесомелиорации (широкомасштабные работы были произведены в 60–80-х гг. и полностью прекращены к середине 90-х гг. XX века) и др. В результате ПЛ представляют собой сообщества самого различного происхождения и на самых разных стадиях антропогенных сукцессий. Так, на некоторых крупных территориях леса осваивались уже несколько столетий: а) вблизи бывших лесопильных и горно-металлургических заводов (заготовка древесины для углежжения); б) в районах наиболее удобных для земледелия, в т.ч. подсечного; в) вокруг сел, возникших несколько столетий назад; г) вдоль путей сухопутного и водного транспорта и др.

Показано, что широко распространены ПЛ самого разного происхождения и не только первой, но второй, и даже третьей генераций (поколений), то есть вырубались и восстанавливались не один раз. Очевидно, что каждая последующая генерация в той или иной, пока еще не установленной степени, будет отличаться от предшествующей. В разных возрастных вариациях, на разных стадиях сукцессионных рядов и их различном смешении ПЛ абсолютно доминируют на подавляющей части региона (от пионерных растительных группировок на вырубках коренных лесов до фитоценозов самого разного происхождения и генераций).

Установлено, что строение и динамика массивов ПЛ в разной степени отличается в различных типах географического ландшафта. Они определяются и исторически сложившимися сценариями хозяйственного освоения территории: 1) «аграрного» (с тотальным сведением лесов в исторической ретроспективе, последующим полным или частичным забрасыванием и зарастанием древесной растительностью сельхозугодий и образованием в современный период агролесных комплексов); 2) «лесопромышленного» (с широкомасштабными сплошными рубками коренных лесов в развернувшимся со второй четверти XX века и постепенным и в целом успешным естественным восстановлением лесного покрова до состояния близкого к исходному или трансформированному по составу); 3) «комбинированно-

го» (с формированием мозаичной структуры лесов после несколько видов воздействия в различных пропорциях за длительный исторический период); 4) «пригородного», в том числе урбанизированного (сочетающем признаки первого и третьего сценария – вокруг городов, в основном внутри зеленых зон) и др.

Доля сохранившихся коренных лесов в пределах действующих и планируемых ООПТ в самом ближайшем будущем в регионе составит порядка 10 % (вне их они практически полностью будут вырублены в ближайшие 15–20 лет). Исключением будут самые низкопродуктивные древостои (в скальных и заболоченных местообитаниях, низкогорных местностях), ввиду экономической нецелесообразности их рубки, а также большей частью леса защитного назначения (притундровые и водоохранные). Таким образом, ПЛ уже стали и навсегда останутся абсолютно доминирующими по площади, где будит производиться заготовка древесины и иная хозяйственная деятельность. В этой связи выявление современного состояния таких лесов и, особенно, закономерностей их долговременной динамики – с периодическим «обновлением» (с возрастом рубки в среднем около 100 лет) представляется весьма актуальным.

В настоящее время исследования ПЛ в лаборатории значительно расширены и на ландшафтной основе включают изучение не только собственно древесной растительности, но и структуры и состояния локальных флористических и фаунистических комплексов – сосудистых растений, лишайников, шляпочных и дереворазрушающих грибов, насекомых и позвоночных животных (тема «Производные леса ландшафтов запада таежной зоны России: история формирования, динамика, биоразнообразие» (2017–2019 гг., № по Госзаданию: 0220-2014-0007).

## **ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СУКЦЕССИИ В ЧЕРНЕВЫХ ЛЕСАХ ЗАПАДНОГО САЯНА**

**Данилина Д.М., Коновалова М.Е.**

*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, dmailto@mail.ru*

Длительное исследование черневых лесов Западного Саяна на базе Ермаковского стационара Института леса СО РАН показало, что они отличаются особой структурой сообществ: высокой производительностью древостоев, мощностью травяного покрова, обилием неморальных реликтов трав, мхов и лишайников [4]. Травяной покров в черневых лесах выполняет роль субэдикатора, влияя на процессы биологического кру-

говорота, затрудняя возобновление кедр и пихты [3, 5]. Возрастное развитие коренных кедрово-пихтовых древостоев, как правило, связано с чередованием периодов доминирования кедр и пихты (продолжительностью 100–200 лет). Основными факторами естественной спонтанной динамики коренных черневых лесов являются мозаичные мелкоконтурные ветровалы старовозрастных деревьев пихты (100 лет и более) и пораженных ядровой напенной гнилью крупномерных деревьев кедр (в возрасте 250–360 лет) [6]. Как результат для коренных черневых лесов характерно накопление большого количества валежа, развитие высокой мозаичности микрорельефа и синузальной структуры. Проведенные исследования не выявили сколько-нибудь значимых отклонений от естественной спонтанной динамики коренных черневых лесов, вызванных эпифитотиями или пожарами. Наиболее значимым фактором нарушения эндогенной динамики черневых лесов стали промышленные лесозаготовки 40–70 гг. XX в.

Восстановительная динамика черневых пихтово-кедровых лесов после условно-сплошных рубок, протекает на фоне перестройки фитоценотической структуры сообществ и в пределах каждого типа леса: возникают разные по составу, структуре и микроклимату участки, дальнейшее развитие которых предопределяется как внутренними перестройками, так и влиянием внешних факторов. Данные постоянных и большого числа временных пробных площадей позволяют говорить, что при всем разнообразии структуры производных древостоев из осины, пихты с участием березы уже на стадии 20–30 лет в покров возвращаются доминанты прежних исходных сообществ и формируются структурные элементы, напоминающие физиономически те синузии, которые имелись в коренных лесах до рубки. В то же время роль кедр как эдификатора в изученных типах леса не восстановилась, и ее выполняют пихта и осина на протяжении более 100 лет. Тем не менее, под их пологом формируются синузии и микроассоциации, характерные для условно-коренного типа леса – климаксовые: крупнотравно-широкотравно-папоротниковая, крупнотравно-папоротниковая, вейниково-щитовниковая, варьирующие по составу, соотношению видов, фитомассе, но находящиеся в состоянии динамического равновесия и устойчивые во времени. Наряду с ними есть также элементы, которые появляются и быстро исчезают в ходе сукцессии – сукцессионные синузии. На разных стадиях развития фитоценоза формируются фитоценотически обусловленные синузии, характерные для разных стадий развития одного типа леса. Климаксовые синузии, например, крупнотравно-широкотравно-папоротниковая, характерны для травяного покрова всех типов леса крупнотравно-папоротниковой серии в черневом поясе [1]. Трансформация нижних ярусов, как и мозаичная

структура древостоя, определяют условия для появления и выживания подрастающего кедрового полога, которые не способствуют естественному восстановлению популяции черного кедрового полога, а скорее говорят о вытеснении его пихтой и осиной. В этой связи единственным путем восстановления позиций кедровой формации в поясе черновых лесов Западного Саяна является поэтапное формирование целевых насаждений рубками ухода [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Исмаилова Д.М., Назимова Д.И.* Долговременная динамика фитоценотической структуры черновых пихтово-осиновых лесов // *Лесоведение*. 2007. № 3 С. 3–10.
2. *Коновалова М.Е., Назимова Д.И., Данилина Д.М.* Формирование рубками ухода черновых кедровников // *Интенсификация лесного хозяйства России: проблемы и инновационные пути решения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. Красноярск, 19–23 сентября 2016 г. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2016. С. 115–116.
3. *Кузнецова Т.С.* Фитоценотическая структура кедровников Западного Саяна // *Типы лесов Сибири*. Вып. 2. М., 1969. С. 25–77.
4. *Назимова Д.И.* Фитоценотические аспекты пространственно-временной изменчивости типа леса в связи с антропогенным воздействием // *Эколого-фитоценотические особенности лесов Сибири*. Красноярск: ИЛиД, 1982. С. 3–15.
5. *Поликарпов Н.П., Бабинцева Р.М.* Лесовосстановительные процессы в темных хвойных лесах северной части Западного Саяна // *Лесоводственные исследования в лесах Сибири*. Тр. ИЛиД СО АН СССР. Красноярск: Красн. кн. Изд-во, 1963. С. 149–183.
6. *Поляков В.И.* Черновые кедровники Западного Саяна: контроль и прогнозирование хода роста. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 181 с.

## СМЕШАННЫЕ ХВОЙНЫЕ ДРЕВОСТОИ СОСНЫ И ЕЛИ ЗЕЛЕНОМОШНЫХ ТИПОВ ЛЕСА

**Данилов Д.А., Беляева Н.В., Зайцев Д.А.**

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, stown200@mail.ru*

Одна из основных целей лесовыращивания – это получение крупнотоварной древесины к возрасту рубки спелых и перестойных лесных насаждений. Изучение соотношения таксационных показателей и товарной структуры позволяет познать, насколько успешно формирование высокопроизводительных сосново-еловых насаждений без хозяйственного воздействия.

Целью данной работы было проанализировать таксационные показатели и товарную структуру смешанных сосново-еловых древостоев зеленомошных типов леса, незатронутых хозяйственным воздействием за 45-летний период.

Объектами исследования являлись постоянные пробные площади, заложенные на территории опытного лесного хозяйства «Сиверский лес» в Ленинградской области [3].

Были исследованы древостои Дружносельского участкового лесничества, произрастающие на двухчленных почвах (супесчаные на моренных суглинках), и древостои Онцевского участкового лесничества, произрастающие на валунных суглинках. На пробных площадях рубки не проводились.

Для определения таксационных показателей древостоя применялся метод сплошных переречетов на постоянных пробных площадях, традиционный для исследовательских работ на данных объектах [1, 2].

Как показали исследования, в целом, запас смешанных сосново-еловых древостоев в среднем в 1,5 раза превышает запас чистых сосновых и чистых еловых древостоев. При этом эта закономерность характерна для одноярусных древостоев с долей сосны 6–7 единиц или двухъярусных древостоев, где первый ярус представлен сосной, а второй – елью. Таким образом, в целях получения большего запаса древесины целесообразнее выращивать смешанные сосново-еловые древостои: одноярусные – с долей сосны 6–7 единиц – или двухъярусные – со вторым ярусом ели.

Отпад на всех пробных площадях, незатронутых хозяйственным воздействием, возрастает к настоящему времени. Следует отметить, что на всех пробных площадях отпад представлен в основном сосной. В богатых черничных условиях ель оказалась более конкурентноспособной по сравнению с сосной, что и привело к отпаду последней. Однако, если учесть, что в тех древостоях, где доля сосны на конец периода наблюдений оказалась большей, и запас оказался в 1,5 раза больше, чем на других пробных площадях. На основании вышесказанного в практических целях можно рекомендовать проводить разреживание смешанных древостоев сосны и ели с удалением в первую очередь еловой части, оставляя не более 2–3 единиц ели в составе древостоя. Это позволит, с одной стороны, сохранить устойчивость древостоя, т.е. уменьшить отпад и увеличить его текущий прирост, а с другой, в 1,5 раза увеличить запас древесины к возрасту рубки спелых и перестойных лесных насаждений.

Ряды распределения в смешанных хвойных насаждениях по ступеням толщины для соснового яруса сдвинуты в сторону более крупных деревьев по сравнению с еловым элементом, что сказывается на товарной структуре древостоя в зависимости от его состава.

Анализ товарной структуры древостоя показал, что на всех пробных площадях к настоящему времени наблюдается увеличение крупной и средней древесины и уменьшение дров. Доля крупной древесины варьирует

от 27 до 42 %, а средней – от 28 до 47 %, т.е. количество средней и крупной древесины к возрасту рубки спелых и перестойных лесных насаждений практически сравнялось. При этом выход крупной древесины оказался больше в двухъярусных древостоях, где первый ярус представлен сосной, а второй – в основном елью, а также в одноярусных древостоях с долей сосны в составе 6–7 единиц. Это является еще одним доводом в необходимости создания смешанных сосново-еловых древостоев: либо двухъярусных со вторым ярусом из ели, либо одноярусных – с долей сосны в составе не менее 6–7 единиц.

Наибольшей производительностью и запасом отличаются сосново-еловые древостои, произрастающие на двухчленных почвах, что связано с лучшим гидрологическим режимом места произрастания.

На суглинистых почвах наблюдается временное избыточное увлажнение и оглеение, что приводит к снижению показателей производительности и запаса смешанных хвойных древостоев. При этом еловый элемент остается во втором ярусе в течение всего периода роста в отличие от древостоев, произрастающих на двухчленных по строению почвах. Древостои с преобладанием сосны (до 8 единиц состава) обладают наивысшим запасом к возрасту спелого насаждения (81–101 г.).

Таким образом, смешанные хвойные древостои с преобладанием сосны более устойчивы к внешним воздействиям. Поэтому ведение хозяйства должно вестись на увеличение доли сосны в составе древостоя. Рекомендуется проводить меры содействия для естественного возобновления сосны. При рубках ухода должен разреживаться в первую очередь еловый ярус и предотвращаться отпад соснового яруса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Давыдов А.В.* Рубки ухода за лесом. М.: Лесная промышленность, 1971. 184 с.
2. *Сеннов С.Н.* Рубки ухода за лесом. М.: Лесная промышленность, 1977. 160 с.
3. *Филиппов Г.В., Н.А. Пирогов.* Ход роста древостоев, не затронутых хозяйственным воздействием. Сб. тр. СПбНИИЛХ, 2001. Вып. 1(5). 32 с.

## **О СОСТОЯНИИ И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПОДПОЛОВОГОЙ ПОПУЛЯЦИИ ЕЛИ В БЕРЕЗНЯКАХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ**

**Дерюгин А.А.**

*Институт лесоведения РАН, Московская обл., Успенское, da45@mail.ru*

В подзоне южной тайги европейской части России распространены березняки, образовавшиеся после рубки коренных ельников. В лесном фонде подзоны они занимают около 35 % покрытой лесной растительно-

стью площади. Ежегодно площадь этих насаждений постоянно увеличивается. Под пологом березняков зачастую присутствует еловый подрост. Естественное (спонтанное) развитие таких насаждений остается не до конца изученными. Результативность данного процесса во многом зависит не только от количественных, но и качественных характеристик подпологовой популяции ели. Цель исследований – установить состояние и выявить типичные повреждения деревьев ели для установления перспективности популяции ели для формирования будущих насаждений. Исследования проводили в Ярославской области. Объекты исследований – распространенные в южной тайге березняки кислично-черничной группы типов леса с подпологовой елью. В них была заложена система постоянных пробных площадей (ПП). Возраст березняков на них изменялся от 37 до 105 лет. Согласно разработкам М.В. Рубцова пробные площади были объединены по стадиям возрастного развития в три группы: стадия интенсивного изреживания и роста (Б50), стадия снижения темпов изреживания и роста (Б80), стадии слабого изреживания и роста (Б100). В выделенных группах изучали состояние и повреждения деревьев ели. По состоянию визуально деревья ели делили на нормальные и ослабленные.

Установлено, что по мере увеличения возраста (от 40 до 100 лет) березняков состояние подпологовой популяции ели ухудшается. В Б50 доля нормальных деревьев в популяции составляет 71 % (95 % во втором ярусе и 66 % в подросте), в Б80 – 28 % (43 % во втором ярусе, 1 % в подросте) и Б100 – 17 % (39 % во втором ярусе, 2 % в подросте). Визуальная оценка состояния дерева только по кронам и приросту не всегда позволяет адекватно определить перспективность особи. Дерево, визуально определяемое как нормальное, может иметь существенные повреждения, которые могут привести к его гибели.

Наименьшая повреждаемость как нормальных, так и ослабленных деревьев, соответственно 11 и 15 %, наблюдается в березняках, находящихся в стадии интенсивного изреживания и роста (Б50). В стадии снижения темпов изреживания и роста (Б80) доля поврежденных нормальных деревьев увеличивается до 44 % и достигает максимума (62 %) в стадии слабого изреживания и роста (Б100). В целом доля поврежденных деревьев в популяции изменяется от 18 % в Б50 до 36 % в Б80.

Выявленные повреждения деревьев можно условно подразделить на три группы. Первая группа – повреждения (дефолиация, деформация стволов) характерны главным образом для деревьев подроста, вторая (слом центрального побега и ствола) – почти в равной мере деревьям

всех ярусов, третья – для деревьев первого и второго ярусов (обдиры и погрызы лосем коры). Анализ данных показал, что доля деревьев первой группы в популяции не превышает 11 % (Б100) всех растущих особей. В количественном выражении в березняках рассматриваемых стадий это составит 0,19–0,35 тыс. шт. га<sup>-1</sup>. Наличие в популяции деревьев второй группы объясняется воздействием сильных снегопадов или ветров, в связи с которыми в древостоях появляется снеголом и ветролом. Доля таких деревьев ели в рассматриваемых березняках незначительна и изменяется от 2 % (Б100) до 4 % (Б50) от численности популяций или от 0,03 до 0,14 тыс. шт. га<sup>-1</sup>.

Для региона исследований одной из главных причин неудовлетворительного состояния подпологовой популяции ели – погрызы лосем коры на стволах деревьев. Они длительное время (в среднем 18 лет) не заживают, в местах повреждений развивается гниль, которая приводит к гибели дерева. Доля деревьев во втором ярусе в среднем составляет 33 %. Она увеличивается от 7 % в Б50 до 47 % в Б100.

Одна из причин ухудшения состояния подпологовой ели – возникновение комлевой гнили, появление которой не связано с повреждениями коры на стволах деревьев. На пораженных деревьях плодовые тела отсутствуют и визуально установить наличие гнили не возможно. Наибольшее количество пораженных комлевой гнилью деревьев (140 шт. га<sup>-1</sup>) установлено в Б100.

Установлено, что с учетом состояния к возрасту естественной спелости березняков под их пологом может сохраниться деревьев ели первого и второго ярусов только около 400 шт. га<sup>-1</sup>, из которых только 160 шт. га<sup>-1</sup> (40 %) можно отнести к нормальным. Полнота таких ельников к 85-ти годам не превысит 0,3, а производительность будет соответствовать IV классу бонитета. В условиях региона исследований за период, соответствующий возрасту естественной спелости березняков (120 лет), из подпологовой популяции ели без проведения лесоводственных мероприятий не могут сформироваться полноценные еловые древостои.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рубцов М.В., Дерюгин А.А. Динамика возрастной структуры популяции ели под пологом южно-таежных березняков Русской равнины // Хвойные бореальной зоны. 2013. Т. XXXI, № 1–2. С. 9–14.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ИЗВЕСТНЯКОВОМ КАРЬЕРЕ ПЕЧУРКИ (ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Дмитракова Я.А., Родина О.А., Поляков В.И., Петрова А.А., Алексеев И.И.

Санкт-Петербургский государственный университет, каф. Прикладной экологии,  
Санкт-Петербург, janatja@rambler.ru

Одним из ведущих нарушений окружающей среды является разработка карьеров строительных материалов. Восстановление территорий, где был полностью уничтожен почвенно-растительный покров – особенно актуальный вопрос в контексте устойчивого развития. Не смотря на большое количество публикаций о процессах первичной сукцессии, остаются не до конца изученными механизмы освоения растительностью различных экотопов в зависимости от субстратных параметров. Цель наших исследований – выявить особенности восстановления почвенно-растительного покрова.

В качестве объекта мы выбрали карьер по добыче известняка, расположенный к западу города Сланцы (Ленинградская область). Геоботанические и почвенные описания провели на 12 гетерогенных участках, также были отобраны образцы почв для лабораторных исследований.

Всего на карьере обнаружено 136 видов высших растений, относящихся к 106 родам, 49 семействам, 45 порядкам, 5 классам и 4 отделам. Преобладающими по числу видов являются сем. *Fabaceae* и *Poaceae*, включающие по 13 видов, а *Asteraceae* и *Rosaceae* – по 11 видов. Большое количество представителей семейства бобовых характерно для нарушенных местообитаний, сем. *Asteraceae* и *Rosaceae* являются лидирующими семействами флоры Ленинградской области. Насчитывается 24 одновидовых семейств. Стоит отметить довольно высокую видовую насыщенность семейства *Orchidaceae* – 9 видов (6 % от всего списка видов), что связано с карбонатным субстратом карьера. Также зафиксировано 22 вида мхов из 10 семейств и 11 эпилитных лишайников из 7 семейств, 75 видов водорослей и цианопрокоридов из 38 родов и 29 семейств. По требовательности к богатству почв представлены все группы от олиготрофов до эвтрофов и типичных нитрофилов, в карьере распространены виды-кальцефилы. Отмечен весь спектр представителей по отношению к водному режиму почв: от ксерофитов до гигрофитов. Число видов высших растений на участках варьируется от 14 до 39 в зависимости от экотопа. На разных экотопах найдено 14 охраняемых видов. Максимальное сходство видового состава наблюдается на скальных днищах карьера (92 %), здесь наиболее суровые условия для развития растительности,

поселяться на данных территориях может ограниченный набор видов. Наименьший коэффициент флористического сходства имеют участки, занимающие разные позиции в рельефе (участки 4 и 5, а также 3 и 6 имеют всего 4 % общих видов). Сообщества 3 и 4 участков занимают эллювиальную позицию в рельефе, а 5 и 6 – аккумулятивную, таким образом, здесь абсолютно разные физико-химические показатели почв. Согласно результатам кластерного анализа, наиболее схожие сообщества колонизируют схожие экотопы и формы рельефа.

Большинство факторов среды являются оптимальными для развития растительности. Исключением оказалась высокая плотность и сильная каменистость на скальных днищах карьера, данные свойства являются препятствиями для развития растительных сообществ. Для всех участков характерно крайне неоднородное распределение фракций по профилю, также для карьера типично большое количество скелетного крупнообломочного материала, при относительно низком содержании мелкозема. Преобладающее большинство почв характеризуется фульватно-гуматным типом гумуса, что типично для почв данного района. В целом, результаты мезоморфологических исследований свидетельствуют о довольно высоких темпах педогенного преобразования субстрата. Основные процессы преобразования минеральной части почв – химическое, биохимическое и физическое выветривание карбонатных пород. Интенсивному выветриванию обломков известняков способствует значительное содержание мелкозема (исключением являются лишь каменистые днища карьера), это в свою очередь повышает влагоемкость эмбриоземов и их плодородие, тем самым обеспечивается активное развитие растительных сообществ, интенсивно продуцирующих органическое вещество. Интенсивная декарбонатизация в первую очередь выражается в значительном снижении pH гумусовых горизонтов по сравнению с породой, отметим, что формирующиеся условия становятся все более благоприятными для развития растений. Среди определенных факторов окружающей среды методом прямого отбора, для включения в модель, было отобрано 5 факторов, оказывающих наибольшее влияние на распределение растительности, среди них – текстура почвы, каменистость, содержание физической глины, pH водной вытяжки и влажность. По результатам канонического анализа соответствий первая ось объясняет 65 % изменчивости, а вторая – 23 %. Участки с максимальной каменистостью колонизируются в основном разреженными растительными группировками с преобладанием *Ceratodon purpureus* и *Bryum pseudotriquetrum*. Участки с большой долей глинистой фракции колонизируют ельники травяные.

Дренированные супесчаные участки заняты различными типами сосняков. На участках с большим количеством скелетного материала и относительно низким содержанием мелкозема преобладают мелколиственные леса.

*Работа поддержана грантом РФФИ 17-16-01030.*

## **ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТООБИТАНИЯ УЧАСТКОВ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКА ИХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТЕНОБИОНТНЫХ ВИДОВ**

**Домнина Е.А.<sup>1,2</sup>, Тимонов А.С.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Вятский государственный университет, Киров, ecolab2@gmail.com;*

<sup>2</sup>*Институт биологии КомиНЦ УрО РАН, Сыктывкар, astimonov@mail.ru*

Леса – сложноорганизованные экосистемы. Они выполняют множество экосистемных функций, являются источниками биоразнообразия и обеспечивают местообитаниями более половины известных видов растений и животных. Особая роль в сохранении мирового биоразнообразия лесов и выполнении ими экосистемных функций принадлежит России, на долю которой приходится 22 % всех мировых лесных ресурсов, в том числе более половины бореальных лесов планеты [6]. Из лесообразующих пород наиболее чувствительными к различным загрязнителям воздуха являются сосна, ель, пихта. В Кировской области сосновые леса занимают значительные площади [2, 5].

На территории Оричевского района Кировской области расположен объект уничтожения химического оружия (ОУХО). Уничтожение химического оружия на объекте проводится с 2006 года. При уничтожении образуются вещества, которые, попадая в окружающую среду, подвергаются трансформации в результате различных химических реакций. Даже низкие концентрации продуктов деструкции приводят к нарушению развития растений, снижению накопления биомассы, уменьшению содержания пигментов [7].

В ходе проведения фоновых исследований в 2004 г. были заложены площадки для описания и последующего мониторинга растительности в районе ОУХО. При выборе участков учитывали специфику природных систем в зоне нахождения объекта, характер почвенного покрова, удаленность от источника воздействия и расположение относительно сторон горизонта. Всего в районе ОУХО было заложено 145 участков мониторинга с различными типами растительности. Изучение сосновых лесов проводилось на 10 участках.

В период с 2004 по 2015 г. на этих участках были выполнены геоботанические описания, которые в последующем обрабатывали с использова-

нием программы EcoScaleWin по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова [1, 4, 6]. По составу сообществ растений было оценено изменение условий местообитания [3]. В соответствии с полученными данными большинство участков располагались на полуоткрытом пространстве, имели небогатые, бедные азотом почвы с кислой рН средой и влажно-луговым типом увлажнения. В течение 12 лет наблюдений изменения были отмечены по шкале увлажнения: режим увлажнения менялся от сухо-лесолугового до влажно-лесолугового. По остальным шкалам значения оценок местообитания на протяжении периода исследования не менялись. Следовательно, экологические условия на участках мониторинга оставались относительно постоянными.

Далее проводили анализ стенобионтных видов, так как виды, стенобионтные по определенному фактору наиболее отзывчиво реагируют на изменение этого фактора. От общего количества видов, отмеченных за весь период исследования на участках соснового леса, наибольшее количество стенобионтных видов было выявлено по шкале увлажнения – 33 %; по шкале солевого режима – всего 7 %, по шкале богатства азотом – 17 %; по шкале кислотности почвы – 14 %. Наименьшее количество стенобионтных видов отмечено по шкале освещенности-затенения – 6 %. Для бореальной эколого-ценотической группы характерно преобладание стенобионтных видов по шкалам увлажнения почв и богатства почв азотом. В течение периода наблюдения количество стенобионтных видов практически не изменялось, как не менялись и условия обитания.

На основании проведенных исследований мы можем сделать вывод, что влияние ОУХО на рассматриваемые сосновые фитоценозы не наблюдается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Грохлина Т.И., Ханина Л.Г. ECOSCALE – программа обработки геоботанических описаний по экологическим шкалам // Тезисы XIII международной конференции «Математика, компьютер, образование». 2006. С. 52.
2. Зубарева Л.А. Растительный покров. // Природа, хозяйство, экология Кировской области. Киров, 1996. С. 226–265.
3. Зубкова Е.В. Динамика распределения экологических ниш растений при сукцессиях лесных сообществ: автореф. дис. ... канд. биол. наук М., 2013. 27 с.
4. Зубкова Е.В., Ханина Л.Г., Грохлина Т.И. и др. Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы ECOSCALEWIN / Мар. гос. ун-т, Пушчинский гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2008. 96 с.
5. Клырсова В.П. Растительность // Природа Кировской области. Волго-Вятское книжное изд. 1967. С. 180–236.
6. Научные основы устойчивого управления лесами: материалы Всероссийской научной конференции, 21–23 октября 2014 г., Москва. М.: ЦЭПЛ РАН, 2014. С. 9.

7. Огородникова С.Ю. Морфофизиологические реакции проростков пелюшки на действие низких концентраций метифосфоновой кислоты // Вестник Института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2004. № 7 (81). С. 16–17.

8. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М., 1983. 198 с.

## **ПИРОГЕННАЯ ОПАСНОСТЬ ДЛЯ ЛЕСНОГО ФОНДА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Евсеева Ю.Ю., Кассал Б.Ю.**

*ФГБОУ ВО «Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского», Омск; ВУ.Кассал@mail.ru*

Работы по анализу горимости лесов являются основой для оценки экологических последствий лесных пожаров и прогнозирования изменений на землях лесного фонда. Целью нашего исследования является оценка пирогенной опасности для лесного фонда Омской области. Для оценки породной характеристики лесов Омской области использованы результаты собственных полевых исследований 2007–2016 гг., материалы государственных учетов лесного фонда за 1992–2017 гг.: обобщенные данные о числе и площади лесных пожаров, объемах сгоревшего леса на территории лесного фонда Омской области и об установленных причинах лесных пожаров.

Общая площадь хвойных, мелколиственных и твердолиственных лесов на территории Омской области составляет 5949,0 тыс. га (42,1 % общей площади области), в т.ч. на землях лесного фонда Омской области – 5923,3 тыс. га (99,6 % общей площади лесов), из которых 4558,4 тыс. га – покрытые лесом земли (42,1 % от общей площади области) с общим запасом лесных насаждений 622,75 млн. м<sup>3</sup>. Наибольшее количество лесных насаждений сосредоточено в южно-таежном равнинном лесном районе области. В Тевризском лесничестве общая площадь лесов составляет 849,8 тыс. га, в Седельниковском – 424,9 тыс. га, в Тарском – 325,9 тыс. га. В подтаежно-лесостепном лесном районе общая площадь лесов низкая, а в Степном лесничестве она составляет всего 41,5 тыс. га.

Лесные насаждения представлены хвойными, твердолиственными и мелколиственными породами, среди которых выделены кедррачи, сосняки, листвяги, ельники, пихтачи, липняки, березняки, осинники, топольники, ивняки. В таежной зоне хвойные породы занимают 1035717 га, а в лесостепной зоне 55349 га (в 18 раз меньше, чем в лесной). Среди них преобладают сосновые насаждения (17,5 % лесопокрытой площади, 13,5 % общего запаса лесных насаждений); имеются кедровые насаждения, ельники и пихтачи (3,0 %, 2,3 %, 2,3 %).

1,3 % от площади лесопокрытых земель, соответственно). В лесостепной зоне преобладают мелколиственные породы, занимающие площадь 656957 га, что в 12 раз больше, чем площадь хвойных пород в лесостепной зоне, которая составляет всего 55349 га). В них преобладает группа мягколиственных пород, занимающих 3453,2 тыс. га (76 % площади лесопокрытых земель, 77,4 % общего запаса лесных насаждений), с преобладанием березы (64 % от общей площади и 64,3 % от общего запаса древесины).

По классификации природной пожарной опасности леса, класс пожарной опасности определяется по типу лесной растительности, где хвойные породы имеют высокую степень пожароопасности. Это обусловлено низким опусканием крон, богатством хвои эфирным маслом, тонкокоростью и наличием в коре смоляных вместилищ-«карманов». Мелколиственные леса более устойчивы к лесным пожарам, и чаще выступают в роли противопожарного буфера, препятствующего распространению пожара или его ослабляющего. Огнестойкость в основном обеспечивается за счет большого содержания влаги в листе и других органах, произрастания на влажных местах. Из лесных насаждений в таежной зоне Омской области хвойные породы занимают 1035717 га, а в лесостепной зоне 55349 га, что в 18 раз больше, чем в лесостепной зоне. В лесостепной зоне преобладают мелколиственные породы и занимают площадь 656957 га, что в 12 раз больше, чем площадь хвойных пород в лесостепной зоне, которая составляет всего 55349 га, поэтому классы пожарной опасности в лесах Омской области различны, в среднем составляя 4,0 (от 2,2 до 4,3).

За 26 лет в Омской области возникло 9204 пожара на площади 160940 га, погибло 1858569 м<sup>3</sup> леса, в среднем 354 случая/год с поражением 6190 га/год.

Минимум количества пожаров пришелся на 1993 г. С 2001 г. произошло резкое увеличение площадей лесных пожаров. Самая напряженная пожароопасная обстановка, вызванная высокими температурами воздуха, малым количеством осадков в центральных и южных районах области, была в 2010 г., в результате чего возникло 873 лесных пожара.

За 26 лет ущерб от пожаров составил 3424,2 млн. руб., в среднем 131,7 млн. руб./год. При этом максимальный ущерб был в 2006 г. и составил 586,3 млн. руб. Отметим, что при расчете экономического ущерба по общепринятым методикам оценивались только потери древесины на корню, они составляли в среднем 81 695,3 куб. м. в год. Сложный состав ущерба от лесных пожаров, трудности, возникающие при оценке лесных ресурсов, в том числе наличие экономического понятия «неоцениваемые полезности леса», применение при определении ущерба от лесных пожаров в стоимостном выражении заниженных экономических показателей, и т.д., опре-

деляют оценку реального ущерба, причиняемого лесными пожарами, как сложную проблему, требующую дальнейшей разработки.

Причинами высокой горимости лесов Омской области являются в основном сельскохозяйственные палы и пожары по вине граждан. В большой степени это связано с увеличением рекреационной нагрузки на леса вследствие значительного увеличения посещаемости лесов местным населением. Только в 2009 г. по вине граждан возникло 75,6 % всех лесных пожаров, по причине сельскохозяйственных палов – еще 23,8 %. Число пожаров, возникших по причине сельскохозяйственных палов, растет: в 2016 г. из-за сельскохозяйственных палов возникло 59 % лесных пожаров, по вине граждан – 39 %.

Обширные площади лесных пожаров и их частая повторяемость приводят к существенным трансформациям и обеднению лесных экосистем. Последствия лесных пожаров связаны с гибелью растительных экосистем, длительным периодом восстановления древостоя или обезлесением огромных площадей.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУЛЬТУР СОСНЫ И ЕЛИ, СОЗДАНЫХ СЕЯНЦАМИ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ**

**Егоров А.Б., Бубнов А.А., Павлюченкова Л.Н., Партолина А.Н., Постников А.М.**  
*ФБУ «СПбНИИЛХ», Санкт-Петербург, herb.egorov@yandex.ru*

Важнейшая задача лесного хозяйства в зоне хвойно-широколиственных лесов и в таежной зоне европейской части России – воспроизводство высокопродуктивных хозяйственно-ценных древостоев с преобладанием хвойных пород – сосны и ели. Чаще всего неудовлетворительное состояние культур ели и, в особенности, сосны, вплоть до их гибели, объясняется недостаточным количеством и качеством уходов за ними. Сегодня и в ближайшем обозримом будущем наиболее производительным и эффективным методом ухода является химический, который предусматривает применение современных гербицидов, отвечающих требованиям экологической безопасности и зарегистрированных для производственного использования в лесном хозяйстве России. Об этом также свидетельствует мировой опыт ведения лесного хозяйства в развитых зарубежных странах – Канаде, США, Австралии и других. В ближайшие годы в связи с созданием лесных селекционно-семеноводческих центров и тепличных комплексов планируется резкое увеличение площадей лесных культур, создаваемых посадочным материалом с закрытой корневой системой. Его высокая стоимость, а

также относительно небольшие размеры (высота стволика, диаметр у шейки корня, объем корнезакрывающего кома) обуславливают необходимость проведения своевременных и качественных уходов за культурами. В противном случае велики будут экономические потери, особенно в производительных лесорастительных условиях. Посадочный материал с закрытой корневой системой по нескольким причинам (выращивание в условиях теплицы, биологический возраст менее 2 лет, небольшие биометрические размеры) имеет свои специфические особенности в части устойчивости к применяемым для ухода гербицидам и конкурентоспособности по отношению к нежелательной растительности по сравнению с посадочным материалом с открытой корневой системой, выращенным в питомнике открытого грунта. Полевые мелкоделяночные и производственный опыты проводили в 2015–2016 гг. в Гатчинском районе (Гатчинское районное лесничество) Ленинградской области, который входит в Балтийско-Белозерский таежный район таежной зоны. При закладке опытов руководствовались «Методикой испытаний гербицидов и арборицидов в лесном хозяйстве», разработанной в ЛенНИИЛХе (в настоящее время ФБУ «СПбНИИЛХ»).

Экспериментально установлено, что при химической обработке почвы под посадку культур смеси гербицидов (раундап, 8 л/га + анкор – 85, 100 г/га; раундап, 5 л/га + анкор – 85, 100 г/га + арсенал, 0,5 л/га) и раундап в норме 8 л/га эффективно действовали на широкий спектр нежелательной травянистой и древесной растительности (виды ивы, осина, береза, ольха серая) на вырубке и в производственном опыте на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования. Длительность эффекта сохранялась в течение двух вегетационных сезонов. При посадке однолетних сеянцев сосны и ели с закрытой корневой системой через 10 дней после предварительной химической обработки и позднее каких-либо внешних признаков повреждений от воздействия через почву остатков персистентных гербицидов не было зафиксировано ни в одном из вариантов их применения.

При агротехническом уходе за культурами сосны и ели, созданными на сплошной вырубке в производительных лесорастительных условиях, применение смесей раундапа и анкора – 85 (раундап, 4 л/га + анкор – 85, 75, 100 и 150 г/га) в конце августа обеспечило в течение всего следующего вегетационного сезона высокую эффективность подавления широкого спектра видов нежелательной травянистой растительности – в среднем за сезон выше 80 %. Эффективность действия гербицидов на однодольные виды, прежде всего на растения семейства злаковые, выше по сравнению с двудольными видами. Наиболее полное и длительное подавление конкуриру-

ющей растительности получено в варианте с максимальной нормой анкера – 85 в смеси – 150 г/га (92 %). Раундап (6 л/га) обеспечил быстрое подавление травянистой растительности, но на следующий год после обработки наблюдалось постепенное и интенсивное ее восстановление до показателя проективного покрытия 39–55 %. Механический уход, в отличие от химического, обеспечивал кратковременный эффект в течение не более 30 дней. В опыте на сплошной вырубке во всех вариантах со смесями гербицидов эффективность подавления нежелательной травянистой растительности оставалась довольно высокой в течение всего следующего сезона, что обеспечило саженцам сосны и ели благоприятные условия для роста.

Гербициды, примененные при агротехническом уходе, эффективно действовали на поросль и отпрыски березы и осины. На следующий год после обработки во всех вариантах с их применением подавление листовых пород составило 96–98 %, не наблюдалось также их вегетативного возобновления.

Сосна и ель проявили разную устойчивость к исследуемым гербицидам, примененным в год посадки в период после окончания активного роста культур. Во всех вариантах с химическим уходом у саженцев ели отсутствовали внешние признаки повреждений от гербицидов; их состояние оценивалось как хорошее, показатели приживаемости высокие – в опыте на сплошной вырубке – 92–97 %; в опыте на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования – 94–100 %. Сосна оказалась более чувствительна к примененным гербицидам, а именно к раундапу. В опыте на вырубке, где обработка была проведена моторным ранцевым опрыскивателем Штиль, культуры сосны были повреждены гербицидами, и приживаемость к концу сезона снизилась до 45–62 % (в варианте с механическим уходом – 80 %). Сделан вывод о недостаточной устойчивости саженцев сосны к гербицидам при проведении ухода в год посадки культур.

## **ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ СЕМ. *VACCINIACEAE* LINDL. В ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ**

**Егорова Н.Ю.**

*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова, Киров, n\_chirkova@mail.ru*

В настоящее время повсеместно наблюдается изменение естественной фитоценотической обстановки природных местообитаний ресурсно-значимых ягодных растений сем. *Vacciniaceae* Lindl., вследствие транс-

формации лесных угодий (усиление эксплуатации лесных ресурсов, разработка торфяников) [1]. Поэтому исследования, посвященные изучению распространения, экологии, биологии дикорастущих ягодников таежных фитоценозов с целью сохранения и рационального использования природных ресурсов, представляются особо важными.

В настоящей работе отражены результаты изучения экологического разнообразия местообитаний *Vaccinium vitis – idaea* L. и *Vaccinium myrtillus* L. в лесных фитоценозах южной тайги (Кировская область).

Оценка экологических условий местообитаний проведена по составу видов в сообществах с использованием метода средневзвешенной середины интервала по десяти амплитудным шкалам Д.Н. Цыганова (1983). Для количественной оценки использования каждого фактора исследуемыми видами были определены экологические валентности (потенциальная и реализованная). Эффективность освоения экологического пространства вида конкретными ценопопуляциями (ЦП) оценивалась при помощи коэффициента экологической эффективности (Кес.эфф.) [2].

По совокупности климатических факторов изучаемые виды относятся к эврибионтным видам. Коэффициент экологической эффективности изученных ЦП колеблется от 8,15 до 35 % для *V. myrtillus* и от 2,62 до 15,70 % для *V. vitis – idaea*. Максимально реализует свои потенции *V. myrtillus* по омброклиматической шкале (35 %), а *V. vitis – idaea* по термоклиматической (15,70 %).

По отношению к почвенным шкалам Д.Н. Цыганова (1983) *V. myrtillus* может быть либо гемистеновалентным (шкалы увлажнения, переменности увлажнения и солевого режима почв), мезовалентным (шкала кислотности почв), либо гемизвравалентным (шкала богатства почв азотом). В обобщенном спектре почвенных шкал вид выступает как мезобионт (It-0,45). Коэффициент экологической эффективности изученных ЦП колеблется от 14,83 до 50,10 %. Наибольший коэффициент экологической эффективности наблюдается по шкале увлажнения почв. Меньше всего реализует свои потенции *V. myrtillus* по шкале кислотности и солевого режима почв.

*V. vitis – idaea* характеризуется как мезобионт по отношению к факторам переменности увлажнения и богатства почв азотом; в отношении увлажнения и солевого режима почв вид выступает как гемистенобионт. Обобщенный индекс толерантности для почвенных шкал равен 0,43. Максимальные значения Кес.эфф. отмечены по шкалам богатства почв азотом и переменности увлажнения: 33,60 и 34,83 % соответственно.

Оба вида имеют достаточно широкий экологический ареал по фактору освещенности: потенциальная экологическая валентность составила 88,9 % для *V. vitis – idaea*, 85,0 % – *V. myrtillus*.

Обобщенный индекс толерантности ( $I_t$ ) у *V. myrtillus* равен 0,55 (вид мезовалентен), у *V. vitis – idaea* – 0,60 (гемиэврибионт). Полученные данные свидетельствуют о более широких адаптационных возможностях *V. vitis – idaea* по сравнению с *V. myrtillus*, и объясняют приуроченность *V. vitis – idaea* к более обширному ряду местообитаний. Амплитуда экологического пространства исследованных ценопопуляций *V. vitis – idaea* в условиях южнотаежного распространения в пределах Кировской области не выходит за пределы диапазонов экологического ареала по шкалам Д.Н. Цыганова (1983), однако значения шкалы богатства почв азотом расположены близ максимального предела. Это объясняется произрастанием вида в условиях зоны пессимума по данному фактору в пределах зоны толерантности, где условия не оптимальны, но достаточны для жизни растений этого вида. Для *V. myrtillus* полученные результаты позволяют расширить на 1,27 ступени влево шкалу увлажнения почв и на 0,80 ступени вправо шкалу переменности увлажнения. По остальным шкалам значения экологического пространства изученных ЦП укладываются в диапазоны, приводимые Д.Н. Цыгановым для данного вида.

Таким образом, исследуемые виды менее требовательны к освещению и климатическим факторам, лимитирующими факторами для них являются солевой режим и увлажнение почв, а также переменность увлажнения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Егошина Т.Л. Влияние антропогенных факторов на состояние ресурсов дикорастущих плодовых и лекарственных растений (на примере Кировской области). Автореф. дисс.... доктора биол. наук. Пермь, 2008. 44 с.
2. Жукова Л.А., Дорогова Ю.А., Турмухаметова Н.В. и др. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений. Йошкар-Ола, 2010. 368 с.
3. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 198 с.

## ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОСТИ ДРЕВОСТОЯ И ТРАВЯНОГО ПОКРОВА МОЛОДНЯКОВ ОСИНЫ

Ермолова Л.С., Гульбе Я.И., Гульбе Т.А., Гульбе А.Я.

Институт лесоведения РАН, Московская обл., Успенское, [ls\\_ermolova@list.ru](mailto:ls_ermolova@list.ru)

Оценка динамики биологической продуктивности фитоценозов должна включать все составляющие их компоненты. Хотя в лесных фитоценозах растения травяно-кустарничкового яруса составляют в лучшем случае 1–2 % надземной массы фитоценоза[5], они часто составляют значитель-

ную долю в надземной годичной продукции, а их масса в молодых древостоях сопоставима с массой листьев древесного яруса [2]. Таким образом напочвенный покров играет важную роль в материально-энергетическом обмене в лесных экосистемах. Травяно-кустарничковый покров наиболее четко отражает смену экологических условий при естественном лесовосстановлении [3]. Масса и роль травяного покрова на начальных этапах демутиации лесной растительности на вырубках изучена еще недостаточно. Задачей исследования было проследить в динамике взаимосвязь фитомассы древесного и травяно-кустарничкового яруса и выявить изменения экологической обстановки под пологом древостоя на основе состава эколого-ценотических групп видов травяного покрова (ЭЦГ) по мере формирования молодых осинников на вырубке.

Работа проводилась в Ярославской области на базе стационара «Городище» Института лесоведения РАН в чистых осинниках возрастом 2, 9, 18 и 22 года неморально-кисличной группы типов леса. Таксационная характеристика древостоев была опубликована ранее [2]. Биологическая продуктивность 2- и 9-летнего осинников определена по принятой методике [1, 2], фитомасса 20- и 22-летнего осинников определена расчетным методом. Густота древостоя (N) в результате естественного изреживания сократилась в 16 раз, средняя высота (H) увеличилась в 7 раз, запас (M) – почти в 14 раз, средний диаметр (D) в интервале от 9 до 22 лет – в 2 раза (таблица). С увеличением возраста древостоев с 2 до 22 лет общая масса древостоя возросла почти в 7 раз, причем основное увеличение произошло за счет массы стволов. Масса листьев осины в этот период изменилась мало. Массу травяного покрова в абсолютно сухом состоянии определяли методом укусов на 30 площадках размером 0,5 м<sup>2</sup> систематической выборкой. Виды трав и кустарничков распределяли по ЭЦГ с использованием базы данных «Флора сосудистых растений Центральной России» [4].

Таблица. Характеристики осинников

Возраст, лет	Таксационные показатели					Фитомасса древостоя, т га <sup>-1</sup>				Масса травяного покрова, т га <sup>-1</sup>
	Состав	N, тыс. экз. га <sup>-1</sup>	H, м	D, см	M, м <sup>3</sup> га <sup>-1</sup>	Стволы	Скелет крон	Листья	Итого	
2	100Ос	92	1,7	–	9,7	5,0	2,4	2,0	9,4	1,884
9	99Ос1Ол	18,6	6,4	3,3	67,0	24,7	2,7	2,4	29,8	0,686
18	100Ос	6,7	9,6	5,6	87,1	38,4	4,2	2,1	44,7	0,550
22	92Ос6Ол2Б	5,7	12,1	6,9	132,8	54,8	6,2	2,3	63,3	0,568

Максимальная масса травяного покрова отмечалась в 2-летнем осиннике. В этом возрасте она составляла 20 % от общей массы древесного яруса, в 9-летнем возрасте доля сократилась до 2,3 %, а в дальнейшем уменьшилась до 1,2–0,9 %. В 2-летнем возрасте масса травяного покрова составляет 94 % от массы листьев осины, в 9 летнем древостое – 29 %, в 20 и 22 года – 26 и 25 % соответственно.

В 2-летнем молодняке почти половину фитомассы травяного покрова (47 %) составляют виды неморальной ЭЦГ (Nm), в основном – сныть (*Aegopodium podagraria* L.), несколько меньше (42 %) – бореальное высокотравье (Hh), заметную долю составляют нитрофилы (Nt, 7 %) и лугово-опушечные виды (Md, 4 %). В 9-летнем осиннике масса высокотравья меньше более чем в 7 раз (15 %), за счет чего вдвое увеличена доля Nm (хотя масса сныти несколько меньше). В 22-летнем осиннике масса видов Nm ЭЦГ меньше и в абсолютном, и в %-ном выражении. После 9 лет расстет масса таежного мелкотравья (Br-m), а после 20 лет появляются таежные кустарнички (Br-k) (до 2 % по массе). В 22-летнем осиннике вновь большую долю массы составляет ЭЦГ Md (щучка – *Deschampsia cespitosa* Beauv, вероника дубравная – *Veronica chamaedris* L.).

В молодняках осины травяной покров играет заметную роль в круговороте вещества и энергии, что необходимо учитывать при моделировании обменных процессов в этих фитоценозах. Выявлены закономерности изменения ЭЦГ в осинниках на стадии молодняка.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Биологическая продуктивность лесов Поволжья. М.: Наука, 1982. 284 с.
2. Вертикально-фракционное распределение фитомассы в лесах. М.: Наука, 1986. 261 с.
3. Смирнова О.В., Чумаченко С.И. Концептуальная модель динамики напочвенного покрова // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2012. № 9 (92). С. 94–102.
4. Ханина Л.Г., Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В., Шовкун М.М., Глухова Е.М. База данных «Флора сосудистых растений Центральной России» / Объединенный центр вычислительной биологии и биоинформатики. Электр. дан. Пушкино: ИМПБ РАН, 2001–2007. – Доступ: <http://jcb.ru/ecol/index.shtml>, свободный
5. Schulze L.-M., Bolte A., Schmidt W., Eichhorn J. Phytomass, Litter and Net Primary Production of Herbaceous Layer // Functioning and Management of European Beech Ecosystems. Springer Berlin, Heidelberg, 2009. С. 175–181.

## **ВОПРОСЫ ЛЕСОВОДСТВЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В РАЙОНАХ СЫРЬЕВЫХ БАЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ**

**Желдак В.И., Дорощенко Э.В., Липкина Т.В.**

*ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства  
и механизации лесного хозяйства», Пушкино, forestvniilm@yandex.ru*

Проблема обеспечения сырьем крупных промышленных предприятий по переработке древесины, в первую очередь ЦБК, в т.ч. за счет интенсификации ведения лесного хозяйства на ограниченной территории фактически сырьевой базы предприятия является, вероятно, одной из наиболее сложно решаемых на протяжении многих десятилетий.

Не исключая известное направление увеличения лесопользования за счет системного разреживания насаждений рубками ухода и получения при этом т.н. дополнительного прироста сохраняемых лучших деревьев, а с использованием его, на основе разработки моделей режима лесопользования – содержания лесов и соответствующих им приоритетно-целевых систем лесоводственных мероприятий [1], сформирован комплекс мер лесоводственного обеспечения интенсификации лесного хозяйства в районах сырьевых баз промышленных предприятий по переработке древесины, включающий: классификацию лесов – всех участков объектов лесоводства района по природным (лесотипологическим) свойствам и целевому назначению – формирование «природно-целевых объектов лесоводства» (ПЦОЛВ); установление для них, с учетом доступности проведения мероприятий лесного хозяйства, определенных моделей режима лесопользования и содержания лесов (СИЛ); формирование в рамках этих моделей приоритетно-целевых систем лесоводственных мероприятий (ПЦСЛВ) соответствующих выделенным ПЦОЛВ.

Исходя из этой концептуальной установки, в районе сырьевой базы промышленного предприятия, все участки лесов подразделяются на категории по моделям режима СИЛ, включая участки: сохраняющиеся практически в естественной динамике (модели СИЛ консервационно-восстановительного типа); экологически особо ценные защитных лесов и сходные с ними, отнесенные к эксплуатационным лесам, подлежащие содержанию в режиме слабо- и/или умеренно-интенсивного приоритетно-экологического или приоритетно-ресурсного содержания лесов и лесопользования (модели СИЛ традиционного типа); выполняющие важные социально-экологические функции, преимущественно ограниченно экс-

платационного, а также защитного назначения, с возможным и востребуемым интенсивным использованием древесными и недревесными ресурсами, экологическими благами, соответственно, необходимым воспроизводством экологически ценных и устойчивых лесов (модели СИЛ интенсивного многоцелевого типа); типично эксплуатационных лесов, на территории которых может осуществляться максимально допустимое интенсивное воспроизводство целевых лесных ресурсов и соответственно интенсивное лесопользование при сохранении экологических свойств лесов (модели интенсивного режима разноцелевого СИЛ); специального фонда эксплуатационных и отдельные – экологически менее ценные – защитных лесов, допустимого экологически безопасного особо интенсивного режима СИЛ плантационного типа, при сохранении на приемлемом уровне экологических свойств и функций лесов – лесных плантаций, не допуская преобразование их в древесные плантации.

В рамках установленных моделей режима СИЛ соответственно ПЦОЛВ формируются приоритетно-целевые системы лесоводственных мероприятий, включающие: мероприятия охраны и защиты лесов, дополняемые при необходимости корректирующими мероприятиями лесовоспроизводства; мероприятия традиционных лесоводственных систем в вариантах – рубок – лесовозобновления или и формирования молодняков или и последующего формирования, сохранения насаждений; всех стадийных и внестадийных мероприятий умеренно-высокой интенсивности по полному циклу лесовоспроизводства приоритетно-многоцелевого ресурсного или экологического или ресурсно-экологического назначения; сходного полного состава мероприятий обоснованно высокой интенсивности приоритетно-моно-целевого назначения (для заготовки балансов – в районах расположения ЦБК); также полный с дополнением состав интенсивных мероприятий ПЦСЛВ плантационного типа. Дополняющим в принятой концепции направлением интенсификации лесного хозяйства и увеличения целевого лесопользования является преобразование существующих нецелевых объектов лесоводства (применением на них ПЦСЛВ переходного типа – перестройки, реконструкции, санитарно-восстановительных, первично-восстановительных, а также начально-лесообразовательных) в целевые, в т.ч. с учетом назначения, состояния участков и других условий, в объекты моделей интенсивного режима СИЛ приоритетно-моно-целевого и плантационного типов[1].

В районах, где имеются участки неиспользуемых, обычно нарушенных земель, в т.ч. и в целях восстановления почв, целесообразно создавать и выращивать древесные плантации, не являющиеся лесами, на которых при-

меняются специальные системы мероприятий, не относящиеся к лесоводственным, несмотря на возможное сходство с ними. Высокоинтенсивное выращивание древостоев таких плантаций может в значительной мере обеспечить удовлетворение потребностей промышленного производства в древесине и увеличить возможность сохранения экологически ценных лесных насаждений в оптимальном режиме целевого СИЛ с лесоводственно обоснованной интенсивностью ресурсного лесопользования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Желдак В.И. Теоретические и методические вопросы эколого-лесоводственного обеспечения интенсивного и устойчивого лесопользования // Устойчивое лесопользование. 2011. № 4 (29). С. 7–11.

### **АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ (ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ) ГРИБЫ В СОСТАВЕ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ПЕТРОЗАВОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Заводовский П.Г.**

*МОУ «Средняя школа № 7 имени Федора Тимоскайнена», Петрозаводск,  
petr1483@mail.ru*

Ботанический сад Петрозаводского государственного университета – один из наиболее северных интродукционных центров России, база для изучения культивируемых в Республике Карелия растений, находится в зеленой зоне г. Петрозаводска на северном берегу Петрозаводской губы Онежского озера. Заложенный в 1951 году сад служит связующим звеном между северным Полярно-Альпийским и Санкт-Петербургским ботаническими садами при проведении ступенчатой акклиматизации растений, ценных для лесного хозяйства, зеленого строительства и северного плодоводства, поэтому изучение афиллофороидных грибов в лесных экосистемах Ботанического сада ПетрГУ имеет важное научное и природоохранное значение [5], [6], [7].

В процессе научных исследований (осень 2010 г. – 2016 гг.) и анализа литературных источников на территории Ботанического сада ПетрГУ было зарегистрировано 80 видов афиллофороидных грибов, относящихся к 10 семействам и 8 порядкам [3], [4]. При определении видового состава афиллофороидных грибов и древесных растений использовались определители [1], [2].

Ниже приведены аннотированные списки новых находок видов афиллофороидных грибов из североамериканского и европейского секторов Ботанического сада ПетрГУ, которые помещены в гербарий Петрозаводского государственного университета (PZV) и гербарий МОУ «Средняя школа № 7 имени Федора Тимоскайнена».

## СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИЙ СЕКТОР

1. *Hymenochaete tabacina* (Fr.) Lév. – на живом стволе *Quercus rubra* L., PZV 257.
2. *Oxyporus populinus* – на пне *Acer negundo* L. (дереву 50 лет), PZV 244;
3. *Phellinus igniarius* – на живом стволе *Sorbus americana* Marsch., PZV 252;
4. *Phellinus punctatus* (Fr.) Pilát – на многих живых деревьях *Quercus robur* L. (50 лет популяции) и пне *Fraxinus lanceolata* Borkh. (дереву 50 лет).
5. *Phellinus tremulae* (Bondartsev) Bondartsev et Borissov – пень *Quercus robur* L., PZV 245;
6. *Phellinus conchatus* (Pers.: Fr.) Quel – живой ствол *Sorbus amurensis* Koehne., PZV 250;
7. *Stereum rugosum* (Pers.: Fr.) Fr. – на многих живых деревьях *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch. (популяции деревьев 50 лет).

## ЕВРОПЕЙСКИЙ СЕКТОР

1. *Oxyporus populinus* – на живом стволе *Acer platanoides*., PZV 254, PZV 256, на живом стволе *Ulmus laevis* Pall., PZV 253;
2. *Phellinus punctatus* – на сухостойном стволе *Syringa josikaea* Jacq. (дереву 50 лет);
3. *Phellinus igniarius* – на сухостойном стволе *Syringa josikaea* (дереву 50 лет) и на живом стволе *Acer platanoides* (дереву 50–60 лет).
4. *Phellinus robustus* (P. Karst) Bourdot et Galzin – живое дерево *Acer platanoides* L., PZV 247.
5. *Phellinus tremulae* (Bondartsev) Bondartsev et Borissov – живой ствол *Acer platanoides*, PZV 249, PZV 255;
6. *Trametes pubescens* (Schumach.: Fr.) Pilát – на валежном стволе *Malus sylvestris* (L.) Mill.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарцева М.А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. СПб.: Наука, 1998. Вып. 2. 391 с.
2. Бондарцева М.А., Пармасто Э.Х. Определитель грибов СССР. Порядок афиллофоровые. Л.: Наука, 1986. Вып. 1. 192 с.
3. Заводовский П.Г. Трутовые грибы Ботанического сада Петрозаводского государственного университета // Hortus botanicus, 2013. Т. 8. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=1781>. DOI: 10.15393/j4.art.2013.1781
4. Заводовский П.Г. Новые находки видов афиллофороидных грибов из Ботанического сада Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ) // Заповедники Крыма – 2016: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление. Тезисы VIII Международной научно-практической конференции (Симферополь, 28–30 апреля 2016 г.). Симферополь, 2016. С. 193–195.

5. *Лантратова А.С., Овчинникова Е.А.* Определитель деревьев и кустарников Карелии. Петрозаводск: «Карелия», 1978. 158 с.

6. Научное обоснование развития сети особо охраняемых природных территорий в Республике Карелия. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. 112 с.

7. *Хохлова Т.Ю., Антипин В.К., Токарев П.Н.* Особо охраняемые природные территории Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 312 с.

## **РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ УГЛЕРОДНОГО БЮДЖЕТА ЛЕСОВ КАРЕЛИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ РОБУЛ-М**

**Замолодчиков Д.Г.<sup>1,2</sup>, Грабовский В.И.<sup>2</sup>, Честных О.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, dzamolod@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, wgrabov@mail.ru*

Авторы доклада ранее разработали систему региональной оценки бюджета углерода лесов (РОБУЛ), предназначенную для ретроспективных расчетов углеродных параметров лесных регионов (от лесничества до субъекта РФ) по данным Государственного лесного реестра (ГЛР) либо архивным материалам учетов лесного фонда [1, 3]. РОБУЛ является действующей методикой оценки баланса углерода управляемых лесов России в Национальном кадастре парниковых газов (ПГ). Парижское соглашение усилило внимание к прогнозам эмиссий и стоков ПГ, что связано с необходимостью планирования национальных вкладов стран по сокращению выбросов в связи с задачей удержания потепления в пределах 2 °С. Прогнозы должны согласовываться с оценками, получаемыми при инвентаризации эмиссий и стоков ПГ в национальных кадастрах. Недавно завершенная система РОБУЛ-М снабжена блоком прогнозного анализа. Доклад ставит целью представление ретроспективной оценки за 1988–2015 гг. и прогноза на период 2015–2065 гг. баланса углерода лесов Республики Карелия, найденных с использованием систем РОБУЛ и РОБУЛ-М соответственно.

Приводимые в настоящей статье оценки относятся к покрытым лесом землям лесного фонда и ООПТ Республики Карелия, площадь которых увеличилась от 9,00 млн га в 1988 г. до 9,48 млн га в 2015 г. В полном виде совокупность уравнений и параметров РОБУЛ приведена в работах [1, 3]. Начальная часть расчетов по методике РОБУЛ состоит в оценке запасов углерода для возрастных групп лесных насаждений в дифференциации по преобладающим породам. Получение оценок запасов углерода в разрезе групп возраста обеспечивает возможность расчета приростов по всем углеродным пулам. Масштабы деструктивных нарушений (рубки, лесные пожары, прочие причины гибели лесов) оцениваются по площадям

вырубок, гарей и погибших насаждений с учетом времени их зарастания. Применение сведений о годовых площадях деструктивных нарушений к найденным запасам углерода в различных категориях лесных насаждений дает оценку годовых потерь углерода. Баланс углерода рассчитывается по разности приростов и потерь.

Прогнозный блок РОБУЛ-М относится к классу моделей лесных переходов. В нем имитируются процессы, которые могут произойти с лесами данной возрастной группы: пополнение из младшей группы, переходы в старшую группу при увеличении возраста, в гарь при пожаре, вырубку при сплошной рубке. Увеличение запасов древесины характеризуется по текущему распределению средних на единицу площади запасов в возрастных группах. Стартовые данные представлены информацией ГЛР по площадям и запасам древесины, а также сценариями лесных пожаров и сплошных рубок. Шаг по времени в текущей версии РОБУЛ-М равен 5 годам, глубина прогноза составляет 50 лет. В настоящем исследовании стартовыми служили данные ГЛР по состоянию на 1 января 2015 г., прогноз охватывает период 2015–2065 гг.

Сток углерода (превышение поглощения над потерями) в леса Карелии был минимален в 1993 г., составляя  $1,25 \text{ Мт С год}^{-1}$ . С середины 1990-х годов отмечается рост стока до  $3,99 \text{ Мт С год}^{-1}$  в 2004 г., что связано со снижением лесозаготовок в период социально-экономических реформ. Объем заготовок древесины в Карелии снизился с  $9,94 \text{ млн м}^3 \text{ год}^{-1}$  в 1988 г. до минимума  $5,32 \text{ млн м}^3 \text{ год}^{-1}$  в 1996 г. Снижение лесозаготовок стало основной причиной усиления стока углерода в леса Карелии. Сходная динамика характерна и для лесов России в целом [1, 3]. В 2005–2015 гг. сток углерода в леса Карелии варьировал в пределах  $3,21\text{--}3,94 \text{ Мт С год}^{-1}$ .

При сохранении уровней заготовок древесины и пожаров, характерных для 2000-х годов, будет наблюдаться постепенное сокращение стока углерода в леса Карелии до  $3,07 \text{ млн т С}$  в 2030 г.,  $1,83 \text{ млн т С}$  в 2050 г. и  $0,97 \text{ млн т С}$  в 2065 г. Снижение стока углерода объясняется увеличением среднего возраста древостоев, сопровождающимся уменьшением поглощения углерода. Ранее аналогичная динамика была показана нами при помощи канадской модели СВМ-CFS3 [2], Увеличение лесозаготовок в соответствии с Государственной программой развития лесного хозяйства на период с 2013 до 2020 г. ускоряет снижение стока углерода, приводя к величинам  $2,45$ ,  $1,43$  и  $0,69 \text{ млн т С}$  в 2030, 2050 и 2065 гг. соответственно.

Полученные результаты приводят к выводу, что режим лесопользования является важнейшим фактором, контролирующим углеродный баланс региона. Увеличение объема лесозаготовок при сохранении уровня стока

углерода является сложной задачей лесоуправления, решение которой потребует масштабных дополнительных мер в области лесовосстановления, ухода за лесами и охраны лесов.

*Работа выполнена при поддержке РНФ 16-17-00123 «Научные основы учета и прогноза бюджета углерода лесов России в системе международных обязательств по охране атмосферы и климата».*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Краев Г.Н. Динамика бюджета углерода лесов России за два последних десятилетия // Лесоведение. 2011. № 6. С. 16–28.
2. Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Коровин Г.Н., Гитарский М.Л., Блинов В.Г., Дмитриев В.В., Куриц В.А. Бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации в 1990–2050 гг.: ретроспективная оценка и прогноз // Метеорология и гидрология. 2013. № 10. С. 73–92.
3. Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Шуляк П.П., Честных О.В. Влияние пожаров и заготовок древесины на углеродный баланс лесов России // Лесоведение. 2013. № 5. С. 36–49.

## ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА И АЗОТА ( $\Delta^{13}\text{C}$ И $\Delta^{15}\text{N}$ ) ТКАНЕЙ ПОЧВООБИТАЮЩИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Зенкова И.В.<sup>1</sup>, Тиунов А.В.<sup>2</sup>, Гончаров А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, Апатиты, zenkova@iner.ksc.ru;

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, a\_tiuinov@mail.ru.

С целью исследования структуры детритной трофической сети в лесных подзолах северотаежной подзоны Мурманской области с использованием метода изотопного анализа в полевой сезон 2016 года на мониторинговой площадке соснового леса выполнен учет разнообразия и численности почвенной фауны. Модельный сосняк кустарничковый зеленомошный, 67°34' с.ш., 33°17' в.д., образован сосной *Pinus sylvestris*, елью *Picea obovata*, осиной *Populus tremula* и березой *Betula pubescens* в соотношении 7С1Е1Ю1Б и произрастает на типичном *Al-Fe*-гумусовом песчаном подзоле с генетическим профилем *O-E-BHF-BC-C*. Мощность лесной подстилки варьирует в пределах площадки от 5 до 9 см, величина рН водной вытяжки – от 5,3 до 5,9, зольность – от 33 до 78 %, содержание органического вещества (определенное как потери при прокаливании) – от 25 до 77 %. Среднее содержание общего углерода составляет  $26 \pm 3$  %, общего азота –  $0,6 \pm 0,1$  %, кальция –  $2,6 \pm 0,3$  г/кг.

В образцах лесной подстилки, отобранных в сосняке за вегетационный период с мая по октябрь, выявлены беспозвоночные 23 таксономических групп (отрядов и семейств) при средней численности 640 экз./м<sup>2</sup>. Количественно преобладали жесткокрылые (Coleoptera) – 40 % общей численности. Комплекс доминантов также включал сапротрофных дождевых червей (Lumbricidae), энхитреид (Enchytraeidae), личинок двукрылых (Diptera), хищных многоножек (Lithobiidae) и фитофагов-трипсов (Thysanoptera) – по 11–13 %. Низкой кислотности почвенного раствора соответствовала высокая численность кальцефильных беспозвоночных – дождевых червей (до 120 экз./м<sup>2</sup>) и многоножек (до 80 экз./м<sup>2</sup>). Последние были представлены видом *Lithobius (Monotarsobius) curtipes* (C. L. Koch, 1847), распространенным по всей территории Мурманской области. В составе ключевой группы сапрофагов – дождевых червей – идентифицировано 5 видов, принадлежащих к разным жизненным формам: подстилочной (*Dendrobaena octaedra* Savigny 1826, *Dendrodrilus rubidus tenuis* Savigny 1826), почвенно-подстилочной (*Lumbricus rubellus* Hoffmeister 1843, *Eisenia fetida* Savigny 1826) и почвенной (*Aporrectodea caliginosa caliginosa* Savigny 1826).

Выполнен анализ изотопного состава углерода и азота тканей многоножек вида *L. curtipes*, трех доминирующих видов дождевых червей (*D. octaedra*, *L. rubellus*, *A. c. caliginosa*), а также образцов почвы из органогенного горизонта и тканей ассимилирующих органов древесных пород-эдикаторов (хвоя сосны и ели, листья осины).

Результаты изотопного анализа подтверждают трофическую позицию вида *L. curtipes*, известного как неспециализированного хищника и позволяют сделать вывод о его питании беспозвоночными – представителями «подстилочного» блока, так как почва из органогенного горизонта на глубине 10 см и почвенные дождевые черви вида *A. c. caliginosa* оказались более обогащены тяжелыми изотопами углерода и азота по сравнению с тканями *L. curtipes*. Средние по выборке значения  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  составили (среднее  $\pm$  стат. ошибка):  $-26,7 \pm 0,3 \text{ ‰}$  и  $4,4 \pm 0,7 \text{ ‰}$  для почвы и  $-24,5 \pm 0,04 \text{ ‰}$  и  $5,3 \pm 0,3 \text{ ‰}$  для тканей дождевых червей *A. c. caliginosa*.

В тканях взрослых многоножек содержание тяжелых изотопов составило в среднем  $-26,8 \pm 0,1 \text{ ‰}$  для  $\delta^{13}\text{C}$  и  $3,2 \pm 0,2 \text{ ‰}$  для  $\delta^{15}\text{N}$  и было более высоким по сравнению с тканями подстилочных дождевых червей *D. octaedra* и *L. rubellus* на  $1,5\text{--}2,5 \text{ ‰}$  и  $3,7\text{--}4,5 \text{ ‰}$  для  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  соответственно. В хвое и листьях изотопный состав углерода и азота был сопоставим:  $-31,3 \dots -31,9 \text{ ‰}$  для  $\delta^{13}\text{C}$  и  $-2,07 \dots -2,63 \text{ ‰}$  для  $\delta^{15}\text{N}$ .

Между почвенными дождевыми червями вида *A. c. caliginosa* и группой «подстилочные и почвенно-подстилочные черви» (*D. octaedra* и *L.*

*rubellus*) различия в величине  $\delta^{15}\text{N}$  достигали 5,8–6,6 ‰, а между подстилочным (*D. octaedra*) и почвенно-подстилочным (*L. rubellus*) видами были незначительны: 0,8 ‰.

Ткани подстилочного и почвенно-подстилочного видов червей отличались по содержанию тяжелого изотопа углерода на 1,8 ‰: величина  $\delta^{13}\text{C}$  составила в среднем –25,5 ‰ у *D. octaedra* и –27,3 ‰ у *L. rubellus*. Обогащение тканей *D. octaedra* изотопом углерода  $^{13}\text{C}$  соответствует литературным данным о микробофагии этого вида, тогда как *L. rubellus*, возможно, в большей степени потребляет мертвые растительные ткани. В силу этого по изотопному составу тканей *L. rubellus* меньше отличается от растительного опада, чем *D. octaedra*.

Таким образом, первичные результаты анализа изотопного состава тканей ключевой группы сапрофагов – дождевых червей, показали, что виды, населяющие подстилку лесных экосистем Мурманской области, имеют разные источники питания и занимают разные трофические позиции. Крупноразмерные почвенные черви вида *A. c. caliginosa* более обогащены тяжелыми изотопами углерода и азота по сравнению с мелкоразмерными подстилочными червями *D. octaedra* и еще в большей степени – в сравнении со среднеразмерными почвенно-подстилочными червями *L. rubellus*.

*Исследования проводятся при поддержке РФФИ в рамках проекта «Трофические связи и функциональная роль хищной многоножки Monotarsobius curtipes (Myriapoda, Chilopoda, Lithobiidae) на северной периферии ареала: онтогенетический, сезонный и географический аспекты», №№ 16-04-01878-а, 17-04-01878-а.*

## **ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ДИНАМИКУ ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ PICEA FENNICA (REGEL) SOM. В ФОРМАЦИЯХ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ**

**Ибрагимова А.Ф., Фардеева М.Б.**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань,  
Albinochka101992@mail.ru*

Хвойно-широколиственные леса на территории Республики Татарстан находятся на южной границе ареала, поэтому испытывают как антропогенное давление, так и воздействие всех естественных природных факторов.

В качестве модельных объектов были выбраны хвойно-широколиственные леса на территории Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника (ВКПБЗ) и государственного природного заказника (ГПЗ) «Кичке-Тан». Чтобы оценить современное состояния популяций лесо-

образующих деревьев, учитывалось воздействие различных природных явлений – морозной зимы 2005–2006 г., урагана 2007 г., летней засухи 2010 г., эпифитопии 2011–2013 гг. Вследствие этого основной целью исследования было изучение устойчивости хвойно-широколиственных сообществ на основе определения структуры популяций лесообразующих видов деревьев – *P. fennica*, *P. sylvestris* и *A. sibirica* с выявлением особенностей их популяционной динамики за 12-летний период с 2004 по 2016 г.

Для изучения популяционной организации древесных эдификаторов на Раифском участке ВКГПБЗ было заложено 8 учетных площадок размером 50x50 м – 2500 м<sup>2</sup>, где исследования проходили с 2004 по 2016 г., на территории ГПЗ «Кичке-Тан» – 3 учетные площадки размером 25x25 м – 625 м<sup>2</sup>, на которых исследования проходили с 2010 по 2016 г. Фитоценозы и популяции деревьев описаны по общепринятым геоботаническим и популяционным методам. В Microsoft Excel была создана база данных, содержащая информацию об онтогенетических группах, морфометрических показателях (высота и диаметр ствола) и пространственном расположении древесных пород на заложённых площадках.

*P. fennica* на заповедной территории встречается почти во всех ярусах (отсутствует только в ярусе А1). С 2004 по 2009 г. ЦП ели были нормальные и полночленные; ель является основным содоминантом сосны. Увеличение численности подроста ели в 2009 г. было обусловлено выпадением старых деревьев во время урагана 2007 г. и появлением «окон» в лесном пологе. Однако засушливые летние периоды последних лет (2009–2010 гг., 2012 г.) привели к гибели уже сформировавшихся к 2009 и 2010 г. проростков, ювенильных и иматурных особей, поэтому численность снизилась в среднем на каждой площадке более чем на 100 деревьев. В 2013–2015 гг. наблюдалось дальнейшее усыхание генеративных ослабленных елей, что особенно отмечалось на равнинных и бугристых сухих местообитаниях (пл. 4; 6; 7). В местообитаниях, расположенных в понижениях – около или вдоль болота (кв.51/52 – пл. 8; 9), в западинах и овражках (кв. 42 – пл. 11), где влага сохраняется в течение всего жаркого сезона, ель сначала начала возобновляться, а затем весь подрост высох. При этом в елово-сосновых ценозах (пл.6 и 7) и сосняках с елью (пл.9) высохли как генеративные, так и прегенеративные ели, а в сосняках с елью и липой (пл.10; 11) произошло, в первую очередь, значительное усыхание многочисленного подроста.

Засуха и возникшая за ней вспышка численности жуков-короедов привели к ослаблению, усыханию и потере доминантных позиций *P. fennica* в хвойно-широколиственных лесах заповедника. Можно сказать, что в Раифе начался процесс *экзодинамической* смены ели сосной, что, по-видимому, об-

условлено еще и характером почв: супесчаные почвы характеризуются плохой влагоудерживаемостью, бедным минеральным составом, в долинных комплексах рек способствуют устойчивости сосны.

Для выяснения динамики состояния хвойно-широколиственных лесов и особенно популяции *P. fennica* на территории РТ провели сравнение состояния фитоценозов на северо-западе РТ (в ГВКПБЗ) с хвойно-широколиственными лесами на северо-востоке РТ. В целом можно отметить, что усыхание елей на северо-востоке РТ (в ГПКЗ) менее значительное, это сказалось только в ельниках с пихтой (пл. 2), в пересчете на 1 га численность с 1015 особей снизилась к 2014 г. до 510 шт, т.е. в 2 раза. В пихтарниках с елью (пл. 1) и в посадке ели (пл. 3) численность практически не изменилась, изменения произошли в возрастной структуре посадки ели за счет роста численности генеративных групп, обусловленного одновременным переходом основной части виргинильных особей в генеративную стадию. Существенное значение имеет структура и состав почв – в целом дерново-подзолистые суглинистые почвы обладают большей влагоудерживаемостью и богатым минеральным составом. Вследствие этого под пологом естественных лесных фитоценозов (пл. 1 и 2), при ослаблении позиций ели отмечается интенсивное развитие подроста пихты. Сопутствуя ели на северо-востоке, она отличается большей теневыносливостью и под сохранившимся пологом леса хорошо развивается. В заказнике «Кичке-Тан» *Abies sibirica* в 2010 г. встречалась во всех фитоценозах, ее структура в елово-пихтовых фитоценозах полночленная, отмечается высокая численность проростков. В ельнике с пихтой встречается единично, преобладает подрост, популяция имеет инвазионный характер.

Проводилась оценка потерь древесины, основанная на динамике численности и объеме древесины. За 12 лет продуктивность популяции ели в хвойно-широколиственных сообществах Раифы снизилась. Напротив, увеличились в процентном отношении объемы древесины сосны в естественных насаждениях и березы в искусственной посадке ели. Достоверных отличий между показателями объемов древесины разных возрастных групп *Picea fennica* за 2009–2016 гг. не выявлено, что обосновывается резким снижением численности прегенеративных групп, объемы древесины которых не большие. Объем древесины ствола всегда больше у генеративных особей, поэтому, несмотря на высокую численность ель по биомассе уступает сосне и березе, а пихта – ели. Даже высокая численность и почти полночленная структура ели, липы и дуба не дает возможности этим видам занимать ведущее положение в хвойно-широколиственных сообществах Раифы.

## **ДИНАМИКА НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ В ХРОНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ СМЕНЫ КЕДРОВО-ШИРОКОЛИСТВЕННОГО ЛЕСА**

**Иванов А.В.<sup>1</sup>, Касаткин А.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Уссурийск, alexsandrgg86@mail.ru;*

<sup>2</sup> *Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии, Владивосток, kasatkin\_as@mail.ru*

Растительный покров Земли, являясь мощным обменным резервуаром углерода между суши и атмосферой, выступает мощным регулятором глобального климата. Среди типов экосистем леса являются основным хранилищем углерода, накапливая его в почве, фитомассе, мертвой древесине и подстилке. Для разработки концепции экономически эффективно низкоуглеродного лесного хозяйства необходимы региональные исследования углеродного цикла лесов на основе инструментальной оценки статей бюджета. За последние годы накоплен обширный объем данных о запасах и потоках углерода в лесных экосистемах России, однако имеющиеся оценки все еще имеют недопустимо высокую неопределенность.

При оценке пулов и потоков углерода в лесах уссурийского лесничества (площадь 550 тыс. га) по системе РОБУЛ (региональная оценка бюджета углерода лесов) в 2015 г. было получено следующее распределение запасов углерода: 60 % – почва (46,2 млн т), 32 % – фитомасса (24,3 млн т), 5 % – мертвая древесина (3,5 млн т), 3 % – подстилка (2,5 млн т) [1]. Кедрово-широколиственные лесные насаждения южной части Приморского края имеют сложную структуру, чрезвычайно высокое биологическое разнообразие и разнообразие типов леса. Однако полевые работы по определению запасов углерода в лесах региона крайне малочисленны и существующие глобальные оценки являются модельными. Цель настоящего исследования – определить надземную фитомассу кедровых насаждений, находящихся на разных стадиях лесовосстановительной смены, с использованием аллометрических уравнений.

Объекты исследования расположены на территории лесного участка Приморской государственной сельскохозяйственной академии (ПГСХА). Тип леса – кедровник кленово-чубушниковый. Было заложено четыре временные пробные площади. Средний возраст кедра корейского на них составил 50, 80, 130 и 200 лет. На каждой площадке выполнено таксационное описание древостоев. Результаты таксации участков были опубликованы ранее [2]. Для получения аллометрических уравнений связи диаметра

тра дерева с его надземной фитомассой использовали материалы, полученные А.С. Касаткиным при определении фитомассы деревьев основных древесных пород на участке ПГСХА [3, 4]. Аппроксимацию выполняли показательной функцией ( $y = bx^a$ ), для всех моделей  $R^2 > 0.93$ . Полученные уравнения применяли попородно к данным перечетных ведомостей древостоя. Для перевода абсолютно сухой массы надземной части дерева в массу углерода использовали коэффициент 0,5.

Запасы углерода фитомассы исследованных кедровников оказались следующими: 50 лет – 115,3 т С/га, 80 лет – 109,9 т С/га, 130 лет – 125,5 т С/га; 200 лет – 143,8 т С/га. Среди факторов, определяющих величину запаса фитомассы, важным является плотность древесины пород, составляющих древостой. Так, запас углерода в самом молодом кедровнике на 5 % больше, чем в 80-летнем кедровнике. Это, в частности, следствие различий в составе древостоев: в 50-летнем насаждении 60 % запаса древесины приходится на лиственные породы, в 80-летнем – 60 % запаса составляют хвойные. Однако по мере восстановления естественного облика насаждения увеличиваются размеры деревьев, полнота насаждения, и соответственно фитомасса надземной части древостоя. Поэтому старовозрастные кедровники являются наиболее емким резервуаром углерода в хронологической последовательности восстановления кедрово-широколиственных лесов. В этих лесах запас углерода фитомассы на 30 % больше, чем в припевающих насаждениях.

Точные и подробные знания об углеродном цикле лесов Приморья, в частности, об особенностях распределения фитомассы, дают возможность корректировать приоритеты при использовании, охране и восстановлении лесов с учетом их климатических функций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Замолодчиков Д.Г., Иванов А.В.* Запасы и потоки углерода в лесах Уссурийского лесничества согласно оценке по системе РОБУЛ // *Аграрный вестник Приморья*. 2016. № 1. С. 12–15.
2. *Иванов А.В.* Запасы лесных подстилок в кедрово-широколиственных лесах Южного Сихотэ-Алиня // *Сибирский лесной журнал*. 2015. № 5. С. 87–95.
3. *Касаткин А.С., Жанабаева А.С., Иванов А.В., Пауков Д.В., Акимов Р.Ю.* Надземная фитомасса деревьев в лесах Южного Сихотэ-Алиня. Сообщение 3 // *Экопотенциал*. 2016. № 1 (13). С. 32–36.
4. *Касаткин А.С., Жанабаева А.С., Пауков Д.В., Акимов Р.Ю., Татауров В.А.* Надземная фитомасса деревьев в лесах Южного Сихотэ-Алиня. Сообщение 2 // *Экопотенциал*. 2015. № 4 (12). С. 28–31.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ ОХРАНЯЕМОГО ЛИШАЙНИКА *LOBARIA PULMONARIA* В ЛЕСАХ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Иванова Н.В.<sup>1</sup>, Шанин В.Н.<sup>2,3</sup>, Шашков М.П.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт математических проблем биологии РАН – филиал ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, Пуцино, Natalya.dryomys@gmail.com

<sup>2</sup>Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пуцино

<sup>3</sup>Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва.

Цель данной работы – прогнозирование долговременной динамики популяций *Lobaria pulmonaria* в лесах Костромской области на столетний период.

Для достижения этой цели были проанализированы данные о распространении, ценотической приуроченности и разнообразии форофитов *L. pulmonaria* в исследуемом регионе, выполнена модельная оценка долговременной динамики древостоев в наиболее распространенных типах мест обитаний этого вида.

На первом этапе были обобщены сведения о находках *L. pulmonaria* в Костромской области. Проанализированы доступные литературные данные, материалы коллекции БИН РАН (LE), собственные полевые сборы. В результате собраны сведения о 739 находках *L. pulmonaria* и 422 районах исследований, где этот вид не был обнаружен. Все собранные данные опубликованы в Глобальной информационной системе по биоразнообразию GBIF [2]. Выяснено, что на территории Костромской области *L. pulmonaria* встречается преимущественно в северо-восточной ее части, в лесах, различных по составу, возрасту и характеру предшествующих антропогенных воздействий. Большинство известных мест обитания приурочено к одно-возрастным осиновым и еловым лесам, в которых чаще всего *L. pulmonaria* встречается на стволах осины (*Populus tremula*).

На следующем этапе с помощью системы моделей EFIMOD [1] проведены имитационные эксперименты по прогнозированию динамики одно-возрастных осиновых и еловых древостоев при разных лесохозяйственных сценариях за столетний период. Для моделирования использованы полевые описания структуры древостоев в местах обитания *L. pulmonaria*, выполненные в заповеднике «Кологривский лес». Результаты показали, что число потенциальных форофитов *L. pulmonaria* значительно уменьшается во всех имитируемых древостоях как при их естественном развитии, так и при рубках. Также проанализированы изменения расстояний между соседними потенциальными форофитами в ходе моделирования. Этот показатель определяет возможности успешного расселения лобарии легочной на

соседние деревья. Результаты этого анализа показали, что расселение лобарии легочной теоретически возможно во всех исследованных осинниках. В ельниках расстояния между соседними осинами были значительны и часто близкими к максимально возможной дальности разноса вегетативных зачатков *L. pulmonaria*. Учитывая низкое число потенциальных форофитов, вероятность длительного существования лобарии легочной в исследованных еловых лесах низкая.

В целом полученные результаты показывают, что численность популяции *L. pulmonaria* в исследуемом регионе имеет тенденцию к сокращению. Необходима разработка новых методов сохранения лобарии легочной при рубках леса, учитывающих особенности ее биологии и потенциальную длительность существования популяций данного вида в разных типах леса. Наши результаты показывают, что наиболее приоритетными для сохранения *L. pulmonaria* являются фрагменты осиновых лесов с большим числом заселенных *L. pulmonaria* деревьев. Наибольшее возможное число потенциальных форофитов в таких лесах сохраняется при режиме лесопользования с выборочными рубками.

*Исследования поддержаны грантом РФФИ, проект №16-34-00866 мол а.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Komarov, A.S., Chertov, O.G., Zudin, S.L., Nadporozhskaya, M.A., Mikhailov, A.V., Bykhovets, S.S., Zudina, E.V., Zoubkova E.V. EFIMOD 2 – a model of growth and elements cycling of boreal forest ecosystems //Ecological Modelling. 2003. V. 170. P. 373–392. doi: 10.1016/S0304-3800(03)00240-0

2. Shashkov M., Ivanova N. Database of finds of rare lichen species *Lobaria pulmonaria* in Russia. Version 1.4. Institute of Mathematical Problems of Biology, Russian Academy of Sciences. Occurrence Dataset. 2016. <http://doi.org/10.15468/uennht> accessed via GBIF.org on 2017-04-25.

## УРОВЕНЬ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ГЕТЕРОГЕННОСТИ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ РАЗЛИЧНОЙ СЕЛЕКЦИОННОЙ КАТЕГОРИИ

Ивановская С.И.<sup>1</sup>, Каган Д.И.<sup>1</sup>, Падутов В.Е.<sup>1</sup>, Падутов А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт леса НАН Беларуси, Гомель, [isozyme@mail.ru](mailto:isozyme@mail.ru);

<sup>2</sup>Корневская экспериментальная база Института леса НАН Беларуси, Корневка, [kelb1@tut.by](mailto:kelb1@tut.by)

Исследования проведены с использованием трех групп деревьев, выявленных при генетической инвентаризации архивно-маточной плантации сосны обыкновенной 1985 г. закладки (Корневская эксперименталь-

ная лесная база Института леса НАН Беларуси): раметы 26 клонов плюсовых деревьев, выделенных в качестве кандидатов в элиту (221 шт.); раметы 25 клонов плюсовых деревьев, вегетативное потомство которых в испытательных культурах показало превосходство, по сравнению с контролем, не более чем на 10 % (143 шт.); 211 непривитых деревьев, т.е. подвой.

В ходе изучения индивидуальной гетерозиготности деревьев различных категорий было выявлено, что распределение группы непривитых деревьев практически соответствующий классическому биномиальному ( $p = 0,164$ ;  $\chi^2 = 7,865$ ), и свидетельствует о том, что данная группа является аналогом среднестатистической группы деревьев из природных популяций. Коэффициенты асимметрии ( $A_s$ ) и эксцесса ( $E_x$ ) составили  $-0,039$  и  $-0,433$  соответственно и находятся в допустимых пределах.

В группах элитных и плюсовых деревьев наблюдается несколько иная картина. Несмотря на то, что показатели средней наблюдаемой гетерозиготности у элитных и плюсовых деревьев сходные (0,256 и 0,260 соответственно), данные категории деревьев различаются характером распределения индивидуальной гетерозиготности.

Распределение кандидатов в элиту по исследуемому признаку сходно с группой непривитых деревьев и соответствует биномиальному распределению ( $p = 0,511$ ;  $\chi^2 = 0,433$ ). Коэффициент асимметрии  $A_s$  составил 0,156, при критическом значении 0,711. Однако коэффициент эксцесса (1,218) значительно выше критического (0,877), что указывает на избыточную представленность в группе кандидатов в элиту деревьев со средними или близкими к средним значениями индивидуальной гетерозиготности (0,250–0,300). Так, процент участия таких индивидуумов в проанализированной выборке составил более 60 %.

Известно, что в ряде случаев для природных популяций положительный эксцесс указывает на генотипическую гетерогенность организмов выборки по стабильности развития [2] и является нормой. Учитывая, что генетическая гетерогенность отражает наличие в популяциях нескольких аллельных вариантов генов, сочетание которых приводит к образованию гетерозигот, то полученные данные свидетельствуют о том, что в случае кандидатов в элиту, отбор направлен преимущественно на сохранение генотипов с оптимальным уровнем индивидуальной гетерозиготности, обеспечивающим селекционное преимущество особей и составляющим для сосновой формации Беларуси 0,275. Уровень гетерозиготного полиморфизма кандидатов в элиту, устанавливаемый в результате положительного отбора гетерозигот, обеспечивает повышенную продуктивность индивидуумов, что может быть обусловлено несколькими причинами. Во-первых,

результатом наличия оптимального количества аллельных вариантов является способность организма поддерживать постоянство своих функций в более широком диапазоне изменений среды на протяжении длительного времени и, опосредованно, более высокую продуктивность к возрасту рубки. Во-вторых, повышенная продуктивность может быть обусловлена явлением сверхдоминирования (повышенная приспособленность гетерозигот), когда негативный эффект от малоадаптивных аллелей, составляющих генетический груз, в случае гетерозиготного локуса компенсируется другими аллелями. В-третьих, продуктивность – признак количественный, на проявление признака оказывают влияние доминанты. Результатом кумулятивного взаимодействия неаллельных генов может являться проявление повышенной продуктивности, когда степень проявления признака зависит от их суммирующего действия. Чем больше доминантных аллелей генов, тем сильнее выражен признак. При этом индивидуумы с еще более высоким уровнем индивидуальной гетерозиготности, как правило, элиминируются (процент участия в проанализированной выборке 11,5 %).

В отличие от двух предыдущих групп для плюсовых деревьев характерен другой тип распределения – распределение Пуассона ( $p = 0,581$ ,  $\chi^2 = 0,305$ ,  $\lambda = 5,080$ ). Оно характеризуется асимметричностью. В данной группе происходит смещение в сторону генотипов, индивидуальная гетерозиготность которых составляет 15–20 %. Ранее, на примере различных видов млекопитающих, было показано, что распределение чисел полиморфных локусов (т.е. локусов, содержащих мутационные замены и, следовательно, встречающихся в популяции в гетерозиготном состоянии) подчиняется распределению Пуассона с одинаковой для всего класса млекопитающих средней множественностью [1]. По-видимому, в более высоких показателях продуктивности плюсовых деревьев решающее значение приобретают не уровень генетического полиморфизма, а отдельные комбинации генов, их аллельных сочетаний, обеспечивающие «плюсовость» деревьев в определенных условиях внешней среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Makarieva, A.M.* Variance of protein heterozygosity in different species of mammals with respect to the number of loci studied / A.M. Makarieva // *Heredity*. 2001. Vol. 87. P. 41–51.
2. *Van Dongen, S.* How repeatable is the estimation of developmental stability by fluctuating asymmetry / S. Van Dongen // *The Royal Society*. 1998. N 265. P. 1423–1427.

## СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ОХРАНЯЕМОГО ЛИШАЙНИКА ЛОБАРИЯ ЛЕГОЧНАЯ (*LOBARIA PULMONARIA* (L.) HOFFM.) В СРЕДНЕТАЕЖНЫХ СООБЩЕСТВАХ С РАЗНОЙ ДАВНОСТЬЮ НАРУШЕНИЯ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Игнатенко Р.В., Тарасова В.Н.

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, ocean-9@mail.ru

Лобария легочная (*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.) – крупный эпифитный цианолишайник, распространенный в неморальных и бореальных лесных сообществах Северного полушария и холодных частях тропиков. Считается, что вид крайне чувствителен к любому типу антропогенного воздействия и является признанным индикатором экологической непрерывности местообитания [2]. В XX веке популяции *L. pulmonaria* в странах центральной и северной Европы понесли существенные потери вследствие стремительного сокращения ареала. Однако в отечественной литературе существует мнение о том, что в лесных сообществах северо-запада России, даже при современных темпах развития лесной и промышленных отраслей региона, угрозы виду *L. pulmonaria* в ближайшее время не ожидается [1].

Работа выполнена в лесных сообществах Республики Карелия в 4 районах исследования: национальный парк «Водлозерский», заповедник «Кивач», заказник «Кижский», Петрозаводский городской округ. В каждом районе были заложены постоянные пробные площади размером 1 га (100x100 м) в сообществах, принадлежащих к одному экологодинамическому ряду, представляющему восстановительную динамику ельника черничного зеленомошного через стадию осинового леса, с давностью нарушения от 80 до 450 лет. Изучение показателей талломов лишайника (площадь и принадлежность к функционально-возрастной группировке) выполнены методом сплошного учета на всех субстратах на высоте 0–2 м от земли с регистрацией характеристик местообитания (параметров деревьев и микроусловий). Всего было зарегистрировано 2811 талломов *L. pulmonaria*, растущих на 556 субстратных единицах (отдельно стоящих или лежащих живых или мертвых деревьях и кустарниках).

В условиях среднетаежной подзоны на территории Республики Карелия *L. pulmonaria* встречается в сообществах, спустя лишь 80 лет после нарушения. При этом в ряду сообществ с давностью нарушения от 80 до 450 лет число и площадь талломов вида значительно варьирует: от 14 до 309 шт. га<sup>-1</sup> и от 1 см<sup>2</sup> до 3750 см<sup>2</sup>, соответственно. С увеличением давности нарушения число талломов *L. pulmonaria* в сообществах возрастает в 7 раз – с 40 до 280 ( $R^2=0,69$ ;  $\alpha=0,001$ ; здесь и далее –

регрессионный анализ), а количество субстратных единиц – с 7 до 44 ( $R^2=0,34$ ;  $\alpha=0,01$ ). Важно, что стабилизации в значениях данных характеристик в исследованном диапазоне давности нарушения не наблюдается. *L. pulmonaria* на площади обследования обитает на широком спектре субстратов. 88 % колонизированных ею субстратных единиц (живые деревья, сухостой, валеж) представлены лиственными породами (в порядке убывания): *Populus tremula*, *Sorbus aucuparia*, *Betula sp.*, *Salix caprea*, *Alnus incana*, *Padus avium*. На долю хвойных пород, таких как *Picea sp.* и *Juniperus communis*, приходится 12 % от общего числа субстратных единиц. Основным типом субстрата *L. pulmonaria* в исследованных сообществах являются стволы живых осин. Так, доля талломов, колонизирующих живую *P. tremula*, варьирует от 11 до 95 %, и в среднем составляет 54 %. Установлено, что при изменении давности нарушения с 80 до 240 лет сумма сечений стволов живых осин снижается с 26,6 до 3,3 м<sup>2</sup>га<sup>-1</sup> ( $R^2=0,49$ ;  $\alpha=0,001$ ) и при давности >240 лет – стабилизируется. Однако с изменением данной характеристики число и доля талломов на стволах живых осин не изменяется. В малонарушенных фитоценозах в связи с распадом одновозрастного осинового древостоя *L. pulmonaria* теряет существенную часть своих потенциальных субстратов (осину), но начинает колонизировать большой спектр деревьев различной видовой принадлежности и состояния, включая нижние ветви молодых елей. Число талломов на данном типе субстрата максимально в ельниках с давностью нарушения 410–450 лет, что составляет 45–51 % от общего числа обнаруженных талломов.

Косвенный показатель общей биомассы *L. pulmonaria* – общая площадь талломов в пределах сообщества – при увеличении давности нарушения с 80 до 190 лет возрастает в 2 раза – с 0,47 м<sup>2</sup>/га до 0,89 м<sup>2</sup>/га ( $R^2=0,25$ ;  $\alpha=0,05$ ), и при дальнейшем увеличении времени без нарушений не изменяется (стабилизируется).

С увеличением давности нарушения с 80 до 240 лет доля гипосоредозных талломов в функционально-возрастном спектре ценопопуляций сначала повышается с 18 до 32 % ( $R^2=0,42$ ;  $\alpha=0,01$ ), а при давности >240 лет стабилизируется. Доля субсенильных талломов снижается с 18 до 1 % при изменении давности нарушения с 80 до 450 лет ( $R^2=0,32$ ;  $\alpha=0,001$ ).

Характеристика «давность нарушения» оказывает на показатели *L. pulmonaria* как прямое влияние, определяя время, необходимое для колонизации и роста талломов, так и косвенное, которое выражается через изменение структуры древостоя и микроклиматических условий в сообществах, находящихся на разных стадиях сукцессии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кравченко А.В., Фадеева М.А. Распространение и состояние лобарии легочной (*Lobaria pulmonaria*) на юго-востоке Фенноскандии // Международное совещание «Лишайники бореальных лесов» и Четвертая российская полевая лишайниковедческая школа. Сыктывкар: Институт биологии КомиНЦ УрО РАН, 2008. С. 60–74.

2. Rose F. Temperate forest management: it's effects on bryophyte and lichen floras and habitats In: Bryophytes and lichens in changing environment Eds. J.W. Bates, A. Farmer. Oxford: Clarendon Press. 1992. P. 211–233.

## СОСТОЯНИЕ ГЕНОФОНДОВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ХВОЙНЫХ ВИДОВ КАРЕЛИИ

**Ильинов А.А., Раевский Б.В.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, ialexa33@yandex.ru*

В Карелии большая (89 %) часть покрытой лесом площади занята хвойными лесами, где лесобразующие породы представлены в основном двумя видами. Территория Карелии входит в состав обширной зоны интрогрессивной гибридизации *Picea abies* L. Karst и *P. obovata* Ledeb. Здесь преобладает в основном ель гибридная или финская *P. x fennica* (Regel) Kom. В Республике сохранились малонарушенные еловые массивы, минимально затронутые хозяйственной деятельностью человека. Напротив, сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* в прошлом интенсивно эксплуатировалась на Европейском Севере России, в том числе в Карелии, что привело к сильной трансформации и фрагментации коренных сосновых лесов в регионе. В то же время сосна является главным объектом лесовосстановления, доминируя в структуре объектов единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК) региона. Ранее при изучении фенотипического разнообразия *P. sylvestris* в Карелии была описана сосна лапландская *P. sylvestris ssp. lapponica* Fr., произрастающая на территории Карелии ориентировочно севернее 65° с. ш., таксономический статус которой в качестве подвида оспаривается рядом исследователей.

Изучение генофондов *P. x fennica* и *P. sylvestris* призвано обеспечить теоретическую базу селекции и семеноводства, сохранения и использования генетических ресурсов этих видов в регионе.

В последние десятилетия в генетике популяций нашли широкое применение молекулярно-генетические маркеры – микросателлиты – варьирующие участки (локусы) в ядерной ДНК и ДНК органелл. Эти маркеры характеризуются высоким уровнем полиморфизма и часто встречаются в геноме. Благодаря своим свойствам они могут быть крайне полезны при изучении

популяционной структуры основных лесообразующих хвойных видов, отличающихся невысоким уровнем межпопуляционного разнообразия.

Цель исследования – изучить с помощью ядерных микросателлитных локусов особенности генетической структуры и оценить уровень генетического разнообразия естественных популяций ели финской и сосны обыкновенной в Карелии.

Объектами исследования явились 11 естественных популяций ели финской (Паанаярви\_E1, Паанаярви\_E2, Кивакка\_E1, Кивакка\_E2, Поньгома\_E1, Поньгома\_E2, Пежостров\_E1, Водлозеро\_E1, Водлозеро\_E2, Хелюля\_E1, Сортавала\_E1) и 9 – сосны обыкновенной (Войница\_C1, Маслозеро\_C1, Заонежье\_C1, Кивач\_C1, Водлозеро\_C1, Сортавала\_C1), в том числе 3 популяции так называемого подвида сосны лапландской (Алакуртти\_C1, Гридино\_C1, Пяозеро\_C1).

Использование пяти ядерных микросателлитных локусов (UAPsTG25, UAPgAG105, UAPgAG150, UAPgAG150, EATC2C06 и EATC1C10) обнаружило своеобразие карельских популяций ели финской как по аллельному составу, так и по частотам встречаемости этих аллелей. Нативные популяции ели финской характеризуются относительно высоким уровнем генетического разнообразия ( $H_o=0,152-0,300$ ;  $H_e=0,221-0,323$ ;  $P_{99\%}=60\%-100\%$ ), особенно по сравнению с данными, полученными ранее с помощью анализа изоферментов ( $H_o=0,193$ ;  $H_e=0,181$ ;  $P_{99\%}=63,4\%$ ). Анализ подразделенности показал высокие средние положительные значения показателей F-статистик Райта ( $F_{is}=0,201$ ;  $F_{it}=0,278$ ;  $F_{st}=0,102$ ), свидетельствуя о значительном дефиците гетерозигот внутри популяций ели финской, а также на относительно высокий уровень внутривидовой подразделенности. Тем не менее, среднее значение  $F_{st}$  свидетельствует о том, что большая часть (около 90 %) выявленного генетического разнообразия приходится на внутривидовую составляющую. Это подтверждается и результатами AMOVA анализа. Для количественной оценки уровня межпопуляционной дифференциации были рассчитаны генетические дистанции Неи. С помощью кластерного анализа с помощью метода UPGMA была изучена популяционная структура ели финской. Исследованные популяции разделились на два кластера – северокарельские, включая сосну лапландскую, и южнокарельские. Расстояние между средне- и северотаежными популяциями в среднем составляет 0,38, что подтверждает выявленный с помощью AMOVA-анализа высокий уровень дифференциации. Высокие значения генетического расстояния позволяют отнести северотаежные и среднетаежные популяции к разным группам популяций *P. x fennica*.

С помощью четырех ядерных микросателлитных локусов (Spac11.8, Spac12.5, PtTX2123, PtTX2146) проведен анализ генетической структуры карельских популяций сосны обыкновенной. Всего обнаружено 65 аллелей. Все четыре исследованных локуса оказались полиморфны во всех популяциях. По сравнению с данными, полученными для ели финской, популяции сосны обыкновенной характеризуются довольно высокими показателями генетического разнообразия ( $H_o = 0.492-0,675$ ;  $H_e = 0,579-0,706$ ;  $R_{99\%} = 100\%$ ). Не выявлено значительных различий в генетической структуре и уровне разнообразия у популяций, представленных *ssp. lapponica*, с остальными карельскими популяциями сосны обыкновенной. Уровень наблюдаемой гетерозиготности был ниже ожидаемого, что свидетельствует о дефиците гетерозигот в популяциях сосны. О недостатке гетерозигот свидетельствуют и показатели F-статистики Райта ( $F_{is} = 0,055$ ;  $F_{it} = 0,114$ ;  $F_{st} = 0,060$ ). Среднее значение  $F_{st}$  указывает на невысокий уровень межпопуляционной дифференциации сосны обыкновенной в регионе. Кластерный анализ на основе матрицы генетических расстояний позволил выявить популяционную структуру *P. sylvestris*. Все карельские популяции разделились на два кластера, расстояние между которыми оказалось значительным ( $D_N = 0.239$ ). В первый вошло большинство популяций сосны из всех лесосеменных районов Карелии и мурманская популяция Алакуртти ( $D_N = 0.117$ ). Во вторую группу вошли генетически значительно обособленные ( $D_N = 0.140$ ) южно-карельские Заонежье и Кивач, характеризующиеся низким уровнем генетического разнообразия.

## СОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСОВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Ильинцев А.С.<sup>1,2</sup>, Третьяков С.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Северный НИИ лесного хозяйства, Архангельск, [ilintsev666@yandex.ru](mailto:ilintsev666@yandex.ru);

<sup>2</sup>САФУ имени М.В. Ломоносова, Архангельск, [s.v.tretyakov@narfu.ru](mailto:s.v.tretyakov@narfu.ru)

Для лесного фонда Архангельской области характерно неравномерное географическое (территориальное) размещение лесных ресурсов. Большая часть лесных насаждений в той или иной мере пройдена различными видами рубок от приисковых до сплошных концентрированных. Современная возрастная структура и продуктивность лесных насаждений на землях лесного фонда в пределах лесных районов отражает не только различие в лесорастительных условиях, но также динамику и интенсивность использования лесов. Район притундровых ле-

сов и редкостойной тайги в наименьшей степени пройден рубками, доля хвойных спелых и перестойных лесных насаждений составляет 80,9 %. Промежуточное положение занимает северо-таежный район, где доля хвойных спелых и перестойных лесных насаждений – 59,8 %. В Двинско-Вычегодском таежном районе доля хвойных спелых и перестойных лесных насаждений снижается до 37,5 %. [1].

Цель работы – оценить современное применение сплошных и выборочных рубок в лесах Архангельской области за период с 2006 по 2015 г. В результате исследования были проанализированы ежегодные отчеты по использованию лесов в 28 лесничествах и 1 лесопарке Архангельской области.

В современных условиях в Архангельской области вырубается более 10 млн. м<sup>3</sup> ликвидной древесины по совокупности хозяйств, что составляет меньше половины расчетной лесосеки области в 22,7 млн м<sup>3</sup>. Однако в последнее пятилетие наблюдается общая тенденция увеличения объема заготовленной древесины до 12 млн. м<sup>3</sup> в 2016 г. Доля вырубленной хвойной древесины за период с 2006 по 2015 г. снизилась с 80,9 % до 74,1 %. Прежде всего, это объясняется поступлением в рубку спелых мягколиственных насаждений, которые сформировались на месте сплошных концентрированных рубок прошлого столетия.

Наибольшая интенсивность заготовки древесины отмечена в Двинско-Вычегодском районе. В центральной части области высокая интенсивность лесопользования наблюдается только в Карпогорском лесничестве. Низкая интенсивность приурочена к северной части Архангельской области, в которой преобладают низкобонитетные и труднодоступные в транспортном отношении лесные насаждения, в которых мелкотоварная и дровяная древесина являются экономически недоступными для арендаторов лесных участков.

За последние 10 лет доля несплошных рубок в общем объеме вырубленной древесины составляет 13,7 %, то есть остальные 86,3 % приходятся на сплошные рубки. Доля выборочных рубок в общей площади, пройденной рубками, составляет 35 %. В последнее десятилетие в лесничествах области наблюдается увеличение доли выборочных рубок. В Пинежском, Карпогорском, Березниковском, Емецком, Онежском, Северодвинском, Сурском лесничествах, расположенных в северо-таежном районе европейской части Российской Федерации, основной формой является сплошнолесосечное хозяйство, доля выборочных рубок не превышает 10 %. Средний процент выборочных рубок (от 10,1 до 50 %) наблюдается в Двинско-Вычегодском таежном районе. Высокий процент выборочных рубок (>50 %) отмечен в районе притундровых лесов и редкостойной тайги.

Анализируя фактический объем заготовленной ликвидной древесины за 5 летний период по кварталам календарного года, установили, что 66 % вырубается в зимний период. Значительная часть эксплуатационных лесов произрастает на почвах с избыточным увлажнением, которое отражается на их производительности и транспортной доступности. Основным видом выборочных рубок являются добровольно-выборочные, которые составляют в среднем 33,5 % в общем объеме вырубленной древесины. В последние годы возрастает процент равномерно-постепенных рубок, которые в 2015 г. превышают 51 %, при этом в 2008 г. они не превышали 27,3 %. Доля чересполосных постепенных рубок колеблется около 15 %, а длительно-постепенных – 11 %.

Основным видом рубок ухода являются проходные, доля которых составляет в среднем 86 % в общем объеме вырубленной древесины. Наименьший процент древесины, полученный от проходных рубок, наблюдался в 2006 г. и составлял 64 %, а наибольший в 2012 г., и превышал 94 %.

Подводя итог использования лесов за период с 2006 по 2015 гг., необходимо отметить, что нагрузка на лесные экосистемы увеличивается с каждым годом. Перемещение объемов заготовки в районы с сохранившимися массивами спелых и перестойных хвойных лесов не затронутых хозяйственной деятельностью связаны с большими затратами на строительство инфраструктуры. С другой стороны, природоохранные неправительственные организации борются за сохранение массивов малонарушенных лесов, считая их самыми крупными малонарушенными лесными территориями в Европе. Один из вариантов преодоления дефицита лесных ресурсов в районах расположения крупных промышленных предприятий лесопереработки является интенсивное использование потенциала вторичных лесов, где развита инфраструктура, внедрение щадящих технологий заготовки древесины и выборочного хозяйства, а также развитие мощностей для переработки низкосортной древесины, отходов лесозаготовки и лесопереработки будет способствовать интенсификации лесного хозяйства и повышению устойчивости работы лесного комплекса Архангельской области.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Архангельской области в рамках научного проекта № 17-44-290127.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лесной план Архангельской области [Электронный ресурс]: утв. указом Губернатора Архангельской области от 20 декабря 2011 г. № 175-у. – Режим доступа: <http://www.dvinaland.ru/files/laws/175u.zip> (дата обращения 01.11.2016).

## ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ПОДРОСТА НА ВЫРУБКАХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ

Исаева Л.Г.<sup>1</sup>, Берлина Н.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Анапиты, isaeva@inep.ksc.ru;

<sup>2</sup>Лапландский государственный природный биосферный заповедник, Мончегорск, n\_berlina@laplandzap.ru

Леса Лапландского заповедника являются природной лабораторией, в том числе и по изучению естественного восстановления насаждений и растительности после различных нарушений. В заповеднике длительные ряды постоянных наблюдений за состоянием биоты и экосистем представляют особую ценность. Непрерывность, круглогодичность, стационарность и преемственность наблюдений позволяют получить данные интересные не только для заповедника, но и для окружающей территории.

Лапландский заповедник был создан в 1930 году с целью сохранения дикого северного оленя и природы Крайнего Севера. В 50-х годах минувшего столетия заповедник был временно упразднен, и на его территории велись лесозаготовительные работы. Вырубались высоковозрастные сосновые леса в долинах рек Верхняя Чуна и Мавра. После восстановления заповедного режима в долине реки Чуна были заложены 30 стационаров (каждый по 400 м<sup>2</sup>) по рубкам 1954, 1958 и 1959 гг. [3]. Стационары закладывались с целью изучения возобновления и роста хозяйственно-ценных пород растений и выяснения условий, влияющих на восстановительные процессы в местах наиболее нарушенного напочвенного покрова, как при сплошных, так и при выборочных рубках в условиях зимней и летней заготовки.

Изучение состояния растительности на стационарах по рубкам в сосновых лесах лишайниковой группы типов проводились в 1960, 1968 [3] и в 1977 [4]. К сожалению, эти результаты не опубликованы и сохранены только в виде рукописей в архиве заповедника. В 2004 году было обследовано состояние растительного покрова на четырех стационарах по рубкам в сосняках лишайниковых [2].

Исследования по состоянию растительности на стационарах были возобновлены в 2014–2016 гг. (через 54–55 лет после их закладки). В настоящее время детальное описание растительности выполнено на 18 стационарах. На каждом стационаре проведен сплошной пересчет деревьев (с диаметра 5 см и более) и подроста по породам, высоте, диаметру, определены категории жизненного состояния, выполнены геоботанические описания напочвенного покрова по общепринятым методикам [1,5].

Анализ данных по состоянию соснового подроста показал следующие результаты. Выборочные рубки сосны в смешанных сосново-еловых лесах не обеспечивают нормального возобновления сосны. На сплошных вырубках приречных березняков из-за сильного разрастания травянистой растительности, сплошного задернения и прогрессирующего процесса олуговения, возобновление древесных пород задерживается. Наилучшее возобновление сосны наблюдается при сплошных рубках по сосновым гарям, на этих рубках образуются местами очень густые молодняки. При сплошном выжигании покрова в момент рубки (чаще при сжигании порубочных остатков в бесснежное время года), по крайней мере, в первые 5–6 лет после рубки, на выгоревшей поверхности лесосек возобновление сосны полностью отсутствует по причине чрезмерной сухости почвы, сильной инсоляции и полного отсутствия гумуса, необходимого для развития семян.

В настоящее время количество живого подроста сосны варьирует от 350 до 14725 шт/га. Следует отметить, что среднее количество подроста на площадке после зимней заготовки леса остается больше, чем при летней в 2 раза. Но в дальнейшем (спустя 58–60 лет) соснового подроста на площадках после летней заготовки становится примерно в 9–10 раз больше, чем после зимней заготовки, т.к. семена хорошо прорастают на почве без напочвенного покрова и средняя высота подроста на участках после летней заготовки тоже выше примерно в 2 раза.

Сосновый подрост (чаще высотой до 1,0 м) имеет поражение болезнями типа «шютте» (до 44,5 %, в среднем на 17 % от общего количества подроста на стационаре). В исследованном районе подрост сосны (до 70 %) и березы (до 43 %) поврежден лосями. Максимальное количество учтенного подроста на стационарах имеет высоту до 0,5 м. В сухую солнечную погоду выявлено значительное количество семян сосны (высотой от 0,5 до 3–4 см) на обнажившейся почве между «куртинками» сошедшего ягеля, т.е. прорастание семян сосны зависит от состояния лишайникового покрова.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ипатов В.С., Кирикова Л.А.* Фитоценология. СПб: Изд-во СПбГУ, 1997. 316 с.
2. *Исаева Л.Г., Костина В.А.* Восстановление лишайниковых сосняков Лапландского биосферного заповедника после рубок // Современные экологические проблемы Севера (к 100-летию со дня рождения О.И. Семенова-Тян-Шанского). Апатиты: Издательство Кольского научного центра РАН, 2006. С. 71–73.
3. *Пушкина Н.М.* Естественное возобновление вырубок Лапландского заповедника. 1961. 125 с. (Рукопись из архива Лапландского заповедника. Инв. № 180).
4. *Сыроид Н.А.* Учет растительности на стационарах по рубкам. 1977. 114 с. (Рукопись из архива Лапландского заповедника. Инв. № 283).

5. Ярмишко В.Т. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере. СПб.: Изд-во НИИ химии СПбГУ, 1997. 210 с.

## **ГЕНЕТИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИЗНАКОВ ОБЩЕЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЕЛИ СИБИРСКОЙ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Камалов Р.М.**

*Всероссийский НИИ лесной генетики, селекции и биотехнологии, Воронеж,  
kamalov.r.m.12@gmail.com*

Для повышения эффективности лесного семеноводства и мероприятий по сохранению биоразнообразия основных лесобразующих видов необходимо иметь объективную оценку генетико-экологических параметров испытательных культур и естественных популяций. Можно выделить три целевые группы генетико-статистических показателей: 1) показатели, определяющие генетический эффект отбора плюсовых деревьев в популяции; 2) эффект отбора по генетической оценке семенного потомства плюсовых деревьев; 3) эффект отбора популяций по генетической оценке потомства. Эти три группы генетико-статистических показателей определяют генетический эффект соответственно: 1) ЛСП первого порядка; 2) ЛСП повышенной генетической ценности и ЛСП второго порядка; 3) сортов-популяций. Наиболее удобно для дальнейшего обобщения информации представлять оценки генетико-статистических параметров в относительных показателях, в соответствующих коэффициентах генетической и экологической вариации в процентах от средней по опыту.

В настоящем сообщении приводятся результаты анализа испытательных культур ели, заложенных Кировской селекционной лабораторией НИИ лесной генетики и селекции в квартале 4 Юрьянского лесничества Юрьянского лесхоза Кировской области, автор объекта С.М.Овечкин [1]. Тип условий произрастания –  $V_3 - C_3$ . Обработка почвы частичная, бороздами. Высажена ель 3-х летка, выращенная в теплице, размещение 3,0 x 0,8 м. На делянках в среднем высажено по 100 растений, повторность 3-х кратная. Контроль – смесь семян 20–25 случайных деревьев из того же выдела, что и плюсовые. Схема опыта – организованные повторения, площадь 6,2 га.

В опыте испытывается 66 полусибсовых семей плюсовых деревьев ели из 5 лесхозов Кировской области. Средняя высота семей плюсовых деревьев в возрасте 10 лет составила 1,6 м и была не существенно ниже средней высоты контроля. Таким образом, по данному признаку материнские деревья можно рассматривать как несмещенные выборки нормально-лучших

деревьев из представленных популяций, что позволяет экстраполировать полученные оценки генетических параметров на соответствующие популяции. Структура опыта дает возможность корректно вычислить оценки для всех целевых групп генетико-статистических показателей. Данными для дисперсионного анализа служили средние по делянкам. При отрицательном значении оценки величины генетической дисперсии, значение коэффициента генетической вариации также принималось отрицательным. Как показали наши ранее проведенные исследования игнорирование отрицательных оценок генетической дисперсии или приравнивание их к нулю ведет к существенной систематической ошибке. Коэффициент аддитивной генетической вариации вычислялся как удвоенная величина коэффициента семейной генетической вариации.

Величины коэффициентов генетической семейной вариации внутри лесхозов колеблются от отрицательных значений до 6,5 % при средневзвешенной величине 5,2 %, при коэффициенте аддитивной генетической вариации равном 10,4 %. Величина коэффициента генетической межсемейной вариации для Кировской области, в целом, намного больше – 11,0 %, что объясняется большой межпопуляционной генетической изменчивостью. Соответствующий коэффициент аддитивной генетической вариации равен 22 %. Коэффициент генетической вариации популяций лесхозов внутри Кировской области (коэффициент межпопуляционной генетической вариации) равен 10,9 %. Большая межпопуляционная генетическая изменчивость популяций из разных лесхозов, по-видимому, обусловлена интрогрессией ели обыкновенной и ели сибирской на территории Кировской области. Коэффициент экологической (неконтролируемой) вариации делянок в опыте составил 9,3 %.

Соотношение генетической изменчивости высоты ствола внутри и между популяциями делает эффективным отбор популяций, но неэффективным отбор плюсовых деревьев. Согласно действующим в настоящее время руководящим документом «Правила создания и выделения объектов лесного семеноводства ...» для создания одной ЛСП могут быть использованы плюсовые деревья со всего лесосеменного района включающего в себя несколько административных областей. Если столь высокая межпопуляционная генетическая изменчивость в пределах лесосеменного района для ели подтвердится, то такие плантации, не давая нужного эффекта, могут привести к разрушению существующей популяционной генетической структуры ели.

Полученные оценки генетико-экологических показателей имеют скорее теоретическое, чем практическое значение из-за малого возраста испытательных культур. С увеличением возраста культур величина генетиче-

ской изменчивости может значительно уменьшаться. Такое снижение отмечено нами на испытательных культурах сосны обыкновенной. Изучение возрастной динамики генетической изменчивости будет продолжено.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Овечкин С.М. Объект № 40. Испытательные культуры потомств плюсовых деревьев ели // Опытно-производственные селекционно-семеноводческие объекты НИИЛГиС: Сборник научных трудов. Т. 1. Воронеж: НИИЛГиС, 2004. С. 144–147.

## МОЛЕКУЛЯРНОЕ МАРКИРОВАНИЕ ПРИ СОЗДАНИИ ОБЪЕКТОВ ЛЕСНОГО СЕМЕНОВОДСТВА

Камалова И.И.<sup>1</sup>, Кострикин В.А.<sup>1</sup>, Ивановская С.И.<sup>2</sup>, Клушевская Е.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский НИИ лесной генетики, селекции и биотехнологии, Воронеж, kamairi@yandex.ru, <sup>2</sup>Институт леса НАН Беларуси, Гомель

Одной из важнейших задач лесовосстановления является сохранение сложившегося в ходе эволюции генофонда лесных древесных видов, воспроизведение их внутривидового генетического разнообразия.

Для предотвращения сужения генофонда лесообразователей объекты лесного семеноводства должны обеспечивать аллельное разнообразие и соответствующий уровень генетической изменчивости, присущий природным насаждениям региона. Молекулярные маркеры позволяют определять уровень и структуру генетического разнообразия популяций, сравнивать естественные и искусственные насаждения, оценивать влияние на генетическое разнообразие селекционных мероприятий, уточнять этапы, на которых необходимо вносить коррективы в селекционные программы. На базе молекулярных маркеров возможно определение оптимального генотипического состава клонов для лесосеменных плантаций, семенной пул которых призван не допустить сужения генетического разнообразия.

Многочисленные исследования с использованием молекулярных маркеров, проводимые в разных странах на плантациях и архивах клонов различных хвойных и лиственных древесных видов, убедительно демонстрируют, что имеющиеся схемы могут не совпадать с тем, что реально имеется на лесохозяйственных объектах. На отдельных лесосеменных плантациях (ЛСП) процент чужеродных примесей может превышать 10 % [1, 2, 5], семенные наборы конкретных деревьев могут включать чужеродные семена [5]. При трудностях с идентификацией клонов на основе морфологических признаков, среди его рамет могут быть представлены деревья с другим генотипом [6]. Было показано, что использование для ЛСП плюсовых деревьев с более низкими средними показателями генетической из-

менчивости по сравнению с природными популяциями может вести к существенному, почти 30 %-ному, снижению уровня гетерозиготности [4]. Во избежание сужения генетического разнообразия, исключения ошибок при закладке лесохозяйственных объектов за рубежом рекомендуется на всех этапах практических работ обеспечивать научное сопровождение, включающее также и молекулярное маркирование. В нашей стране, несмотря на принятие «Комплексной программы развития биотехнологии» [3], использование молекулярного маркирования в лесохозяйственной практике пока находится на начальном этапе и нуждается в более активном внедрении в лесное хозяйство в целях повышения его эффективности.

В Моршанском лесхозе Тамбовской области при закладке вторичного архива клонов сосны обыкновенной было проведено генотипирование исходных маточных деревьев, которые отбирались на первичном клоновом архиве сосны по признакам повышенной продуктивности. В первый год создания нового объекта было генотипировано 39 маточных деревьев и составлены генетические паспорта клонов с использованием аллозимов 22-х локусов 13 ферментных систем (AAT, ADH, DIA, IDH, FE, GDH, GPI, LAP, MDH, 6-PGD, PGM, SDH, SKDH). Выявлено 50 аллельных вариантов. Три локуса (Pgm-2, Mdh-2 и Idh ) оказались **мономорфными, наибольшую полиморфность (5 аллелей) имел локус Aat-2. Всего установлено 24 многолокусных клоновых генотипа, идентифицированы их рамы и уточнена схема первичного объекта.** По данным изоферментного анализа изученные клоны значительно различаются по уровню генетического разнообразия. Только пятая их часть имеет индивидуальную гетерозиготность менее 20 %, у 79 % клонов она варьирует в пределах 21–47 %, один из клонов отличается очень высокой индивидуальной гетерозиготностью – 58 %. Такой уровень генетической изменчивости ферментных локусов свидетельствует, что клоны, отобранные для создания вторичного клонового архива, в целом, не уступают уровню генетической изменчивости природных популяций сосны обыкновенной. На следующем этапе создания названного объекта, его генетическая база будет расширена за счет второй партии клонов, отличающихся высоким уровнем хозяйственно-важных признаков. Будут определены генотипы, составлены генетические паспорта клонов и получена обобщенная характеристика генетического разнообразия объекта лесного семеноводства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зацепина К.Г., Тихонова И.В., Тараканов В.В., Кальченко Л.И. Генотипирование деревьев на клоновых плантациях лесообразующих видов хвойных в Западной Сибири // Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири: материалы 3-го Междун. совещ. (Красноярск, 23–29 авг. 2011). Красноярск, 2011. С. 49–50.

2. *Ивановская С.И.* Эффективность использования объектов постоянной лесосеменной базы для сохранения генофонда сосны обыкновенной в Беларуси // Сибирский лесной журнал. 2014. № 4. С.59–63

3. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года. №1853п–П8. 24 апр. 2012 г. Москва. 120 с.

4. *Падутов В.Е., Баранов О.Ю., Ивановская С.И., Каган Д.И., Ковалевич О.А., Пантелеев С.В.* Состояние и перспективы молекулярной генетики в Беларуси как основы сохранения лесных генетических ресурсов в республике // Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири: материалы 3-го Междун. совещ. (Красноярск, 23–29 авг. 2011). Красноярск, 2011. С. 110–111.

5. *Adams W.T.* Application of isozymes in tree breeding // *Isozymes in plant genetics and breeding. Part A.* Amsterdam: Elsevier, 1983. P. 381–400.

6. *Cottrell J.* Conservation of Black Poplar (*Populus nigra* L.) // Information note of forest research. May. 2004. 6 p.

## **ИЗМЕНЕНИЕ КОРНЕНАСЫЩЕННОСТИ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ МИКОРИЗ ЕЛИ ПОСЛЕ РУБКИ**

**Карпечко А.Ю.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, yuvkarp@onego.ru*

Рубки леса приводят к изменению условий среды: освещенности, влажности, температуры; одновременно уплотняется почва, деревьям наносятся механические повреждения. Это оказывает влияние на корневую систему, в частности на тонкие корни, являющиеся наиболее активной ее частью.

Все основные лесообразующие породы имеют эктомикоризы, при этом корневые волоски отсутствуют, и сосущие окончания корней изолированы от почвы грибным чехлом [5].

В связи с широкой распространенностью, а также важным участием микоризы в питании растения необходимо изучение реакций микоризных корневых окончаний на изменение условий произрастания после разреживания. Это позволяет оценить экологические последствия лесохозяйственного мероприятия и его влияние на продуктивность древостоя в длительной перспективе.

Изучение состояния корневых систем насаждений представляет собой существенный компонент оценки последствий несплошных рубок, которые активно используются для удовлетворения потребностей в древесине.

В настоящей работе исследовалась динамика корненасыщенности в связи с измененными условиями произрастания после разреживания, а также изучались форма микоризных окончаний, их количество, длина и плотность размещения на корне.

Работа проводилась на пробных площадях в южной части Карелии, заложённых в ельниках черничных свежих, пройденных несплошными рубками разной давности.

Описание насаждений на пробных площадях выполнялось в соответствии с общепринятыми методиками [4].

Во время работы использовался метод монолитов [1, 2], отбираемых по всей площади участка (10 шт. – технологический коридор; 10 шт. – паека). Размер монолита составляет 10х10 см. Глубина образца – 20 см, поскольку это наиболее корнеобитаемый слой почвы, к тому же подвергающийся значительному воздействию движителей лесозаготовительных машин. Из монолита извлекались корни ели диаметром до 3 мм, которые высушивались до абсолютно-сухого состояния и взвешивались. Дополнительно были отобраны образцы, из которых отдельно извлекались корни предпоследнего порядка общей длиной с каждого образца не менее 10 см. Далее выполнялось фотографирование отобранных образцов корневых систем и анализ фотографий с помощью программы Systat SigmaScan Pro. **Учитывались микоризы, фиксировалась их форма, количество каждой из выделенных форм, их длина.** В ходе проведения количественного анализа сосущих окончаний измерялась длина несущих корней, отобранных в каждом из образцов. В дальнейшем осуществлялся пересчет числа окончаний на единицу длины несущего корня (плотность размещения микориз) [3].

Было получено, что после рубки происходит значительное изменение массы корней в зоне технологического коридора. Корневые системы деревьев вновь полностью заселяют эту зону в течение длительного периода времени (не менее 14 лет). Скорость этого процесса зависит как от первоначальной степени поврежденности почвенного субстрата, так и от возраста древостоя, в котором проведена рубка. Данное обстоятельство должно учитываться при назначении несплошных рубок в древостоях старших возрастов. В них особое значение приобретает также максимально возможное сохранение корневых систем в зонах проезда техники, в том числе и путем оптимизации сети технологических коридоров.

Через 5 лет после проведения рубки, количество микоризных окончаний на корнях, сохранившихся в технологическом коридоре, достигает 40 % и более от фоновых значений. За этот период успевают полностью развиться и сформироваться как простые, так и папоротниковидные формы микоризных окончаний. Таким образом, лимитирующим фактором восстановления является скорость роста корневых систем и их проникновения на участки, выбывшие из использования.

Длина микоризных окончаний, как правило, обратно пропорциональна их количеству. С помощью большей длины меньшее количество микориз стремится охватить большую территорию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов А.Я. Метод определения массы корней деревьев в лесу и возможность учета годовичного прироста органической массы в толще лесной почвы // Лесоведение. 1967. №1. С. 64–70.
2. Рахтеенко И.Н. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений. Минск: АН БССР, 1963. 254с.
3. Семенова Л.А. Морфология микориз сосны обыкновенной в спелых лесах // Микоризные грибы и микоризы лесообразующих пород севера. Петрозаводск: Карельский филиал Академии наук СССР, 1980. С. 103–132.
4. Сукачев В.Н., Зонн С.В., Мотовилов Г.П. Методические указания к изучению типов леса. М.: АН СССР, 1957. 116 с.
5. Шубин В.И. Микотрофность древесных пород, ее значение при разведении леса в таежной зоне. Л.: Наука, 1973. 264 с.

## ЛАНДШАФТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИБРЕЖНЫХ ЛЕСОВ В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИЯ

**Карпин В.А., Петров Н.В., Туюнен А.В.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
nvpetrov@krc.karelia.ru*

Изучение прибрежных лесов в таежной зоне является весьма актуальным направлением как минимум по нескольким причинам. Во-первых, они выполняют водорегулирующие и водозащитные функции. Во-вторых, эти леса играют роль естественных экологических коридоров между особо охраняемыми природными территориями, связывая их воедино и формируя экологический каркас. Республика Карелия (РК) является регионом с самой развитой гидрографической сетью в Европе. Площадь водоохранных лесов в РК составляет 3225,9 тыс. га или 22 % площади Государственного лесного фонда [1]. Исследований прибрежных лесов с использованием ландшафтной основы, по крайней мере, в европейской части таежной зоны до настоящего времени не проводилось.

В настоящее время формально вдоль водных объектов выделяются «леса, расположенные в водоохранных зонах». Нормативы их выделения закреплены ст. 59 Водного кодекса Российской Федерации и составляют для озер 50 м, для рек (в зависимости от их протяженности) от 50 до 200 м. Природная конструкция территории не учитывается, хотя состав лесного по-

крова, строение рельефа, соотношение категорий земель прибрежных участков широко варьируют в зависимости от ландшафтных особенностей, определяющих, в том числе, и структуру гидрографической сети.

В процессе исследований были проведены полевые работы, получены и проанализированы данные о лесном покрове в пределах наиболее отличающихся типов географического ландшафта. В качестве одного из модельных объектов были изучены прибрежные леса р. Сюзкюяйоки (Питкярантский район РК, устье 61°38'46.91»с.ш. 31°16'18.02»в.д.). Длина реки составляет около 33 км. Согласно нормативам, ширина водоохранной зоны составляет 200 м. В пределах бассейна р. Сюзкюяйоки сочетаются фрагменты двух типов географического ландшафта [2]: скального среднезаболоченного с преобладанием сосновых местообитаний и озерной среднезаболоченной равнины с преобладанием сосновых местообитаний. Прибрежная территория достаточно четко дифференцируется на две контрастные части: в нижнем течении водоток (около  $\frac{1}{4}$  протяженности) проходит между скальными грядами с выраженным доминированием сосновых лесов, а в среднем и верхнем течении ( $\frac{3}{4}$ ) по озерной равнине с различным соотношением сосновых, еловых и хвойно-лиственных лесов. В результате резкое или плавное чередование форм рельефа определяет наиболее часто встречающееся чередование типов леса. В грядовой части лесной покров от уреза воды обычно представлен последовательным сочетанием ельника черничного свежего – сосняка черничного свежего – сосняка брусничного – сосняка скального. На равнине та же конструкция лесного покрова будет значительно проще: ельник черничный свежий – ельник черничный влажный – ельник черничный свежий.

Также были изучены прибрежные леса рек юго-западного побережья Белого моря. Все они относятся к сильнозаболоченному ландшафту морской равнины с преобладанием сосновых местообитаний. В связи с однообразным рельефом лесной покров прибрежных частей весьма схож. В данном случае не проявляется чередование типов леса от уреза воды. Лесной покров представлен (в изучаемой полосе 300–400 м) сосняками или ельниками черничными свежими с различной долей участия березы.

Таким образом, установлены ярко выраженные ландшафтные особенности прибрежных лесов, определяющие их водорегулирующие качества. Диапазон структуры урочищ вдоль любых по морфометрическим параметрам водотоков и водоемов РК варьирует от «скальных грядовых сосновых» до «лесоболотных равнинных» (сокращенные условные названия) с широким промежуточным спектром вариантов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лесной план Республики Карелия // Карелия официальная (официальный интернет-портал Республики Карелия). <http://www.gov.karelia.ru/Legislation/lawbase.html?lid=3693>
2. Экосистемы ландшафтов запада средней тайги (структура, динамика). Петрозаводск: Карелия, 1990. 284 с.

### **ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКТОМИКОРИЗ (ЭМ) *PINUS SILVESTRIS* ПОД ВЛИЯНИЕМ ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ**

**Кикеева А.В.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, avkikeeva@mail.ru*

В Карелии для лесохозяйственных целей осушено 293 га покрытой лесом площади. На большей ее части (60 %) произрастают сосновые насаждения [1]. Объект исследования – корни *Pinus silvestris* L. Исследования выполнены на Киндасовском стационаре в 2015 г. Участок осушен в 1970 г., культуры *P. silvestris* созданы в 1972 г. Опыт с разовым внесением удобрений ( $N_{75} P_{125} K_{75}$ ) заложен в 1987 г. Образцы корней отбирались из двух слоев торфяной залежи в 5-ти повторностях, на разном расстоянии от осушителей. Статистическая обработка проведена с использованием серий двухфакторных дисперсионных анализов ( $F^1$ ) (табл.). Плотность ЭМ не изменяется в зависимости от удаления осушителя и внесения удобрений. В слое 0–10 см торфяной залежи в условиях наибольшего осушения территории (10 м от осушителя) толщина ( $F_{удобрения} = 6,4$ ) и доля ( $F_{удобрения} = 8,1$ ) грибного чехла ЭМ на опытном участке увеличивается на 48 процентных пунктов и 13,2 % соответственно. В слое торфа 10–20 см величина общего радиуса микоризного окончания зависит от осушения территории ( $F_{осушение} = 9,6$ ), а также реагирует на совместное влияние с последствием внесения удобрения ( $F_{удобрения \times осушения} = 4,6$ ). Начиная с 30 м, он увеличивается на контрольном и опытном участках на 33 и 17 % соответственно. Радиус корня в микоризном окончании зависит от действия обоих факторов почти в одинаковой степени ( $F_{удобрения} = 4,8$ ) и ( $F_{осушение} = 4,1$ ). На расстоянии 30 м от осушителя он увеличивается на контрольном и опытном участках на 19 и 17 %. Изменение параметра доли мицелиального чехла реагирует на внесение удобрений ( $F_{удобрения} = 4,5$ ), а также проявляется при совместном влиянии факторов ( $F_{удобрения \times осушения} = 3,5$ ). На расстоянии 30 и 50 м от осушителя она снижается на опытном участке на 55,8 и 76,3 % соответственно.

<sup>1</sup> Для слоя 0–10 см:  $F_{удобрения}$  (0,05, 1, 36)<sup>\*</sup>,  $F_{осушение}$  (0,05, 2, 36)<sup>\*</sup>,  $F_{удобрения \times осушения}$  (0,05, 2, 36)<sup>\*</sup>; для слоя 10–20 см:  $F_{удобрения}$  (0,05, 1, 18)<sup>\*</sup>,  $F_{осушение}$  (0,05, 2, 18)<sup>\*</sup>,  $F_{удобрения \times осушения}$  (0,05, 2, 18)

Таблица. Параметры ЭМ *P. silvestris* на разных расстояниях от осушителей в опыте с удобрениями

Параметры	Глубина отбора, см	Вариант опыта	Расстояние от осушителя, м		
			10	30	50
Плотность – количество ЭМ на 10 см корня	0–10	контроль	80 ± 7	69 ± 7	51 ± 6
		опыт	74 ± 8	64 ± 8	97 ± 10
	10–20	контроль	35 ± 4	53 ± 3	33 ± 3
		опыт	36 ± 3	19 ± 4	31 ± 6
Общий радиус микоризного окончания, мкм	0–10	контроль	637,4 ± 23	679,5 ± 25	695,4 ± 33
		опыт	666,8 ± 18	621,7 ± 45	665,0 ± 43
	10–20	контроль	630,7 ± 50	835,7 ± 17 *	647,9 ± 13
		опыт	669,2 ± 18	768,2 ± 30 *	792,2 ± 22
Толщина грибного чехла, мкм	0–10	контроль	14,1 ± 2	37 ± 7	35,1 ± 8
		опыт	62,2 ± 12	41,6 ± 9	48,4 ± 4
	10–20	контроль	29,9 ± 4	120,9 ± 21	63,5 ± 9
		опыт	54,8 ± 8	45,9 ± 5	18,1 ± 6
Доля чехла в микоризном окончании, %	0–10	контроль	4,2 ± 1	9,8 ± 2	10,1 ± 2
		опыт	17,4 ± 3	13,5 ± 3	14,1 ± 1
	10–20	контроль	9,5 ± 1	26,0 ± 8	18,6 ± 2
		опыт	15,6 ± 2	11,5 ± 1	4,4 ± 1

Примечание: \* достоверное различие значений 10 и 30 м; окрашенные ячейки – различие значений контроля и опыта.

Последствие внесения удобрений (28 лет назад) и осушение территории (45 лет назад) не проявляются изменением микоризообразования – подавлением или стимулированием – в 43-х летних культурах *P. silvestris*.

В слое 0–10 см происходят изменения параметров грибного компонента ЭМ. В зоне более интенсивного осушения последствие внесения удобрений увеличило долю грибного чехла за счет увеличения его толщины. В слое торфа 10–20 см, начиная с промежуточной приканальной части, происходит увеличение общего радиуса ЭМ за счет увеличения радиуса корня на контрольном и опытном участках. Последствие внесения удобрений снизило долю мицелиального чехла в слое 10–20 см.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Матюшкин В.А., Мошиников С.А. Влияние комплекса лесохозяйственных мероприятий на формирование и продуктивность осушаемого сосняка травяно-сфагнового // Труды СПбНИИЛХ. № 3. 2016. С. 39–49.

## **СОСТОЯНИЕ И ГРИБНЫЕ БОЛЕЗНИ ПРОИЗВОДНЫХ ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ ЕЛЬНИКОВ В ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Колганихина Г.Б., Шишкина А.А.**

*Институт лесоведения РАН, Московская обл., Успенское, kolganihina@rambler.ru*

На территории Ярославской области вследствие интенсивного использования расчетной лесосеки по хвойным породам в предыдущие периоды лесозаготовок значительно преобладают мягколиственные насаждения. Замена производных лиственных древостоев на хвойные является приоритетной задачей лесного хозяйства Ярославской области на длительную перспективу [1]. При этом восстановление ельников из предварительного подроста во многих случаях рассматривается как более перспективный способ, чем создание лесных культур. В подзоне южной тайги на объектах постоянного мониторинга Северной ЛОС Института лесоведения РАН (Рыбинский лесхоз) сотрудниками лаборатории лесоводства и биологической продуктивности ведутся многолетние исследования по изучению различных аспектов формирования ельников после рубок производных древостоев с сохранением предварительной генерации ели [2–4 и др.]. В 2014 г. здесь были начаты фитопатологические исследования, которые в дальнейшем позволят в более полной мере оценить результаты лесоводственных наблюдений, получить сведения о дендротрофной микобиоте и грибных болезнях лесообразующих и подлесочных пород для этой территории, но также пополнить на данный момент весьма скудную информацию и по региону в целом.

Центральное место в наших исследованиях отводится ели, как наиболее ценной лесообразующей породе. Некоторые предварительные данные касательно этой породы ранее кратко освещались в материалах ряда конференций. В настоящей работе представлены результаты анализа санитарного состояния основного полога различных по происхождению елово-березово-осиновых древостоев с учетом их вертикальной структуры. Это естественные березовые насаждения со вторым ярусом из ели (далее 1 группа), еловые насаждения, сформировавшиеся после проведения рубки березняков с сохранением предварительной генерации ели (далее 2 группа) и еловые насаждения, сформировавшиеся в результате комбинированного лесовосстановления (далее частичные культуры ели). Материалы собраны на 12 ППП, на которых было учтено 1248 деревьев ели, 324 дерева березы и 55 деревьев осины. Все участки расположены в высокопродуктивных черничных и кисличных типах леса, характерных для данного региона исследований. Обследование показало, что текущее фитопатологическое состояние всех пород в целом благополучное. Средневзвешенные

категории состояния (СКС) ели, березы и осины, учитывающие долю каждой категории состояния от запаса, взятого из лесотаксационных таблиц [5], соответственно, равны 2,03; 1,94 и 2,18. Общей тенденции в изменении величины СКС по группам насаждений не выявлено. Так, лучшее значение СКС в насаждениях 1 группы имеет осина (1,41), затем ель (1,96) и береза (2,28), в насаждениях 2 группы – береза (1,60), ель (2,10), осина (2,41), в частичных культурах ели (учеты проведены только на одной ППП) – береза (1,24) и ель (1,46). Во всех группах насаждений в первом ярусе существенно преобладают деревья здоровые и, в меньшей степени, незначительно ослабленные. Во втором ярусе обследованных древостоев наблюдается большая дифференциация деревьев по категориям состояния (распределение по ярусам проведено на основании средних высот деревьев первого, второго ярусов и подроста для каждой породы, предоставленных А.А. Дерюгиным). Состояние всех пород во втором ярусе существенно хуже, чем в первом, что, прежде всего, обусловлено худшими условиями роста. Во всех случаях здесь преобладают ослабленные деревья. В рамках проводящегося лесоводственного эксперимента наиболее важным представляется сравнение состояния деревьев ели, сформировавшихся под пологом березового древостоя (1 группа, 2 ярус) и из предварительного елового подроста после рубки березняков (2 группа, 1 ярус). Состояние ели во втором случае намного лучше (СКС равна 1,43, тогда как в первом случае – 2,02). Состояние последующего поколения ели (2 ярус) здесь значительно хуже (СКС равна 2,95), отмечается повышенное количество сильно ослабленных деревьев, большее число усыхающих деревьев и свежего сухостоя, а также значительное количество сухостоя ели прошлых лет. На живых, но ослабленных в разной степени березах, осинах и елях отмечен опенок (*Armillaria* sp.), поражающий, чаще всего, отдельные деревья, но иногда также и небольшие их группы. Разные виды опенка часто встречаются на сухостое. На всех породах распространены стволовые гнили, среди возбудителей которых на березе обычно встречается *Fomes fomentarius* (L.) Will., на осине – *Phellinus tremulae* (Bond.) Bond. et Bor. На буреломе ели доминирует *Fomitopsis pinicola* (Sw: Fr.) P. Karst. Методами молекулярной диагностики на буреломном стволе ели был зарегистрирован гриб *Heterobasidion* sp., но его истинная роль в обследованных древостоях на данный момент не установлена. Доля текущего отпада в целом небольшая, что свидетельствует о естественном ходе биогеоценотических процессов. Выявление особенностей распространения грибных болезней в насаждениях разного происхождения требует проведения дополнительных исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лесной план Ярославской области, утвержденный Приказом Губернатора области от 29.06.2011 г. 346 с.

2. Орлов А.Я., Серяков А.Д. Формирование еловых древостоев из подроста на вырубках мелколиственных лесов // Лесное хозяйство. 1991. № 1. С. 23–25.

3. Рубцов М.В., Дерюгин А.А., Серяков А.Д. Рост ели после рубки березняков с сохранением подроста в южной тайге // Лесное хозяйство. 2000. №5. С. 30–31.

4. Рубцов М.В., Дерюгин А.А. Отпад деревьев после рубки древостоев березы с сохранением ели в южной тайге центральной части Русской равнины // Лесной журнал. 2015. № 5. С. 9–25.

5. Грошев Б.И., Морозов П.И., Сеперович И.П., Симицын С.Г. Лесотаксационный справочник. М.: Лесная промышленность, 1973. 208 с.

## ТЕНДЕНЦИИ ЗАБОЛАЧИВАНИЯ ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ КАРЕЛИИ

**Коломыцев В.А.**

*Институт окружающей среды Финляндии, Йёнсюу, victor.kolomytsev@gmail.com*

Степень заболоченности равнинных ландшафтов варьирует от 40 до 85 %, холмисто-рядовых водно-ледниковых – от 15 до 40 %, рядово-холмистых денудационно-тектонических со слаборасчлененным рельефом – от 40 до 60 %, рядовых (сельговых) и скальных, в том числе низкогорных денудационно-тектонических с сильно расчлененным рельефом – от 15 до 30 %. Кроме различий в степени заболоченности, различается и ее характер. В частности, в равнинных типах ландшафтов обычно преобладают заболоченные леса над открытыми болотами, тогда как в водно-ледниковых ландшафтах с холмистым и рядовым рельефом их доля составляет не более 25 % от общей степени заболоченности. Кроме того, в этих ландшафтах преобладают лесные болота. Наиболее существенной интегральной характеристикой рельефа служат уклоны поверхностей – средние взвешенные их значения для категорий земель: 1) минеральных, 2) заболоченных (с толщиной торфа до 30 см), 3) болотных (с толщиной торфа более 30 см) и для ландшафта в целом. Чем круче склоны, подверженные заболачиванию, тем выше потенциальная энергия этого процесса. В северотаежной подзоне Карелии в денудационно-тектонических ландшафтах средние взвешенные значения уклонов поверхностей болотных земель выше чем в среднетаежной в 3,4 раза, а заболоченных – в 2,8 раза. Этот признак для равнинных ландшафтов озерно-ледникового и морского генезиса, а также для ландшафтов со слабо расчлененным рельефом водно-ледникового и денудационно-тектонического генезиса в подзональном отношении разли-

чается в меньшей степени. Тем не менее, в северотаежной подзоне превышение средних взвешенных значений уклонов поверхностей минеральных земель над заболоченными в различных подгруппах ландшафтов составляет от 1,61 до 2,43, а между минеральными и болотными от 2,3 до 8,19. В среднетаежной подзоне эти величины несколько выше, соответственно, от 2,31 до 4,4 и от 4,69 до 11. Эти данные свидетельствуют о том, что энергия заболачивания гораздо выше в северотаежной подзоне по сравнению со среднетаежной и, таким образом, служат объективными показателями различий тенденции заболачивания между ландшафтами и подзонами тайги Карелии.

## СТАРОВОЗРАСТНЫЕ ЛЕСА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ОНЕЖСКОЕ ПОМОРЬЕ» КАК РЕФУГИУМЫ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

**Коротков В.Н.**

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, korotkovv@list.ru*

Одной из задач национального парка «Онежское Поморье», созданного в 2013 г., является изучение и сохранение массивов малонарушенных северотаежных лесов. В работе представлены первые предварительные результаты геоботанического обследования северной части национального парка, проведенного в 2014–2015 гг. Наряду с маршрутными исследованиями были выполнены стандартные геоботанические описания по методике Ж. Браун-Бланке. Для идентификации синтаксонов использованы материалы сайта «Ценофонд лесов Европейской России» (<http://cepl.rssi.ru/bio/flora/main.htm>), разработанного Л.Б. Заугольной и О.В. Морозовой.

Ельники высокотравные отличаются высоким видовым разнообразием и представляют собой наиболее сохранившиеся участки лесов национального парка. По предварительным данным эти леса относятся к ассоциации *Aconito septentrionalis-Piceetum obovatae*. В состав древесного яруса (сомкнутость крон – 0,3–0,5) помимо ели (*Picea obovata* и/или *P. × fennica*) обязательно входит *Betula pubescens*, а также средневозрастные и старые генеративные деревья *Sorbus aucuparia* и *Salix caprea*. Иногда в составе древостоев встречаются *Alnus incana* и *Populus tremula*, гораздо реже – *Pinus sylvestris*. Высота деревьев ели достигает 25–30 метров, диаметр на высоте 1,3 м – 45–62 см, возраст – 150–270 лет. В подросте преобладают ель и береза пушистая; местами отмечены также ольха серая, ива козья, ряби-

на, реже – осина. Из кустарников изредка встречаются *Daphne mezereum*, *Juniperus communis*, *Ribes spicatum*, *Rosa acicularis*. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет 90–100 %; содоминантами в разных соотношениях выступают виды высокотравья (*Aconitum septentrionale*, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris expansa*, *Geranium sylvaticum* и бореального мелкотравья (*Gymnocarpium dryopteris*, *Equisetum sylvaticum*, *Phegopteris connectilis*, *Rubus saxatilis*). К видам с относительно невысоким проективным покрытием и с высокой встречаемостью относятся бореальные кустарнички (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Linnaea borealis*), бореальные вечнозеленые травы (*Orthilia secunda*, *Pyrola minor*, *P. rotundifolia*), бореальное мелкотравье (*Equisetum sylvaticum*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Luzula pilosa*, *Maianthemum bifolium*, *Melampyrum pratense*, *M. sylvaticum*, *Moneses uniflora*, *Oxalis acetosella*, *Phegopteris connectilis*, *Rubus saxatilis*, *Solidago virgaurea*, *Trientalis europaea*), гигрофильные травы (*Calamagrostis phragmitoides*, ***Ranunculus repens***), **высокотравье** (***Chamaenerion angustifolium***, *Cirsium heterophyllum*, *Elymus caninus*, *Trollius europaeus*, *Veratrum lobelianum*), неморальные травы (*Aegopodium podagraria*, *Lathyrus vernus*, *Melica nutans*, *Milium effusum*, *Paris quadrifolia*, *Vicia sylvatica*), боровые травы (*Avenella flexuosa*). Средняя видовая насыщенность сосудистых растений составляет 34 вида на 100 м<sup>2</sup>, из которых 26 видов относятся к травам. Проективное покрытие мохового яруса варьирует в широких пределах от 5 до 60 %; преобладают *Rhytidiadelphus triquetrus*, ***Rhizomnium magnifolium***, *Barbilophozia*, а участие *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum majus*, *Plagiochila porelloides* незначительно. Синузия эпифитных лишайников отличается относительно высоким разнообразием. Здесь выявлены *Alectoria sarmentosa*, *Bryoria capillaris*, *B. fuscescens*, *B. implexa*, *B. subcana*, *Cetrelia cetrarioides*, *Hypogymnia physodes*, *H. tubulosa*, *H. vitata*, *Usnea filipendula*, *Ramalina farinacea*, *R. roesleri* и др.

В охранной зоне национального парка в окрестностях Семиозерных озер были выявлены уникальные старовозрастные высокотравные еловые леса с участием редкого вида – *Cicerbita alpina* (географические координаты 64,84152 – 64,84559 с.ш., 36,79866 – 36,81152 в.д.). Это вторая точка нахождения этого вида в Архангельской области. В России этот вид распространен на Кольском полуострове на территории Мурманской области и Республики Карелия. Цицербита альпийская занесена в Красные книги Восточной Фенноскандии, Мурманской области и Карелии. Эта находка вызывает необходимость расширения территории парка.

В результате исследований были выявлены уникальные участки старовозрастных осиновых лесов с обилием эпифитных лишайников на ста-

рых деревьях *Populus tremula*. По набору диагностических видов осинники наиболее близки к ассоциации *Melico nutantis-Piceetum abietis* и представляют собой стадию восстановления еловых лесов. Максимальный возраст деревьев осины достигает 220–240 лет (описаны древостои возрастом от 90 до 240 лет), максимальная высота – 23–25 метров, максимальный диаметр – 90 см. Осинники отличаются высоким уровнем видового разнообразия. В среднем видовая насыщенность сосудистых растений составляет 32 вида на 100 м<sup>2</sup>, из которых 26 видов относятся к травам. На старых стволах осины обильны эпифитные лишайники, среди которых обычно доминирует *Lobaria pulmonaria*, занесенная в Красные книги РФ и Архангельской области, а также *Alectoria sarmentosa*, *Lobaria scrobiculata*, *Nephroma laevigatum*, *Parmelia sulcata*, *Peltigera canina*, *Phlyctis argena*, *Ramalina farinacea* и др.

Результаты геоботанического обследования территории показали хорошую сохранность лесного покрова национального парка «Онежское Поморье». Здесь представлен практически полный набор ассоциаций, характерных для северотаежных лесов. Наряду с производными вариантами лесных сообществ сохранились участки малонарушенных старовозрастных лесов, для которых характерны смешанный состав древесного яруса, высокий уровень видового разнообразия, разновозрастный состав ценопопуляций древесных видов, гетерогенная структура сообществ, связанная с вывалами и ветроломами старых деревьев.

## **ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗАЦИИ**

**Костина Е.Э., Мамай А.В., Мошкина Е.В.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, kostina@krc.karelia.ru*

Актуальность исследования почв и напочвенного покрова городских лесов обусловлена их экологической и рекреационной ролью. Проблема сохранения лесных массивов является важнейшей для обеспечения устойчивого развития городов. Разные экологические факторы, входящие в комплексное воздействие урбанизации, могут разнонаправленно влиять как на свойства почв, так и на состав напочвенного покрова.

С целью оценки экологического состояния и влияния урбанизации на живой напочвенный покров и показатели биологической активности почв проведены исследования в сосновых, еловых и березовых насаждениях естественного происхождения на территории Петрозаводского городского округа.

Также были изучены растительные сообщества искусственного происхождения: березняк и дубово-вязовая аллея. Исследуемые пробные площади расположены вблизи автомобильных и железных дорог, теплоэлектроцентрали, жилых комплексов, промзоны. Изучаемые территории интенсивно посещаются населением и помимо урбанизационной, испытывают рекреационную нагрузку. В качестве контроля были использованы соответствующие естественные лесные сообщества, удаленные от населенных пунктов и не испытывающие урбанизационной и рекреационной нагрузки. Закладка пробных площадей, описание растительного покрова, отбор и химический анализ почвенных образцов проведены общепринятыми методами. На каждой пробной площади оценивали видовое разнообразие живого напочвенного покрова. Для оценки среднего проективного покрытия видов травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов в каждом БГЦ закладывали по пять площадок, размером 1 м<sup>2</sup>. Для характеристики биологической активности почв определяли содержание углерода (Смик) и азота (Nмик) **микробной биомассы и такие экофизиологические показатели**, как базальное дыхание, микробный метаболический коэффициент, доля Смик в органическом углероде почвы с использованием метода субстрат-индуцированного дыхания.

Результаты геоботанических исследований показали, что наличие рекреационной нагрузки на урбанизированной территории негативно отражается на общем обилии живого напочвенного покрова во всех биотопах, особенно в ельнике (почти в три раза). Наиболее подвержен влиянию мохово-лишайниковый ярус, тогда как травяно-кустарничковый ярус реагирует незначительно, а в сосняке его обилие даже несколько возрастает. В двух парах сосновых и березовых биотопов отмечено увеличение проективного покрытия синантропных видов при наличии рекреационной нагрузки. В еловых насаждениях напротив отмечена тенденция снижения их обилия, что на наш взгляд в первую очередь связано с влиянием древесного яруса на живой напочвенный покров. Таким образом, влияние рекреационной нагрузки на видовое разнообразие живого напочвенного покрова на урбанизированной территории неоднозначно.

Исследование почв показало, что пространственная изменчивость основных режимных и физико-химических показателей почв городских лесов существенно выше, чем в контроле. Основные отличия почв городских лесов по сравнению с контролем заключались в подщелачивании верхних горизонтов, сокращении мощности лесных подстилок, увеличении плотности верхней части профиля почв, повышенном содержании нитратного азота. По содержанию Смик и Nмик почвы изучаемых биогеоценозов располагаются в ряду по увеличению их биологической активности: сосняки – ельники – березняки. Отмечено уменьшение запасов Сор<sub>г</sub> и Нобщ в органомных горизонтах почв

городских сосновых лесов по сравнению с контролем, и обратная тенденция для почв под еловыми древостоями и лиственными насаждениями. Снижение запасов азота и углерода в верхней части профиля почв городских сосновых лесов вероятно связано с повышенной рекреационной нагрузкой. При этом запас микробной биомассы в почвах городских лесов выше по сравнению с контролем. То есть в результате урбанизации происходит изменение функциональной активности микробных сообществ почв городских лесов по сравнению с естественными аналогами (особенно в органогенных горизонтах). Доля С<sub>мик</sub> в запасах органического углерода почв (50 см) исследуемых почв не превышала 1 %, а доля N<sub>мик</sub> в общем азоте варьировала в пределах 1,5–5 %. Показано, что в исследованных почвах микробная биомасса наиболее тесно коррелировала с базальным дыханием, содержанием органического углерода и общего азота в почве.

Изученные показатели биологической активности микробного сообщества почв под хвойными и лиственными насаждениями отражают экологические условия формирования почв. Полученные данные позволяют расширить спектр показателей, характеризующих экологическое состояние естественных и антропогенно нарушенных почв данных природно-климатических условий и могут быть использованы при проведении почвенного мониторинга.

Изменение структуры живого напочвенного покрова может отражаться на физико-химических свойствах биогоризонтов почв и на активности почвенной микробиоты. Изучение влияния урбанизации на биологическую активность почв и видовое разнообразие живого напочвенного покрова является актуальным и требует дальнейших исследований.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИЛ КарНЦ РАН (№ 0220-2014-0002 и № 0220-2014-0006).*

## **РЯДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ СОСНЯКОВ ЛИШАЙНИКОВЫХ И БРУСНИЧНЫХ**

**Крышень А.М., Геникова Н.В., Гнятюк Е.П., Преснухин Ю.В., Ткаченко Ю.Н.**  
*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
kryshen@krc.karelia.ru*

В разработанной нами общей схеме классифицирования лесов на автоморфных почвах растительные ассоциации встраиваются в динамические ряды, сходящиеся к климаксу, и группируются по принадлежности к экотопу, возрастной категории, положению в ряду почвенной влажности в сочетании с характерными видами.

На сухих олиготрофных местообитаниях (лишайниковый тип лесорастительных условий – *Pinus sylvestris*–*Cladonia*) и сухих мезо-олиготрофных (сосняки брусничные – *Pinus sylvestris*–*Vaccinium vitis-idaea*) как ценотическое, так и видовое разнообразие невелико. Восстановление древесного яруса, как правило, идет без смены пород. Общими закономерностями в динамике растительности после рубки сосновых древостоев, является то, что структура сообществ на ранних стадиях (вырубки, молодняки) определяется изменением увлажнения, вызванного уничтожением древесного яруса. Но уже к средневозрастным насаждениям (возраст около 50 лет) влияние древостоя настолько сильно, что выравнивает условия и все разнообразие сообществ в пределах типа лесорастительных условий укладывается в одну ассоциацию. Представленные ряды отражают современную ситуацию (ценотическое разнообразие определяется во многом историей лесопользования – сплошные рубки на бедных почвах получили широкое распространение с 60-х годов прошлого столетия, этим и обусловлены незначительные площади средневозрастных и спелых древостоев). В дальнейшем при увеличении их площади и накоплении материала возможно выделение дополнительных ассоциаций в средневозрастных лесах, к этому есть предпосылки особенно в брусничных условиях.

Сообщества *Pinus sylvestris*–*Cladonia* развиваются в основном в подзоне северной тайги. Древостой состоит из *Pinus sylvestris* с редкими включениями *Betula spp.* на ранних стадиях развития. Подрост также сосновый, редкий. Подлесок, как правило, отсутствует. Напочвенный покров состоит в основном из лишайников рода *Cladonia*, мха *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt, а также кустарничков *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Vaccinium vitis-idaea* L., *Empetrum nigrum* L. s.l. **Здесь при рубке на ровных участках, где не происходят изменения условий увлажнения, динамический ряд представлен следующими ассоциациями (именуются по характерным, как правило, доминирующим в различных ярусах видам на латыни):** *Pinus sylvestris*–[*Cladonia*] (до рубки) → [*Cladonia*] (вырубка) → *Pinus sylvestris*–[*Cladonia*] (молодняки) → *Pinus sylvestris*–[*Cladonia*]+*Pleurozium schreberi* (средневозрастный) → *Pinus sylvestris*–[*Cladonia*] (спелый, субклимакс и климакс). В лишайниковых условиях последние три стадии различаются только возрастной структурой фактически одновидового древесного яруса. При условии пожаров незадолго до рубки или на вырубках, а также в верхних частях склонов южной и юго-западной экспозиции две первые стадии восстановления будут отличаться активным участием вереска в напочвенном покрове: *Calluna vulgaris*–[*Cladonia*] → *Pinus sylvestris*–*Calluna vulgaris*–[*Cladonia*]. В нижних частях склонов северной экспозиции развитие напочвенного покрова идет

уже с доминированием брусники и на стадии молодняков – зеленых мхов: *Vaccinium vitis-idaea*–[*Cladonia*] → *Pinus sylvestris*–*Vaccinium vitis-idaea*–*Pleurozium schreberi*+ [*Cladonia*]. В этом ряду вереск также может содоминировать, что в этом случае указывает на относительно недавний пожар – довольно частое явление в лишайниковых условиях.

Сообщества *Pinus sylvestris*–*Vaccinium vitis-idaea* отличаются от *Pinus sylvestris*–*Cladonia* более высокой производительностью древостоя и несколько большим разнообразием мохово-лишайникового и травяно-кустарничкового ярусов. Следы пожаров были также обнаружены в большинстве лесных сообществ разного возраста. В некоторых случаях пожар в средневозрастных и спелых лесах приводит к появлению густого соснового подроста. По составу древостой наиболее разнообразен на стадии молодняков (*Pinus sylvestris*, *Betula spp.*, *Picea abies*, *Populus tremula*). В сообществах старшего возраста кроме *Pinus sylvestris* единично присутствуют только *Betula spp.* и *Picea abies* (как правило в редком подросте). В обычно редком подлеске отмечены *Juniperus communis* L., *Sorbus aucuparia* L., *Salix caprea* L. и *S. aurita* L. В брусничном типе лесорастительных условий выше видовое и ценогическое разнообразие, чем в лишайниковом, а значит и шире спектр динамических рядов. При развитии без значительного изменения увлажнения выстраивается следующий ряд ассоциаций: *Pinus sylvestris*–*Vaccinium vitis-idaea*–*Pleurozium schreberi*+ [*Cladonia*] → *Vaccinium vitis-idaea*–*Pleurozium schreberi* → *Pinus sylvestris*–*Vaccinium vitis-idaea*+*V. myrtillus*–*Pleurozium schreberi*+ [*Cladonia*] → *Pinus sylvestris*–*Vaccinium vitis-idaea*+*V. myrtillus*–*Pleurozium schreberi* → *Pinus sylvestris*–*Vaccinium vitis-idaea*–*Pleurozium schreberi*+ [*Cladonia*]. Аналогично с лишайниковыми условиями при снижении увлажнения начальные стадии выглядят следующим образом: *Vaccinium vitis-idaea*– [*Cladonia*] → *Pinus sylvestris*– [*Cladonia*], при пожарах или при резком снижении увлажнения в доминанты добавляется вереск. При увеличении влажности после рубки древостоя может значительно усиливаться влияние злаков и березы (*Avenella flexuosa* → *Betula*+*Pinus sylvestris*–*Avenella flexuosa*), однако уже на стадии средневозрастных древостоев, все сообщества укладываются в одну ассоциацию за исключением двух, занимающих крайние положения в ряду увлажнения. Одно – с высоким обилием кустистых лишайников (30 %) в напочвенном покрове – произрастает в сухих условиях верхней части склона. Второе сообщество отличается тем, что среди зеленых мхов почти равное соотношение *Hylocomium splendens* (40 %) и *Pleurozium schreberi* (50 %) и произрастает оно, наоборот, в более влажных и богатых условиях. По всей видимости при расширении площади средневозрастных насаждений и увеличении числа описаний будут выделены соответствующие ассоциации.

## ЭКОЛОГО-ДИНАМИЧЕСКАЯ ТИПОЛОГИЯ ЛЕСОВ ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ

Крышень А.М.

Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
kryshen@krc.karelia.ru

В основу типологии заложены фундаментальные принципы, сформулированные в работах А. Каяндера, В.Н. Сукачева, Б.П. Колесникова, Н.А. Качинского и др. Особое значение для постановки вопроса и развития идеи имели обобщающие работы карельских биогеографов, лесоводов, ботаников, почвоведов: М.Л. Раменской, показавшей закономерности формирования растительного покрова на уровне провинций и ландшафтов, Н.И. Казимирова, проанализировавшего связь продуктивности лесов с почвенными условиями, Р.М. Морозовой, продемонстрировавшей закономерности распределения лесных почв Карелии, Г.А. Елиной и Т.К. Юрковской, показавших историю формирования растительного покрова в голоцене.

Морена последнего – Валдайского оледенения покрывает значительную часть территории и представлена она преимущественно валунными песками и супесями, на юге встречаются также суглинки. Своеобразие и изменчивость почвообразующих пород, а также разнообразие форм рельефа вместе определили сложное строение и мелкоконтурность почвенного покрова, представленного, главным образом подзолистыми песчаными и супесчаными почвами. Основными лесообразующими породами являются сосна (*Pinus sylvestris* L.), ель (*Picea abies* (L.) Karst), березы (*Betula pubescens* Ehrh. и *B. pendula* Roth.), реже осина (*Populus tremula* L.). Самой яркой особенностью лесного покрова территории является то, что сосновые леса занимают большую ее часть, что отличает Фенноскандию от Русской равнины, где в соответствующих зональных условиях преобладают ельники.

Предложенная нами эколого-динамическая модель разнообразия лесов отражает современную ситуацию, обусловленную не только естественным развитием растительного покрова территории, но и мощнейшим антропогенным влиянием в сочетании с климатическими изменениями (сплошные рубки леса, мелиорация, пожары, ветровалы и т.п.). В основу ее кроме указанных выявленных предшественниками закономерностей положены принципы выделения растительных ассоциаций и необходимость создания региональной типологии лесов, обладающей прогностической способностью. Еще одним немаловажным моментом является необходимость использования относительно простых, достаточно легко определяемых в природе признаков для того, чтобы типология (модель) была полезна и

применима при планировании и осуществлении лесохозяйственной деятельности.

Любая типология – это модель с неизбежными упрощениями, которые отражают некие общие закономерности, но не абсолютны. При построении модели для местообитаний с автоморфными почвами на территории Карелии нами выделено 5 типов лесорастительных условий (ТЛУ), каждому из которых соответствует единственный тип климаксового сообщества, по которому и называется ТЛУ. На песчаных почвах это сосняк лишайниковый, сосняк брусничный и сосняк черничный. На супесчаных – ельник черничный и ельник кисличный. Наши исследования показали, что указанные ТЛУ достаточно четко ограничивают экологические ареалы соответствующих сообществ поздних стадий (спелого, субклимакса, климакса) развития. Состав и структура сообществ на ранних стадиях (вырубки, молодняка, средневозрастного) часто не может однозначно указать на принадлежность сообщества к тому или иному ТЛУ и здесь необходимо учитывать комплекс признаков и часто следовать рекомендациям Каяндера и Сукачева – определять – какое сообщество было до рубки. В пределах ТЛУ и этапа развития сообщества отнесение его к тому или иному типу определяется почвенным плодородием, которое в свою очередь для местообитаний с автоморфными песчаными и супесчаными почвами по Н.И. Казмирову и Н.А. Качинскому зависит от механического состава и глубины залегания грунтовых вод. А проявляется оно внешне в продуктивности древостоя, составе подлеска и доминантах напочвенного покрова. Все это дает нам основание для выделения ассоциаций, так как учитываются различия в условиях местообитаний (механический состав почвы, глубина залегания грунтовых вод, производительность), физиономии (выраженная в составе доминантов и возрасте древостоя), флористическом составе (нами показаны закономерные изменения состава сообществ в возрастном ряду для каждого ТЛУ). В то же время надо признать, что разнообразие сообществ в пределах ТЛУ определяется в современных условиях, главным образом, лесохозяйственной деятельностью или, если брать шире, антропогенным влиянием, т.к. здесь есть и дорожное строительство, добыча полезных ископаемых, сельское хозяйство (активно идет процесс зарастания заброшенных сельхозземель) и др. Разнообразие видов антропогенного влияния в сочетании с природными факторами значительно расширяет набор относительно кратковременных состояний, которые отражены в перечне субассоциаций. Субассоциация объединяет сообщества, существующие недолго или на небольшой территории, и не отражает фундаментальных свойств местообитания.

С конкретным примером построения динамических рядов можно ознакомиться в тезисах, представленных в материалах конференции А.М. Крышенем и Н.В. Гениковой с соавторами.

## **ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ УЧАСТКА «БОРОК»**

**Кудрявцев А.Ю.**

*Государственный природный заповедник «Приволжская лесостепь», Пенза, akydaks@mail.ru*

Участок «Борок», входящий в состав заповедника «Приволжская лесостепь», расположен в центральной части Приволжской Возвышенности в среднем течении реки Кадады, по которой проходит южная граница сплошного массива сосновых боров – Большого Сурского леса.

Выделение типов лесных земель было проведено по методике, разработанной О.Г. Чертовым [3]. Основным материалом для характеристики и оценки лесных земель послужили результаты картирования лесных почв и типов местообитаний [1]. По результатам исследований составлен систематический список лесных земель и проведена типологическая оценка лесных земель с краткой характеристикой типов леса. Эта работа осуществлялась путем ординации данных таксации по типам земель.

Роль видов оценивалась как по распространению по площади, так и по степени участия в составе древостоя. Такой подход к оценке ценотической значимости вида в составе древостоев дает возможность оценить характер их поведения в различных типах леса [2]. В пределах различных типов земель были проанализированы: видовой состав древостоев естественного происхождения, варьирование по продуктивности и сомкнутости, а также подрост и напочвенный покров. С учетом всех, перечисленных выше, характеристик выделены типы леса.

На неполноразвитых черноземах, луговато-черноземных и аллювиальных луговых супесчаных и легкосуглинистых почвах второй и третьей надпойменных террас сформировался тип леса, который можно охарактеризовать, как свежую сложную суборь (судубраву). Преобладают чистые сосновые древостои высокой продуктивности с подлеском из бересклета и рябины. Травяной ярус представляет собой смесь боровых и неморальных видов с преобладанием последних. В состав древостоев кроме сосны входят дуб, липа и осина. Береза встречается очень редко в виде небольшой примеси (до 10 %) в составе древостоя с доминированием липы.

На неполноразвитых укороченных маломощных черноземах и слабо дифференцированных супесчаных почвах первой надпойменной террасы

образовались сообщества соответствующие типу леса свежая суборь. Все древостои представляют собой чистые сосняки, примесь лиственных пород (осины) в которых лишь изредка достигает 20 %. Доля участия в составе широколиственных пород (дуба и липы) не превышает 5 %. В составе подлеска преобладают бересклет и рябина. Реже встречается крушина ломкая. В старовозрастных сосняках (более 100 лет) формируется липовый подрост. Хорошо развит моховой покров, образованный зелеными мхами. В травостое явно преобладают боровые виды. Виды неморальной группы редко выступают в качестве содоминантов.

На аллювиальных дерновых, луговых, лугово-болотных песчаных и болотных иловато-торфяно-глеевых почвах высокой поймы формируются ольсы. Древостои состоят из ольхи, ивы ломкой и березы. Преобладают чистые ольшаники, занимающие более двух третей площади. Примесь ольхи значительна (30 %) и в составе ветляников. Подлесок редкий. В его составе преобладают кустарниковые ивы (преимущественно ива пепельная), черемуха и черная смородина. Травяной покров средней сомкнутости с преобладанием влаголюбивого высокотравья.

На слабозакрепленных песках в нижней части поймы формируются ольшаники низкой сомкнутости (полнота 0,4) с небольшой примесью ивы ломкой. Подлесок хорошо развит, в его составе преобладают черемуха и ива пепельная. Травостой аналогичен предыдущему типу. На песчаном аллювии образуются наибольшие фрагменты тальников, которые в дальнейшем, возможно, дадут начало образованию древостоев.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белобров В.П., Воронин А.Я. Краткая пояснительная записка к карте почв участка «Борок» в масштабе 1:10000. Рукопись. 2004. С. 4–6.
2. Любченко В.М. Производные грабовые древостои коренных грабово-дубовых лесов Приднепровской возвышенности // Лесоведение. 1992. № 4. С. 10–14.
3. Чертов О.Г. Экология лесных земель (почвенно-экологическое исследование лесных местообитаний). Л.: Наука, 1981. 192 с.

## **ВЫДЕЛЕНИЕ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА С ПОВЕРХНОСТИ ТОРФЯНИСТО-ПОДЗОЛИСТО-ГЛЕЕВАТЫХ ПОЧВ ЕЛЬНИКА И ВЫРУБКИ**

**Кузнецов М.А.**

*Институт биологии КомиНЦ УрО РАН, Сыктывкар, kuznetsov\_ma@ib.komisc.ru*

Интенсивность выделения диоксида углерода с поверхности почвы является одним из важных показателей углеродного обмена растительных

сообществ. Количество  $\text{CO}_2$ , выделяемое различными почвами, зависит от различных факторов, как биологических (развитие и темп жизнедеятельности почвенной флоры и фауны, дыхание корней), так и абиотическими (климатические условия, температура, влажность почвы и воздуха, количеством поступающих осадков и др.). В результате этот показатель очень изменчив и динамичен.

Работа выполнена на территории Чернамского ( $62^{\circ}00'$  с.ш. и  $50^{\circ}20'$  в.д.) и Ляльского ( $62^{\circ}17'$  с.ш. и  $50^{\circ}40'$  в.д.) лесоэкологических стационаров Института биологии КомиНЦ УрО РАН, расположенных в подзоне средней тайги Республики Коми. Объекты исследования – старовозрастный ельник чернично-сфагновый и вырубка ельника долгомошно-сфагнового, развитые на торфянисто-подзолисто-глееватых почвах.

При измерении потока диоксида углерода использовалась открытая динамическая (принудительной продувки) камера инфракрасного газоанализатора LI-COR 8100 (LI-COR Biosciences, США), которая учитывает такие факторы, влияющие на значения эмиссии  $\text{CO}_2$  из почвы, как изменение давления внутри измерительной камеры при ее установке, способ перемешивания анализируемой воздушной смеси, рост концентрации  $\text{CO}_2$  в камере и эффект растворения газа в водяном паре. Стационарные кольца площадью  $318 \text{ см}^2$ , на которые устанавливалась камера газоанализатора, врезались в подстилку на глубину 5 см в 4-кратной повторности. Положение колец во время наблюдения в годы исследований не меняли. Надземные органы растений напочвенного покрова срезались, лесная подстилка не удалялась.

Выделение  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы ельника чернично-сфагнового в среднем за два года варьирует от  $0,0004\text{--}0,19 \text{ мкмоль } \text{CO}_2 \text{ м}^{-2}\text{с}^{-1}$  в начале сезона (конец мая), постепенно возрастает в июне –  $1,37\text{--}2,11 \text{ мкмоль } \text{CO}_2 \text{ м}^{-2}\text{с}^{-1}$  и достигает максимума в июле –  $2,28\text{--}3,18 \text{ мкмоль } \text{CO}_2 \text{ м}^{-2}\text{с}^{-1}$ , затем в августе снижается в 1,6–3 раза и постепенно затухает в осенние месяцы.

С открытого участка вырубки раньше сходит снег, почва прогревается быстрее. Эмиссия  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы вырубки в конце мая в 6 раз выше, чем для торфянисто-подзолисто-глеевой почвы ельника. Выделение диоксида углерода в июне-июле сопоставимо с потоками из почвы ельника чернично-сфагнового. В осенние месяцы Эмиссия  $\text{CO}_2$  в 2 раза выше с поверхности почвы вырубки, чем из ельника.

Выделение диоксида углерода из почвы зависит от многих экологических факторов. Общеизвестно, что температура почвы является основным. Отмечена корреляционная связь между температурой почвы и эмиссией  $\text{CO}_2$  для ельника ( $R^2=0,79\text{--}0,95$ ) и вырубки ( $R^2=0,38\text{--}0,62$ ).

Таким образом, измерения выделения диоксида углерода с поверхности болотно-подзолистых почв ельника и вырубки показали значительную изменчивость процесса дыхания почвы на протяжении вегетационного периода. Получен классический характер изменения месячных потоков CO<sub>2</sub>: с минимальными величинами в весенний и осенний период и максимальными – в июле. Основным экологическим фактором, влияющим на выделение диоксида углерода, является температура почвы.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Комплексной программы УрО РАН № 15-12-4-39 «Трансформация биологического круговорота веществ в хвойных экосистемах европейского Северо-Востока после промышленных рубок» (номер гос. регистрации АААА-А16-116061510096-6).*

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА ЛЕСО-ВОССТАНОВЛЕНИЯ В ШИРОКОЛИСТВЕННО-ТЕМНОХВОЙНЫХ И ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСАХ ЮЖНОГО УРАЛА**

**Кулагин А.Ю.<sup>1</sup>, Давыдычев А.Н.<sup>1</sup>, Горичев Ю.П.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Уфимский институт биологии РАН, Уфа, coolagin@list.ru; shur25@yandex.ru;

<sup>2</sup>Южно-Уральский государственный природный заповедник, пос. Реветь, revet\_zapoved@mail.ru

Ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) и пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.) участвуют в лесообразовательном процессе в двух ботанико-географических районах Южного Урала – районе горнотаежных темнохвойных лесов и районе широколиственно-темнохвойных лесов. Экологические ареалы ели и пихты охватывают практически весь спектр лесорастительных условий (ЛРУ), за исключением экстремальных (высокогорья и болота). В избыточно увлажненных экотопах и в высокогорьях фитоценологические позиции пихты, по сравнению с елью, более ослаблены.

В коренных и условно-коренных темнохвойных насаждениях холодных климатопов I–III класса бонитета участие темнохвойных пород в составе древостоя составляет 9–10 ед. Пихта превосходит ель по плотности древостоя в 1,9–3,2 раза. Плотность деревьев пихты составляет 512–672 шт./га, ели – 192–264 шт./га, в условно-коренном насаждении превышение составляет 10,8. По запасу древесины в коренных насаждениях ель превосходит пихту в 1,8–2,9 раз. Участие ели составляет от 1 до 7 ед., запас древесины 48–227 м<sup>3</sup>/га, участие пихты в данных насаждениях от 2 до 8 ед., запас древесины 77–315 м<sup>3</sup>/га. Плотность крупного подроста ели и пихты примерно равная, соответственно 0,1–1,1 тыс. шт./га и 0,3–0,9 тыс. шт./га. Плотность мелкого подроста ели и пихты соответственно 0,2–2,2 тыс. шт./га и 0,8–1,4 тыс.

шт./га. В темнохвойных насаждениях контрастно-холодных климатопов II класса бонитета участие темнохвойных пород в составе древостоя коренных насаждений достигает 10 ед., условно-коренных насаждений – 7 ед. Участие ели в составе древостоя составляет 4–6 ед., запас древесины 167–180 м<sup>3</sup>/га. Участие пихты в данных насаждениях 2–4 ед., запас древесины 96–133 м<sup>3</sup>/га. Плотность деревьев ели в коренном насаждении 196 шт./га, пихты – 368 шт./га, в условно-коренном насаждении – соответственно 360 и 620 шт./га. Пихта превышает ель по плотности древостоя в коренном насаждении в 1,7–1,9 раза, в условно-коренном насаждении превышение составляет 3,2. По запасу древесины ель превосходит пихту в коренном насаждении в 1,9 раз, в условно-коренных насаждениях – 1,7–3,2 раза. Плотность крупного подроста пихты значительно выше, чем ели – соответственно 2,7–5,7 тыс. шт./га и 0,2–0,4 тыс. шт./га. Плотность мелкого подроста пихты ели также выше, чем ели – соответственно 0,8–1,6 тыс. шт./га и 0,2–0,4 тыс. шт./га.

В широколиственно-темнохвойных насаждениях II класса бонитета, занимающих прохладные климатопы, участие темнохвойных пород в составе древостоя достигает 8 ед., в условно-коренных насаждениях 6–8 ед. Участие ели в составе древостоя в коренных насаждениях составляет 6–7 ед., условно-коренных насаждений 3–4 ед., запас древесины соответственно 227–262 и 111–141 м<sup>3</sup>/га. Участие пихты в данных насаждениях составляет соответственно 1–2 и 2–5 ед., запас древесины 42–94 и 56–184 м<sup>3</sup>/га. Плотность деревьев ели в коренных и условно-коренных насаждениях 108–172 шт./га, плотность деревьев пихты в коренных и насаждениях 372–452 шт./га, в условно-коренных насаждениях выше – 448–832 шт./га. Пихта превышает ель по плотности древостоя в коренных насаждениях в 2,2–4,2 раза, в условно-коренных насаждениях превышение составляет 3,4–7,7 раза. По запасу древесины ель превосходит пихту в коренных насаждениях в 2,8–5,5 раз, в условно-коренном насаждении запас древесины ели в 1,7 раза меньше, чем пихты. Плотность крупного подроста пихты во всех исследованных насаждениях значительно выше, чем ели – соответственно 0,5–2,9 тыс. шт./га и 0,1 тыс. шт./га. Плотность мелкого подроста ели варьирует в значительных пределах – от 0,6 до 2,2 тыс. шт./га, плотность пихты более стабильна – 0,2–0,8 тыс. шт./га. В производных насаждениях, возникших на месте коренных широколиственно-темнохвойных насаждений после сплошных рубок – осинниках и березняках участие темнохвойных пород в составе древостоя достигает 2–3 единиц. Участие ели в составе древостоя в осинниках достигает 1 ед., запас древесины от 7 до 51 м<sup>3</sup>/га, в березняках участие ели менее единицы, запас древесины от 5 до 13 м<sup>3</sup>/га. Участие пихты в осинниках и березняках достигает 2 ед., запас древеси-

ны составляет соответственно 16–95 м<sup>3</sup>/га и 44–63 м<sup>3</sup>/га. В осиннике и березняке ель в составе древостоя отсутствует. По плотности деревьев, как в осинниках, так и в березняках (256–332 шт./га и 404–428 шт./га), пихта многократно превосходит ель (соответственно 8–96 шт./га и 4–12 шт./га). В широколиственных насаждениях, занимающих теплые климатопы, ель отсутствует. Пихта входит в состав древостоя некоторых типов насаждений (кленовники) (до 1 ед.), запас древесины 10–32 м<sup>3</sup>/га. Встречен редкий крупный подрост (до 0,1 тыс. шт./га).

Активное участие темнохвойных пород в лесообразовательном процессе наблюдается в горнотаежных темнохвойных лесах. Темнохвойные породы являются эдификаторами коренных насаждений, доминируют в древостое, активно участвуют в возобновлении. В районе широколиственно-темнохвойных лесов роль темнохвойных пород в лесообразовательном процессе ослабевает. Сужаются экотопические ареалы пород. Темнохвойные породы доминируют в темнохвойных насаждениях, занимающих холодные и контрастно-холодные климатопы. В смешанных широколиственно-темнохвойных насаждениях, занимающих прохладные климатопы в состав древостоя, наряду с темнохвойными, входят широколиственные породы, которые демонстрируют определенную конкуренцию. Возобновление темнохвойных в этих насаждениях затруднено. Экотопический ареал ели занимает узкий спектр лесорастительных условий. Ареал пихты несколько шире, пихта входит в состав некоторых типов широколиственных насаждений (кленовников), где ель отсутствует.

## **ОЦЕНКА КЛИМАТОРЕГУЛИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОГО ПОДМОСКОВЬЯ**

**Курганова И.Н.<sup>1,2</sup>, Лопес де Гереню В.О.<sup>1</sup>, Мясшина Т.Н.<sup>1</sup>, Сапронов Д.В.<sup>1</sup>, Кудеяров В.Н.<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино, [ikurg@mail.ru](mailto:ikurg@mail.ru);*

*<sup>2</sup>Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск*

Лесные экосистемы планеты связывают примерно 27 % CO<sub>2</sub>, поступающего в атмосферу в результате промышленных выбросов, смягчая тем самым современные изменения климата [Pan et al., 2021]. Климаторегулирующая функция лесов России весьма значительна: на их долю приходится более 70 % годового стока углерода (С) в наземные экосистемы [1]. Однако в последние десятилетия стоковый потенциал лесов заметно снизился, что при-

вело к уменьшению смягчающего воздействия естественных биогеоценозов в отношении парникового эффекта. Предполагается, что одной из причин обнаруженного тренда является изменение климата, которое заключается не только в повсеместном повышении температуры воздуха, но и в увеличении частоты климатических аномалий в разных частях планеты [3], которые с разной интенсивностью, а порой и разнонаправленно влияют на основные компоненты биогенного углеродного цикла. В связи с этим весьма актуальными являются оценки климаторегулирующей (стоковой) функции лесных экосистем как на локальном, так и на региональном уровнях. Сочетание стационарного наземного мониторинга и дистанционных методов исследования является неотъемлемой частью таких расчетов. Цель представляемого исследования состояла в оценке климаторегулирующей функции лесных экосистем Южного Подмоскovie на основе многолетних данных наземного и спутникового мониторинга.

Оценка углеродного баланса проводилась в двух лесных биогеоценозах (БГЦ): (1) смешанный старовозрастный лес (90–110 лет), сформированный на дерново-слабоподзолистой супесчаной почве (*Albeluvisols sandy*, Приокско-террасный биосферный заповедник) и (2) вторичный лиственный лес (55–60 лет), расположенный на серой лесной суглинистой почве (*Phaeozems loamy*, Опытно-полевая станция ИФХиБПП РАН). Расходная статья баланса углерода (или эмиссия  $\text{CO}_2$  из почв) определялась непрерывно, с недельным шагом опробования, начиная с 1998 г. методом закрытых камер. Приходную статью углеродного баланса (или чистую первичную продукцию, NPP) оценивали за 2000–2014 гг. методом дистанционного зондирования среднего пространственного разрешения MODIS с помощью вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) в виде декадных максимумов.

Анализ метеоданных показал, что период, охваченный исследованиями (1998–2014 гг.), характеризовался отчетливым усилением засушливости как в Центральном Федеральном округе, так и в районе Южного Подмоскovie. Величина годовых потоков  $\text{CO}_2$  из почв лесных ценозов в значительной степени контролировалась количеством осадков за весенне-летний период и степенью засушливости летнего периода ( $R^2 = 0,55 - 0,61$ ;  $P < 0,001$ ). Так, в смешанном лесу Приокско-Террасного заповедника за 17-летний цикл наблюдений нами была выявлена отчетливая тенденция снижения годовых потоков  $\text{CO}_2$  из дерново-подзолистой супесчаной почвы со скоростью  $12,8 \text{ г С м}^{-2}\text{год}^{-1}$  ( $R^2 = 0,28$ ;  $P = 0,03$ ), которую мы связываем с недостаточным увлажнением почв легкого гранулометрического состава и снижением уровня грунтовых вод на площадках исследований. Вместе с

тем, аридизация климата в регионе привела к явному снижению поглощения углерода растительностью и спаду продуктивности лесных БГЦ. Аномалии NDVI, обусловленные засухами, были наиболее значительными в лесной экосистеме, сформированной на серой лесной почве.

Мы заключаем, что смешанные и лиственные леса Южного Подмосковья в вегетационный сезон выступают стоком углерода со средней величиной, варьирующей от 43 до 110 г С/м<sup>2</sup> в зависимости от доли, приходящейся на корневое дыхание. С учетом эмиссии СО<sub>2</sub> из почв в холодный период года, лесные ценозы с высокой долей вероятности функционируют как источник углекислого газа в атмосферу в размере 31–98 г С/м<sup>2</sup>/год, достигая иногда весьма значительных величин (200–300 г С/м<sup>2</sup>/год). Климаторегулирующая функция лесных экосистем в значительной степени определяется погодными условиями текущего и предыдущего года исследований. Так, в смешанных старовозрастных лесах мы наблюдали снижение продукционной составляющей на следующий после засухи год, что косвенно может свидетельствовать об усилении стока в лесные экосистемы в засушливые годы. Однако, на следующий после засухи более влажный год, баланс углерода в лесных ценозах может смещаться в сторону источника за счет более активного микробного дыхания и снижения продуктивности лесных ценозов вследствие реакции на засуху. Мы полагаем, что получение более обоснованных оценок климаторегулирующей роли лесов должно базироваться на применении прямых и более современных методов измерения углеродных потоков в экосистемах, например, метода вихревой ковариации (*eddy-covariance*), позволяющего оценивать баланс С в экосистемах с учетом вклада крупных древесных остатков в баланс С, который может быть весьма значительным особенно в старовозрастных лесных экосистемах.

*Работа выполнялась при поддержке РФФИ (проекты № 15-04-05156а, 16-04-01580а) и Программы Президиума РАН № 15.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ciais P., Canadell J., Luysaert S. et al. Can we reconcile atmospheric estimates of the Northern terrestrial carbon sink with land-based accounting? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2010. V. 2. P. 225–230.
2. Pan Y. Birdsey R.A., Fang J. et al. A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 2011. V. 19. P. 988–993.
3. Second Assessment Report on Climate Change and its Consequences in the Russian Federation (General Summary). М.: Roshydromet, 2014. 56 p.

## **ОПЫТ ОБЛЕСЕНИЯ КРУПНОПЛОЩАДНЫХ ГАРЕЙ В СУХОЙ СТЕПИ**

**Курсикова В.А., Маленко А.А.**

*Алтайский ГАУ, Барнаул, agaukafles@mail.ru*

Произрастая в крайне жестких лесорастительных условиях, ленточные боры, особенно южная их часть, периодически подвергаются лесным пожарам. В 1997–2000 гг. большой урон ленточным борам нанесен крупными лесными пожарами, которые совпали с периодом снижения интенсивности лесокультурных работ и резким уменьшением площади посевов в лесных питомниках. В Алтайском крае была принята региональная программа ликвидации последствий крупных лесных пожаров, которая предусматривала проведение лесовосстановительных работ в 1999–2008 гг. на площади 68,0 тыс. га, в том числе посадкой культур – 55,4 тыс. га. Работы были успешно выполнены.

Горельники превращаются в очаги массового размножения лесных вредителей, а легкие по механическому составу почвы легко подвергаются ветровой эрозии. Острый дефицит почвенной и атмосферной влаги в вегетационный период, сильное нагревание почвы, частые суховеи, перевевание песков на долгие десятилетия затрудняют лесовосстановление сосны. В таких условиях единственным способом восстановления гарей остается создание лесных культур. Исключительно важное значение при облесении обширных открытых территорий имеет анализ ранее проведенных исследований, а также производственный опыт по искусственному восстановлению сосны в регионе [1, 2, 3, 4].

Исследуемые культуры сосны созданы на крупноплощадной гари 1997 г., расположенной в зоне сухой степи. Рельеф средне всхолмленный, тип почвы – сухая песчаная, тип леса – сухой бор пологих всхолмлений ( $A_1$ ), имеющий наибольшее распространение (63,2 %) и хозяйственное значение. Посадки различались по вариантам обработки почвы, основными элементами которой были расчистка поверхности почвы от горелых остатков (Т-170) и нарезка плужных борозд (ПКЛ-70). Посадка леса весенняя, механизированная (МЛУ-1), проведена сеянцами сосны 2-летнего возраста, выращенными на питомнике из семян местной репродукции. Агротехнические уходы (15) ручные и механизированные (КЛБ-1,7) проводились в течение 5 лет. Посадки имеют возраст от 5 до 9 лет, различную ширину между бороздами, что отразилось на исходной густоте (от 1,5 до 4,5 тыс.шт. /га). Количество атмосферных осадков в течение 10 лет приближалось к средней многолетней норме, что способствовало хорошей приживаемости и росту сосны.

Исследования показали на хорошую приживаемость сосны в первый год роста на всех вариантах опыта (71–86 %). Лучшие показатели приживаемости (86,0 %) имелись на площадях (вар-4), расчищенных широкими полосами (80–100 м), осенней подготовкой плужных борозд через 4,2 м и расстоянии в рядах 0,75 м (3,0 тыс.шт./га). Хорошая приживаемость сосны (74,1 %) отмечена на варианте-1, где поверхность почвы не расчищалась, а посадка проводилась одновременно с подготовкой плужных борозд. Среднее расстояние между рядами 11,6, шаг посадки 0,75 м, густота 1,5 тыс. шт./га. На этой площади за 1 год до посадки сосны, в целях снижения скорости ветра создавались посадки ивы остролистной (шелюга красная) по бороздам, хорошо зарекомендовавшей себя в местных условиях [4]. Несмотря на плохую приживаемость, редкие кусты шелюги оказали положительную защитную роль для сосны. Приживаемость посадок сосны на варианте-3 (созданы по расчищенным полосам 3-метровой ширины при одновременной посадке и подготовке плужных борозд по схеме 6,0×0,75 м, густота 3,5 тыс. шт./га) оказалась (71,2 %) несколько хуже, чем в предыдущем случае. Худшие показатели приживаемости сосны (65,1 %) отмечены на варианте-2 (посадка в плужные борозды по нерасчищенной поверхности почвы по схеме 4,0×0,75 м, густота 4,5 тыс.шт./га). Наиболее интенсивное отмирание сосны происходило в первый год роста, затем снижалось и на 5 год роста составило 1–5 %. Сохранность культур сосны в конце 5 года роста составила: на варианте-1 – 64,0 %, варианте-2 – 55,4 %, варианте-3 – 64,6% и варианте-4 – 84,0 %. Сомкнутость крон культур на варианте-3 достигла значения 0,8, а на остальных вариантах – 0,7, сомкнутости полога – 0,9 и 0,8 единицы соответственно и коэффициент перекрытия крон 0,3 и 0,2. Прирост сосны по высоте несколько различался, что в целом отразилось на средней высоте деревьев, которая составила: на вариантах 1 и 3 – 157 и 166 см в 9-летнем возрасте. Средняя высота сосны на варианте-2 соответствовала 145 см в 7-летнем возрасте, а на варианте-4 – 133 см в возрасте 5 лет.

Таким образом, технология создания чистых по составу лесных культур сосны в сухой степи на гарях в плужные борозды по предварительно расчищенной широкими полосами поверхности почвы оказалась наиболее приемлемой в сравнении с другими технологиями. На наиболее дефляционно опасных площадях следует создавать смешанные культуры сосны с ивой остролистной.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Грибанов Л.Н.* Lentочные боры Алтайского края и Казахстана. М.: Сельхозиздат, 1954. 88 с.

2. *Куприянов А.Н., Трофимов И.Т., Заблоцкий В.И. и др.* Восстановление лесных экосистем. Кемерово: КРЭОО «ИРБИС», 2003. 262 с.

3. *Парамонов Е.Г., Ишутин Я.Н. и др.* Лесовосстановление на Алтае. Барнаул: Изд-во Дельта, 2000. С. 311.

4. *Смирнов В.Е.* Полувековой опыт лесовосстановления в ленточных борах Казахстана и Алтай. Алма-Ата, 1966. 130 с.

## **ЛАНДШАФТНЫЕ АСПЕКТЫ ВТОРИЧНОЙ СУКЦЕССИИ СООБЩЕСТВ МЛЕКОПИТАЮЩИХ НА ВЫРУБКАХ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ РОССИИ**

**Курхинен Ю.П.<sup>1,2</sup>, Ивантер Э.В.<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
kurhinenj@gmail.com;*

*<sup>2</sup>Университет Хельсинки, Хельсинки, Финляндия;*

*<sup>3</sup>Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск,  
ivanter@petrsu.ru*

Термин «ландшафтная экология» уже давно вошел в обиход исследователей. Более того, можно уже говорить о выделении «ландшафтной экологии млекопитающих» в самостоятельное научное направление. Наши исследования проводились в 1977–2017 гг. в Восточной Фенноскандии, включая всю территорию Российской Карелии (стационарные учеты численности млекопитающих и маршрутные кратковременные учеты во всех типах ландшафта по специальной схеме подбора контрольных и «опытных» участков), а также восточную часть Финляндии. Изучение ландшафтной специфики последствий лесозаготовки для млекопитающих (уровень лесорастительных районов и ландшафтов) проводилось как на стационарах (Кондопожский и Пряжинский районы Карелии) так и в процессе маршрутных комплексных ландшафтных исследований примерно в 40 точках региона. В качестве картографической основы использована карта ландшафтов, разработанная по зонально-типологическому принципу [1, 2, 3, 4, 5]. Ландшафты выделялись по генезису рельефа, его формам, степени заболоченности территории и преобладающей коренной лесорастительной формации. Сходные ландшафтные контуры объединялись в тип. Полевые исследования включали помимо массовых учетов мелких млекопитающих, также цикл комплексных работ, проводившихся группой специалистов различного профиля (геоморфологов, болотоведов, почвоведов, геоботаников, лесоводов и др.).

Мелкие млекопитающие (землеройки и мышевидные грызуны) — наиболее «удобная» группа видов млекопитающих для изучения ландшафт-

ной специфики динамики разнообразия и сукцессии видов в ходе трансформации лесных экосистем. Возможность подобного анализа на участках, сравнимых по площади с биогеоценозами, позволяет связать изменения этой фауны с сукцессионными рядами растительности. Выявлен весьма широкий спектр вариантов изменений структуры группировок мышевидных грызунов после рубки разных типов леса. В рамках этого спектра выделяют три основных варианта, связанных с доминированием на вырубках одного из трех фоновых видов полевок (темная — *Microtus agrestis*, экономка — *Microtus oeconomus*, рыжая — *Clethrionomys glareolus*). При этом тот или иной формирующийся на вырубках тип доминирования мелких млекопитающих в свою очередь зависит от комплекса параметров, связанных как с естественной структурой ландшафта (рельефом, соотношением и территориальной компоновкой категорий земель, типов леса и др.), так и с особенностями его хозяйственного освоения (способом рубок, степенью очистки лесосек и др.). Первый — наиболее показательный вариант, когда может происходить полная смена видов — доминантов, например, от рыжей полевки преобладающей в высоковозрастных (>100–120 лет) сосняках — к темной полевке или полевке-экономке, доминирующей на вырубках. В последующие 10–15 лет позиции рыжей полевки постепенно восстанавливаются. Преобладание того или иного представителя этого рода связано не только со спецификой экологических условий данной рубки, но и с особенностями источников иммиграции (из суходольных или пойменных лесов, обрабатываемых полей и т.д.). Этот вариант наблюдается чаще при рубке высокопродуктивных сосняков в средне- и южнотаежной подзонах региона с последующим формированием злаковых вырубков с мощным травянистым покровом. Такой вариант смены видов наиболее вероятен в ландшафтах с наиболее высокопродуктивными лесами: а) денудационно-тектонических грядовых (сельговых) различной степени заболоченности, с преобладанием как еловых, так и сосновых местообитаний и б) различных по генезису и рельефу средне-заболоченных с преобладанием еловых местообитаний (на непаловых вырубках). Он особенно характерен при формировании злаковых и разнотравных вырубков в условиях среднетаежной подзоны. При втором варианте зафиксировано полное отсутствие смены видов, то есть доминирование фонового вида рыжей полевки как до, так и после рубок. Наблюдается в денудационно-тектоническом холмисто-грядовом с комплексами ледниковых образований среднезаболоченном и водно-ледниковых холмисто-грядовых с разной степенью заболоченности ландшафтах с преобладанием сосновых местообитаний (в северо- и среднетаежной подзонах). Характерен для выру-

бок сосняков с обедненным – кустарничково-зеленомошным напочвенным покровом, в том числе их пирогенных вариантов. Промежуточный вариант характеризуется сохранением основных доминантов, но изменением соотношения на вырубках второстепенных видов. Например, наблюдается рост представленности серых полевков, но не до степени доминирования. Характерен для вырубок ельников и сосняков зеленомошных при формировании кустарничково-зеленомошных вырубок и их пирогенных вариантов, например, в ландшафтах морских и озерно-ледниковых сильнозаболоченных равнин с преобладанием еловых или сосновых местообитаний.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Волков А.Д., Громцев А.Н., Еруков Г.В. и др. Экосистемы ландшафтов запада средней тайги (структура, динамика). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1990. 284 с.
2. Волков А.Д., Громцев А.Н., Еруков Г.В. и др. Экосистемы ландшафтов запада северной тайги (структура, динамика). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. 194 с.
3. Громцев А.Н. Ландшафтные закономерности структуры и динамики среднетаежных сосновых лесов Карелии. Петрозаводск, 1993. 160 с.
4. Громцев А.Н. Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 144 с.
5. Громцев А.Н., Кравченко А.В., Курхинен Ю.П., Сазонов С.В. Динамика разнообразия лесных сообществ, флоры и фауны европейской тайги в естественных условиях и после антропогенных воздействий // Труды КарНЦ РАН. 2010. № 1. С. 16–33.

## **СОСНОВЫЕ ЛЕСА СЕВЕРНОГО ПРИУРАЛЬЯ СТРУКТУРА, СОСТОЯНИЕ (РЕСПУБЛИКА КОМИ)**

**Кутявин И.Н., Манов А.В.**

*Институт биологии КомиНЦ УрО РАН, Сыктывкар, kutjavin-ivan@rambler.ru*

Для познания природы сосновых лесов Севера необходимы знания закономерностей структурно-функциональной организации и продуктивности фитоценозов [2, 5 и др.]. Данные исследования необходимы для оценки продукционного энергомассообмена, биогенного круговорота веществ в лесных экосистемах, а также важны при определении биосферной функции лесных сообществ [1, 3, 4 и др.].

Изучение структурной организации и состояния древостоев сосновых лесов как в условиях естественного произрастания, так и антропогенного воздействия представляет большой научный интерес. В настоящее время на территории предгорных ландшафтов Урала (в пределах верховьев бассейна Печоры) структурно-функциональная организация сосновых сообществ изучена слабо.

Исследования проводились в типичных для Западно-Уральского таежного района Республики Коми средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных сосняках, с закладкой в них постоянных пробных площадей (ППП). Цель создания данных ППП – ведение длительного мониторинга за изменением строения, структуры, продуктивности и состояния фитоценозов.

Проведенные исследования показали следующие результаты. Сосняки Приуралья представлены как чистыми, так и смешанными по составу древостоями **III–Va классов бонитета. В древесном ярусе сосны может присутствовать** от одного до шести поколений сосны. С увеличением числа поколений, растянутости возрастов, происходит повышение варьирования возраста от 6,5 до 61 % и диаметра от 13,6 до 70 %. Выявлено четыре типа возрастной структуры сосняков: ступенчато-, условно-, абсолютно-разновозрастные и относительно-разновозрастные с демутационными фазами динамики (с поколениями нисходящего и восходящего рядов), последние со временем могут перейти в условно- или ступенчато-разновозрастные типы строения. Одним из важных факторов формирования возрастной структуры девственных сосняков являются лесные пожары, но не следует исключать и эндогенные факторы, создающиеся внутри фитоценозов. Выявлены тесные корреляционные отношения между возрастом и диаметром на высоте 1,3 м в ступенчато-разновозрастных сосняках ( $r=0,75-0,93$ ), в остальных типах возрастной структуры эта связь изменяется от слабой до значительной.

Исследование горизонтальной структуры сосняка бруснично-лишайникового показали, что в условиях периодических низовых пожаров сосняк обладает высокой возобновительной способностью и формирует сложную структуру древесного яруса. Вертикальная структура древесного полога имеет «регулярный по верху» тип распределения. Размещение древесных растений на площади меняется с возрастом. На стадии заселения территории для них характерно групповое размещение. Деревья, образующие древесный полог, размещены на площади случайно. Центры проекций крон деревьев смещены относительно их стволов в сторону максимального солнечного излучения и имеют случайный характер размещения на площади. Разреженность древостоя вследствие нарушения среды пожарами способствовало независимо друг от друга размещению деревьев разных размеров.

Сосняки формируют как «здоровые» так и «ослабленные» по состоянию древостои. Жизненное состояние их определяется возрастной структурой древостоя, давностью и силой низовых лесных пожаров, проходящих в насаждениях. Так, в условно-разновозрастных сосняках при условии длительного отсутствия низовых пожаров древостои характеризуются как «здоровые». Относительно-разновозрастные сосняки с демутационными фазами

динамики, в зависимости от стадии развития, относятся как к здоровым, так и к ослабленным. Ступенчато-разновозрастные сосняки относятся к категории «ослабленный», что объясняется наличием поврежденных деревьев старших поколений и свежего сухостоя. Абсолютно-разновозрастные древостои сосняков соответствуют категории «здоровые».

*Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых кандидатов наук МК-6670.2016.5*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Казимиров Н.И., Волков А.Д., Зябченко С.С., Иванчиков А.А., Морозова Р.М. Обмен веществ и энергии в сосновых лесах Европейского Севера. Л.: Наука, 1977. 304 с.

2. Комин Г.Е., Семечкин И.В. Возрастная структура древостоев и принципы ее типизации // Лесоведение. 1970. № 2. С. 24–33.

3. Лесные экосистемы Енисейского меридиана (исследования по международной геосферно-биосферной программе). Новосибирск: СО РАН, 2002. 356 с.

4. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России / Отв. ред. Г.А. Заварзин. М.: Наука, 2007. 315 с.

5. Семенов Б.А., Цветков В.Ф., Чибисов Г.А., Елизаров Ф.П. Притундровые леса Европейской части России (природа и ведение хозяйства). Архангельск: ООО «Пресс А», 1998. 334 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК ПРИ КОМПСТИРОВАНИИ КОРЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД

Лопес де Гереню В.О.<sup>1</sup>, Курганова И.Н.<sup>1,2</sup>, Капица Е.А.<sup>2,3</sup>, Шорохова Е.В.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пуццино, [vlopes@mail.ru](mailto:vlopes@mail.ru);

<sup>2</sup>Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск;

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, Санкт-Петербург

Переработка древесины связана с получением большого количества отходов. В первую очередь – это отходы окорки древесины, образующиеся при ее подготовке к производству целлюлозы, древесной массы и других полуфабрикатов, скапливающиеся в отвалах [1]. Проблема утилизации таких отходов весьма актуальна и может происходить либо путем их сжигания, либо путем их использования в качестве основного компонента для производства органических компостов, в которые добавляют минеральные удобрения, чтобы получить сбалансированный по основным элементам питания субстрат [2]. В процессе производства таких компостов идет активное биогенное разложение древесной коры (ДК), интенсивность ко-

тогого можно оценить по скорости выделения углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) в рамках длительных стационарных опытов. Показано, что применение минеральных добавок существенно ускоряет процессы компостирования и улучшает качество получаемых субстратов [2]. Однако, процессы биогенного разложения ДК при ее хранении в отвалах до сих пор недостаточно изучены. Цель настоящего исследования состояла в оценке влияния добавок минеральных форм азота и фосфора на скорость разложения и общие потери  $\text{C-CO}_2$  из отвалов на основе коры хвойных пород за 14 месяцев компостирования в условиях натурального эксперимента.

Почвенно-коровые субстраты (ПКС) были подготовлены из смеси коры хвойных пород (ель, *Picea abies* – ~ 70 %; сосна, *Pinus sylvestris* – ~30 %) и почвы в отношении 2:1 по сухому весу. Эти субстраты были уложены в специально изготовленный деревянный короб, высотой 60 см общей площадью 3 м<sup>2</sup>, имитируя отвалы коры на лесоразработках или лесоперерабатывающих предприятиях. Схема эксперимента включала следующие варианты: (1) ПКС без минеральных добавок; (2) ПКС с добавлением N в виде мочевины (ПКС-N); (3) ПКС с добавлением N и P в виде суперфосфата (ПКС-NP). Удобрения вносили в количестве, соответствующем 1 % сухого веса коры для каждого элемента. Скорость разложения ПКС оценивали по интенсивности выделения  $\text{CO}_2$  ( $R_{\text{CO}_2}$ , г  $\text{C}/\text{м}^2/\text{час}$ ) с поверхности отвалов. Измерения проводили непрерывно в течение 14 месяцев, начиная с 1 июля 2015 г. 1–3 раза в неделю с помощью метода закрытых камер, установленных в 3-х кратной повторности на каждом из вариантов опыта. Определение концентрации  $\text{C-CO}_2$  в газовых пробах определяли с помощью инфракрасных газоанализаторов LiCor-6400 и LiCor-820 (США). Для контроля температурных условий внутри отвалов ( $T_c$ ) во время компостирования смесей были установлены температурные логгеры (iButton, США).

Внесение минеральных добавок оказывало существенное влияние как на динамику выделения  $\text{CO}_2$  с поверхности ПКС, так и на суммарные потери углерода в форме  $\text{CO}_2$ . Самая высокая интенсивность выделения  $\text{CO}_2$  наблюдалась в течение первых 6–7 недель компостирования на вариантах с добавлением минеральных добавок и составляла 1,9–4,1 и 2,8–5,6 г  $\text{C}/\text{м}^2/\text{час}$  на вариантах ПКС-N и ПКС-NP, соответственно. **В течение первых 4-х месяцев компостирования (безморозный период, БМП, июль–ноябрь, 2015 г.) суммарные потери  $\text{C-CO}_2$  из ПКС без удобрений составили 4,0 кг  $\text{C}/\text{м}^2$ , а при внесении минеральных добавок поток  $\text{C-CO}_2$  с поверхности отвалов увеличился в 1,3–1,4 раза. Было выявлено, что в первый месяц компостирования имел место саморазогрев смесей, который был наиболее выражен на варианте ПКС-NP, где в первую неделю компостирования  $T_c$  достигала**

ла 45–48 °С, что, на наш взгляд, обуславливало и самые высокие величины  $R_{CO_2}$ , которые привели к более значительным, чем на варианте ПКС-N, потерям азота в форме аммиака из внесенной мочевины. По-видимому, в течение БМП-2015 весь доступный азот в варианте ПКС-NP был потерян, и поэтому в последующие 12 месяцев компостирования значения  $R_{CO_2}$  в этом варианте были сходны с контролем. В холодный сезон (ХП, декабрь, 2014 – апрель, 2015) скорость минерализации ПКС резко снижалась и превышала 0,2–0,3 г С/м<sup>2</sup>/ч только на варианте ПКС-N. На второй год компостирования наиболее интенсивная минерализация углерода зафиксирована на варианте с добавлением азота. В безморозные периоды года наблюдалась тесная экспоненциальная зависимость между значениями  $R_{CO_2}$  и средней температурой ПКС в слое 0–60 см, объясняющая 42–85 % вариабельности потоков CO<sub>2</sub> из ПКС. За 14 месяцев эксперимента суммарные потери углерода в форме CO<sub>2</sub> из почвенно-коровых отвалов составили от 10 до 16 кг С/м<sup>2</sup>, или от 28,6 до 45,5 % от исходного состава. Добавка минерального N увеличила потери С из ПКС на 60 %, а совместное внесение N и P – только на 12 %.

Таким образом, внесение дополнительных питательных субстратов вызвало существенное усиление эмиссии CO<sub>2</sub> с поверхности коровых отвалов как за счет создания более благоприятных условий жизнедеятельности микробных сообществ, так и вследствие повышения температуры за счет ощутимого саморазогрева ПКС с удобрениями. Для ускорения процессов разложения коры хвойных пород и получения на ее основе компостов с более узким соотношением C/N **рекомендуется внесение только минерального N, поскольку одновременное внесение N и P приводило к более быстрой потере азота из удобрений.**

*Работа выполнялась при поддержке РФФИ (проект № 15-14-10023).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Девятловская А.Н., Журавлёва Л.Н., Девятловский Н.В. Утилизация древесной коры девеоперерабатывающих предприятий. Актуальные проблемы лесного комплекса, 2010. № 27. С. 51–54.
2. Ульянова О.А., Чупрова В.В. Минерализация коры разных видов деревьев и удобрительных композиций на ее основе // Агрохимия. 2015. № 2. С. 33–45.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА ПОЙМЕННЫХ ЛЕСОВ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ (ХОЛМОГОРСКИЙ РАЙОН, АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Макарова М.А.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург,  
MMakarova@binran.ru

На примере ключевого участка в долине реки Северной Двины создана серия карт, отражающих актуальную растительность, динамику и современное состояние растительного покрова. Исследования динамики растительности проводились в 1996, 2003, 2009 (Макарова, 2009), и позднее в 2012, 2014, 2015 годы при детальном крупномасштабном картографировании ключевого участка.

Между дер. Кальи и пос. Липовик долина р. Северной Двины представляет собой скалистый уступ, образующий каньон долины с бортами с максимальной высотой до 20–30 м. Борта сложены гипсами и ангидридами пермского периода, переслоенными доломитами и глинами (Божек, Ясеновец, 1974). Ниже по течению севернее дер. Звоз на левом берегу реки, где уступ уходит под толщу аллювиальных отложений, сформирована хорошо развитая сегментно-гривистая пойма.

Еловые и сосновые леса с участием лиственницы расположены на гипсовом уступе долины Северной Двины на отрезке между дер. Кальи и пос. Липовик на правом и вблизи дер. Звоз на левом берегах реки. Правобережье сильно пострадало от пожара в 2000 году. В настоящее время значительная часть горелого леса вырублена и представляет из себя мелколиственные молодняки, в которых также идет восстановление лиственницы.

Пойменные леса в сравнении с лесами на гипсовом уступе практически не испытывают антропогенной нагрузки. Наибольшее воздействие оказывает река в половодье на растительность прирусловой зоны. Быстрое передвижение льда периодически ломает кроны деревьев и выкорчевывает деревья, интенсивный перенос аллювия засыпает слоем песка уже сформировавшиеся сообщества ивняков. Для прирусловой зоны поймы наиболее типичными являются ивняки (*Salix acutifolia*, *S. triandra*, *S. viminalis*, *S. dacyclados*), располагающиеся на разных высотных уровнях. На низких песчаных отмелях встречаются молодые кустарниковые ивняки из *Salix triandra* и *S. viminalis* (реже из *S. dacyclados*), на высоких – леса с преобладанием *Salix acutifolia*. Во вторично-прирусловой зоне часто отмечаются леса из *Salix dacyclados*. Ивняки находятся на разных сукцессионных стадиях и часто в пространстве образуют серийные ряды. В центральной зоне поймы

преобладают луга, а лесная растительность в основном приурочена к крупным старичным протокам и представлена наиболее старыми ивняками (*S. dacyclados*) смородиновыми крапивными и крапивно-высокотравными (Макарова, 2013). Для притеррасной зоны поймы характерны еловые и березово-еловые папоротниково-таволговые и сероольховые таволговые леса. На участке между дер. Звоз и Заборье обнаружены березово-еловые таволговые леса с участием *Alnus glutinosa* и черноольхово-ивовые белокрыльниковые леса (Макарова, Головина, 2017).

Проведено бурение хвойных и лиственных пород деревьев, изучена возрастная структура 14 видов древесных пород: ели, сосны, лиственницы, березы, осины, ольхи серой и черной, черемухи, рябины, видов ив (*Salix acutifolia*, *S. dacyclados*, *S. triandra*, *S. viminalis*, *S. pentandra*). Данные бурения показали, что леса на ключевом участке нескольких возрастных групп. Среди еловых лесов преобладают леса 80–120, 140–150-летнего возраста, изредка встречаются старше 185 лет. Сосновые леса 40, 70–100-летнего возраста. Были обнаружены сосновые леса с сохранившимися отдельными древостоями 220–230 и 300 лет. Лиственницы как лесообразователи встречаются на гипсовых породах в хвойных и смешанных лесах, их возрастная структура следующая: 100–150 лет, 170–200 лет, свыше 230 лет. Изредка встречаются лиственницы возрастом 280–300 лет. Лиственницы часто крупнее и выше других пород деревьев, высотой 23–25 м, диаметром от 50 до 90–100 см. Производные леса из осины и березы гораздо моложе (70–80 лет).

Пойменные леса образуют ивняки из (*Salix acutifolia*, *S. dacyclados*, *S. triandra*, *S. viminalis*, *S. pentandra*) 20–30, 40–50, 60–70-летнего возраста. В прирусловой части также встречаются в виде примеси к ивам ольха серая, березы, черемуха, рябина, изредка ель и сосна, возраст этих пород не превышает 40–50 (до 65) лет. В понижениях прирусловой и центральной части поймы возраст ивняков (*Salix dacyclados*) составляет 90–100 и более лет. Древостой *Salix dacyclados* имеют высоту 9–14 м, диаметр стволов 25–50 см. В притеррасной части поймы в заболоченных черноольхово-березово-еловых и черноольхово-ивовых лесах возраст черной ольхи составляет 50–75 и более лет, высота стволов – 10–14 м, диаметр – 30–40 см.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Божек А.Г., Ясеновец Е.П. Звозский район // Пещеры Пинего-Северодвинской карстовой области. Сб. ст. Ленинград, 1974. [http://www.nordspeleo.ru/cca/ppcko/zvoz\\_pcko.htm](http://www.nordspeleo.ru/cca/ppcko/zvoz_pcko.htm)
2. Макарова М.А. Зарастание песчаных кос в среднем течении реки Северная Двина // Мат-лы межд. науч. конф. «Растительность Восточной Европы: классификация, экология и охрана». Брянск, 2009. С. 136–139.

3. Макарова М.А. Структура и пространственное распределение растительности в пойменных ландшафтах среднего течения Северной Двины // Изучение и сохранение пойменных лугов. Мат-лы межд. совещ. Калуга, 2013. С. 90–100.

4. Макарова М.А., Головина Е.О. О сообществах с участием *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. в пойме Северной Двины (Архангельская область) // Мат-лы конф. «VIII Галкинские чтения». СПб, 2017. С. 66–69.

## **ЭНЕРГО-МАССООБМЕН С АТМОСФЕРОЙ СПЛОШНОЙ ВЫРУБКИ В ПОДЗОНЕ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РФ: РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ**

**Мамкин В.В.<sup>1</sup>, Авиллов В.К.<sup>1</sup>, Байбар А.С.<sup>2</sup>, Иванов Д.Г.<sup>1</sup>, Ольчев А.В.<sup>1,2</sup>, Курбатова Ю.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, vadimtamkin@gmail.com;*

<sup>2</sup> *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва*

Вырубки леса оказывают значительное влияние на климат через изменение ряда обменных процессов (биогеохимических и биогеофизических [2, 3, 5]). Поскольку исследования энерго-массообмена (ЭМО) в последние годы были сконцентрированы на ненарушенных экосистемах суши, сохраняется недостаток экспериментальных данных о потоках тепла, влаги и парниковых газов в антропогенно-измененных лесных экосистемах, особенно для территории России.

Цель данного исследования состояла в получении оценок ЭМО сплошной вырубки на основе непрерывных пульсационных и микроклиматических измерений в течение вегетационного сезона (апрель-октябрь). Объектом исследования была вырубка площадью около 4,5 га, расположенная на юго-западе Валдайской возвышенности, в зоне южно-таежных лесов. Для осуществления эксперимента была установлена эколого-климатическая станция с приборами для пульсационных и дополнительных микроклиматических измерений. Расчет потоков производился с помощью программного обеспечения Eddy Pro (Li-cor inc., USA). Данные, не соответствующие критериям качества, полученные в условиях слабо-развитой турбулентности и при неблагоприятных погодных явлениях, были удалены. Фильтрация данных по критерию динамической скорости, заполнение пропусков и разделение чистого экосистемного обмена CO<sub>2</sub> (NEE) на полное дыхание экосистемы (TER) и валовую первичную продукцию (GPP) осуществлялось с применением онлайн-инструмента ReddyProc, основанного на методе [4]. Выбор приборной базы, организа-

ция измерений, сбор и обработка полученных данных осуществлялась в полном соответствии с принятыми в международной практике рекомендациям [1].

Погодные условия периода измерений характеризовались значительной изменчивостью. Средняя суточная температура варьировала от  $-1,7$  до  $23,8^{\circ}\text{C}$ . Равномерное распределение осадков в течение периода измерений обеспечило достаточное увлажнение верхних горизонтов почвы ( $0,34$ – $0,48 \text{ м}^3 \cdot \text{м}^{-3}$ ). Сумма осадков за период измерения составила  $459 \text{ мм}$ . Суммарная радиация изменялась от  $0,5$  до  $26,6 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$  в день, а радиационный баланс от  $-0,8$  до  $12,8 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$  в день. Альbedo поверхности вырубki изменялось от  $15$  до  $30 \%$ , в целом увеличиваясь в течение периода измерений.

Турбулентный поток тепла ( $H$ ) и затраты тепла на суммарное испарение ( $LE$ ) варьировали от  $-0,9$  (апрель и октябрь) до  $7,6$  (июнь)  $\text{МДж} \cdot \text{м}^{-2}$  в день и от  $0,9$  (октябрь) до  $8,9$  (июль)  $\text{МДж} \cdot \text{м}^{-2}$  в день соответственно. Изменяясь значительно, с апреля по июнь, отношение Боуэна ( $\beta = H/LE$ ) в среднем составляло около  $1$ . Во второй половине лета, в условиях снижения поступающей солнечной радиации, поступления влаги с осадками и активного зарастания вырубki, произошла перестройка структуры теплового баланса ( $\beta$  составило  $0,3$ – $0,5$ ).

Суточные суммы  $NEE$  были положительными в течение всего периода измерений (от  $0,8$  до  $7,2 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2}$  в день).  $TER$  изменялось от  $1,6$  до  $15,3 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2}$  в день.  $GPP$  – от значений, близких к нулю до  $10,8 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2}$  в день. Максимальные значения потоков  $\text{CO}_2$  приходятся на конец июля. Всего за шесть с половиной месяцев измерений  $NEE$  в среднем составил  $3,3 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2}$  в день.

Таким образом, вырубка леса оказывает значительное влияние на потоки тепла влаги и углерода. Соотношение затрат тепла на турбулентный теплообмен с атмосферой и суммарное испарение на вырубке 1-го года во многом определяется возобновлением растительного покрова. В течение первого года зарастания сплошная вырубка является источником диоксида углерода для атмосферы.

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (РНФ) (14-14-00956).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Aubinet M., Vesala T., Papale D. Eddy Covariance: A Practical Guide to Measurement and Data Analysis// Springer Atmospheric Sciences. Dordrecht, The Netherlands: Springer Verlag, 2012. 438 P.
2. Carlson D.W., Groot A. 1997 Microclimate of clear-cut, forest interior, and small openings in trembling aspen forest. Agricultural and Forest Meteorology 87, pp. 313–329.

3. IPCC Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, 2013. 1535 p.

4. Reichstein, *et al.* On the separation of net ecosystem exchange into assimilation and ecosystem respiration: review and improved algorithm// *Global Change Biology*. 2005. V. 11. P. 1424–1439.

5. Williams C.A, Vanderhoof M.K, Khomik M., Ghimire B. Post-clearcut dynamics of carbon, water and energy exchanges in midlatitude temperate, deciduous broadleaf forest environment *Global Change Biology*. 2014. 20(3). P. 992–1007.

## **ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ, СФОРМИРОВАННЫХ НА ФЛЮВИОГЛЯЦИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ, НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

**Маркина З.Н.<sup>1</sup>, Милешина А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск;*

<sup>2</sup>*ООО «В гармонии с природой», Брянск, milesanna@yandex.ru*

Почвенный покров Брянской области представлен дерново-подзолистыми почвами разной степени оподзоленности и оглеенности, различного гранулометрического состава [2]. Гранулометрический состав влияет на важные лесорастительные характеристики почвы, а именно: водопроницаемость, водоподъемная и водоудерживающая способность почв, структурность, плотность, физическая спелость, теплоемкость, теплопроводность, поглотительная способность, потенциальный резерв элементов минерального питания [6, 7]. От него зависит интенсивность протекания почвообразовательных процессов, связанных с превращением, миграцией и аккумуляцией органических и минеральных соединений в почвенном профиле и гумусное состояние почв. Гранулометрический состав почв и почвообразующих пород оказывает значительное влияние на рост лесообразующих пород, особенно сосновых насаждений. Как отмечает С.А. Родин [5], сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*) предпочитает почвы легкого гранулометрического состава с содержанием физической глины 20...25 %.

Исследования выполнены в Стяжновском участковом лесничестве Ковшовском участке Брянского лесхоза в квартале 23 выделе 9 в опытно-производственных лесных культурах сосны обыкновенной, которые были созданы в 2007 году двухлетними сеянцами. Для характеристики лесорастительных свойств почв на объекте исследования закладывали почвенный разрез на глубину до 1,5 м, в котором из всех генетических горизонтов отбирали почвенные образцы согласно ОСТ 56-81-84 «Полевые исследования по-

чвы» [4]. Гранулометрический состав определяли методом ситового анализа. Измерение биометрических показателей лесных культур сосны обыкновенной проводили методами, принятыми в лесной таксации [1, 3].

Таблица 1. Гранулометрический состав почвы опытно-производственного участка и биометрические показатели лесных культур сосны обыкновенной

Горизонт	Глубина, см	Фракции гранулометрического состава, мм и содержание, %				Высота, м	Диаметр, см	Класс бонитета
		10,0–1,0	1,0–0,5	0,5–0,25	<0,25			
A1	6–15	1,17	7,26	45,93	45,13	3,5	4,2	II
A2B	15–23	8,01	8,18	48,04	34,24			
B1	23–49	1,38	13,44	51,81	33,07			
B2	49–79	0,94	5,54	42,75	49,89			
C	79–136	1,77	15,25	43,50	39,05			

Результаты проведенных исследований показывают, что в горизонтах почвы, сформировавшейся на флювиогляциальных отложениях, под сосновыми насаждениями в свежей субори значительная доля приходится на фракции мелкозернистого песка и пыли, что положительно влияет на биометрические показатели сосны обыкновенной. Это подтверждается II классом бонитета. В условиях промывного водного режима наблюдается вынос фракции пыли из оподзоленного элювиального и верхнего иллювиального горизонтов и накопление ее в горизонте B2. Сравнивая высоту (3,3 м) и диаметр (3,3 см) нормальных сосновых насаждений Брянской области со средней высотой (3,5 м) и диаметром (4,2 см) на пробной площади, следует отметить, что лесорастительные свойства слабодерновой слабоподзолистой песчаной почвы на флювиогляциальных отложениях благоприятны для роста лесных культур сосны обыкновенной.

Выявление закономерностей количественных связей между параметрами лесных насаждений и почвенно-экологическими условиями позволяют научно обосновать систему лесоустройства и ведение лесного хозяйства, разработать дифференцированный комплекс лесоводственных мероприятий, направленных на повышение продуктивности и устойчивости лесных экосистем, правильно выбрать технологию создания лесных культур соответственно лесорастительным условиям конкретного региона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ануцин Н.П. Лесная таксация: учеб. для вузов, 6-е изд. М.: ВНИИЛМ, 2005. 552 с.
2. Маркина З.Н., Вечеров В.В. Гранулометрический состав радиоактивно загрязненных почв, его влияние на состояние ползащитных лесных насаждений // Лесотехнический журнал. 2015. Т. 5, № 2 (18). С.93–103.

3. ОСТ 56–69–83. Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1983 60 с.

4. ОСТ 56–81–84. Полевые исследования почвы. Порядок и способы проведения работ, основные требования к результатам. М.: ЦБНТИ лесхоз, 1985. 14 с.

5. Родин С.А., Родин А.Р. Теоретические и практические аспекты повышения результативности искусственного выращивания леса //Лес. х-во. 2004. № 5. С. 36–39.

6. Татаринцев В.Л., Татаринцев Л.М., Рассыпнов В.А. Гранулометрический состав почв Алтайского Приобья и его агроэкологическая оценка // Вестник Алтайского гос. аграр. у-та, № 6 (92). 2012. С. 36–40.

7. Татаринцев В.Л., Татаринцев Л.М. Гранулометрический состав и почвообразование //Вестник Алтайского гос. аграр. у-та, № 10 (108). 2013. С. 17–23.

## **ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ВИДОВ БЕРЕЗЫ В ЗАБОЛОЧЕННЫХ ТИПАХ ЛЕСА ЦЕНТРА РУССКОЙ РАВНИНЫ ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА ДНК И ПРИЗНАКАМ МОРФОЛОГИИ**

**Маслов А.А., Сирин А.А.**

*Институт лесоведения РАН, Московская обл., Успенское, amaslov@ilan.ras.ru*

Березы – повислая (*Betula pendula*) и пушистая (*B. pubescens*) – повсеместно произрастают в Центре Русской равнины как в виде чистых по составу насаждений, так и совместно с другими породами. Считается, что *B. pendula* предпочитает более сухие местообитания и не выносит застойного увлажнения, тогда как *B. pubescens* хорошо мирится с высокой влажностью почвы и чаще растет на болотах. Отличаются виды числом хромосом (у *B. pendula*  $2n=28$ , у *B. pubescens*  $4n=56$ ) и морфологией: формой кроны, наличием или отсутствием «бородавок» на ветвях, опушенностью листьев и побегов, формой листьев.

Несмотря на наличие вроде бы четких ключей во «флорах», отнесение конкретных деревьев к *B. pendula* или *B. pubescens* во многих случаях вызывает затруднение. Известно, что данные виды образуют гибрид *B. pendula*×*pubescens* ( $3n$ ). Как следствие, в российском лесоустройстве эти два вида не различаются, и до сих пор отсутствуют объективные данные о встречаемости двух видов березы и гибрида в разных типах местообитаний, включая переувлажненные биотопы.

Цель работы – установить таксономический статус берез в заболоченных и болотных типах леса на основании ДНК-анализа. В задачи работы входило: 1) определить какие таксоны и в какой пропорции произрастают в различных типах заболоченных лесов и в объединенной выборке; 2) протестировать достоверность определения вида по «ключам» из определителей флоры; 3) проверить возможности диагностики двух ви-

дов березы по измерениям формы листа с применением дискриминантной функции.

Исследования проводили в Московской обл. – на постоянных пробных площадях Института лесоведения РАН в заповедных лесных участках и на объектах мониторинга торфяных болот и антропогенно измененных торфяников. Градиент заболачивания представлен в выборке следующими типами леса: сосняк-зеленомошник, сосняк-черничник, сосняк сфагново-долгомошный, сосняк кустарничково-пушицево-сфагновый, черноольшаник, а также насаждения березы, возникшие вдоль дренажных каналов на осушенных торфяных болотах.

Модельные деревья березы отбирали регулярным образом. Для каждой модели проводили: фотографирование ствола, кроны и отбор одного двухлетнего побега. В камеральных условиях побеги сканировали для получения выборки по размеру и форме листьев, определяли наличие «бородавок» и опушения. Образцы листьев на ДНК-анализ готовили в виде круглых высечек с фиксацией в 70 % спирте. Всего подготовлено 50 образцов.

Определение таксономического статуса образцов проводили в лаборатории генетики и биотехнологии Института леса НАН Белоруссии под руководством к.б.н. О.Ю. Баранова. Разделение образцов по пloidности на три группы генотипов – *Betula pendula*, *B. pubescens* и *B. pendula*×*pubescens* – осуществляли стандартным методом SSR ДНК-анализа с использованием семи микросателлитных маркеров.

Предварительный анализ результатов позволяет сделать следующие выводы.

1) В объединенной выборке из разных типов леса, согласно анализу ДНК, абсолютно преобладают особи *B. pendula* (76 %). Особи *B. pubescens* составили 12 %. Несмотря на то, что по морфологическим признакам большинство деревьев объединенной выборки можно отнести к переходной форме между двумя видами березы, по анализу ДНК гибриды *B. pendula*×*pubescens* составили только 12 % от всех деревьев.

2) Определение видов березы (*B. pendula*, *B. pubescens*) по ключам из определителей флоры часто приводит к ошибочным результатам, так как значения диагностических признаков встречаются в разных комбинациях. В частности, большинство деревьев, определенных по ДНК как *B. pendula*, имело ветви, направленные вверх – без признаков повисания, а листья этих деревьев редко имели клиновидное основание.

3) Подтверждаются данные, что оба вида берез имеют широкий эколого-фитоценотический диапазон. При этом оба вида и гибрид могут расти в различных типах леса на переувлажненных, заболоченных и болотных почвах.

4) Впервые показано, что на олиготрофных верховых торфяных болотах (при наличии в древостое березы) абсолютно преобладают особи *B. pendula*, гибриды редки, а деревья *B. pubescens* встречаются единично.

5) *B. pendula* преобладает и в березовых насаждениях, возникших вдоль дренажных каналов на осушенных торфяниках. Притом, что береза выросла здесь на переходных и низинных торфах. Вышележащие слои залежи, включая верховые, были «изъяты» здесь ранее в результате добычи торфа. На низинных черноольховых торфяных болотах ДНК-анализ подтвердил преобладание *B. pubescens* и гибридов.

6) Результаты расчета дискриминантной функции  $Z$  на основе параметров формы листа подтвердили возможность таксономического разграничения *B. pendula* и *B. pubescens* по морфологическим признакам с измерением всего 4 параметров. Величина  $Z$  в объединенной выборке имеет вид непрерывного ряда значений, однако значения  $Z$  двух видов не пересекаются.

*Благодарности. Работа проводилась при поддержке проекта «Восстановление торфяных болот в России в целях предотвращения пожаров и смягчения изменений климата», финансируемого в рамках Международной климатической инициативы Федеральным министерством окружающей среды, охраны природы, строительства и безопасности ядерных реакторов Федеративной Республики Германия и управляемого через немецкий банк развития KfW (проект № 11 III 040 RUS K Восстановление торфяных болот) и при частичной поддержке РФФИ (проект 16-05-00762).*

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МУЖСКОГО ГАМЕТОФИТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ**

**Махнева С.Г.**

*Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, makhniovasg@mail.ru*

Экологическое и хозяйственное значение сосны обыкновенной, ее высокая чувствительность к аэротехногенному загрязнению и биологическая роль мужской генеративной системы для формирования семян и лесовосстановления объясняют актуальность исследования закономерностей и механизмов развития мужского гаметофита сосны в условиях техногенного загрязнения среды.

Целью данной работы было изучение закономерностей формирования и качества зрелой пыльцы сосны обыкновенной в связи с уровнем и типом техногенного загрязнения.

Объектами исследования были культуры и естественные древостои сосны 2–3-го классов возраста, произрастающие в градиенте техногенного загрязнения четырех промышленных предприятий Среднего и Южного Урала: Рефтинской ГРЭС, Среднеуральского медеплавильного завода, Саткинского магнетитового комбината, Карабашского медеплавильного завода. Указанные источники техногенного загрязнения среды имеют разный качественный и количественный состав дымовых выбросов и формируют разные по протяженности и характеру загрязнения зоны.

Материал для исследований собирали в мае–июне 2009–2016 гг. с 15–45 деревьев каждой из 17-ти пробных площадей (ПП) всех трансект; изучали состояние мужской генеративной системы каждого модельного дерева и древостоя в целом. Определяли обилие и морфометрические показатели мужских шишек с выделением цветопыльничковых форм, фертильность пыльцы по комплексу морфологических, цитологических и гистохимических признаков; жизнеспособность пыльцы по показателям прорастания на питательных средах. Уровень техногенного загрязнения и токсической нагрузки ПП определяли по результатам изучения содержания загрязняющих веществ в снеговом покрове. По совокупности показателей техногенного загрязнения снегового покрова нами были выделены зоны сильного, среднего и слабого уровней техногенного загрязнения. Было установлено, что расстояние до источника аэрополлютантов не является надежным показателем уровня техногенной и токсической нагрузки на биотоп.

Изучение мужской генеративной системы сосны в условиях разного типа и уровня техногенного загрязнения позволило выявить некоторые общие закономерности микроспоро- и гаметогенеза. В древостоях сосны в импактных зонах промышленных предприятий формируется пыльца, фертильность и жизнеспособность которой ниже, а содержание запасных веществ выше, чем в менее загрязненных и фоновых условиях. Степень снижения фертильности и жизнеспособности и преобладающие типы аномалий пыльцы определяются как условиями биотопа, так и генотипом. Следует отметить высокий уровень индивидуальной изменчивости многих показателей пыльцы, обусловленный, вероятно, различиями в чувствительности особей к техногенному загрязнению, генетическими и эмбриотоксическими эффектами аэрополлютантов, но также реализацией в микроспоро- и гаметогенезе мутаций генотипа, которые проявляют себя ежегодным формированием пыльцы с определенным типом аномалий (мелкая недоразвитая пыльца, пыльца с аномалиями воздушных мешков, диады и др.). При высокой частоте мутантных особей в древостое показатели каче-

ства их пыльцы могут существенно повлиять на результаты мониторинга техногенного загрязнения.

Установлена тенденция снижения значений показателей качества пыльцы краснопыльничковых форм, по сравнению с желтопыльничковыми. Показано, что обилие мужских шишек у сосны обыкновенной существенно снижается лишь при длительном очень сильном уровне техногенного загрязнения. Подобные условия установлены для ПП-11 и ПП-28 в зоне действия завода «Карабашмедь», для ОУ-2 в зоне действия комбината «Магнезит». Аналогичная тенденция была отмечена нами ранее для ПП-5 в импактной зоне Среднеуральского медеплавильного завода, однако в последние годы ситуация существенно улучшилась, вероятно, вследствие значительного снижения предприятием выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Выявлены общие закономерности изменения спектра аномалий пыльцы сосны. Так, в зонах техногенного загрязнения всех трансект отмечено возрастание в 8–11 раз частоты диад и аномальных тетрад, по сравнению с фоновыми условиями. Формирование диад и тетрад позволяет судить об уровне нарушений мейоза при микроспорогенезе сосны. Спектр аномалий пыльцы является чувствительным индикатором типа и уровня техногенного загрязнения и отражает специфические реакции мужской генеративной системы на условия биотопа.

Таким образом, в древостоях сосны обыкновенной в условиях длительного хронического техногенного воздействия промышленными аэрополлютантами формируется пыльца, качество которой находится в зависимости от количественных и качественных параметров техногенных эмиссий. Структурные и функциональные показатели пыльцы могут быть использованы для диагностики состояния мужской генеративной системы, выявления мутантных генотипов и источников конкурентоспособной пыльцы и в биоиндикации техногенного загрязнения.

*Выражаю благодарность д-ру с.-х. наук Меницкову С.Л., заведующему лабораторией экологии техногенных растительных сообществ Ботанического сада, за помощь в организации работ; сотрудникам лаборатории Кузьминой Н.А., Мохначеву П.Е., Завьялову К.Е за предоставленные данные по химическому составу снеговой воды, помощь в сборе материала.*

## **ВЛИЯНИЕ ПОЖАРА НА СВОЙСТВА ПОЧВ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ КАРЕЛИИ**

**Медведева М.В.<sup>1</sup>, Зачиняева А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, mariamed@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова, Санкт-Петербург, anvzanna@yahoo.com*

Известно, что почва как часть лесных экосистем испытывает наиболее сильное влияние пирогенного воздействия [2, 3]. Резкая смена растительности, подверженной влиянию пирогенного стресса [4, 8], нарушает морфологический профиль почв, изменяет направленность трансформации органического вещества, микробиологические свойства почв, в целом ход почвообразовательного процесса [1, 5, 6]. В этой связи необходимо проведение комплексных исследований абио- биотических факторов, которые определяют сукцессионную направленность постпирогенного развития всего биогеоценоза [7]. В связи с тем, что влияние пирогенного фактора на свойства почв зависит от интенсивности и давности пожара, а также от типа древостоя, в котором идет формирования почв, целью исследования было сравнительно изучить свойства почв, сформировавшихся в ельнике черничном, подверженных воздействию пожара различной интенсивности.

Свойства почв и их динамику на фоне пирогенного фактора изучали на постоянных пробных площадях (ПП), расположенных в национальном парке «Водлозерский». В полевых условиях на каждой пробной площади исследовали строение почв, описывали морфологические признаки горизонтов. Для определения химических и микробиологических свойств почв отбирали образцы из почвенных разрезов по генетическим горизонтам. Пробная площадь представляет собой суходольный участок, расположенный среди большого болотного массива. Елово-сосновый древостой, подвергшийся природному пирогенному воздействию в 2013 году, в настоящий момент находится на начальной стадии восстановительной послепожарной сукцессии. Пожар, охвативший данную территорию, оценивается как низовой, средней интенсивности. На основании степени обгорания подстилки выделили зону интенсивного пожара (импактная зона пирогенного воздействия) и среднюю (буферная зона пирогенного воздействия), где и были заложены почвенные разрезы, участок с ненарушенным растительным покровом служил контролем.

Результаты анализа морфологических свойств почв показали, что наиболее выраженные изменения происходили в верхнем органогенном горизонте почв импактной зоны: изменение цвета, фракционного состава, мощности, появ-

ление большого количества включений. При этом подзолистый горизонт также претерпевал заметные изменения, которые выражались в изменении цвета, мощности, появлении многочисленных потеков гумуса, наличии не идентифицируемой границы перехода между органометрическим и минеральным горизонтами. В почвах буферной зоны, где интенсивность пожара была менее выраженной, изменения морфометрических показателей были менее заметны и касались в основном только верхнего органометрического горизонта. Также заметные изменения исследуемых химических свойств почв происходили на фоне пирогенного воздействия. Прежде всего выявили увеличение зольности верхнего органометрического и подподстилочного горизонтов почв импактного участка. Это связано с поступлением большого количества золы в результате 100 % выгорания подстилки и живого напочвенного покрова. Нейтрализующее действие золы проявлялось в увеличении рН водн. и рН сол. верхнего и подподстилочного горизонтов почв. При этом нижние горизонты почв имели кислую реакцию и не отличались от таковых, сформировавшихся под пологом леса.

На фоне пирогенного фактора происходят заметные изменения микробиологических свойств почв. Степень изменения микробной трансформации органического вещества почв зависит от интенсивности пожара: наибольшие изменения прослеживаются на участке импактной зоны пирогенного воздействия.

*Работа выполнена в рамках государственного задания (№ 0220-2014-0008) ИЛ КарНЦ РАН.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богородская А.В., Сорокин Н.Д., Иванова Г.А. Влияние пирогенного фактора на микробные комплексы почв средней Сибири // Лесоведение. 2005. № 2. С.25–31.
2. Каплюк Л.Ф. Влияние пожаров на водно-физические свойства бурых лесных почв горного Крыма // Почвоведение. 1980. № 8. С. 99–107.
3. Побединский, А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. М.: Наука, 1966. 63 с.
4. Попова Э. П. Влияние низовых пожаров на свойства лесных почв Приангарья // Охрана лесных ресурсов Сибири. Красноярск: Ин-т леса и древесины им. В. Н. Сукачева СО АН СССР, 1975. С. 166–178.
5. Сорокин Н.Д. Влияние лесных пожаров на биологическую активность почв // Лесоведение. 1983. №4. С. 24–26.
6. Тарабукина В. Г., Саввинов Д. Д. Влияние пожаров на мерзлотные почвы. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. 120 с.
7. Arsenesault D. Impact of fire behavior on postfire forest development in a homogeneous boreal landscape // Can. J. Forest Res. 2001. № 8. P. 1367–1374.
8. Nowak S., Kershaw G.P., Kershaw L.J. Plant diversity and cover after wildfire on anthropogenically disturbed and undisturbed sites in subarctic upland *Picea mariana* forest// Arctic. 2002. № 3. P. 269–280.

## СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЗОНАХ ДЕЙСТВИЯ МЕДЕПЛАВИЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

Менщикова С.Л., Кузьмина Н.А.

*Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, msl@botgard.uran.ru*

Нами проведены комплексные исследования воздействия аэротехногенного загрязнения от предприятий цветной металлургии на притундровые леса на севере Центральной Сибири в районе г. Норильска (1986–2010 гг.), и на Урале в очагах повреждения лесов таежной зоны (1990–2016 гг.) в районах 3-х наиболее крупных промузлов. Установлено, что в оценке негативного влияния аэротехногенного загрязнения на устойчивость лесных насаждений особое место занимает изучение динамики процессов дигрессии за многолетний период. Ее значение в плане лесоведения связано, как с целями диагностики и прогноза повреждений в очагах загрязнения, так и с проблемой повышения устойчивости и сохранения лесов в промышленно развитых регионах. Исследования закономерностей трансформации бореальных лесов под воздействием аэротехногенного фактора в условиях двух природно-климатических зон показали, что физико-географические условия регионов играют значительную роль в специфике ответной реакции лесной среды на загрязнение. В более жестких природно-климатических условиях Субарктики на севере Центральной Сибири в районе Норильска масштабы и глубина деградации лесной растительности под воздействием аэротехногенного фактора значительно больше, чем в регионе Урала. Темпы усыхания древостоев в лесотундре в районе Норильска в 3–8 раз выше, чем в таежной зоне на Урале. Установлено, что в зонах действия крупных промузлов на Среднем Урале очаги поражения лесов уже сформировались. Здесь зона полной гибели древостоев в локальных очагах аэротехногенного загрязнения значительно меньше, чем в районе Норильска, они не превышают 0,5–3 км от источников выбросов (в районе Норильска – до 80–120 км), а поврежденных в различной степени 20–30 км. Установлена зависимость снижения прироста стволовой древесины в высоковозрастных древостоях от жизненного состояния деревьев [1]. Газоустойчивость лесобразующего вида, не является решающим фактором «выживаемости» ее древостоев в локальных очагах аэротехногенного загрязнения того или иного региона. Совокупность всех параметров, характеризующих устойчивость и формирующих экологическую пластичность лесобразующего вида, определяет в целом и стратегию выживания и распространения лесных насаждений в конкретных условиях произрастания. Весьма важную роль в сравнительной оценке и характеристике устойчивости лесобра-

зующих видов к аэротехногенным выбросам играет временной интервал. Для обоснования критических уровней загрязнения лесных насаждений необходимо базироваться на ретроспективном анализе экологической ситуации в конкретных очагах поражения и в регионе. При этом необходимо учитывать факторы текущего и накопленного воздействия. Среди биологических параметров лесных экосистем процесс деградации в очагах поражения отражают такие показатели как: пространственно-временная структура древостоя, динамика степени дефолиации крон деревьев, динамика отпада деревьев, ретроспективный анализ радиального прироста, особенности лесовозобновления. Ретроспективный анализ экологической ситуации и исследования динамики деградации притундровых лесов в районе г. Норильска показали высокую перспективность дендрохронологических методов для ранней диагностики техногенных загрязнений. При их помощи выявлено, что аномальные изменения в приросте деревьев появляются на 15–20 лет раньше, чем обнаруживаются визуальные признаки повреждения, соответственно и зона поврежденных лесов значительно шире, чем установленная в процессе аэровизуального обследования. Сравнительный анализ степени загрязнения геохимического фона показал, что она в очаге поражения лесов региона севера Центральной Сибири в среднем на порядок выше, чем в очагах поражения лесов на Урале. Содержание основных элементов аэротехногенных выбросов в зонах сильного загрязнения изученных очагов поражения лесов в несколько раз (зачастую в десятки раз, а в районе Норильска – в сотни раз) превышает фоновые и пороговые концентрации данных элементов в почвах и в растениях. Исследования пространственно-временной структуры лесных насаждений на постоянных пробных площадях в очагах аэротехногенного загрязнения показали, что главным негативным последствием загрязнения воздуха в настоящее время следует считать не быструю гибель древостоев и образование техногенных пустошей в импактной зоне (острое воздействие), что особенно ярко наблюдалось 30–40 лет назад, а постепенное ухудшение жизненного состояния древостоев (хроническое воздействие на фоне накопленного). Высоковозрастные сосновые древостои, примыкающие к импактной зоне на Урале, из категории средне поврежденных в 90-х годах прошлого века переходили в категорию сильно поврежденных за 9–10 лет (тип выбросов – кислые газы + тяжелые металлы).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Менциков С.Л., Ившин А.П. Закономерности трансформации предтундровых и таежных лесов в условиях аэротехногенного загрязнения. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 295 с.

## **РАННЕЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ НАРУШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕНЕЗА**

**Михайлова Т.А.<sup>1</sup>, Афанасьева Л.В.<sup>2</sup>, Калугина О.В.<sup>1</sup>, Шергина О.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>СИФИБР СО РАН, Иркутск, [mikh@sifibr.irk.ru](mailto:mikh@sifibr.irk.ru);

<sup>2</sup>ИОЭБ СО РАН, Улан-Удэ, [afanl@mail.ru](mailto:afanl@mail.ru)

Техногенное загрязнение является сильным антропогенным фактором, оказывающим системное негативное влияние на метаболизм древесных растений за счет фоллиарного и почвенного поглощения поллютантов, входящих в состав выбросов [1]. В результате накопления элементов-загрязнителей в ассимиляционных органах деревьев происходит выраженное изменение соотношения многих биогенных элементов, приводящее к дисбалансу элементного химического состава, нарушению минерального питания, уменьшению ростовых параметров деревьев и, в конечном счете, падению продуктивности древостоя. Ростовые процессы растений, в свою очередь, тесно связаны с активностью фотосинтеза, которая обуславливается функционированием пигментного комплекса ассимиляционных органов. Как известно, фотосинтетический аппарат растений высокочувствителен к любым стрессовым факторам, поэтому изменение его структурно-функциональных характеристик, в первую очередь пигментного фонда и активности фотохимических процессов, может служить для раннего диагностирования реакции растений на изменяющиеся условия среды.

При исследованиях пигментного комплекса растений в условиях техногенного воздействия акцент, как правило, смещается на определение количественной динамики фотосинтетических пигментов в листьях (хвое) по градиенту возрастания (или уменьшения) техногенной нагрузки. Однако, на наш взгляд, важно проследить связь между изменением состояния пигментного комплекса и нарушением питательного статуса ассимиляционных органов древесных растений для выяснения сопряженности изменения этих процессов, определяющих падение продуктивности растений при техногенезе.

Исходя из изложенного, целью данной работы было выявить изменения в пигментном комплексе хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) при нарушении ее питательного статуса в условиях техногенного загрязнения. Исследования выполнялись в Байкальском регионе (Восточная Сибирь), где сосна обыкновенная является основной лесообразующей и хозяйственно значимой породой. В то же время в регионе обнаруживаются большие площади сосновых лесов, подвергающихся воздействию аэровыбросов предприятий Иркутско-Черемховской промышленной

агломерации, в которой сосредоточены центры теплоэнергетики, цветной металлургии, химической и нефтехимической промышленности. Исследования осуществлялись по международной методике ICP Forests путем создания сети пробных площадей на лесопокрытых территориях, прилегающих к промцентрам, и на фоновых, находящихся на расстоянии более 100 км от промцентров и не подпадающих под основной перенос выбросов. В пробах хвои определяли содержание элементов – биогенных и поллютантов с использованием приборного парка Байкальского аналитического центра (ЦКП) ИНЦ СО РАН, концентрацию фотосинтетических пигментов определяли в этанольных экстрактах хвои спектрофотометрическим методом, параметры флуоресценции хлорофилла измеряли с помощью импульсного флуориметра PAM2000 («Waltz, Effeltrich», Germany). Характер изменения флуоресценции хлорофилла дает информацию об эффективности функционирования фотосистемы II, отражая способность клеток листа (хвои) улавливать и направлять энергию света в процесс синтеза углеводов [2].

Результаты показали, что в условиях техногенного загрязнения в хвое деревьев увеличивается содержание токсичных элементов (тяжелых металлов, фтора, алюминия), а также серы, азота, кальция, магния, и явно снижается уровень фосфора, калия, марганца. В соотношениях основных биогенных элементов (N, P, K, Ca, Mg) с элементами-поллютантами доли первых уменьшаются, что приводит к выраженному дисбалансу питательного статуса хвои сосны. Параллельно в хвое выявляются значительные нарушения в пигментном комплексе и фотосинтетической активности, об этом можно судить по показателям снижения содержания хлорофилла *a* в 2,0–2,9 раза, хлорофилла *b* – в 2,3–3,3, каротиноидов – в 2,8–3,8 раза по сравнению с фоновыми значениями, увеличения соотношения зеленых и желтых пигментов и соотношения хлорофиллов (хл. *a*/хл. *b*), а также по снижению максимальной флуоресценции хлорофилла  $F_m$  и соотношения  $F_v/F_m$ . Эти данные говорят об ухудшении светопоглощающих свойств фотосинтетического аппарата. Негативные изменения в пигментном комплексе обусловлены воздействием техногенных поллютантов, об этом свидетельствуют результаты расчета корреляций между накоплением фтора, серы, ртути, свинца, кадмия, железа, алюминия в хвое и уровнем пигментов в ней (выявлены обратные корреляции высокого уровня значимости). Обнаружено, что нарушение питательного статуса и функционирования пигментного комплекса приводят к уменьшению количества органического вещества в хвое (снижению уровня углерода до 50 %) и уменьшению ростовых параметров (длины и массы хвои на побеге, длины побега, количе-

ства хвоинок на побеге). Таким образом, воздействие техногенных загрязнителей приводит к сопряженному нарушению важнейших функций растительного организма – фотосинтеза и минерального питания, следствием чего является ослабление ростовых процессов и снижение продуктивности древесных растений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Mikhailova T.A., Kalugina O.V., Shergina O.V., Taranenko E.N.* Alteration in vital state parameters of Scots pine tree-stands under technogenic pollution // *International Journal of Environment*. 2014. Vol. 3, N 4. P. 43–50.

2. *Orekhov D.I., Yakovleva O.V., Goryachev S.N., Protopopov F.F., Alekseev A.A.* The use of parameters of chlorophyll *a* fluorescence induction to evaluate the state of plants under anthropogenic load // *Biophysics*. 2015. Vol. 60, N. 2. P. 263–268.

### **ОСОБЕННОСТИ ПЛОДОНОШЕНИЯ РЕСУРСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ БЕЛАРУСИ**

**Моисеева Т.Р., Бордок И.В., Маховик И.В., Волкова Н.В., Пасмурцева В.В.**

*ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», Гомель, [tatianam.forest@gmail.com](mailto:tatianam.forest@gmail.com)*

В последние годы продуктивность грибных угодий, а также их площади в Беларуси имеют устойчивую тенденцию к сокращению. Это объясняется, главным образом, усилением влияния техногенной и антропогенной рекреационной нагрузок (радиоактивное загрязнение, осушительная мелиорация, пожары и другие факторы) на фоне последствий изменения климата, нарастанием его засушливости [1]. Плодоношение грибов определяется комплексом погодных факторов как текущего, так и предшествующего года. Решающее значение имеют температура и влажность воздуха, количество выпавших осадков перед началом и в период плодоношения макромизетов. Обилию грибов способствуют умеренно холодная зима с достаточным снежным покровом, влажная, теплая весна и умеренно теплое с частыми кратковременными дождями лето. В жару и засуху, а также в холодные дождливые летние сезоны урожай грибов обычно снижается, а во многих районах они не встречаются вовсе. Наблюдаются сдвиги плодоношения их к осени, как, к примеру, в 2012 и 2015 годах. Аномальным можно считать появление в мае 2013–2014 гг. из-за теплых обильных дождей первых весенних, а также многих летних грибов. Погодные условия могут изменять число периодов, продолжительность роста грибов и их обилие. В Беларуси сбор грибов приходится, в основном, на август – 36 % и сентябрь – 50 % от общего урожая. На июнь выпадает всего 2 %, июль – 8 % и октябрь – 4 % сезонного урожая грибов.

Для контроля за состоянием естественных угодий и осуществления ежегодной корректировки допустимых объемов заготовок грибов в период 2006–2008 гг. в Беларуси создана сеть мониторинга – постоянные пункты наблюдения (ППН) и временные пробные площади (ВПП) по ресурсообразующим видам съедобных грибов. Разработана методика проведения мониторинга объектов растительного мира [2]. В 2011–2015 гг. мониторинг грибов проводился на 13 ППН, выборочное маршрутное обследование – на 140 ВПП. Всего за 5 лет исследовано около 2 тыс. га грибных угодий, проанализированы сведения из 80 лесохозяйственных структур [3, 4].

В 2011 году из-за неравномерного выпадения осадков и отсутствия их в августе белый гриб в Гомельской, Гродненской и Могилевской областях встречался крайне редко, на севере республики плодоношение его также было очень низким (7 кг/га). Подберезовики, подосиновики чаще всего (19–41 кг/га) встречались в Витебской области. Наибольший урожай лисичек отмечен на юге и севере – в среднем 137 и 106 кг/га. Опенок осенний из-за дефицита влаги плодоносил везде значительно слабее обычного (17–24 кг/га). Погодные условия 2012 года – обильного на осадки, особенно в августе, – способствовали плодоношению грибов. Наиболее высокий урожай белого гриба отмечен в отдельных районах Брестской области – свыше 50 кг/га. Урожайность подосиновиков, подберезовиков, лисичек, осенних опят в наиболее грибных угодьях достигала соответственно 29, 70, 108, 69 кг/га. Больше всего грибов встречалось в Брестской и Могилевской областях. Появившись весной 2013 года, грибы из-за жары и дефицита влаги летом во многих местах рост свой прекратили. Лишь осенью (дождливой и теплой) плодоношение их возобновилось. Наиболее высокий (до 44 кг/га) урожай белых грибов в этот год отмечен в Поозерье. Лисички и опята лучше всего (в среднем 62–63 кг/га) плодоносили на юге. Подберезовики и подосиновики чаще попадались в Брестской области – в среднем 67 и 26 кг/га. В мае 2014 года частые осадки (местами 1,5–2 и более месячные нормы) и повышенная температура воздуха способствовали обильному появлению, особенно много (до 80 кг/га) лисичек в Гродненской и Минской областях. Летом же из-за жары и дефицита влаги продуктивность грибных угодий здесь пошла на спад. Лишь на севере республики отмечен высокий урожай белого гриба, подберезовика, подосиновика – в среднем 18, 69 и 30 кг/га соответственно. Опенок осенний лучше всего плодоносил в сосновых борах западного региона Беларуси. Из-за сильных дождей в мае-начале июня 2015 года на юге страны местами отме-

чена 1-я волна колосовиков, однако сухое лето и продолжительная, с отсутствием осадков осень негативно отразились на плодоношении грибов.

Исходя из анализа данных мониторинга грибных угодий в лесах Беларуси за 2011–2015 гг., наиболее благоприятным для развития и плодоношения съедобных макромицетов оказался 2012 год, наименее – 2015 год. Белый гриб лучше плодоносил на юго-западе республики, подберезовик – в Брестской и Могилевской областях в 2012 году. Высокая урожайность лисичек отмечена в 2012 и 2013 гг. Более обильно эти виды грибов плодоносили в Брестской и Витебской, хуже – в Минской и Гомельской областях: в среднем в пределах 8–70 кг/га.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Гримашевич В.В.* Ресурсы основных видов лесных ягодных растений и съедобных грибов Беларуси / В.В. Гримашевич, И.В. Маховик, Е.М. Бабич // Природные ресурсы. 2005. № 3. С. 86–94.

2. *Гримашевич В.В.* Методика проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь // Ин-т экспер. бот. им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси. Минск: Право и экономика, 2011. 165 с.

3. *Моисеева Т.Р.* Мониторинг дикорастущих ягодных растений и съедобных грибов Беларуси / Моисеева Т.Р. [и др.]. // Мониторинг и оценка состояния раст-го мира: материалы IV Междунар. научн. конф. (Минск – Браславы, 30 сент.– 4 окт. 2013 г.). Минск: ГУ «БелИСА», 2013. С. 199–201.

4. Мониторинг растительного мира / Вознячук И.П. [и др.]. // Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2012, 2013, 2014, 2015 (Электрон. текст., граф. данные). Минск: РУП «Бел НИЦ «Экология», 2013, 2014, 2015, 2016.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТА КУЛЬТУР ЕЛИ В КОЙВУСЕЛЬГСКОМ УЧАСТКОВОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ

**Морозова И.В.<sup>1</sup>, Голубовский Я.М.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, [miv12@bk.ru](mailto:miv12@bk.ru)*

<sup>2</sup> *ГКУ РК «Пряжгинское центральное лесничество», п. Пряжа, [gym121088@mail.ru](mailto:gym121088@mail.ru)*

В настоящее время проблема лесовосстановления становится все более актуальной в связи с увеличением площадей, пройденных сплошными рубками, и передачи процесса лесовосстановления в руки арендаторов [1]. Цель работы – исследование роста культур ели по разным типам условий произрастания. Исследование роста культур ели проводилось в 2013–2016 гг. в Койвусельгском участковом лесничестве в средней подзо-

не тайги на территории южной Карелии. Объектами исследования являлись 3 вырубki в черничном, травяно-злаковом и кисличном типах леса. Лесные культуры были заложены в 2013 году. Метод производства лесных культур – посадка вручную под меч Колесова. Вид посадочного материала – 3-х летние сеянцы ели европейской с открытой корневой системой из Лодейнопольского питомника Ленинградской области. Способ подготовки почвы – сплошная вспашка трактором Форвардер с плугом «Дельта». Ширина борозды – 0,8 м., расстояние между ними составило 1,8 м\*3,5 м. Исследование роста культур заключалось в определении высоты, диаметра корневой шейки и длины хвоинок культур. Участок № 1 – вырубка 2012 года, площадь 8,7 га. Тип лесорастительных условий – черничный, А3. Рельеф ровный, с микроповышением. Размер пробной площади 50 м<sup>2</sup>. Представители живого напочвенного покрова: Мхи – плеврозиум Шребера (*Pleurozium schreberi*), гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens*), сфагнум узколистный (*Sphagnum angustifolium*) (в сырых понижениях). Вейник лесной (*Calamagrostis arundinacea*), луговик извилистый (*Avenella flexuosa*), черника миртолистная (*Vaccinium myrtillus*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris*), подмаренник белый (*Galium album*), золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea*), костяника каменистая (*Rubus saxatilis*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium*). Участок № 2 – вырубка 2012 года, площадь 11,0 га. Тип лесорастительных условий – травяно-злаковый, С3. Рельеф ровный, с микроповышением. Пробная площадь 50 м<sup>2</sup>. Представители живого напочвенного покрова: Мхи – плеврозиум Шребера (*Pleurozium schreberi*), дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*), гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens*). Вейник лесной (*Calamagrostis arundinacea*), луговик извилистый (*Avenella flexuosa*), перловник поникающий (*Melica nutans*), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*), седмичник европейский (*Trientalis europaea*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris*), черника миртолистная (*Vaccinium myrtillus*), золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea*), марьянник луговой (*Melampyrum pratense*), иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium*). Участок № 3 – вырубка 2012 года, площадь 7,3 га. Тип лесорастительных условий – кисличник, С3. Рельеф ровный, с микроповышением. Пробная площадь 50 м<sup>2</sup>. Представители живого напочвенного покрова: Мхи – плеврозиум Шребера (*Pleurozium schreberi*), дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*), гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens*). Вейник лесной (*Calamagrostis arundinacea*), луговик извилистый (*Avenella flexuosa*), перловник поникающий (*Melica*

*nutans*), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris*), черника миртолистная (*Vaccinium myrtillus*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) и др.

По данным проведенных исследований выявлено, что леса Койвусельгского участкового лесничества представлены хвойными и лиственными насаждениями высоких классов бонитета. Основным способом лесовосстановления является посадка лесных культур вручную под меч Колесова. Лесные культуры представлены в основном черничным типом леса. Приживаемость культур ели 1 года, созданных с весны 2013 года, в пределах 45–100 %. Сохранность культур ели 3 года, созданных в период с 2013 по 2014 г., составила 52,6–67,6 %. На приживаемость и сохранность лесных культур большое влияние оказывают как природно-климатические условия, так и качество посадки и посадочного материала. Анализ видового состава живого напочвенного покрова показал, что доминантными видами на исследуемых вырубках являются из травяно-кустарничкового яруса *Calamagrostis arundinacea*, *Avenella flexuosa*, *Chamaenerion angustifolium*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Calluna vulgaris*, из мхов *Pleurosium schreberi* и *Hylocomium splendens*. По средним показателям высоты на участке № 2 культуры ели отстают в росте на  $5,37 \pm 0,02$  см и на  $6,07 \pm 0,01$  см от культур ели на участках № 1 и № 3 соответственно. Наилучший показатель роста ( $26,57 \pm 0,07$  см) у культур ели на участке № 3. Средний показатель роста культур ели на участке № 1 составил  $25,87 \pm 0,06$  см. На участках № 1 и № 3 средний диаметр у культур ели выявлен одинаковый –  $0,25 \pm 0,02$  см. На участке № 2 средний диаметр культур несколько ниже ( $0,21 \pm 0,01$  см). Вырубка (участок № 2) из-под травяно-злакового типа леса характеризуется наибольшим видовым составом живого напочвенного покрова (11 видов), что обуславливает более низкие показатели роста культур ели – высоты и диаметра корневой шейки. Виды живого напочвенного покрова отличаются активным ростом и заглушают рост культур ели. В связи с этим необходимо проводить агротехнические уходы. На участке № 2 средняя длина хвоинок также имеет наименьшее значение –  $0,95 \pm 0,02$  см. На участке № 1 средняя длина хвоинок составила  $1,10 \pm 0,04$  см – наибольший показатель. Таким образом, показатели роста культур ели на вырубках из-под черничного и кисличного типов леса выше, чем у культур ели на вырубке из-под травяно-злакового типа леса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хлюстов В.К., Гаврилова О.И., Морозова И.В. Лесные культуры Карелии (Этапы раннего возраста). М.: ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2007. 223 с.

## ЗАПАСЫ КРУПНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ОСТАТКОВ В СПЕЛЫХ СОСНЯКАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

Мошников С.А., Ананьев В.А., Матюшкин В.А.

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
moshniks@krc.karelia.ru*

Леса Российской Федерации занимают площадь около 800 млн. га. Наличие столь огромной территории с различными климатическими условиями – от субтропиков и лесостепи до лесотундры требует точной и адекватной оценки природных ресурсов. На фоне приобретающих все большую важность вопросов углеродного баланса Земли, запасы органического углерода ( $C_{\text{орг.}}$ ) лесов России также нуждаются в качественной оценке. По мнению многих исследователей, наибольшие сложности вызывает определение запасов  $C_{\text{орг.}}$  в пулах почвы и крупных древесных остатков (КДО). Считается, что одной из основных причин расхождений в существующих оценках общих запасов и потоков углерода в лесах России является именно недостаток информации о запасах КДО в лесах России [1].

Общей целью исследования явилось уточнение запасов КДО в сосновых лесах среднетаежной подзоны на территории Республики Карелия, выявление закономерностей, связей с таксационными показателями насаждений и их тесноты для дальнейшей оценки запасов крупных древесных остатков и соответствующего пула углерода на основе материалов Государственного Лесного Реестра. В качестве изучаемой породы выбрана сосна ввиду ее доминирования в Лесном фонде республики. В связи с краткостью данного сообщения в качестве объекта выбрана группа древостоев в возрасте 81–120 лет.

Проведенное исследование несколько расширило понимание структуры и динамики КДО, а также выявило ряд закономерностей. Согласно полученным результатам запас КДО ( $M_{\text{КДО}}$ ) в спелых сосняках варьирует в довольно широких пределах – от 0 до 180 м<sup>3</sup>/га и в среднем составляет почти 51 м<sup>3</sup>/га. В первую очередь на величину показателя влияет несколько факторов: возраст, лесорастительные условия, структура и состав насаждения, пожары, ранее проведенные рубки и т.п. Количество ослабленных и усыхающих древесных растений также может увеличить активное рекреационное использование лесов – вследствие уплотнения почвы, повреждения корневых систем и стволов отдыхающими.

Наибольшими значениями характеризуются сосняки черничные (71 м<sup>3</sup>/га), наименьшими – лишайниковые (менее 20 м<sup>3</sup>/га). Брусничный и багульниковый типы леса обладают близкими показателями (34 и 31 м<sup>3</sup>/

га соответственно). Минимальные значения в сосняках лишайниковых определяются низкими темпами роста и, соответственно, изреживания древостоя и, возможно, периодическим уничтожением части КДО в ходе пожаров.

Подтвердилась выявленная ранее (при анализе материалов ПП без возрастных ограничений) зависимость  $M_{\text{КДО}}$  от запаса древостоя [2]. Увеличение последнего закономерно сопровождается ростом запаса древесного детрита в биогеоценозе. При этом обнаружена связь  $M_{\text{КДО}}$  с классом бонитета насаждения, не выявленная на более ранних этапах исследования. Установлено, что снижение класса бонитета сопровождается соответствующим изменением запаса КДО. Коэффициент корреляции, вычисленный по сгруппированным согласно правилу Стерджесса данным, достигает 0,8.

Проявилось влияние несплошных рубок различной давности и интенсивности на величину исследуемого показателя. Анализ данных учетов 9 ПП показал, что запасы КДО в сосняках со следами ранее проведенных рубок оказываются ниже, чем в незатронутых рубками. Закономерность прослеживается в древостоях с интенсивностью изреживания до 15–20 % по числу стволов (150 пней/га). Дальнейшее увеличение процента выборки не столь однозначно сказывается на  $M_{\text{КДО}}$ , возможно из-за роста повреждаемости деревьев при проведении рубки.

Таким образом, продуктивность насаждения, наряду с возрастом, является одним из основных факторов, обуславливающих запас крупных древесных остатков в спелых сосняках средней тайги. Именно этот показатель во многом определяет особенности роста древесных растений, породного состава, внутри- и межвидовых отношений, а в дальнейшем сроки и интенсивность естественного изреживания в насаждении. Наиболее продуктивным дендроценозам свойственны не только высокие показатели роста, но и соответствующая эффективность механизма регуляции численности.

Обнаружена тенденция уменьшения запаса крупных древесных остатков в насаждениях, пройденных рубками в сравнении с незатронутыми. Можно предположить, что это обусловлено снижением напряженности конкуренции в разреженных древостоях.

Выявленные закономерности косвенно подтверждают необходимость проведения рубок ухода. Значимость лесоводственных мероприятий возрастает с повышением продуктивности насаждений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Трейфельд Р.О., Кранкина О.Н.* Определение запасов и фитомассы древесного детрита на основе данных лесоустройства // Лесное хозяйство. №4. 2001. С. 23–26.

2. Мошников С.А., Ананьев В.А., Матюшкин В.А. Запасы крупных древесных остатков в сосновых лесах среднетаежной подзоны Северо-Запада России (на примере Карелии) // Мат-лы II Всеросс. научной конф. с международн. участием «Научные основы устойчивого управления лесами». Москва, 25–27 октября 2016 г. С. 91–92.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛЕРОДА В АЦЕПТОРНЫХ ОРГАНАХ СЕЯНЦЕВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ

Мощенская Ю.Л., Галибина Н.А., Новицкая Л.Л., Никерова К.М.

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
moshchenskaya@krc.karelia.ru*

Известно, что среди физиологических проблем, связанных с продуктивностью древесных растений, центральное место занимают вопросы накопления органического вещества в древесной биомассе. В ходе образования древесины (ксилогенеза) происходит фиксация углерода в составе полимерных компонентов клеточных стенок ксилемы. Основной транспортной формой углеводов у древесных растений является сахароза, включение которой в метаболизм акцепторных тканей не возможно без ее предварительного расщепления инвертазой (ИINV) и/или сахарозосинтазой (СС).

Карельская береза (*Betula pendula* Roth var. *carelica*) является формой березы повислой (*B. pendula* Roth), у которой в результате отклонений в деятельности камбия увеличивается число паренхимных клеток и формируется аномальная по строению (узорчатая) древесина [4]. Данные, полученные ранее на взрослых растениях березы повислой, говорят о том, что изменение программы дифференцировки клеток камбиальной зоны карельской березы, ведущее к повышению степени паренхиматизации проводящих тканей, связано с интенсивным гидролизом сахарозы в апопласте, о чем свидетельствуют высокие значения активности апопластной инвертазы (АпИINV)[2]. Было показано, что увеличение активности АпИINV в акцепторных органах карельской березы происходит на фоне снижения активности СС [1].

В ходе проведенной работы в акцепторных органах разновозрастных сеянцев березы повислой была изучена активность АпИINV и СС и экспрессия генов, их кодирующих. Показано, что снижение активности СС в акцепторных органах сеянцев карельской березы происходит за счет снижения уровня транскрипции генов *SUS1*, *SUS2*, *SUS3*, кодирующих изоформы СС (SuSy1, SuSy2, SuSy3). В случае АпИINV не было выявлено положительной корреляции между активностью фермента и уровнем транскрипции кодирующих генов (*CWIN1*, *CWIN2*, *CWIN3*). Известно, что регуляция активности АпИINV наряду с контролем через изменение уровня транскриптов, может

осуществляться за счет изменения рН среды, а также определяется наличием белковых ингибиторов инвертаз. Анализ уровня экспрессии гена *CIF*, кодирующего ингибитор апопластной и вакуолярной инвертазы, показал, что у сеянцев березы повислой, для которых характерны низкие значения активности АпИInv, наблюдаются высокие значения уровня экспрессии *CIF*.

Действие белковых ингибиторов на активность апопластной инвертазы регулируется наличием сахарозы. Известно, что высокая концентрация сахарозы в растительной клетке нивелирует эффект действия белковых ингибиторов, препятствуя снижению активности АпИInv. В ранее проведенных на сеянцах березы повислой исследованиях было показано, что содержание сахарозы в ксилеме сеянцев обычной березы повислой выше по сравнению с карельской березой [3].

Наряду с изучением генов, кодирующих сахарозорасщепляющие ферменты, мы проводили анализ уровня экспрессии генов, кодирующих белок-переносчик сахарозы (*BpSUC1*) и белки переносчики гексоз (*BpHEX1*, *BpHEX2*). У растений, выращенных из семян карельской березы, имеющих высокие значения активности АпИInv в стебле, которые приводят к генерации большого количества гексоз, наблюдалось высокое содержание мРНК генов *BpHEX1* и *BpHEX2*, в то же время они имели более низкий уровень экспрессии гена *BpSUC1* по сравнению с растениями обычной березы повислой.

Таким образом, различие путей распределения углерода в акцепторных органах сеянцев обычной березы и карельской березы определяется состоянием генома, которое проявляется уже на ранних этапах развития растения до начала формирования характерной аномальной по структуре древесины.

*Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-04-100639\_p\_a.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Галибина Н.А., Новицкая Л.Л., Красавина М.С., Мощенская Ю.Л. Активность сахарозосинтазы в тканях ствола карельской березы в период камбиального роста // Физиология растений. Т. 62, № 3. 2015. С. 410–419.
2. Галибина Н.А., Новицкая Л.Л., Красавина М.С., Мощенская Ю.Л. Активность инвертазы в тканях ствола карельской березы. Физиология растений. Т. 62, № 6. 2015. С. 804–813.
3. Мощенская Ю.Л., Галибина Н.А., Новицкая Л.Л., Никерова К.М. Дифференциальная экспрессия генов сахарозосинтазного и инвертазного семейства у сеянцев *Betula pendula* Roth // IV Российский симпозиум с международным участием «Фитоиммунитет и клеточная сигнализация у растений». Казань, 2016. С. 101–102.
4. Новицкая Л.Л. Карельская береза: механизмы роста и развития структурных аномалий. Петрозаводск: Verso, 2008. 144 с.

## **ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО ВНЕСЕНИЯ ФОСФОРНЫХ И КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ НА АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

**Неронова Я.А.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, neronovaya@mail.ru*

Технические свойства древесины являются решающими в области ее применения и обусловлены ее строением. Изменение плотности внутри ствола дерева в определенной мере вызвано различными размерами и свойствами клеточных стенок, а также объемами полостей клеток. Как правило, древесина с высокой плотностью имеет: большой диаметр волокон, толстые стенки, высокий процент поздней древесины.

Древесные кольца являются одним из интереснейших объектов анатомических исследований. Основными анатомическими характеристиками, используемыми для качественной оценки годовичных колец хвойных, являются: число рядов трахеид в пределах годовичного кольца; радиальный размер клеток – диаметр люмена; толщина клеточной стенки.

Применение минеральных удобрений приводит к значительным изменениям в строении и качестве древесины.

Результатом действия минеральных удобрений является изменение радиального прироста и доли поздней древесины в годовичном слое.

Объектами исследований являлись 53-летние культуры сосны, созданные посевом на вересково-паловой вырубке. Удобрения вносили ежегодно с 7-летнего возраста в течение 30-ти лет. Доза внесения фосфора – 120 кг/га и калия – 60 кг/га.

Изучение анатомических характеристик древесины было проведено на кернях, отобранных на модельных деревьях на высоте 0,15 м возрастным буровом Пресслера. На роторном микротоме изготавливались поперечные срезы толщиной 30 мкм. Измерения анатомических характеристик проводили при помощи программ цифровой обработки компьютерных изображений Sigma Scan Pro и GIMP 2.

Анализ полученных результатов показал, что среднее число рядов ранних и поздних трахеид на вариантах с внесением удобрений было выше контрольных значений (в среднем: ранних +14 %, поздних +42 %).

В процессе роста культур наиболее высокое повышение числа рядов трахеид при сравнении с контрольным участком происходило в первые два десятилетия роста культур (3-й – 10-й годы после внесения удобрений (+27 %), затем влияние минеральных удобрений постепенно снижалось

(+5 %). Значительное повышение общего числа рядов трахеид наблюдалось уже в пятом десятилетии роста культур (+47 %).

Число рядов ранних трахеид с повышением возраста культур постепенно снижалось, за исключением участка с внесением фосфорно-калийных удобрений (РК). Число рядов ранних трахеид на этом варианте практически не изменялось, кроме 4-ого десятилетия роста, где происходило их снижение (–30 %).

Число рядов поздних трахеид по-разному изменялось на различных вариантах опыта на протяжении роста культур.

Толщина стенки ранних трахеид на всех вариантах была ниже контрольного значения (в среднем – 11 %) и отличалась очень незначительно.

В процессе роста культур происходило постепенное повышение толщины стенки ранних трахеид на вариантах с внесением Р, К, (+60 %, +18 %).

Древесина участка с внесением РК имела неравномерную толщину стенки ранних трахеид в процессе роста.

На варианте с применением удобрений РК происходило формирование более тонкостенных поздних трахеид, в отличие от участков с внесением фосфорных и калийных удобрений.

Средний диаметр люмена ранних и поздних трахеид был выше контрольного, кроме варианта с внесением фосфорно-калийных удобрений (РК: ранних – 2 %, поздних – 14 %).

Образование поздних трахеид большего диаметра происходило во второе десятилетие роста культур, что, возможно, связано с климатическими условиями. В дальнейшем их диаметр постепенно снижался, кроме варианта К, где он практически не изменялся.

Таким образом, на участках с внесением фосфора (Р) и калия (К) в поздней зоне происходило формирование более толстостенных трахеид (Р +10 %, К +6 %) большего диаметра (Р +15 %, К +9 %) в сравнении с контролем. Наиболее высокие значения толщины стенки и диаметра поздних трахеид в сравнении с другими вариантами отмечались на варианте с внесением фосфора.

При оценке анатомических характеристик, можно говорить о формировании более качественной древесины на участках с внесением фосфора и калия.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИЛ КарНЦ РАН № 0220-2014-0011.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Петренко А.Е.* Радиальный прирост и структура средневозрастных древостоев сосны в Красноярской лесостепи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Красноярск, 2009. 19 с.

2. *Полубояринов О.И.* Плотность древесины. М.: «Лесная промышленность», 1976. 160 с.

3. *Паавилайнен Э.* Применение минеральных удобрений в лесу. М., 1983. 92 с.

4. *Степаненко И.И.* Влияние удобрений на анатомическое строение древесины сосны в разных типах леса // Лесной журнал. 2000. № 4. С. 126–136

5. *Шубин В.И., Гелес И.С.* Повышение производительности культур сосны и ели на вырубках. П.: Карельский научный центр АН СССР, 1991. 176 с.

## **БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОСОСЛОЙНОЙ ДРЕВЕСИНЫ У СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

**Никерова К.М., Галибина Н.А., Синькевич С.М., Мощенская Ю.Л.,  
Подгорная М.Н., Софронова И.Н.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
knikerova@yandex.ru*

Аномальная древесина нередко встречается в природе у древесных растений, среди них карельская береза, сосна обыкновенная, ольха черная, яблоня, клен. Причина появления аномальной древесины – специфические и неспецифические структурные изменения стебля. Первые вызваны паразитарными агентами, а вторые закладываются в апикальных меристемах и в камбии. Апикальные аномалии могут проявиться в появлении «ведьминых метл», фасциаций, карликовых и стелящихся форм. Камбиальные выражаются в виде нарушения упорядоченности направления антиклинальных делений (косослой, волнистая древесина, узорчатая древесина карельской березы) или нарушения частоты и направления антиклинальных делений (придаточные органы, капы и сувели) [1].

У сосны обыкновенной нарушение камбиальной деятельности внешне проявляется наличием косослоя [2–4] – спирального расположения волокон древесины вокруг продольной оси ствола. Косослой наследуется в потомстве, что позволяет рассуждать о генетических причинах его возникновения [2]. Однако в одном и том же насаждении могут встречаться деревья разные по углу и направлению наклона волокон. На степень проявления косослоя могут влиять различные внешние факторы, в том числе климатические и почвенные условия [2]. Косослой изменяет свойства древесины: значительно ухудшается ее качество, затрудняется обработка. Чем больше волокна отклоняются от продольного направления, тем меньшую прочность будет иметь древесина.

Наши исследования, выполненные на деревьях карельской березы с разной степенью узорчатости, показали, что аномальная древесина харак-

теризуется нарушением метаболических реакций у растения, что отражается в особенностях работы ферментных систем углеводного обмена и антиоксидантной системы [5–7].

Мы предположили, что косослой у сосны обыкновенной, возможно, также отразится в нестандартной работе ферментных систем. Для эксперимента мы отбирали деревья сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. в возрасте 150–300 лет с прямослойной древесиной и с проявившимся косослоем, выраженным в разной степени (от 2 до 12 градусов наклона). Место отбора: Деревянное лесничество, Карелия. В тканях ствола (ксилема, флоэма) были определены активности сахарозосинтазы (СС), апопластной инвертазы (АпИInv), пероксидазы (ПОД), каталазы (КАТ), а также содержание крахмала, сахарозы, и моносахаров (глюкозы, фруктозы).

Отметим, что прямослойные деревья сосны обыкновенной имели гораздо больший прирост древесины, нежели деревья с выраженным пороком, что уже изначально подчеркивает тот факт, что у деревьев без признаков аномалий интенсивнее протекают ростовые процессы, а у косослойных растений преобладают процессы вторичного метаболизма.

Биохимический анализ позволил нам впервые обнаружить разный механизм утилизации сахарозы у деревьев с прямослойной древесиной и наличием косослоя. По мере увеличения угла косослоя отмечена тенденция на понижение активности СС в тканях ствола, что говорит об уменьшении роли СС в расщеплении сахарозы. У косослойных растений сахара выходит в апопласт и утилизируется там за счет деятельности АпИInv. За увеличением активности АпИInv в ксилеме и, особенно, во флоэме последовало возрастание активности ферментов антиоксидантной системы, вызванное образованием субстратов и активных форм кислорода в ходе включения продуктов расщепления сахарозы – глюкозы и фруктозы – апопластной инвертазой в цикл Кребса и пентозо-фосфатный путь. Такая связь активностей АпИInv и ПОД, как предполагается, объясняется регуляцией процессов за счет экспрессии *PR*-генов [8]. Кроме того, происходило сокращение количества сахарозы и моносахаров, которые интенсивно расходовались на синтез запасного метаболита крахмала в ксилеме, что подтверждается увеличением его содержания.

Обнаруженные закономерности требуют дальнейшего более детального изучения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коровин В.В. Структурные аномалии стебля древесных растений / В.В. Коровин, Л.Л. Новицкая, Г.А. Курносов. М.: МГУЛ, 2001. 259 с.
2. Kubler H. Function of spiral grain in trees // Trees. 1991. Vol. 5, N 3. P. 125–135.

3. Wloch W., Mazur E., Beltowski M. Formation of spiral grain in the wood of *Pinus sylvestris* L. // *Trees*. 2002. Vol. 16, N 4. P. 306–312.

4. Schulgasser K., Witzum A. The mechanism of spiral grain formation in trees // *Wood Sci. Technol.* 2007. Vol. 41. P. 133–156.

5. Галибина Н.А., Новицкая Л.Л., Никерова К.М. Избыток экзогенных нитратов подавляет формирование аномальной древесины у карельской березы // *Онтогенез*. 2016а. Т. 47, № 2. С. 83–91.

6. Галибина Н.А., Мошкина Е.В., Никерова К.М., Мощенская Ю.Л., Знаменский С.Р. Активность пероксидазы как индикатор степени узорчатости древесины карельской березы // *Лесоведение*. 2016. № 4. С. 294–304.

7. Никерова К.М., Галибина Н.А. Влияние нитратного азота на пероксидазную активность в тканях *Betula pendula* Roth var. *pendula* и *B. pendula* var. *carelica* (Mercklin) // *Сибирский лесной журнал*. 2017. № 1. С. 15–24.

8. Zhang C., Han L., Slewinski T.L., Sun J., Zhang J., Wang Z-Y., Turgeon R. Symplastic Phloem Loading in Poplar // *Plant Physiol.* 2014. Vol. 166. P. 306–313.

## РЕГУЛЯЦИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ЧЕРЕЗ ИЗМЕНЕНИЕ УГЛЕВОДНОГО И ГОРМОНАЛЬНОГО СТАТУСОВ КАМБИАЛЬНОЙ ЗОНЫ

Новицкая Л.Л., Галибина Н.А., Мощенская Ю.Л., Николаева Н.Н.,  
Никерова К.М., Тарелкина Т.В.

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
novits@krc.karelia.ru*

Формирование древесины включает в себя образование ее структурных элементов и синтез полимерных компонентов клеточной стенки. Древесина составляет до 80 % биомассы дерева, поэтому поиск путей эффективного управления процессом ее формирования является актуальным с точки зрения повышения продуктивности древесных растений.

В состав древесины входят элементы, выполняющие водопроводящую (трахеиды, сосуды), опорно-механическую (волоконистые трахеиды, волокна либриформа) и запасающую (клетки паренхимы) функции. Из перечисленных функций следует, что изменение количественного соотношения структурных элементов влияет на качество древесины, а также на рост, развитие и продуктивность дерева в целом. Формирование древесины происходит в результате деятельности камбия. Деление, рост и дифференцировка клеток камбиальной зоны древесного растения обеспечиваются притоком фотоассимилятов из листьев. Основной транспортной формой фотоассимилятов у древесных растений умеренной зоны является сахароза. Вовлечение сахарозы в обмен веществ осуществляют ферменты сахарозосинтаза (СС) и инвертаза (Инв). На примере обычной березы повислой (ОБ, *Betula pendula* var. *pendula*) показано, что формирование древесины с нормальным (типичным для вида) соотношением

структурных элементов связано с высокой активностью СС [1]. При формировании древесины с высоким процентным содержанием паренхимы (узорчатая древесина карельской березы – КБ, *B. pendula* var. *carelica*) активность СС в ксилеме понижена [1]. Это вызывает торможение оттока сахарозы из флоэмы. Во флоэме КБ избыток сахарозы выводится в апопласт, где она расщепляется апопластной Инв [2] с образованием глюкозы и фруктозы. Известно, что глюкоза и фруктоза (а) индуцируют синтез запасных метаболитов [3], (б) могут превращаться в УДФ-глюкозу (УДФГ) [6], которая взаимодействует с гормонами (ауксином и гиббереллином) и переводит их в конъюгированное (неактивное) состояние [7]. Ауксин и гиббереллин необходимы для дифференцировки сосудов и волокон древесины [4]. Их инактивация блокирует данный процесс. Представленные данные позволили нам предположить, что интенсивный синтез гексоз является ключевым звеном в изменении структуры древесины путем уменьшения доли водопроводящих и механических элементов и увеличения доли клеток запасяющей паренхимы.

Реакцию синтеза конъюгата ауксина – ИУК-глюкозы, катализирует фермент ИУК-глюкоза синтаза. В тканях КБ мы выявили высокий уровень экспрессии гена, кодирующего ИУК-глюкоза синтазу, тогда как у ОБ его транскрипты едва обнаруживались. Существует тесная взаимосвязь между сверхэкспрессией данного гена и высокой активностью фермента [8]. Таким образом, наши данные указывают на высокую активность ИУК-глюкоза синтазы в тканях ствола КБ.

Субстратом для образования ИУК-глюкозы, помимо ИУК, служит УДФГ. Основной вклад в синтез УДФГ в растениях осуществляют сахаросинтаза (СС) и УДФГ-пирофосфорилаза (УДФГ-ПФ) [6]. В ксилеме КБ активность СС низкая (0,11 мкмоль/мг белка за 30 мин), а активность УДФГ-ПФ очень высокая (3,40 мкмоль/мг белка за 1 мин). Из этого следует, что источником УДФГ для синтеза ИУК-глюкозы, скорее всего, служит реакция, катализируемая УДФГ-ПФ, в ходе которой УДФГ образуется из Глюкозо-1- фосфата. Недавно было показано, что источником Глюкозо-1- фосфата в клетках могут быть гексозы, образующиеся при расщеплении сахарозы с участием Инв, более того Инв может обеспечивать количество УДФГ, необходимое для нормального роста и развития растения [5]. У КБ из всех форм Инв наибольшей активностью обладает апопластная инвертаза, причем как в ксилеме, так и во флоэме КБ активность фермента намного выше, по сравнению с ОБ. На основании этого мы делаем вывод, что основным источником гексоз для синтеза Глюкозо-1- фосфата у КБ служат моносахара, поступающие в клетку из апопласта.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-04-01191\_а.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Галибина Н.А., Новицкая Л.Л., Красавина М.С., Мощенская Ю.Л. Активность сахарозосинтазы в тканях ствола карельской березы в период камбиального роста // Физиол. раст. 2015. Т. 62, № 3. С. 410–419.
2. Галибина Н.А., Новицкая Л.Л., Красавина М.С., Мощенская Ю.Л. Активность инвертазы в тканях ствола карельской березы // Физиол. раст. 2015. Т. 62, № 6. С. 804–813.
3. Курсанов А.Л., Прасолова М.Ф., Павлинова О.А. Пути ферментативного расщепления сахарозы в корне сахарной свеклы в связи с его аттрагирующей функцией // Физиол. раст. 1989. Т. 36, № 4. С. 629–641.
4. Aloni R. Ecophysiological implications of vascular differentiation and plant evolution // Trees. 2015. V. 29. P. 1–16.
5. Barratt, D.H.P., Derbyshire P., Findlay K., Pike M., Wellner N., Lunn J., Feil R., Simpson C., Maule A. J., Smith, A.M. Normal growth of Arabidopsis requires cytosolic invertase but not sucrose synthase // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 2009. V. 106. P. 13124–13129.
6. Kleczkowski L.A., Kunz S., Wilczynska M. Mechanisms of UDP-Glucose Synthesis in Plants // Critical Reviews in Plant Sciences. 2010. V. 29. P. 191–203.
7. Ludwig-Müller J. Auxin conjugates: their role for plant development and in the evolution of land plants // J. Exp. Bot. 2011. V. 9. P. 1–17.
8. Ostrowski M., Jakubowska A. UDP-Glycosyltransferases of plants // Advances in Cell Biol. 2014. V. 4. P. 43–60.

## ОСОБЕННОСТИ ЭПИФИТНОГО МОХОВОГО ПОКРОВА СТВОЛОВ ОСИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*POPULUS TREMULA* L.) В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ

Обабко Р.П.<sup>1</sup>, Тарасова В.Н.<sup>1</sup>, Бойчук М.А.<sup>2</sup>, Боровичев Е.А.<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск,  
gotararrot@mail.ru;

<sup>2</sup>Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
boychuk@krc.karelia.ru;

<sup>3</sup>Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск;

<sup>4</sup>Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН,  
Апатиты, borovichyok@mail.ru

Исследования выполнены на четырех особо охраняемых природных территориях (заповедник «Кивач», Национальный парк «Водлозерский», заказники «Кижский» и «Заозерский») и в Петрозаводском городском округе в осиновых и еловых лесах. Все изученные фитоценозы принадлежат к единому экологодинамическому ряду, представляющему восстановительную динамику ельника черничного зеленомошного через стадию осинового леса, и имеют давность нарушения от 80 до 450 лет. Цель исследования – изучение видовой разнообразия и особенностей формирования эпифитного мохового покрова стволов

осины в зависимости от характеристик местообитания: общих параметров сообществ (давность нарушения, доля участия ели в древостое, сомкнутость и сумма сечений древостоя), характеристик деревьев (возраст, высота, диаметр, параметры кроны) и микроусловий (экспозиция, угол наклона, сквозистость древостоя). Сбор данных осуществляли на 24 постоянных пробных площадях размером 1 га (100 x 100 м), на которых выполняли полные описания сообществ, с учетом требований, принятых в геоботанике. Описания эпифитного покрова на стволах деревьев осины выполнены у основания ствола и на высоте 1,3 м от земли с четырех сторон света (север, юг, запад, восток) при помощи рамки 25x25 см. В работе анализируются данные 1654 описаний 207 деревьев, определение видов выполнено на основе изучения более 1000 образцов мохообразных.

Было установлено, что в формировании эпифитного покрова стволов осины принимают участие 44 вида мохообразных – 32 вида мхов и 12 видов печеночников. Подавляющее число видов мохообразных, выявленных на осине, представлены широко распространенными видами. При этом, 8% от общего числа видов (2 мха и 1 печеночник) – *Plagiomnium drummondii*, *Neckera pennata*, *Lejeunea cavifolia* занесены в Красную книгу Карелии [2], и 20 % видов (5 мхов и 3 печеночника) – *Eurhynchiastrum pulchellum*, *Homalia trichomanoides*, *Mnium stellare*, *Neckera pennata*, *Orthotrichum obtusifolium*, *Lejeunea cavifolia*, *Liochlaena lanceolata*, *Neoorthocaulis attenuatus* являются индикаторами малонарушенных лесов [1]. Большая часть видов мохообразных на стволах осины поселяется у основания ствола. По сути, здесь проявляется «экотонный эффект» и встречаются виды, характерные как для эпигейной, эпиксильной, эпилитной и эпифитной флоры. На высоте 1,3 м от земли число настоящих эпифитов возрастает. Основными участниками эпифитного покрова стволов осины являются: мхи – *Brachytheciastrum velutinum*, *Brachythecium salebrosum*, *Hylocomium splendens*, *Mnium stellare*, *Orthotrichum speciosum*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Pylaisia polyantha*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Sanionia uncinata* и *Serpoleskea subtilis*, печеночники – *Ptilidium pulcherrimum* и *Radula complanata*, лишайники – *Bacidia subincompta*, *Biatora efflorescens*, *Cladonia sp.*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora sp.*, *Lecidea sp.*, *Lepraria sp.*, *Leptogium saturninum*, *Lobaria pulmonaria*, *Mycobilimbia sp.*, *Nephroma sp.*, *Ochrolechia sp.*, *Parmelia sulcata*, *Peltigera sp.*, *Pertusaria sp.*, *Phlyctis argena*. На долю этих видов приходится 94 % покрытия у основания ствола и 88 % – на высоте 1,3 м от земли. Общее проективное покрытие мохообразных и лишайников на стволах осины варьирует от 0 до 100 %; у основания ствола, в среднем, составляет 70 %, а на высоте 1,3 м – 34 %.

На долю мохообразных у основания ствола приходится 60 % общего покрытия, на высоте 1,3 м – 16 %.

Наибольшее число выявленных зависимостей между 13 характеристиками эпифитного мохового покрова (общее покрытие, среднее число видов и покрытия доминантных мхов и печеночников) и условиями местообитания выявлено с высотой по стволу (12), углом наклона (8) и сбегистостью ствола (8). Также большое влияние на эпифитный покров оказывает возраст дерева (7) и доля участия ели в древостое (7). С давностью нарушения выявлено 6 зависимостей из 13. Данные характеристики местообитания отражают действие трех важнейших факторов, определяющих формирование эпифитного мохового покрова: время, развитие субстрата и условия увлажнения. Повышенная степень увлажнения создает условия для развития на стволах осины мощного мохового покрова, что оказывает существенное влияние на лишайники, проигрывающим мхам в конкурентной борьбе. Поэтому лишайники и мхи на стволах осины чаще всего занимают разные экологические ниши.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Конечная Г.Ю., Курбатова Л.Е., Потемкин А.Д., Гимельбрант Д. Е., Кузнецова Е.С., Змитрович И.В., Коткова В.М., Малышева В.Ф., Морозова О.В., Попов Е.С., Яковлев Е.Б., Andersson L., Кияшко П.В., Skujienė G. Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России. Т. 2. Пособие по определению видов, используемых при обследовании на уровне выделов / Отв. ред. Л. Андерссон, Н.М. Алексеева, Е.С. Кузнецова. СПб., 2009. 258 с.
2. Красная книга Республики Карелия. Петрозаводск: Карелия, 2007. 368 с.
3. Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A. et al. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // *Arctoa*. 2006. Vol.15. P. 1–130.
4. Konstantinova N.A., Bakalin V.A., Andreeva E.N., Bezgodov A.G., Borovichev E.A., Dulin M.V. & Mamontov Yu.S. Checklist of liverworts (Marchantiophyta) of Russia. // *Arctoa*. 2009. Vol. 18. P. 1–63.

## ВНУТРИВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЕ

**Овчинникова Н.Ф.**

*Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск,  
nf@ksc.krasn.ru*

Внутривидовая изменчивость живых организмов выявляется на всех стадиях онтогенеза и уровнях организации, включая генетический. Прослеживается влияние степени внутривидовой изменчивости на устойчивость и производительность разных сообществ [2]. У деревьев вид исторически определяется по морфологическим признакам, принятым за «ви-

доспецифические». У лесообразующих древесных бореальной зоны подразумевается наличие «чистых» видов. Отклонение от «нормы» деревьев в отдельных популяциях связывается и объясняется «гибридизацией» [3 и др.]. На это ориентированы и современные молекулярные исследования. Однако есть основания выделяемые зоны «естественной гибридации» рассматривать не как зоны схождения «чистых» видов, а как территории с «инициальным» геномом, изменчивость и адаптивность которого проявляется в разнообразных условиях роста при отсутствии длительного отбора фактором, формирующим и закрепляющим «видоспецифический» признак [1, 7]. Необходимо дифференцировать варианты (как обратимые, так и необратимые) морфологической изменчивости (полиморфизм) и изменчивости поведения (полиреактивность) особей одного вида [8].

Лесные экосистемы являются вероятностно-детерминированными. Литературные и оригинальные данные долговременного мониторинга лесной растительности на постоянных объектах [4, 5] позволяют заключить, что стабильность сообществ лесообразующих пород обеспечивается межвидовой и внутривидовой изменчивостью, а также «избыточной» численностью и плотностью на первых стадиях онтогенеза и начальных этапах восстановительной сукцессии. Последнее генетически обусловлено способностью и интенсивностью возобновления, адаптивностью к условиям окружающей среды.

Как показывают наши исследования различных ценопопуляций, изменения и степень изменчивости морфометрических признаков у деревьев разных видов имеют общие зависящие от возраста черты, которые являются проявлением адаптации растущего организма к конкретным условиям роста, а такжеи результатом отбора на разных стадиях онтогенеза определенным лимитирующим фактором [4 и др.]. При проведении лесохозяйственных мероприятий, лесовыращивании и лесоразведении, исторически следуют определенному стандарту, основанному на потребностях людей. При подготовке и отборе посадочного материала требования технические исключают внутривидовое разнообразие. В результате длительного антропогенного отбора «расстраиваются» и сокращаются площади естественных лесов, а игнорирование биологической роли внутривидовой изменчивости ведет к созданию относительно недолговечных, неустойчивых к разнообразным природным факторам, а главное, практически не возобновляемых искусственных насаждений.

Для понимания и введения в практику лесного хозяйства, ориентированного на возобновление лесных ресурсов, «классические» представления о сукцессионных процессах должны уточняться и пересматриваться с учетом последних данных науки, основанных на фактических материалах [6].

Для получения объективных знаний об относительно долго развивающихся и живущих лесообразующих видах и сообществах бореальных лесов необходима разработка и принятие мер для сохранения научных объектов и продолжения долговременных стационарных исследований лесной растительности в России.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Вавилов Н.И.* Происхождение и география культурных растений. Л.: Наука, 1987. 440 с.
2. Динамика популяционных генофондов при антропогенных воздействиях / Под ред. Ю.П.Алтухова. М.: Наука, 2004. 619 с.
3. *Коропачинский И.Ю., Милютин Л.И.* Естественная гибридизация древесных растений. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2006. 223 с.
4. *Овчинникова Н.Ф.* Возобновительные процессы в производных лесах черневого пояса Западного Саяна: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 и 06.03.03. Красноярск, 2005. 205 с.
5. *Овчинникова Н.Ф., Овчинников А.Е.* Учеты деревьев на постоянных пробных площадях Красноярского края: Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2011620706. зарег. 30.09.2011.
6. *Овчинникова Н.Ф.* Стационарные исследования и постоянные пробные площади // Стационарные экологические исследования: опыт, цели, методология, проблемы организации: Мат. Всеросс. совещ. Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник. 2016. С. 121–123.
7. *Овчинникова Н.Ф.* Зона «естественной гибридизации» или «инициального» генома лесообразующих пород? // Генетика популяций: прогресс и перспективы. Мат. Междунар. науч. конф. (17–21 апреля 2017 г., Звенигородская биологическая станция им. С.Н.Скадовского Биологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова). М.: Ваш Формат, 2017. С.195–197.
8. *Романовский М.Г., Щекалев Р.В.* Система вида у лесных растений. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 212 с.

### **ЗОНАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСОВ**

**Онучин А.А., Буренина Т.А., Прысов Д.А.**

*Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН», Красноярск, onuchin@krc.krasn.ru*

Глобальные климатические изменения последних десятилетий и усиливающийся антропогенный пресс на природные экосистемы делают актуальным проведение гидрологических исследований с целью выявления специфики формирования стока рек. В частности, определенный интерес представляет влияние динамики лесистости водосборов на сток в разрезе природных зон и на фоне протекающих климатических изменений.

В качестве тестовых объектов для изучения влияния лесистости на сток были выбраны девять речных бассейнов, расположенных в пределах трех ландшафтных зон: лесотундры, северной и средней тайги.

Лесные экосистемы оказывают существенное влияние на трансформацию структуры водного баланса и перераспределение потоков влаги между суммарным испарением и стоком. Однако гидрологическое значение лесов проявляется в тесной связи с фоновыми климатическими, почвенными и геоморфологическими условиями, поэтому имеют место противоречивые оценки гидрологического значения лесов в части их влияния на сток рек. Несмотря на то, что сформулирована концепция географически детерминированной роли бореальных лесов, которая позволяет объяснять причины существующих противоречий (Онучин 2013, 2015, Onuchin et al., 2016) фактических данных, посредством которых возможно создать состоятельную модель изменения гидрологической роли лесов, в связи с изменением фоновых ландшафтных и климатических условий очень мало.

Анализ 23-летней динамики годового стока девяти водосборных бассейнов Средней Сибири в связи с лесистостью в целом свидетельствует об увеличении стока рек с ростом лесистости. Однако прирост годового стока на каждый процент увеличения лесистости не равнозначен. Наиболее чувствителен к изменению лесистости сток северных рек.

Вместе с тем максимальная интенсивность приращения стока наблюдается при увеличении лесистости от 0 до 10–15 %, а увеличение лесистости водосборов свыше 50 % не сопровождается столь интенсивным приростом стока.

Полученные результаты подтверждают состоятельность концепции географически детерминированной гидрологической роли лесов, которая утверждает, что в условиях суровых зим, лес «работает» как накопитель влаги и является фактором увеличения стока рек, а в условиях мягких зим наоборот лес по сравнению с безлесными угодьями, работает как лучший испаритель.

Такой неоднозначный гидрологический эффект влияния лесов на специфику влагооборота в различных климатических условиях обусловлен тем, что в условиях суровых зим и высокой ветровой активности испарение снега в лесах по сравнению с открытыми участками, на которых развиваются метели, существенно ниже. В условиях мягких зим, при слабой ветровой активности испарение снеговой влаги на открытых участках по сравнению с лесом, полог которого хорошо перехватывает влажный и плотный снег, существенно ниже. Поэтому лесные экосистемы в высоких широтах являются фактором увеличения, а в низких становятся, фактором уменьшения стока рек, что подтверждают результаты исследований, проведенных на водосборах Средней Сибири.

## ПОТОКИ УГЛЕРОДА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В СИСТЕМЕ ПОЧВА-ФИТОЦЕНОЗ В СОСНЯКАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЕТР

Осипов А.Ф., Кутявин И.Н.

*Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН,  
Сыктывкар, osipov@ib.komisc.ru*

Увеличение эмиссии углеродсодержащих парниковых газов в атмосферу оказывает прямое воздействие на изменение климата планеты. В связи с этим особую актуальность приобретают исследования, направленные на оценку связывания органического углерода в фитомассе и почве лесов различных условий местообитания. Цель работы – дать оценку потокам органического углерода в системе почва-фитоценоз в сосняках средней тайги европейской территории России (ЕТР) в зависимости от условий увлажнения почвы.

Исследования выполнены в сосняках, различающихся условиями увлажнения на территории Чернамского и Ляльского стационаров Института биологии КомиНЦ УрО РАН и в буферной зоне Печоро-Илычского биосферного заповедника. Запасы и нетто-продукцию углерода фитоценозов оценивали по их биологической продуктивности. Массу поступающего на поверхность почвы опада определяли с помощью 15–20 опадоуловителей. Интенсивность потока  $\text{CO}_2$  измеряли газоанализатором Li Cor 8100. Методика измерения описана ранее [1].

Запасы углерода в фитомассе сосняков изменяются в широких пределах от 38,5 до 75,1 т га<sup>-1</sup>. В древостоях сосредоточено 89–99 % от общих запасов углерода, более половины (53–62 %) которых концентрирует древесина ствола деревьев. Выявлено статистически значимое влияние условий увлажнения почвы на запасы углерода в растениях напочвенного покрова ( $t=0,64$ ;  $F=6,1$ ;  $P=0,035$ ), тогда как для массы углерода древесного яруса влияние этого фактора статистически не значимо ( $t=-0,59$ ;  $F=4,8$ ;  $P=0,056$ ).

Прирост фитомассы надземных фракций (ANPP) в сосняках изменяется от 0,97 до 2,91 т С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>. Более интенсивное накопление в ANPP отмечено в средневозрастном сосняке черничном, а менее – в старовозрастном сосняке бруснично-лишайниковом. Четких закономерностей во вкладе отдельных фракций фитомассы в ANPP не выявлено, однако в насаждениях на переувлажненных почвах роль напочвенного покрова в общей ANPP выше, по сравнению с сообществами на автоморфных почвах. Влажность почвы оказывает достоверное влияние на ANPP растений напочвенного

покрова ( $r=0,68$ ;  $F=7,66$ ;  $P=0,02$ ), тогда как для ANPP древостоя достоверного влияния не обнаружено. Вероятно, это связано с процессами меж- и внутривидовой конкуренции растений за элементы минерального питания, интенсивность которой изменяется по мере развития древостоя.

Скорость поступления опада органического вещества на поверхность почвы изменяется от 0,47 до 1,29 т С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>. Древесные растения вносят более половины (50–92 %) массы опада. В древесном опаде преобладают хвоя сосны и листья березы. Опад неактивной фракции (ветви, кора, шишки) характеризуется значительной межгодовой вариацией и зависит от погодных условий в течение года. Роль растений напочвенного покрова выше в сообществах на переувлажненных почвах, где отмечается интенсивный ежегодный прирост и значительная биомасса этого яруса.

Разлагающееся на поверхности почвы органическое вещество опада и лесной подстилки формирует поток CO<sub>2</sub> в атмосферу. Установлено, что в течение вегетационного периода с эмиссией диоксида углерода в приспевающем сосняке бруснично-лишайниковом выделяется 3,40 тСга<sup>-1</sup>, в спелом сосняке черничном 2,80±0,48 тСга<sup>-1</sup>, а в спелом чернично-сфагновом 0,86±0,16 тСга<sup>-1</sup>. Неразложившиеся растительные остатки опада формируют лесную подстилку, мощность которой зависит от лесорастительных условий. Так, в сосняках чернично-сфагновых ее мощность составляет 17–21 см, сосняках черничных – 10–12, а бруснично-лишайниковых – 2–5 см.

*Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых-кандидатов наук МК-6670.2016.5*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Осипов А.Ф. Выделение углерода с поверхности почвы спелого сосняка черничного средней тайги Республики Коми // Почвоведение. 2016. № 8. С. 982–990.

## ЛАНДШАФТНАЯ КАРТА ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА ЛИСИНСКОГО НИУП

**Павская М.В.**

*СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, marypav@yandex.ru*

Создана ландшафтная карта на центральную часть Лисинского научно-исследовательского и учебно-опытного полигона, заложенного кафедрой таксации и лесоустройства СПбГЛТУ в рамках НИР «Разработать принципы организации и многоцелевого использования региональных учебных и научно-исследовательских полигонов (на примере Северо-Западного региона России)», начатой в 1997 г. Полигон располагается в 60 км южнее

г. Санкт-Петербург в междуречье рек Луга и Тосна. Большая часть территории исследуемого полигона находится в пределах Лужско-Тосненского ландшафта. На востоке незначительная его часть за р. Тосна относится к Тосна-Волховскому ландшафту. Река Тосна также является границей двух крупных ландшафтных районов Ленинградской области: Тосна-Нарвского и Тосна-Волховского [2]. Ландшафтная карта создавалась по методике ландшафтно-морфологического анализа территорий, разработанной Д.М. Киреевым [1]. В качестве ландшафтных источников информации использовались топографические, геологические и почвенные карты, литературные источники, материалы лесоустройства и панхроматические снимки Landsat-8 USGS (Геологической службы США). Весь объем вышеперечисленных картографических материалов на данную территорию был зарегистрирован в пакете **MapInfo Professional 6.0** в системе географических координат, полученных с топографической карты Ленинградской области масштаба 1:1 000 000. Произведен картографический анализ объектов исследования на основе геоинформационных технологий и дистанционных методов. Выявленные контуры природных территориальных комплексов были оцифрованы с помощью пакета **MapInfo Professional 6.0**.

Лужско-Тосненский ландшафт является низкой и низменной ледниковой, озерно-ледниковой равниной, сложенной соответственно валунными суглинками, ленточными глинами и в незначительной степени водноледниковыми песками. В этом ландшафте Д.М. Киреев выявил два вида ландшафтных местностей, различающихся по внутренней структуре, экологическим режимам земель, составу и производительности лесов:

1. Низкие (51–80 м над уровнем моря) ледниковые слабоволнистые равнины с урочищами конечно-моренных гряд, камов и озов, сложенные валунными суглинками, реже супесями, гравелистыми и валунными песками, питаемые в большей степени атмосферными водами с влажными, реже свежими сураменями, бедными раменями, еловыми субориями и борами вокруг болот, болотными урочищами замкнутых впадин с выпуклой олиготрофной грядово-мочажинной центральной частью, топяной мезотрофной периферией и лесными крайками.

2. Низменные (менее 50 м над уровнем моря) плоские террасированные озерно-ледниковые равнины, сложенные ленточными глинами, реже песками, питаемые атмосферными и натечными водами с переувлажненными еловыми субориями, заболоченными борами, приречными сураменями, плоскими и слабовыпуклыми болотами замкнутых и сточных впадин с мезотрофными топяными фациями [3].

Автором данной работы, с учетом данной выше классификации, в пределах ландшафта также выявлено 2 вида местности. Основой деления служит рельеф и литологический состав четвертичных отложений и связанное с ним положение в рельефе:

1) слабонаклонные низкие моренные равнины с влажными ельниками, реже сосняками;

2) террасированные плоские низменные озерно-ледниковые равнины преимущественно с переувлажненными сосновыми, реже еловыми лесами;

Проанализировав особенности рельефа, ЭГС, условия водноминерального питания и распределение почв и растительности, в пределах местности 1 выявлено четыре вида урочищ, в пределах местности 2 выявлено пять видов урочищ. Среди выявленных видов урочищ два являются общими для местностей вида 1 и 2.

Дальнейшее исследование будет основано на сравнении таксационных характеристик древостоев в границах выявленных природных комплексов. Полученные данные позволят составить рекомендации по ведению лесного хозяйства на ландшафтной основе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Киреев Д.М. Методы изучения лесов по аэроснимкам. Новосибирск: Наука, 1977. 212 с.

2. Киреев Д.М., Сергеева В.Л. Лесное ландшафтоведение. Природные территориальные комплексы России. СПб.: ЛТА, 2000. 100 с.

3. Отчет о НИР «Разработать принципы организации и многоцелевого использования региональных учебных и научно-исследовательских полигонов (на примере Северо-Западного региона России)». Промежуточный отчет. СПб.: СПбГЛТА, 1998. 36 с.

### **ФИТОПАТОГЕННАЯ АКТИВНОСТЬ ОФИОСТОМОВЫХ ГРИБОВ – АССОЦИАНТОВ УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА В ИНВАЗИЙНОМ АРЕАЛЕ КОРОЕДА-ПЕРЕНОСЧИКА**

**Пашенова Н.В., Перцова А.А., Баранчиков Ю.Н.**

*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, ФИЦ КНЦ, Красноярск,  
pasnat@ksc.krasn.ru*

Уссурийский полиграф – *Polygraphus proximus* Blandf. служит в последние годы одним из важных факторов усыхания пихтовых лесов на юге Сибири. В своем естественном ареале, на российском Дальнем Востоке, этот короед не имеет хозяйственного значения. Попав в последней четверти прошлого века в Сибирь, он хорошо адаптировался к новым условиям. Успех инвазии во многом обусловлен низкой устойчивостью к уссурийскому полиграфу новой кормовой породы – пихты сибирской [1].

Известно, что почти все агрессивные короеды переносят офиостомовые грибы, спорами которых они заражают проводящие ткани стволов, втачиваясь под кору. Среди грибов, связанных с вредителями, как правило, присутствует хотя бы один вид, способный развиваться в тканях живого растения-хозяина, то есть, проявляющий фитопатогенные свойства [5].

Комплексе офиостомовых грибов, связанных с уссурийским полиграфом в его естественном ареале, был охарактеризован японскими исследователями [4]. Экспериментально было показано, что наибольшую агрессивность при колонизации флоэмы и заболони одного из японских видов пихт проявляли следующие культуры грибов – ассоциантов *P. proximus*: *Grosmannia aoshimae*, *G. europhioides* и *Ophiostoma subalpinum* [7].

Обнаружено, что в инвазийном ареале основу комплекса офиостомовых грибов, связанных с уссурийским полиграфом, составляют дальневосточные микоассоцианты вредителя. По распространению и частоте встречаемости в сибирских популяциях короеда доминировал вид *G. aoshimae*, кроме него в ходах вредителя достаточно часто присутствовали грибы *O. subalpinum*, *Graphilbum microcarpum* и *Gra. rectangulosporium*, отмечены находки *O. nikkoense* [2].

Целью нашей работы было оценить фитопатогенные свойства офиостомовых грибов, распространяемых уссурийским полиграфом в инвазийном ареале.

Фитопатогенную активность офиостомовых грибов оценивали по длине некротических пятен флоэмы, образующихся вокруг места внесения грибной культуры в стволы здоровых деревьев [6]. Время для полевых экспериментов выбирали, соотносясь с периодом массового лета жука-переносчика. Инокулирование стволов пихты сибирской выполняли в пихтарнике разнотравном (Красноярский край) согласно методике [3], замеры образовавшихся некрозов флоэмы проводили спустя 5–6 недель после инокулирования.

Проведенные исследования показали, что наибольшей агрессивностью в отношении *Abies sibirica* отличались сибирские культуры *G. aoshimae*. Средняя длина некрозов флоэмы после инокулирования стволов мицелием этого гриба варьировала от 20 до 60 мм, а в единичных случаях могла достигать 70–100 мм. Большой разброс варьирования, согласно выполненным наблюдениям и экспериментам, связан с влиянием на агрессивность гриба разных факторов: физиологическое состояние дерева, длительность лабораторного поддержания культуры на агаровой среде, пигментация мицелия, его генетическая разнородность. Культуры остальных микоассоциантов уссурийского полиграфа вызывали некрозы в пределах 20–25 мм, что не всег-

да достоверно отличалось от контроля; только инокулирование мицелием *O. nikkoense* приводило к образованию некрозов со средней длиной – 30 мм.

Опыты по «смешанному инокулированию» – внесение в одну лунку мицелиев *G. aoshimae* и другого вида гриба – не выявили синергетического эффекта. Реизоляция подтвердила, что в наблюдаемые некрозы вызваны мицелием *G. aoshimae*, но их размеры уменьшались на 10–20 %.

Выполненные исследования показали, что гриб *G. aoshimae* является наиболее важным фитопатогеном, связанным с уссурийским полиграфом в его инвазийном ареале.

*Работа поддержана грантами РФФИ № 17-04-01765 и № 15-04-06575.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Кривец С.А., Керчев И.А., Бисирова Э.М. и др.* Уссурийский полиграф в лесах Сибири. Томск – Красноярск: Изд-во «УМИУМ», 2015. 48 с.

2. *Пашенова Н.В., Баранчиков Ю.Н.* Офиостомовые грибы, связанные с уссурийским полиграфом в регионах России // Вредители и болезни древесных растений России: материалы междунауч. конф. (Санкт-Петербург, 18–20 нояб. 2014 г). СПб: СПбГЛТУ, 2014. С. 57–58.

3. *Пашенова Н.В., Баранчиков Ю.Н., Петько В.М.* Агрессивные офиостомовые грибы из ходов полиграфа уссурийского // Защита и карантин растений. 2011. № 6. С. 31–33.

4. *Masuya H., Yamaoka Y. and Wingfield M.J.* Ophiostomatoid fungi and their associations with bark beetles in Japan // The Ophiostomatoid Fungi: Expanding Frontiers. CBS Biodiversity Series 12 / Eds. K.A. Seifert, Z.W. de Beer, M.J. Wingfield. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2013. P. 77–89.

5. *Six D.L., Wingfield M.J.* The role of phytopathogenicity in bark beetle – fungus symbiosis: a challenge to the classic paradigm // Ann. Rev. Entomol. 2010. № 56. P. 255–272.

6. *Solhiem H.* Pathogenicity of some *Ips typographus* – associated blue – stain fungi to Norway spruce // Medd. Nor. Inst Skogforsk. 1988. №. 14. P. 1–11.

7. *Yamaoka Y., Masuya H., Ohtaka N., Goto H., Kaneko S., Kuroda Y.* Ophiostoma species associated with bark beetles infesting three *Abies* species in Nikko, Japan // J. Forest. Res. 2004. № 9. P. 67–74.

## **ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА РАДИАЛЬНЫЙ РОСТ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ДРЕВЕСИНЫ КУЛЬТУР ЕЛИ**

**Пеккоев А.Н., Соколов А.И., Харитонов В.А.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
pek-aleksei@list.ru, asokolov@krc.karelia.ru, haritonov@krc.karelia.ru*

Обработка почвы при создании лесных культур является одним из факторов, влияющих на приживаемость, сохранность и дальнейший рост насаждения. Оказывая непосредственное влияние на свойства почвы и ее

структуру, данное мероприятие способствует оптимизации почвенного микроклимата: улучшения водного, воздушного, теплового и питательного режимов; активизации микробиологических процессов; подавления сорной растительности [1, 2, 3].

Цель работы – оценить влияние способов обработки почвы при создании лесных культур ели на ее радиальный рост и качественные характеристики древесины.

Объектами исследования являлись 24-летние культуры ели обыкновенной, созданные сотрудниками Института леса КарНЦ РАН на свежей вырубке смешанного елово-лиственного насаждения. Подготовка почвы включала следующие варианты: 1 – без обработки почвы (контроль); 2 – создание микроповышений высотой 10–15 см из перемешанных гумусового и минеральных горизонтов; 3 – удаление подстилки покровосдирателем ПДН-1 полосами шириной 0,7–0,8 м. При посадке использовались 5-летние саженцы ели (3+2) с открытой корневой системой [3].

Результаты исследования показали, что к 24-летнему возрасту средний диаметр культур ели в вариантах с посадкой саженцев по необработанной почве и по микроповышениям не имеют достоверных различий (таблица). Однако создание микроповышений обеспечило лучший рост культур в высоту, где она составляла 11,0 м, в то время как в других вариантах данный показатель был равен 9,5 м (посадка по полосам с удаленной подстилкой) и 9,9 м (посадка без обработки почвы). Анализ динамики радиального прироста выявил, что создание микроповышений оказывало влияние на ширину годичного слоя на протяжении первого десятилетия, но в дальнейшем прирост по диаметру несколько снизился и далее лимитировался густотой древостоя. Данные согласуются с исследованиями И.А. Марковой [1], где показано, что в культурах хвойных пород плантационного типа обработка почвы отражалась на росте древостоя в течение первых 15–30 лет.

Процент поздней древесины в годичном слое является довольно информативным показателем, функционально связанным с объемным весом и плотностью древесного сырья. Изменение условий роста оказало влияние на вариабельности данного признака. У культур, посаженных по микроповышениям, доля поздних зон древесины (23,8 %) мало отличалась от контроля (24,2 %), в то время, как в варианте, где полосами удалялась подстилка, данный показатель составил 26,6 %. Замедление роста и увеличение процента поздней древесины ели могло возникнуть из-за высокой конкуренции за почвенную влагу [4], питание и свет, которая наблюдается при высокой густоте культур.

Таблица. Количественные и качественные показатели 24-летних культур ели, заложённых с применением различных способов обработки почвы

Вариант обработки почвы	Количественные показатели				Качественные показатели	
	Густота стояния, тыс. шт./га	Средние		Запас, м <sup>3</sup> /га	Ширина годичного слоя, мм	Процент поздней древесины, %
		диаметр, см	высота, м			
Без обработки (контроль)	2,87	11,4	9,9	155	3,5	24,2
Создание микроповышений	3,85	11,5	11,0	231	3,4	23,8
Удаление подстилки	4,62	9,4	9,5	168	2,8	26,6

Таким образом, при создании культур ели обработка почвы оказывает влияние на радиальный рост насаждения преимущественно до начала второго десятилетия, а на рост в высоту – более длительное время. В дальнейшем формирование древесины определяется густотой древостоя. На полосах с удаленной подстилкой, вследствие высокой густоты культур, древесина имеет более узкие годичные кольца и высокое содержание поздней древесины, по сравнению с вариантами без обработки почвы и при создании микроповышений.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИЛ КарНЦ РАН № 0220-2014-0011*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Маркова И.А. Лесоводственная эффективность плантационного выращивания на Северо-Западе России // Известия СПбЛТА. Вып. 198. 2012. С. 16–23.
2. Новосельцева А.И., Родин А.Р. Справочник по лесным культурам. М.: Лесная промышленность, 1984. 312 с.
3. Соколов А.И. Лесовосстановление на вырубках Северо-Запада России. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2006. 215 с.
4. Rozenberg P., Van Loo J., Hannrup B., Grabner M. Clonal variation of wood density record of cambium reaction to water deficit in *Picea abies* (L.) Karst // Annals of Forest Science. Vol. 59. 2002. P. 533–540.

## ОСОБЕННОСТИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОГО ОПАДА В ПРОЦЕССЕ ЕГО РАЗЛОЖЕНИЯ

Перминова Е.М., Лаптева Е.М.

*Институт биологии КомиНЦ УрО РАН, Сыктывкар, perminova@ib.komisc.ru*

Многие аспекты преобразования химического состава растительного опада в процессе его деструкции остаются весьма дискуссионными. Проведение экспериментальных работ, направленных на изучение процессов трансформации растительных остатков, способствуют накоплению фактического материала и решению многих вопросов, связанных с минерализацией органического вещества и его гумификацией.

Исследования проводились в Республике Коми, южной части Тиманского кряжа, в подзоне средней тайги. В районе исследования располагается почвенный стационар по комплексному изучению влияния сплошнолесосечных рубок на типичные подзолистые почвы. Ключевые участки представлены коренным ельником черничным (участок ПП1) и его производными – молодым лиственно-хвойным сообществом (участок ПП2) и средневозрастным березняком разнотравным (участок ПП3), сформировавшимися после проведения сплошнолесосечных рубок в зимний период 2001/02 и 1969/70 гг. соответственно.

Интенсивность разложения определяли методом изоляции растительного материала в капроновых мешочках с размером ячеек 1 мм. При проведении исследований на участках ельника черничного и лиственно-хвойного молодняка в качестве экспериментального материала закладывались зеленые части мхов, на участке березняка разнотравного – опад мелколиственных деревьев. Продолжительность эксперимента составила 2 года: с октября 2009 г. по октябрь 2011 г. За этот период провели 7-кратную выемку заложённых образцов.

На разных стадиях деструкции в растительном материале оценивали содержание общего углерода ( $C_{\text{общ.}}$ ), общего азота ( $N_{\text{общ.}}$ ), углерода водорастворимых органических веществ (СВОВ), аминокислотный состав и величину микробной биомассы.

Несмотря на то, что на первых этапах деструкционных процессов скорость разложения растительного опада в коренном еловом лесу была выше в 1,7–2,3 раза, чем в лиственно-хвойных сообществах, к концу второго года экспозиции интенсивность разложения на всех участках оказалась достаточно близкой и составила 40–44 % потери массы. Такой же величиной характеризуются потери общего органического углерода.

Анализ аминокислотного состава растительного материала показал, что несмотря на различия в качестве растительного субстрата, их аминокислотный спектр практически идентичен и представлен 17 аминокислотами из группы моноаминокарбоновых, монодиаминокарбоновых, диаминомонокарбоновых и гетероциклических кислот. Основную вклад вносят моноаминокарбоновые и монодиаминокарбоновые аминокислоты, причем из всех аминокислот максимальным содержанием характеризуются аспарагиновая и глутаминовая аминокислоты, что в принципе характерно для многих растений и аминокислотного состава горизонта лесной подстилки в бореальных лесах. Минимальными концентрациями отличаются такие аминокислоты как метионин, цистин и гистидин.

Однако по общему содержанию как отдельных аминокислот, так и их суммарного количества экспериментальный растительный материал достаточно четко различается – суммарное содержание аминокислот возрастает в ряду от участка ПП1 к участку ПП3. Спустя два года экспозиции растительного материала исследование его аминокислотного состава выявило определенные изменения в абсолютных значениях содержания аминокислот. В конце эксперимента трансформированные остатки мхов на участках ПП1 и ПП2 оказались близки по суммарному содержанию аминокислот и в 1,5 раза меньше по сравнению с растительным материалом, разложение которого проходило на участке ПП3. Хотя при этом соотношение основных групп аминокислот кардинально не изменилось и осталось аналогичным начальным показателям.

Следует отметить, что в процессе трансформации растительного опада происходят определенные изменения в рядах накопления аминокислот. Они касаются в основном соотношения кислых аминокислот (аспарагиновая-глутаминовая), а также некоторых основных и нейтральных аминокислот.

Расчетный коэффициент – отношение содержания алифатических аминокислот к циклическим аминокислотам показал, что при разложении мхов в ельнике наблюдается снижение доли циклических аминокислот, а при разложении листового опада в спелом березняке – наоборот, их накопление. Такая картина может быть обусловлена преимущественным участием в разложении опада в ненарушенном ельнике микромицетов, ферментативный аппарат которых способен разрушать двойные связи, присутствующие в ароматических циклах и гетероциклах аминокислот.

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Комплексной программы УрО РАН № 15-12-4-45 «Функционирование и эволюция экосистем криолитозоны европейского северо-востока России в условиях антропогенных воздействий и изменения климата» (Гр. 11512151006).*

## ВЛИЯНИЕ ВУЛКАНИЗМА НА ЛЕСНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НА ПРИМЕРЕ КАМЕННОБЕРЕЗОВЫХ ЛЕСОВ ВОСТОЧНОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПОЯСА ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА (В ПРЕДЕЛАХ КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА)

Пестеров А.О.<sup>1</sup>, Овчаренко М.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург,  
[trustee@mail.ru](mailto:trustee@mail.ru);

<sup>2</sup>Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник, Елизово,  
[ovcharenko.mari.sergeevna@gmail.com](mailto:ovcharenko.mari.sergeevna@gmail.com)

Восточный вулканический пояс занимает восточную часть полуострова Камчатка. Его протяженность около 280 км, ширина – 50–100 км. На этой территории насчитывается 28 действующих и 150 потухших вулканов. Здесь проявляется эффузивный вулканизм, характеризующийся большим количеством пирокластического материала (лавовые потоки, выбросы вулканического шлака и пепла), а также геотермальный вулканизм, отличающийся выделением большого количества тепла на небольших площадях.

Целью настоящего исследования является оценка влияния современного вулканизма на лесную растительность на примере камменноберезовых лесов. Береза Эрмана (*Betula ermanii* Cham.) – основная лесообразующая порода Камчатки. В высотнопоясном ряду в Кроноцком заповеднике камменноберезняки представлены на высотах 25–400 м над ур.м., и занимают около 20 % от общей площади Восточного вулканического пояса в пределах Кроноцкого заповедника. Ценоотическое разнообразие представлено шестью группами ассоциаций (*Betuleta ermanii varioherbosa*, *B. e. althiherbosa*, *B. e. filicosa*, *B. e. calamagrostidosa*, *B. e. fruticulosa*, *B. e. fruticulosa*).

Сильнее всего современный вулканизм проявляется в кальдере вулкана Узон, которая представляет собой чашеобразную котловину размером 9х12 км, ее дно находится на высоте 650–700 м. Гидротермальная система Узона одна из мощнейших на Камчатке и представляет собой более тысячи разнообразных термальных источников. Мощная геотермальная активность влечет за собой выброс большого количества тепла, что, в свою очередь, обуславливает инверсию высотных поясов. В кальдере вулкана Узон камменноберезовые леса встречаются на высотах до 700 м над ур. м. По внешнему виду они отличаются от поясных камменноберезовых лесов – деревья при одинаковом возрасте ниже, стволы более кривые, категория санитарного состояния в среднем 3,4 против 2 в поясных камменноберезняках. Также имеются отличия и в видовом составе травяно-кустарничкового яруса, в основном они выражаются в уменьшении общего количества ви-

дов и увеличении неоднородности их распределения. Наши исследования показали, что в неестественных условиях обитания и географической изолированности от пояса каменноберезовых лесов, сообщества каменноберезняков кальдеры вулкана Узон при классификации соотносятся с существующими синтаксонами, выделенными ранее. Выявлена одна новая группа ассоциаций (*Betuleta ermanii lichenosa* – каменноберезняк лишайниковый) и одна новая ассоциация (*Betuletum ermanii lichenosum* – каменноберезняк лишайниковый).

Ниже приведен продромус каменноберезняков в кальдере вулкана Узон:  
Формация *Betuleta ermanii* – каменноберезовые леса

Группа асс. *Betuleta ermanii lichenosa* – каменноберезняки лишайниковые

Асс. *Betuletum ermanii lichenosum* – каменноберезняк лишайниковый

Группа асс. *Betuleta ermani fruticosa* – каменноберезняки кустарниковые (стланиковые)

Асс. *Betuletum ermanii alnosum fruticosae* – каменноберезняк ольховниковый

Субасс. *calamagrostosum* – каменноберезняк вейниковый

Субасс. *fruticosum* – каменноберезняк кустарниковый

Субасс. *fruticulosum* – каменноберезняк кустарничковый

Асс. *Betuletum ermanii nanoherboso-pumilae pinosum* – каменноберезняк низкотравно-кедровостланиковый

Асс. *Betuletum ermanii varioherboso-fruticosum* – каменноберезняк разнотравно-кустарниковый

Субасс. *carexi-fruticosum* – осоково-кустарниковая

Субасс. *varioherboi-fruticosi-fruticulosum* – разнотравно-кустарниково-кустарничковая

Группа асс. *Betuleta ermanii varioherbosa* – каменноберезняки разнотравные

Асс. *Betuletum ermanii cornoso-maianthemosum* – каменноберезняк дреново-майниковый

Группа асс. *Betuletum ermanii althiherbosa* – каменноберезняки высокотравные

Асс. *Betuletum ermanii philipendulosum camtschaticae* – каменноберезняк шеломайниковый

Субасс. *maianthemosum* – майниковая

Субасс. *calamagrostoidosum* – вейниковая

Таким образом, уже на этапе классификации каменноберезняков становится очевидно, что наличие вулканической активности на высотах стланикового пояса, а также сложный складчатый рельеф способствуют

не только продвижению пояса каменноберезовых лесов выше в горы, но и увеличивают фитоценотическое разнообразие данной формации, появляются совершенно новые ассоциации, сообщества которых приурочены не только к определенным местообитаниям, но и к определенным местам произрастания.

## СОДЕРЖАНИЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКЕ СОСНЯКОВ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ

Песьякова А.А., Феклистов П.А.

*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, renalee@yandex.ru*

Биогенные элементы являются продуктом переработки и распада органических веществ и служат для поддержания жизнедеятельности организмов. Процессы преобразования и миграции этих веществ в лесных экосистемах определяются живыми организмами. Большое значение в существовании сосновых древостоев играет живой напочвенный покров и в особенности лесная подстилка, так как именно этот компонент лесной экосистемы играет ключевую роль в процессе обмена веществ в системе растение-почва [1, 2]. Интенсивность обмена в системе растение-почва во многом зависит от видового состава и физиологических особенностей растений травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов [2, 3].

Образцы лесной подстилки отбирались на двух пробных площадях (ПП), заложенных в различных по составу подлеска и живого напочвенного покрова сосняках северной подзоны тайги на территории Архангельской области – сосняке кустарничково-сфагновом и сосняке черничном. Работа по определению содержания биогенных элементов в образцах подстилки была выполнена на оборудовании ЦКП НО «Арктика».

Общая мощность лесной подстилки в сосняке кустарничково-сфагновом достоверно и значимо выше, чем в сосняке черничном ( $t$ -критерий Стьюдента  $t=11$  при  $p \leq 0,01$ ) и составляет  $28 \pm 1,52$  см. В подстилке сосняка кустарничково-сфагнового все изученные биогенные элементы можно расположить в порядке убывания: С, Н, N, Ca, Al, Fe, Mg, K, Na, фосфаты, Mn. При сравнении полученных нами данных с результатами схожих исследований для северотаежной зоны Урала, выявлено, что в сосняке кустарничково-сфагновом в северотаежной подзоне в Архангельской области содержание N, Ca, K, Mg и Mn ниже, чем в сходном типе леса в северотаежной подзоне Урала. В то же время сосняки кустарничково-сфагновые северотаежной подзоны Архангельской области содержат больше Al и Fe.

Мощность лесной подстилки в сосняке черничном меньше, чем в сосняке кустарничково-сфагновом и составляет  $10,4 \pm 0,51$  см. В целом, все изученные в подстилке сосняка черничного биогенные элементы можно расположить в порядке убывания: **C, H, N, Al, Fe, Ca, K, Mg, Mn, Na, фосфаты**. При сравнении полученных нами данных с результатами схожих исследований выявлено, что в Архангельской области содержание N, Ca, K, Mg и Mn **ниже, чем в северотаежной подзоне Урала, однако в то же время** данный тип леса в Архангельской области запасает большее количество Al и Fe.

При сравнении различных по составу живого напочвенного покрова сосняков северотаежной подзоны Архангельской области, мы можем также выявить различия в содержании биогенных элементов. Так, несмотря на меньшую мощность, подстилка сосняка черничного характеризуется более высоким, достоверным и значимым по сравнению с сосняком кустарничково-сфагновым, содержанием таких элементов как азот ( $t_{кр} = 5,7$  при  $p \leq 0,01$ ), алюминий ( $t_{кр} = 2,7$  при  $p \leq 0,05$ ), железо ( $t_{кр} = 3,6$  при  $p \leq 0,01$ ), кальций ( $t_{кр} = 2,5$  при  $p \leq 0,05$ ) и калий ( $t_{кр} = 5,5$  при  $p \leq 0,01$ ).

Зависимость накопления биогенных элементов в лесной подстилке сосняков северотаежной подзоны Архангельской области от типа леса подтверждена корреляционным анализом. Также выявлена неоднородность содержания биогенных элементов по горизонтам лесной подстилки в обоих типах леса. В подстилке сосняка кустарничково-сфагнового содержание таких элементов как железо, алюминий, кальций, натрий, азот и углерод увеличивается с глубиной, а содержание калия и марганца в данном типе леса максимально в верхнем подстилочном горизонте. Подстилка сосняка черничного содержит больше азота, алюминия, железа, кальция и калия по сравнению с подстилкой сосняка кустарничково-сфагнового. В подстилке сосняка черничного содержание таких элементов как железо, алюминий, кальций, натрий, калий, азот и углерод уменьшается с глубиной, наибольшее содержание данных элементов в верхнем подстилочном горизонте, тогда как магний и марганец в данном типе леса преимущественно аккумулируется в нижнем подстилочном горизонте.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Богатырев Л.Г.* Образование подстилок – один из важнейших процессов в лесных экосистемах // Почвоведение. 1996. № 4. С. 501–511.
2. *Ильина Т.М., Сапожников А.П.* Лесные подстилки как компонент лесного биогеоценоза // Вестник КрасГАУ. 2005. № 5. С. 45–48.
3. *Фирсова В.П., Павлова Т.С.* Почвенные условия и особенности биологического круговорота веществ в горных сосновых лесах. М.: Наука, 1983.

## ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ГРАДИЕНТЫ В ГЕНЕТИЧЕСКИХ ГОРИЗОНТАХ ПОЧВ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ПОСТАГРОГЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

**Пономарева Т.В., Пономарев Е.И., Шишкин А.С.**

*Институт леса им. В.Н. Сукачева, ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск,  
bashkova\_t@mail.ru*

Современные математические методы и технические возможности позволяют выявлять взаимосвязи функционирования почв с их структурой на качественно новом уровне, анализируя закономерности пространственного распределения почвенных свойств [6]. В настоящее время активно развивается концепция полей почвообразования как факторов пространственно-временной организации почвенного покрова [1, 2, 4]. При анализе и математическом моделировании функционирования комплексного почвенного покрова возникает задача получения информации о пространственном распределении температуры почв и о динамике этого распределения. В зонах наибольших температурных градиентов наиболее ярко проявляются и остальные неоднородности функционирования почвенного покрова, обусловленные неоднородностями температурного поля [3].

На сегодняшнем этапе наблюдается актуализация бесконтактных методов проведения исследований с последующей интерполяцией и экстраполяцией получаемых результатов. Исследования температурных градиентов в генетических горизонтах почв проводились на основе серийных радиометрических съемок почвенных профилей естественных и постагрогенных сообществ и старопашотных почв островных сосняков лесостепной зоны Средней Сибири. В течение сезона были проведены измерения на тестовых полигонах, отличающихся сроком постагрогенного лесовосстановления и сукцессионной стадией. Данные радиометрической съемки выполнялись прибором FLIR InfraCAM, спектральный диапазон которого идентичен характеристикам спутникового оборудования (рабочий диапазон 7,5–13 мкм).

На основе результатов анализа вариативности распределения теплового поля почвенного профиля в процессе трансформации антропогенно-преобразованных почв под влиянием лесной растительности верифицировалась система калибровочных признаков, использующихся при выделении почвенных горизонтов. Предложенная технология [5] использует данные о распределении теплового поля почвенного профиля, классификация которого с заданным шагом температуры (1,5–2 К) позволяет выде-

лить структуру горизонтов и подгоризонтов, включая пахотный горизонт на участках постагрогенного лесовосстановления.

Установлено, что в профиле на границах почвенных горизонтов градиент радиометрической температуры ( $\Delta T(h)/\Delta h$ ), фиксируемый методом съемки в ИК-диапазоне, меняется скачкообразно. Это связано с изменением теплофизических свойств почв различных генетических горизонтов, в частности, с изменением плотности сложения, влажности и содержания органического вещества. Зафиксировано, что точки перегиба на графиках градиента температуры ( $\Delta T(h)/\Delta h$ ) вдоль почвенного профиля соответствуют границам горизонтов. Наибольший уровень изменения градиента соответствует пограничному слою перехода между гумусовым и минеральным горизонтами. Анализ материалов инструментальных измерений для серии тестовых полигонов позволил оценить уровень вариации градиента значений температуры по профилю по измерениям в ИК-диапазоне. В верхних органогенных и органоминеральных почвенных горизонтах величина  $\Delta T(h)/\Delta h$  составляет 0,5–0,8 °C/см. Значительное снижение значения градиента наблюдается на глубине почвенного профиля  $h > 15$ –20 см. В минеральных горизонтах значение градиента, как правило, не превышает 0,1–0,3 °C/см. Установлено также, что в антропогенно-преобразованных почвах градиенты температуры более стабильны, что связано с гомогенизацией и уплотнением почвенного материала при механическом воздействии. Реализуемые на основе радиометрического подхода технологии дешифрирования почвенных горизонтов и анализа степени трансформации постагрогенных почв под воздействием лесовосстановления на данном этапе являются уникальными инновационными разработками авторского коллектива. Авторы полагают, что результаты исследований температурных градиентов в генетических горизонтах почв будут эффективны также в задачах мониторинга долговременной динамики почвообразовательных процессов в условиях природной и антропогенной нарушенности. Оперативность и универсальность предлагаемых подходов при анализе различных типов почв и ландшафтов позволят получать и интерпретировать детализированные массивы данных о морфологической и функциональной структуре почв.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Апарин Б.Ф.* Учение о структуре почвенного покрова: новые вызовы // *Пространственно-временная организация почвенного покрова: теоретические и прикладные аспекты.* СПб.: Издательский Дом СПбГУ, 2007. С. 5–8.
2. *Архангельская Т.А.* Расчетный метод выявления структуры температурного поля в пахотных почвах палеокриогенных комплексов Русской равнины // *Вестник ОГУ.* 2007. Октябрь. Вып. 75. Ч. 1. С.28–32.

*Архангельская Т.А.* Температурный режим комплексного почвенного покрова. Москва: ГЕОС, 2012. ISBN 978-5-118-569-2. 282 с.

3. *Остроумов В.Е., Макеев О.В.* Температурное поле почв: закономерности развития и почвообразующая роль. Ред. Н. Н. Розов. М.: Наука, 1985. 192 с.

4. *Пономарева Т.В., Пономарев Е.И.* Радиометрическая съемка почвенного профиля в инфракрасном диапазоне // Почвоведение. 2016. № 2. С. 219–226.

5. *Hartemink, A.E., Minasny B.* Towards digital soil morphometrics. // Geoderma. 2014. 230–231. P. 305–317.

## **СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОХРАНЫ РЕДКИХ БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСНЫХ МОХООБРАЗНЫХ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕМЬЕ**

**Попова Н.Н.**

*Воронежский государственный институт физической культуры, Воронеж, leskea@vmail.ru*

Сосновые и сосново-дубовые леса в пределах Среднерусской лесостепи представляют собой экстразональное явление, в силу чего бореальные комплексы проявляют повышенную уязвимость к антропогенным воздействиям и климатическим изменениям. Бриокомпонент хвойно-широколиственных лесов достаточно разнообразен как по количеству видов (около 150 видов), так и по набору эколого-ценотических групп, геоэлементов, жизненных форм и пр. В ключевых ассоциациях (боры зеленомошные, лишайниково-зеленомошные) мхам принадлежит доминирующая роль в напочвенном покрове. В сравнении с другими лесными экосистемами для мохообразных хвойных лесов Центрального Черноземья (ЦЧР) характерны довольно высокое постоянство видового состава и относительно небольшой процент редких видов. В региональных Красных книгах (КК) ЦЧР их доля составляет около 20–25 %, причем, в большинстве случаев, им присвоена категория статуса 2. Это обусловлено тем, что помимо нахождения на южной границе ареала и редкой встречаемости, последние 100 лет регистрируется существенное сокращение численности популяций напочвенных мхов. Причиной является неумеренная длительная лесозексплуатация, влияющая как прямо, так и опосредованно.

Редкие мохообразные хвойно-широколиственных лесов представлены в основном группой напочвенных мхов (в ряде случаев отмечается их произрастание на гниющей древесине как более влажном субстрате) и эпиксиллов. Это крупные мхи таких жизненных форм как сплетение, грубые коврики, высокие дерновины; практически все виды двудомные, спорогонии не образуют (или весьма нерегулярно), размножаются фрагмента-

ми дерновин; по своим жизненным стратегиям – долгоживущие стайеры. По требованиям к кислотности субстрата данная группа представлена в основном ацидофильными видами.

Ниже приводится список редких лесных бореальных видов (учтены также и бореально-неморальные виды) с указанием природоохранного статуса в региональных КК (ВОР – Воронежская, ЛИП – Липецкая, КУР – Курская, БЕЛ – Белгородская, ТМБ – Тамбовская области; МС – мониторинговый список). Территориальная охрана (ТО) в целом в ЦЧР оценивается в баллах: 1 – хорошая (представлен в региональной сети ООПТ разного статуса, а также в заповедном фонде РФ), 2 – относительно удовлетворительная (представлен во многих памятниках природы, но слабо в заповедном фонде РФ), 3 – неудовлетворительная (представлен в малом числе ООПТ низкого ранга, в целом по РФ ТО недостаточна). Ссылки на региональные КК как официальные издания не приводятся; для БЕЛ и КУР использованы утвержденные списки для вторых изданий КК, подготовленные автором статьи.

*Barbilophozia barbata* (Smidt. ex Schreb.) Loeske ВОР (2). ТО: 1.

*Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G. ВОР (2), ТМБ (2), ЛИП (МС), БЕЛ (1). ТО 2.

*Plagiochila porelloides* (Torrey ex Nees) Lindbn. ЛИП (3), КУР (3). ТО: 1.

*Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not. ВОР (2), ЛИП (1), ТМБ (2), БЕЛ (1). ТО: 2.

*Rhytidadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst. ВОР (3), БЕЛ (МС), ЛИП (МС), ТМБ (3). ТО: 1.

*Rhytidiastrum squarrosum* Hedw. КУР (3). ТО: 2.

*Rhodobryum roseum* (Hedw.) Limpr. ВОР (3), КУР (3), ЛИП (3), ТМБ (2). ТО: 2.

*Cirrhophyllum piliferum* (Hedw.) Grout ВОР (3), ЛИП (МС), КУР (МС). ТО: 1.

*Plagiothecium latebricola* Bruch et al. ВОР (МС), ТМБ (2). ТО: 3.

*Tetraphis pellucida* Hedw. БЕЛ (2). ТО: 1.

*Dicranum tauricum* Sapjegin БЕЛ (3), ЛИП (4), КУР (3), ВОР (3). ТО: 1.

*Herzogiella seligeri* (Brid.) Z.Iwats. БЕЛ (3), ВОР(МС), ТМБ (МС). ТО: 1.

*Dicranum flagellare* Lindb. БЕЛ (2), ВОР (МС), ТМБ (МС), ЛИП (МС). ТО: 1.

С формальной точки зрения состояние ТО для большинства видов из КК является вполне удовлетворительным. Важную роль в сохранении бореальных мохообразных играют Воронежский и Хоперский государственные заповедники (Воронежская, Липецкая области), а также заповедник «Галичья гора» (Липецкая область), где в лесных известняковых урочищах встречается ряд бореальных напочвенных видов – *Hylocomium*

*splendens, Rhytidiadelphus triquetrus, Plagiochila porelloides*. В Белгородской области миссию по охране бореальных комплексов выполняют в основном природный парк «Хотмыжский», участки «Стенки-Изгорье» и «Лысье горы» (заповедник «Белогорье») и некоторые памятники природы, ряд из которых заслуживает повышения природоохранного статуса (например, «Бекаряковский бор»). В Центрально-Черноземном заповеднике (Курская область), несмотря на широкий спектр охраняемых ландшафтов, лесной бореальный комплекс представлен недостаточно. Особенно удручающая картина складывается в Тамбовской области, где имеются большие площади сосновых лесов длительно и чрезмерно подвергающиеся рубке. В существующей системе ООПТ в ранге памятников природы значатся лишь отдельные кварталы, так называемых «эталонных насаждений», зачастую представленных лесными культурами. Имеется ряд перспективных участков (как лесных, так и в комплексе со сфагновыми болотами), позволяющих существенно оптимизировать сеть ООПТ Тамбовской области.

## **АГАРИКОИДНЫЕ МАКРОМИЦЕТЫ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ СРЕДНЕЙ ПОДЗОНЫ ТАЙГИ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ПОСЛЕРУБОЧНОЙ СУКЦЕССИИ**

**Предтеченская О.О.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
opredt@krc.karelia.ru*

Сплошные рубки леса, приводящие к резкой смене растительного покрова, являются одним из наиболее сильных антропогенных факторов. Период лесовосстановления до образования молодняков исключительно динамичен по экологическим условиям для формирования и функционирования напочвенных грибов. В этот период определяется состав и строение молодняков, которые в рассматриваемых лесорастительных условиях являются наиболее ценными грибными угодьями. Поэтому изучение особенностей формирования биоты напочвенных грибов в предшествующий формированию молодняков период имеет не только теоретическое, но и практическое значение. На вырубках формируется новый состав живого напочвенного покрова, который начинает выполнять роль эдификатора в функционировании фитоценоза. Многими исследователями [1, 3, 4, 5, 6, 7] отмечается, что под влиянием рубок лесные угодья практически выводятся из разряда грибных на несколько лет. В дальнейшем видовой состав и урожайность грибов изменяются в зависимости от возраста и доминирующей породы древесного яруса.

Изучение агарикоидных макромицетов на 12-ти вырубках различной давности в сосняках черничных и брусничных и ельниках черничных в Прионежском и Кондопожском районах Карелии проводилось в 2011–2016 гг. К началу наших работ на вырубках 6–10-летней давности было возобновление ели, сосны, березы и осины высотой 1–3 м. Также обследовались примыкающие аналогичные типа леса, незатронутые рубкой. Первые результаты исследований 2011–2013 гг. были представлены в работе О.О. Предтеченской, А.В. Руоколайнен [2].

Наши исследования показали, что на вырубках 3–5-летней давности, по сравнению со свежими, возрастает количество представителей всех групп сапротрофов (в первую очередь, ксилосапротрофов). В последующие годы резко увеличивается количество видов-микоризообразователей (от 14 видов на свежих вырубках до 44 на вырубках давностью свыше 6 лет). На всех вырубках зарегистрированы дождевик шиповатый (*Lycoperdon perlatum*), лаковица розовая (*Laccaria laccata*), говорушка булавоногая (*Ampulloclitocybe clavipes*), плотей олений *Pluteus cervinus*), ложноопенок серно-желтый (*Hypholoma fasciculare* var. *fasciculare*), подберезовик обыкновенный (*Leccinum scabrum*), свинушка тонкая (*Paxillus involutus*). Большая часть этих видов является облигатными или факультативными гумусовыми сапротрофами или ксилосапротрофами. В то же время, плодоношение такого микоризообразователя, как подберезовик обыкновенный, объясняется, по-видимому, сохранением даже на свежих вырубках подроста березы.

В целом на вырубках зарегистрировано 7 видов аскомицетов из 4-х родов, 3 семейств и 135 видов агарикоидных базидиомицетов из 51 рода, 25 семейств. В лесных массивах, примыкающих к обследованным вырубкам, отмечено 9 видов аскомицетов из 6-ти родов, 4-х семейств и 178 видов агарикоидных базидиомицетов из 61 рода, 28 семейств. Систематическое положение и объем групп грибов рассматривались в соответствии с базой данных Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org>, апрель 2017 г.).

Общее количество видов на вырубках из-под сосняков и ельников в целом близко (110 и 92 вида, соответственно). При этом на вырубках достаточно велико количество моновалентных и поливалентных симбионтов березы (около 55 %), поскольку именно она начинает возобновляться в первую очередь. В связи с этим, различия в видовом составе грибов на вырубках из-под сосняков и ельников могут объясняться микроусловиями, оказавшимися благоприятными для плодоношения тех или иных видов макромицетов.

Анализ трофической структуры биоты аскомицетов и агарикоидных базидиомицетов показывает, что по абсолютному количеству видов в незатронутых рубкой лесах выше разнообразие всех групп грибов. В процентном

соотношении на вырубках несколько выше доля ксилотрофов (19,4 % в лесах и 21,4 % на вырубках) и подстилочных сапротрофов (12,9 % и 13,8 %, соответственно).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бурова Л.Г. Экология грибов-макромицетов. М.: Наука, 1986. 222 с.
2. Предтеченская О.О., Руоколайнен А.В. Структура биоты макромицетов на ранних этапах послерубочной сукцессии // Труды КарНЦ РАН. 2013. № 6. С. 27–37.
3. Скрябина А.А., Сенникова Л.С. Влияние антропогенного воздействия на видовой состав и урожайность съедобных грибов в лесных ценозах // Промысловая оценка и освоение биологических ресурсов. Киров, 1988. С. 139–145.
4. Шубин В.И. Макромицеты лесных фитоценозов и их использование. Л.: Наука, 1990. 197 с.
5. Durall D.M. et al. Effects of clearcut logging and tree species composition on the diversity and community composition of epigeous fruit bodies formed by ectomycorrhizal fungi / D. M. Durall, S. Gamiet, S.W. Simard, L. Kudrna, S.M. Sakakibarad // Canadian Journal of Botany. 2006. Vol. 84, N 6. P. 966–980.
6. Egli S. Mycorrhizal mushroom diversity and productivity an indicator of forest health? // Annals of Forest Science. 2011. N 68. P. 81–88.
7. Kropp B.R., Albee S. The effects of silvicultural treatments on occurrence of mycorrhizal sporocarps in a *Pinus contorta* forest: A preliminary study // Biological Conservation. 1996. Vol. 78, Is. 3. P. 313–318.

## ОСОБЕННОСТИ ФОТОСИНТЕЗА И ТРАНСПИРАЦИИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Придача В.Б.<sup>1</sup>, Сазонова Т.А.<sup>1</sup>, Болондинский В.К.<sup>1</sup>, Холопцева Е.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
pridacha@krc.karelia.ru;

<sup>2</sup>Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
holoptseva@krc.karelia.ru

Современные изменения климата, сопровождающиеся ростом температуры воздуха, изменениями газового состава атмосферы и условий увлажнения земной поверхности, могут повлиять на динамику и скорость биофизических и биохимических процессов, протекающих в растениях и почве [3, 4, 1, 6, 2]. Существенное влияние на природные экосистемы оказывают и антропогенные факторы (загрязнение воздуха и почвенных вод, изменение структуры землепользования, вырубку лесов и др.). Отклик растений на изменения условий внешней среды проявляется в первую очередь в изменении интенсивности их биофизических и биохимических реакций, важным индикатором которых является скорость газообмена CO<sub>2</sub> (фотосинтез и дыха-

ние) и обмена  $H_2O$  (транспирация) между растениями и окружающим воздухом. В рамках данного исследования была проведена количественная оценка ряда эколого-физиологических характеристик  $CO_2/H_2O$ -обмена основных лесобразующих пород европейской части России, в частности березы повислой (*Betula pendula* Roth), березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.); изучение в полевых и лабораторных исследованиях влияния на этот процесс гидрометеорологических параметров и эдафических условий; выявление взаимосвязи и взаимозависимости процессов фотосинтеза и транспирации.

Полевые и лабораторные исследования проводили на экспериментальных участках Института леса КарНЦ РАН (южная Карелия) и в камеральных условиях в Институте биологии КарНЦ РАН, соответственно.

В результате полевых и лабораторных исследований были выявлены диапазоны варьирования показателей  $CO_2/H_2O$ -обмена исследуемых видов растений, характерные для условий достаточного почвенного увлажнения и освещения. Были показаны межвидовые различия интенсивности максимума и оптимума нетто-фотосинтеза, и свето-температурных условий, обеспечивающих их достижение. При этом как у лиственного, так и у хвойного видов в ходе вегетации было выявлено смещение свето-температурных условий внешней среды, обеспечивающих потенциальный максимум нетто-фотосинтеза, и границ зон световых и температурных оптимумов, отражающее акклимацию фотосинтетического аппарата к изменяющимся факторам среды. Проведение камерального эксперимента позволило показать значительное влияние температуры почвы на процесс продуктивности исследуемых растений и характер взаимосвязи этого процесса с ведущими факторами среды. Кроме того, анализ показателей  $CO_2/H_2O$ -обмена растений рода *Betula* L. при сходных атмосферных и почвенных условиях выявил у березы повислой более высокие значения устьичной проводимости, интенсивности фотосинтеза и транспирации, максимальной скорости карбоксилирования РБФК/О, что свидетельствует о более активном функциональном состоянии фотосинтетического аппарата по сравнению с березой пушистой в исследуемых условиях произрастания. При внесении в почву азотных удобрений для берез повислой и пушистой отмечено увеличение устьичной проводимости листа, приводящее к увеличению интенсивности фотосинтеза и транспирации. При этом установлена видоспецифическая разнонаправленность динамики водного потенциала, оводненности и насыщающего содержания воды листа исследуемых видов, что обусловлено, вероятно, снижением гидравлической проводимости облиственного побега у березы повислой и изменением парциальных объе-

мов клеток листа у березы пушистой. Полученные в ходе полевых и лабораторных экспериментов параметры фотосинтеза и транспирации и их зависимости от условий внешней среды были использованы для параметризации процесс-ориентированной модели Mixfor-SVAT [5] и ее дальнейшего применения для прогнозных оценок изменения  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -обмена лесов Европейской территории России в условиях изменяющегося климата.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИЛ КарНЦ РАН (проект № 0220-2014-0010) и при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант 17-04-01087-а).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Fatichi S., Pappas C., Ivanov V.* Modeling plant–water interactions: an ecohydrological overview from the cell to the global scale // WIREs: Water. 2015. P. 1–42.
2. *Forkel M., Carvalhais N., Rödenbeck C., Keeling R., Heimann M., Thonicke K., Zaehle S., Reichstein M.* Enhanced seasonal  $\text{CO}_2$  exchange caused by amplified plant productivity in northern ecosystems // Science. 2016. Vol. 351, N 6274. P. 696–699.
3. *Lukac M., Calfapietra C., Lagomarsino A., Loreto F.* Global climate change and tree nutrition: effects of elevated  $\text{CO}_2$  and temperature // Tree physiology. 2010. Vol. 30, N 9. P. 1209–1220.
4. *Medlyn B.E., Duursma R.A., Zeppel M.J.* Forest productivity under climate change: a checklist for evaluating model studies // WIREs: Climate Change. 2011. Vol. 2. N 3. P. 332–355.
5. *Oltchev A., Cermak J., Gurtz J., Kiely G., Nadezhdina N., Tishenko A., Zappa M., Lebedeva N., Vitvar T., Albertson J.D., Tatarinov F., Tishenko D., Nadezhdin V., Kozlov B., Ibrom A., Vygodskaya N., Gravenhorst G.* The response of the water fluxes of the boreal forest region at the Volga's source area to climatic and land-use changes // J. Phys. Chem. Earth. 2002. Vol. 27, N 9. P. 675–690.
6. *Sellin A., Alber M., Keinänen M., Kupper P., Lihavainen J., Löhmus K., Oksanen E., Söber A., Söber J., Tullus A.* Growth of northern deciduous trees under increasing atmospheric humidity: possible mechanisms behind the growth retardation // Regional Environmental Change. 2016. P. 1–14.

## **БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ПЛАНТАЦИЙ БЕРЕЗЫ С КОРОТКИМ ОБОРОТОМ РУБКИ В БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ**

**Припутина И.В., Фролова Г.Г.**

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
Пуццоно, irina.priputina@gmail.com*

Интенсификация лесного хозяйства повышает «.. значение плантационного лесоводства с его короткими ротациями, интенсивным воздействием на почву, с использованием наиболее быстрорастущих древесных по-

род» [цит. по: 1]. В Восточной Европе, Скандинавии и в нашей стране в числе плантационных быстрорастущих культур используется береза видов *Betula pendula* Roth или *Betula pubescence* Ehrh [3, 5]. Несмотря на способность этих видов расти в широком диапазоне почвенных условий, обеспеченность почв элементами питания (особенно, азотом) имеет важное значение для продуктивности березовых древостоев.

Известно, что создание плантаций монокультур на основе быстрорастущих форм деревьев на участках после вырубki естественных лесов трансформирует биогенные циклы углерода (С) и азота (N). Это связано с интенсивным изъятием образуемой древесной биомассы и накопленных в ней элементов, а также с дисбалансом потоков С и N в почве на начальных стадиях роста плантаций, когда поступление растительных остатков с опадом в молодых древостоях не компенсирует интенсивность процессов минерализации органического вещества (ОВ) почв. Но в отечественной литературе крайне редки экспериментальные данные о динамике продукционного процесса и почвенного плодородия при создании плантаций березы с коротким оборотом рубки, что могло бы использоваться в оценках эффективности и прогнозе последствий этого варианта плантационного лесопользования для плодородия лесных почв.

В этой связи, нами проанализированы результаты имитационных экспериментов с использованием системы моделей EFIMOD-fbp (свидетельство о гос. регистрации №2017612595), в которых моделировались рост древостоя и динамика почвенных пулов С и N при создании плантаций березы на участках после сплошной вырубki хвойных типов леса. Параметризация роста березы в модели основана на имеющихся в литературе данных исследований ее продукционных характеристик [2]. Рассмотрены два варианта почв лесной зоны: подзолистые суглинистые (П) и подзолы иллювиально-гумусовые (Пil-h). Данные для расчета начальных пулов С и N в этих почвах взяты из ЕГПР (<http://egrpr.esoil.ru/>) и работы [4]. Содержание ОВ в варианте П соответствует  $2,825 \text{ кг С м}^{-2}$ ; пул С в Пil-h выше –  $6,85 \text{ С м}^{-2}$ . Рассмотренные почвы имеют относительно низкие запасы N:  $0,188 \text{ кг м}^{-2}$  в П и  $0,329 \text{ кг N м}^{-2}$  в Пil-h. Моделировался рост древостоя с размещением деревьев по регулярной сети  $2 \times 3 \text{ м}$ , что соответствует начальной густоте  $1667 \text{ шт. га}^{-1}$ . Лесохозяйственный сценарий соответствовал 2-м оборотам рубки по 30 лет с удалением с участка после рубки всей массы стволов и 50 % биомассы ветвей. Рубки ухода и применение минеральных удобрений не имитировались.

Результаты имитационного эксперимента подтверждают отклик березовых древостоев на условия почвенного богатства: продукция биомассы закономерно выше для плантаций на Пil-h:  $50 \text{ т га}^{-1}$  в I обороте рубки против

35 т га<sup>-1</sup> в варианте подзолистой почвы. Во II обороте рубки продуктивность древостоев немного снижается. В соответствии с логикой построения модели это объясняется сокращением почвенного пула азота, потери которого за I оборот рубки для Пил-h составили около 10 % от первоначальных запасов; для П они были незначительны <5 %. Одновременно модельные расчеты показывают снижение начального пула ОБ в почвах, которое имело более выраженные показатели, составив 14–17 % за I оборот рубки. Абсолютные значения потерь для Пил-h были >1 кг С м<sup>-2</sup>. Наиболее интенсивное снижение почвенных запасов С и N происходит в первые 5–7 лет роста плантационных древостоев, а короткий оборот рубки не позволяет компенсировать эти потери за счет более интенсивного поступления опада в последующие годы. За II оборот рубки почвенный пул ОБ для варианта Пил-h сократился еще примерно на 0,5 С м<sup>-2</sup>, но в варианте подзолистой почвы потерь ОБ не наблюдалось.

Таким образом, согласно модельным оценкам для данного лесохозяйственного сценария, более высокие начальные запасы N в варианте Пил-h, обеспечивая повышенную продуктивность плантационных культур березы, определяют более интенсивные потери почвенных запасов ОБ. В то же время смена хвойного типа опада на лиственный (с более высоким содержанием N) обеспечивает относительное поддержание азотного пула рассматриваемых лесных почв.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мелехов И.С. Лесоведение и лесоводство. М.: МЛТИ, 1970. 148 с.
2. Моделирование динамики органического вещества в лесных экосистемах / Отв. ред. В.Н. Кудеяров. М.: Наука, 2007. 380 с.
3. Fern A. Birch production and utilization for energy // Biomass and Bioenergy. 1993. № 4(6). P. 391–404. [http://dx.doi.org/10.1016/0961-9534\(93\)90061-8](http://dx.doi.org/10.1016/0961-9534(93)90061-8).
4. Shanin V., Valkonen S., Grabarnik P., Mäkipää R. Using forest ecosystem simulation model EFIMOD in planning uneven-aged forest management // Forest Ecology and Management. 2016. Vol. 378. P. 193–205.
5. Uri, V., Varik, M., Aossar, J., Kanal, A. et al. Biomass production and carbon sequestration in a fertile silver birch (*Betula pendula* Roth) forest chronosequence // Forest Ecology and Management. Vol. 267. P. 117–126.

## МОНИТОРИНГ УСЫХАНИЯ ЕЛИ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Пукинская М.Ю.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург  
[pukinskaya@gmail.com](mailto:pukinskaya@gmail.com)

Усыхание ели – один из ведущих факторов, определяющих циклическую динамику темнохвойных лесов. Мониторинг этого явления на

охраняемых территориях позволяет выделить современные естественные тенденции в развитии темнохвойных лесов. Изучение усыхания ели в южнотаежных лесах проводилось нами в 2011–2016 гг. на территории Центрально-Лесного заповедника (ЦЛЗ) (Тверская обл.).

Данные маршрутных учетов показывают, что в ЦЛЗ усыхание ели носит диффузный или мелкоочаговый характер. Площадь участков группового усыхания составляет до 0,5 га, в среднем 0,1 га. За период наблюдений было отмечено две волны усыхания – после засушливого летнего сезона 2010 г. и после 2015 г.

Как показало обследование, на маршруте длиной 16 км с 2013 по 2016 гг. количество очагов усыхания ели увеличилось более, чем в два раза (с 14 до 33).

Из 27 очагов усыхания 5 были многолетними: от усыхания первых елей до последних прошло более 6–10 лет; в 6 очагах усыхание длилось 4–6 лет; в 16 очагах – от 1 до 3 лет. То есть, в ЦЛЗ длительно тлеющие очаги усыхания составляют около 20 %. В отличие от других районов, в ЦЛЗ сухой сохраняется очень недолго: примерно 2/3 его выпадает уже на 3-й год.

Как и в предыдущие годы, в настоящее время основной предпосылкой усыхания по-прежнему является старовозрастность древостоя. Возраст усохших елей составлял до 247 лет на у.г. (в среднем 147 лет). Подавляющее большинство очагов усыхания расположено на участках перестойных ельников со средним возрастом елей I яруса более 140 лет. При этом, в чернично-сфагновых и кисличных типах леса достоверных различий среднего возраста усохших и живых елей не наблюдается. Только в неморальном типе ельника усохшие ели были в среднем на 20 лет старше живых. Достоверные отличия диаметров сухих и живых елей (в среднем 41 и 33 см соответственно) также имеют место только в неморальном типе леса.

Как указывают многие исследователи, далеко не у всех елей усыханию предшествует снижение радиальных приростов. По нашим данным, перед усыханием обычно не наблюдалось снижения приростов по радиусу, в том числе и у ослабленных елей. В ЦЛЗ почти у половины (49 %) усохших деревьев отмечена тенденция увеличения приростов в последнее десятилетие жизни, и только у 14 % приросты снижались. 22 % усохших елей (по всем типам леса, n=138) имели пониженные приросты в последнее десятилетие ( $\leq 0,5$  мм/год). Однако, и 20 % живых елей верхних ярусов имели такие же приросты.

С другой стороны, в очагах усыхания в ЦЛЗ не выражены заметные увеличения радиальных приростов (release) у елей после усыхания соседних. Даже экстремальная засуха 1938–1939 гг., проявившаяся уменьшением приростов в эти годы почти у всех деревьев и большим отпадом, не вы-

звала скачкообразного увеличения приростов в следующее десятилетие. Освобождения после этой засухи наблюдаются лишь у 8,5 % елей (n=201), а у 7 % за засухой последовала депрессия приростов. При этом, примерно половина елей верхних ярусов в ЦЛЗ в течение жизни имела 1 или 2 освобождения, но не связанных с засухой.

Оценивая радиальные приросты елей ЦЛЗ верхнего яруса в начале жизни (по всем типам леса), нужно отметить, что повышенные приросты ( $\geq 2$  мм/год, на у.г) в первой половине жизни имели 67 % усохших елей и 56 % живых.

Во всех обследованных очагах усыхание не распространялось на подрост ели. Имеющийся в очагах усыхания подрост ели либо растет без изменений, либо увеличивает приросты так же, как при развитии в любых небольших окнах. Резкого, тем более скачкообразного прироста после усыхания елей I яруса у него не происходит. По-видимому, решающим здесь является размер окна, а не природа нарушения. Перспективы обновления усыхающих ельников ЦЛЗ зависят от типа леса. В чернично-сфагновом типе достаточное количество предварительного подроста ели обеспечивает восстановление ельника. В неморальных и, отчасти, кисличных очагах усыхание приводит к смене пород. Ельник сменяется на смешанный лес с преобладанием липы и клена, с примесью ели, осины, березы.

Помимо старовозрастности, среди причин усыхания ели в ЦЛЗ можно назвать засушливые летние периоды, подтопление бобрами, а также заселение опенками (в неморальных ельниках) и короедные очаги (около 30 % всех очагов).

В последние годы в ЦЛЗ усыхание ели преобладает над ветровалом живых деревьев. С учетом времени стояния сухостоя, мы оцениваем современное соотношение количества деревьев, погибших от усыхания и от ветровала не менее, чем 10:1. В целом, отпад ели характеризуется чередованием периодов повышенного ветровала с периодами усыхания, как основной формы гибели перестойных ельников.

Мониторинг усыхания ели в ЦЛЗ свидетельствует о том, что процесс усыхания ели в заповеднике прогрессирует, хотя по-прежнему не является массовым и носит очаговый характер. Такой тип усыхания обеспечивает мозаичное обновление полога леса хвойными (в чернично-сфагновых и частично кисличных ельниках) или лиственными (в неморальных ельниках).

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛОТНОСТИ НАСАЖДЕНИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПОСАДКАХ ЛИСТВЕННИЦЫ РАЗНОЙ ГУСТОТЫ

Пшеничникова Л.С.

*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН – Обособленное подразделение ФИЦ  
КНЦ СО РАН, Красноярск, taiga@ksc.krasn.ru*

Анализ 35-летних исследований экспериментальных культур лиственницы сибирской (*Larix sibirica* L.) 18 вариантов густоты в подзоне южной тайги Красноярского края убедительно показал, что густота, морфоструктура и продуктивность древесных ценозов регулируется в соответствии с объемом и запасом жизненно необходимых ресурсов среды через изменение численности и размеров особей и зависит от начальной густоты.

Чем гуще были посадки культур, тем раньше и интенсивнее по сравнению с редкими происходил процесс дифференциации деревьев и ускорялось естественное изреживание, а количество деревьев с возрастом уменьшалось.

В вариантах посадки 32–128 тыс. шт./га начальная плотность ценозов уменьшилась к 35 годам – в 8–19 раз, в вариантах 8–24 тыс. шт./га – в 4–5 раз, в вариантах 0,5–6 тыс. шт./га – в 2–3 раза.

Интенсивное снижение числа деревьев и текущего отпада наблюдалось до 20 лет; в последующие годы постепенно происходила стабилизация постоянства числа деревьев на единице площади соразмерно запасу и емкости экологических ресурсов среды.

В каждом возрастном интервале средний диаметр насаждений с увеличением густоты уменьшался, а в возрастной динамике воздействие густоты на диаметр сдвигалось к более редким ценозам. Так, в 15–17 лет средний и максимальный диаметры древостоев зависели от текущей густоты только в интервале до 30–31 тыс. шт./га, в 20 лет – в интервале до 16 тыс. шт./га, в 25 лет – до 11, в 30 лет – примерно до 7–8, в 35 лет – до 6–7 тыс. шт./га, после чего наступала стабилизация значений диаметров.

Корреляция высоты деревьев с густотой была невысокой, так как высота меньше реагировала на изменение плотности ценозов, чем диаметр.

В течение исследованного периода накопление запаса в самых редких вариантах происходило медленно, в загущенных вариантах отмечалось замедление темпов накопления, а в самых густых – даже снижение запаса. При этом, кульминация текущего прироста с увеличением густоты насаждений постепенно смещалась на более ранние сроки.

Оптимальное количество деревьев на единице площади, при которой продуцируется максимум запаса древесины, с возрастом снижа-

лось. В 25 лет максимальный запас приходился на текущую густоту 10 тыс. шт./га, в 30 лет – на густоту – 7, в 35 лет – на густоту – 5–6 тыс. шт./га и составлял 400 м<sup>3</sup>/га.

Из 18 вариантов густоты посадки, к концу периода наблюдений наиболее оптимальным по продуктивности оказался вариант с густотой посадки 12 тыс. шт./га. Именно на такую густоту посадки приходились пик текущего прироста и стабилизация запаса. К 35 годам суммарный отпад в этом варианте составил 70 %, а фактическая густота – 4,4 тыс. шт./га.

Установленный факт, что очень густые культуры постепенно утрачивают преимущество по показателям продуктивности, дает основание признать нецелесообразным создание очень плотных и загущенных посадок лиственницы.

Рекомендуемая «Руководством ...» [2] первоначальная густота посадки хвойных культур для южно-таежных районов Восточной Сибири не менее 4 тыс. экз./га зачастую оказывается нерентабельной. Из-за неудовлетворительного состояния и гибели впоследствии почти половина посадок к моменту перевода в лесопокрытую площадь списывается [1]. Исходя из нашего опыта и документальной отчетности лесничеств по лесовосстановительным работам, можно предлагаемую в «Руководстве...» густоту посадки по хозяйственно-экономическим соображениям увеличить на величину ожидаемого отпада (не менее 40 %). И рекомендовать создание культур лиственницы с густотой посадки 6–8 тыс. сеянцев на 1 га в сходных региональных условиях таежной зоны. При таком количестве прижизненных растений нет необходимости дополнять культуры. В сравнении с редкой плотностью посадки такие культуры имеют преимущество, т. к. в них осуществляется естественная саморегуляция древостоя, повышается биологическая устойчивость. Такие культуры по росту и развитию приближаются к естественным лесным насаждениям, и их формирование происходит по законам развития естественных лесов. Для ускоренного роста и развития деревьев, если позволяет излишек густоты, возможны рубки ухода.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Региональные проблемы экосистемного лесоводства / Под ред. А. А. Онучина. Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2007. 330 с.
2. Руководство по проведению лесовосстановительных работ в лесах Восточной Сибири. М.: Федер. служба лесн. х-ва России, 1997. 95 с.

## СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЙ СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Раевский Б.В.<sup>1</sup>, Щурова М.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт леса Карельского НЦ РАН, Петрозаводск, borisraevsky@gmail.com;

<sup>2</sup>Отдел Карельская лесосеменная станция филиала ФБУ Рослесозащита Центра защиты леса Ленинградской области, Петрозаводск, czlspb@rcfh.ru

Отбор плюсовых деревьев (ПД) по фенотипу в естественной среде является стартовой точкой в реализации системы плюсовой селекции, а прививочные лесосеменные плантации (ЛСП) I порядка (поколения) – ключевой категорией объектов в структуре постоянной лесосеменной базы основных лесообразующих видов. На ЛСП произрастают сотни вегетативных (клоновых) потомств плюсовых деревьев в условиях регулярного размещения и относительно выравненного влияния комплекса основных экологических факторов. В силу сказанного, именно ЛСП призваны сыграть решающую роль в оценке наследственности ПД и реализации системы селекционных мероприятий, направленных на выведение сортов-клонов и получение сортовых семян лесообразующих хвойных видов.

В своем базовом варианте селекция сосны обыкновенной осуществляется на быстроту роста. Поэтому рост клонов сосны в высоту принимается в качестве ведущего признака. Все клоны на плантации, соответствующие критерию ( $\geq$ ) рассматриваются как носители «генов быстрого роста». Однако осуществлять отбор исключительно по одному признаку, пусть даже и такому важному как рост в высоту, представляется нецелесообразным. Среди высокорослых клонов сосны встречается морфотип с сильноосбежистым стволом и кроной, образованной длинными и толстыми ветвями. Такой морфотип подвержен снеголому и крайне нежелателен с позиции качества ствола. Кроме этого, некоторые быстрорастущие клоны с хорошим габитусом характеризуются очень слабым семеношением. Из всех параметров, характеризующих активность репродуктивной сферы клонов сосны, только один может быть выделен в качестве интегрального признака, отражающего реальный вклад клона в урожай лесосеменной плантации и генофонд будущих поколений – это среднее число полнозернистых семян на одну прививку (рамету). Его следует считать вторым по важности после оценки роста клона сосны в высоту. Вариант селекции по этим двум признакам выглядит наиболее оптимальным для сосны обыкновенной.

На первом этапе отбора в качестве ведущего признака принимается высота ствола клона с пороговым значением ( $\geq$ ).

На втором этапе анализируется вся совокупность габитуальных признаков (сбежистость ствола, ширина кроны, толщина сучьев и т.п.) в аспекте гармоничности облика дерева и подверженности снеголому. В качестве ведущего количественного признака принимается «средний диаметр у основания трех самых толстых веток, расположенных на высоте 1,5–2,0 м». При формировании выборки не допускается его увеличение более чем на 1–2 % по сравнению со средней величиной, рассчитанной для участка.

На третьем этапе анализируется комплекс признаков семенной продуктивности клонов, прошедших через сито отбора предыдущих этапов. В качестве ведущего признака принимается число полнозернистых семян на рапету с отбором по стандарту ( $\geq$ ).

Четвертый этап заключается в испытании семенного потомства и оценке клонов по общей и специфической комбинационной способности (ОКС и СКС). Возраст предварительной оценки оценивается как равный 8–10 годам. Окончательная оценка, по всей видимости, будет осуществляться по достижению испытательными посадками 27–30-летнего рубежа.

В результате практического применения вышеописанной методики интенсивностью селекции на уровне 10–11 % лучших вегетативных потомств, характеристики набора отселектированных клонов изменились, по сравнению с исходным, следующим образом: средняя высота, диаметр ствола, диаметр ветвей и ширина кроны увеличились на 7,6; 2,6; 1,2 и 2,1 %, соответственно, при одновременном росте семенной продуктивности на 43,2 %. Сказанное означает, что при незначительном увеличении размера деревьев по сравнению с ЛСП I порядка, урожай семян на ЛСП I,5 поколения в межсеменные годы может возрасти с 4,1 кг/га до 5,9 кг/га. Расчет выполнен на примере Петрозаводской ЛСП. Общая комбинационная способность лучших клонов в 30-летних испытательных культурах составила по диаметру ствола – 13,6 %, а по объему – 32,8 %. Таким образом, даже на этапе использования генетически улучшенных семян с ЛСП I,5 порядка при создании плантационных культур сосны может быть достигнуто увеличение запаса деловой древесины в размере 47 м<sup>3</sup>/га в возрасте 30 лет и 122 м<sup>3</sup>/га на момент рубки в 60 лет, при условии роста культур по I классу бонитета.

## **СОСТАВЛЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО КАДАСТРА СОСНЯКОВ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОЙ ГЕОБОТАНИЧЕСКОЙ ПОДЗОНЫ БЕЛАРУСИ)**

**Романова М.Л., Пучило А.В., Ермоленкова Г.В.**

*Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси им. В.Ф. Купревича,  
Минск, [Ajuga@rambler.ru](mailto:Ajuga@rambler.ru)*

В настоящее время лесные экосистемы нуждаются в более глубоком понимании закономерностей их организации и функционирования.

Составление регионального кадастра типов леса – сложная и важная задача, так как такой кадастр не связан непосредственно с государственным лесным кадастром, содержащим всю совокупность сведений о качественном и количественном составе лесов, а является совокупностью основных элементарных типологических таксонов, установленных в регионе.

При составлении кадастра сосняков северной геоботанической подзоны Беларуси использовались материалы более 500 типологических пробных площадей (ТПП). Здесь выделено 12 типов леса. Для необходимой и достаточной характеристики каждого типа сосновой формации отбиралось от 15 до 30 ТПП. Учитывались зональные особенности структуры и флористического состава, с указанием местоположения, почвенно-грунтовых условий, состава древостоя (основные биометрические показатели), подлеска, подроста и живого напочвенного покрова (ЖНП). В каждом типе леса определяли важнейшие ассоциации, индексы условий местопроизрастания, необходимые для обозначения лесокультурных мероприятий, что позволило систематизировать по определенной программе все типы леса в регионе.

По геоботаническому районированию И.Д. Юркевича и В.С. Гельтмана, север Беларуси относится к подзоне дубово-темнохвойных подтаежных лесов. Типы леса по нарастающей степени гидроморфизма образуют следующий ряд: лишайниковый, вересковый, брусничный, мшистый, зеленомошный, орляковый, кисличный, черничный, долгомошный, осоковый, багульниковый, сфагновый. Так как тип леса определяется напочвенным покровом, то в каждом типе на основе данных ЖНП выбранных ТПП рассчитывался класс постоянства видов по пяти группам в зависимости от площади покрытия (%): < 30 %, 10–30 %, 5–10 %, 1–5 %, <1 %. С использованием информационно-логического метода математически определялся уровень значимости вида в баллах (от 1 до 5). Затем весь полученный объем данных сводился в таблицы. По данным таблиц можно выделить следующее:

1. В ярусе кустарников и кустарничков насчитывается 15 видов. Наибольшее распространение имеет черника – по всем типам леса уро-

вень значимости 5 и 4, только в сосняке сфагновом – 2. Брусника также хорошо представлена во всех типах, только в кисличном – 1 и сфагновом – 2. Широко распространен вереск – для всех типов недостаточного и неустойчивого увлажнения он имеет 5-й уровень значимости, но начиная с сосняка зеленомошного, его значение падает и он исчезает в кисличном типе, а затем «возрождается» в багульниковом и сфагновом с 4-м уровнем значимости. Все остальные виды этого яруса имеют более узкую экологическую приуроченность к определенному типу и распространены значительно меньше.

Травы представлены 187 видами. Однако здесь нет таких значимых доминантов, как у кустарничков и кустарников. Наибольшее распространение имеет вейник наземный – 3 и 4, отсутствует он только в сфагновом и багульниковом типах. Овсяница овечья очень часто встречается в верхней (сухой) части градиента типов сосняков. Наилучший показатель из всех травянистых растений имеет марьянник луговой. Он присутствует во всех 12-ти типах, а в сосняках брусничном, зеленомошном и орляковом, оценивается 5-м уровнем значимости. К эвритопным в сосняках северной геоботанической подзоны относятся такие виды как ожика волосистая, майник двулистный, ортилия однобокая, лапчатка прямостоячая, грушанка круглолистная, костяника, золотарник обыкновенный, седмичник европейский, фиалка собачья.

Зеленые мхи представлены 31 видом. Наиболее распространен *Pleurozium schreberi* – он в 11-ти типах сосняков имеет максимальный 5-й уровень значимости. *Dicranum polysetum* также очень широко распространен, но во влажных сосняках его ниша намного уже – в багульниковом и сфагновом уровень значимости 2. *Hylocomium splendens* присутствует во всех типах, но максимальные баллы обнаруживает в сосняках брусничном, зеленомошном, орляковом и долгомошном, в остальных типах уровень не превышает 1–2 баллов. *Ptilium crista-castrensis* прослеживается во всех сосняках, но только в мшистых типах имеет значимость 4 балла.

Сфагновые мхи представлены 16 видами. Наиболее значимыми являются *Sphagnum angustifolium*, *S. magellanicum*. Они наращивают значения по градиенту влажности, начиная с сосняка орлякового, и достигают максимума в сосняке багульниковом и сфагновом.

Лишайники представлены 10 видами. Они хорошо выражены в верхней части типологического спектра сосняков. В лишайниковом типе наибольшую степень участия в составе ЖНП имеет *Cladonia gracilis*. *C. Rangifirina*. *C. sylvatica* – 5-уровень. Также они хорошо выражены в сосняках недостаточного и неустойчивого увлажнения, начиная с сосняка зеленомошного, их роль резко падает и не превышает 1 балла.

Таким образом, были выявлены наиболее значимые виды растений напочвенного покрова сосняков мшистых, отражающие гидрологический, температурный, световой режимы и многие характеристики экосистем основных лесов на региональном уровне в Белорусском Поозерье.

## **ВЛИЯНИЕ СУММЫ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВСПЫШЕК МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ КОРоеДА-ТИПОГРАФА В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

**Ромашкин И.В.<sup>1</sup>, Тикканен О.-П.<sup>2</sup>, Неувонен С.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, ivanromashkin1991@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Университет Восточной Финляндии (UEF);*

<sup>3</sup>*Институт природных ресурсов Финляндии (Luke)*

Короед-типограф (*Ips typographus*) известен как один из наиболее опасных вредителей еловых лесов Евразии. Способность этого вида воспроизводить несколько поколений в год и формировать вспышки массового размножения при условии высокой численности популяций в значительной степени определяется годовой суммой эффективных температур.

Нами была поставлена задача оценить влияние изменений годовых сумм эффективных температур (выше +5 °С) на распространение, масштабы и частоту возникновения вспышек массового размножения короеда-типографа в Европейской части России за период с 1960 по 2013 г.

В данной работе нами было установлено существенное увеличение годовых значений сумм эффективных температур на всей территории Европейской части России в течение рассматриваемого периода. В среднем эта величина составила 19,7 % и слабо варьировалась в пределах территории исследования. Наиболее значительное увеличение сумм эффективных температур началось в конце XX века и достигло своего пика в 2010 году. За последние 50 лет граница минимальных значений сумм эффективных температур, необходимых для полного развития двух поколений короеда-типографа в течение вегетационного сезона сдвинулась в среднем на 446,6 км в северном направлении, благодаря чему общая площадь территорий с оптимальными температурными условиями для формирования вспышек массового размножения короеда-типографа увеличилась на 1,35 млн км<sup>2</sup>. Начиная с 2000 года, единичные вспышки массового размножения короеда-типографа были зарегистрированы выше 60° северной широты, что ранее не отмечалось. Тем не менее, большинство вспышек массового размножения располагалось южнее градиента суммы эффективных

температур 1500 градусо-дней. Ветровалы, засухи и другие серьезные нарушения являлись определяющими факторами формирования вспышек массового размножения и определяли динамику численности популяций короледа-типографа. В течение исследуемого периода вспышки массового размножения, как правило, быстро затухали под действием неблагоприятных погодных условий и других факторов, среди которых отмечались низкие температуры воздуха и высокий уровень осадков в течение лета, высокая смертность в зимний период, а также истощение кормовой базы. Прогнозируемые тенденции глобального изменения климата могут существенно увеличить риск возникновения вспышек массового размножения короледа-типографа в еловых лесах России, в особенности в северных широтах.

## **ДИНАМИКА УГЛЕРОДА И АЗОТА В ПРОЦЕССЕ РАЗЛОЖЕНИЯ КОРЫ ВАЛЕЖНЫХ СТВОЛОВ В СТАРОВОЗРАСТНОМ ЕЛОВОМ ЛЕСУ СРЕДНЕЙ ПОДЗОНЫ ТАЙГИ**

**Ромашкин И.В.<sup>1</sup>, Шорохова Е.В.<sup>1,2,3</sup>, Капица Е.А.<sup>1,3</sup>, Кушневская Е.В.<sup>1,4</sup>, Галибина Н.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, ivanromashkin1991@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Институт природных ресурсов Финляндии (Luke);*

<sup>3</sup>*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова;* <sup>4</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет*

Динамика углерода (С) и азота (N) в процессе разложения различных фракций крупных древесных остатков (КДО), в особенности коры, недостаточно изучена, что ограничивает понимание процессов биогеохимического круговорота веществ в лесных экосистемах.

Цель работы: оценить влияние диаметра и секции ствола (прикомлевой и верхушечной), а также стадий сукцессии эпиксильной растительности на динамику изменения концентраций **С** и **N**, **а также рН в процессе биогенного разложения коры Pinus sylvestris, Picea abies, Betula spp. и Populus tremula** в старовозрастном среднетаежном ельнике.

Начальная концентрация **С** и **N**, **а также рН коры статистически достоверно** зависели от древесной породы и не зависели от диаметра и секции ствола. За 40 лет биогенной деструкции массовая концентрация **С** в коре сосны уменьшилась на 32 %, в то время как массовая концентрация **С** в коре других древесных пород практически не изменилась в процессе разложения. Объемная концентрация **С** **в коре сосны, ели и березы не изменилась** в процессе разложения, в то время как этот показатель в коре осии

ны уменьшился на 27 %. По мере разложения массовая концентрация N в коре осины, сосны и ели увеличилась на 79, 108 и 146 % соответственно. Массовая концентрация N в коре березы увеличилась на 31 % за 20-летний период. Объемная концентрация N в коре увеличилась у всех древесных пород, кроме осины, в коре которой отмечено уменьшение концентрации на 20 %. Суммарная концентрация C и N в коре валежных стволов в течение 40 лет уменьшилась, что связано с фрагментацией коры. Отмечено уменьшение отношения C:N с 79:1 в коре хвойных и 66:1 в коре лиственных пород до 30:1 после 40 лет разложения. Не выявлено значимых изменений в значениях pH коры в процессе ее разложения. Заращение валежных стволов эпиксильной растительностью, а также динамика C и N в коре статистически зависела от древесной породы.

Кора валежных стволов березы, ели, осины и сосны участвовала в биогеохимическом круговороте в качестве источника биогенных элементов со средними константами возврата C и N в лесную подстилку 0,06; 0,11; 0,12; 0,48 год<sup>-1</sup> и 0,03; 0,07; 0,009; 0,42 год<sup>-1</sup> для исследуемых пород соответственно.

Суммарное количество C и N в коре валежных стволов в расчете на 1 га составило 1391,2 кг и 29,4 кг соответственно, и было неравномерно распределено по древесным породам и классам разложения. В масштабах экосистемы доля участия древесной коры в балансе биогенных элементов незначительна по сравнению с древесиной в составе КДО, лесной подстилкой и общей фитомассой древостоя.

## **ВЛИЯНИЕ ФИЛЛОФАГОВ НА СОСТОЯНИЕ ЛЕСОВ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

**Рубцов В.В., Уткина И.А.**

*Институт лесоведения РАН, Московская обл., Успенское, vrubtsov@mail.ru*

Насекомые-филлофаги, являясь неотъемлемым компонентом лесных экосистем, способны оказывать в периоды массовых размножений большое влияние на их состояние и функционирование, иногда приводят насаждения к гибели. Собранные в разных регионах данные для различных древесных пород позволили оценить характер реакции на дефолиацию насаждений разного состава и возраста, сделать общие выводы о тяжести последствий для них повреждений филлофагами. Выполненные исследования показали, что различные виды древесных растений обладают разной устойчивостью к дефолиации. Степень влияния дефолиации и последующей рефолиации на выживание и рост деревьев зависит, с одной стороны, от степени и сроков изъ-

тия листвы, с другой стороны, от текущего состояния и условий произрастания деревьев, погодных условий. Реакция отдельных деревьев на дефолиацию в значительной степени зависит также от функциональной организации их крон – количества и соотношения в них побегов разных типов, размеров, особенностей роста, облиствления и т.д., как это показано нами на примере дуба черешчатого [2]. Последствия повреждений филлофагами сказываются на архитектуре крон, а значит и на последующем развитии древостоя.

В последние десятилетия экологическая ситуация в лесах существенно меняется, прежде всего в связи с изменением климата и возрастанием антропогенной нагрузки на леса. Непосредственно сказываются происходящие изменения и на взаимоотношениях лесных филлофагов с кормовыми растениями.

В настоящее время в разных странах активно развиваются работы по прогнозированию возможных последствий изменения климата на взаимоотношения насекомых-филлофагов с древостоями. Предпринимаемые попытки предсказать результаты происходящих климатических изменений для лесных насекомых-филлофагов обычно исходят из подкрепленного соответствующими расчетами предположения, что в обозримом будущем произойдет увеличение среднегодовой температуры воздуха на 3 °С и **увеличение концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере в 2 раза**. Почти во всех работах отмечается, что наиболее важный внешний фактор, влияющий на развитие и состояние популяций насекомых-филлофагов – температура воздуха. Она прямо влияет на развитие, выживаемость, ареал и численность насекомых. Действие концентрации CO<sub>2</sub> и увеличения ультрафиолетового излучения менее значимо.

Многие авторы отмечают происходящее изменение ареалов у чешуекрылых в направлении более северных широт, что влияет на биоразнообразие регионов. [3, 4 и др.]. Наблюдается возрастание нарушения синхронности между началом отрождения гусениц и раскрытием почек кормовых пород, начало отрождения гусениц сдвинулось в сторону более ранних дат, детская смертность гусениц возрастает, что является благоприятным фактором для лесов. Фенофазы, связанные с окончанием сезонного развития насекомых, наоборот, отодвигаются на более поздние сроки, что приводит к удлинению периода активного развития и может по-разному влиять на состояние популяции. Зафиксированы также нарушения взаимодействия в системах «хищник-жертва» и «растение-насекомое» вследствие разных реакций взаимодействующих видов на потепление: в пределах расширяющихся ареалов виды по-разному адаптируются к более теплым условиям и используют новые ресурсы. Наши многолетние наблюдения в Теллермановской дубраве (южная часть лесостепной зоны, Воронежская обл.) показывают, что изменения климата заметно сказались на динамике численности и взаимоотноше-

ниях насекомых-филлофагов с кормовыми породами (непарный шелкопряд, зеленая дубовая листовертка, зимняя пяденица и некоторые другие виды) [2]. Повреждаемость листвы и побегов дубрав в последний период уменьшилась.

О возможности пространственного «перераспределения» зон вспышек массового размножения лесных насекомых пишет А.С. Исаев с соавторами [1]. Они считают, что в ответ на климатические изменения может произойти как значительное увеличение поврежденности лесов насекомыми, так и уменьшение их воздействия. Для более точной оценки возможных последствий необходима детальная информация о параметрах взаимодействия «дерево-насекомые» для конкретных видов вредителей и их кормовых пород.

Понять механизмы и успешно прогнозировать процессы, происходящие в лесу при инвазиях насекомых, невозможно без изучения компенсационных процессов в кронах поврежденных деревьев. Наблюдается сложная связь регенеративного побегообразования с дефолиацией, зависящая от целого ряда биотических и абиотических факторов, в значительной мере климатических. В рамках проекта РФФИ нами ведутся исследования «Рефолиация как показатель текущего состояния насаждений после повреждения филлофагами».

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (№ 15-04-05592)*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Исаев А.С., Овчинникова Т.М., Пальникова Е.Н. и др. Оценка характера взаимодействий «лес – насекомые» в лесах бореальной зоны в ходе возможных климатических изменений // Лесоведение. 1999. № 6. С. 39–44.
2. Рубцов В.В., Уткина И.А. Адаптационные реакции дуба на дефолиацию. М.: Гриф и К, 2008. 302 с.
3. Battisti A. Forests and climate change – lessons from insects / A. Battisti // Forestalia. 2004. Vol. 1. P. 17–24.
4. Climate change and outbreaks of the geometrids *Operophtera brumata* and *Epirrita autumnata* in subarctic birch forest: evidence of a recent outbreak range expansion / [ J. U. Jepsen, S. B. Hagen, R. A. Ims, N. G. Yoccoz ] // J. Anim. Ecol. 2007. Vol. 77, N 2. P. 257–264.

## **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЛЕСОВ ГОРОДА ПЕТРОЗАВОДСКА (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)**

**Рудковская О.А., Тимофеева В.В.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
rudkov.o@yandex.ru, timofeevavera2010@yandex.ru*

Урбанизация – доминирующая тенденция развития общества в XX–XXI вв. Так, в России доля городского населения уже превышает средне-

мировой уровень и составляет 73 % [2]. В этой связи городские леса приобретают особую экологическую ценность в качестве рекреационной территории, обеспечивающей отдых населения, способствующей снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха, шумового воздействия и т. п. Весомым преимуществом сложившейся в Петрозаводске системы озеленения является сохранность крупных лесных массивов по периферии городской застройки, на которые возложена важная задача по реализации конституционного права горожан на благоприятную окружающую среду.

Цель исследования – охарактеризовать состояние напочвенного покрова лесных массивов, вплотную примыкающих к жилой застройке.

Было проведено геоботаническое описание травяно-кустарничкового яруса городских лесов, прилегающих к микрорайонам Древлянка, Куковка, Сулажгора. Общая протяженность маршрутов составила 23 км.

Геоботанические описания проводили по стандартным методикам [1, 3].

Среди исследованных участков городских лесов преобладают древостои еловой формации (45 %). Из них наиболее распространены ельники черничные – 29,4 %, доля хвощовых и хвощово-сфагновых – 7,8 %, доля ельников кисличных – 5,9 %. На березняки приходится 25,5 %, из них доминируют березняки разнотравные (15,7 %). Заметно участие сосново-еловых (19,6 %) и сосновых (15,7 %) древостоев. Около 4 % приходится на сероольшаники и осинники.

Всего в исследованных лесных сообществах зарегистрированы 155 видов сосудистых растений, из которых 127 – отмечены в травяно-кустарничковом ярусе. Среди последних зарегистрированы редкие для флоры Петрозаводска: *Chrysosplenium alternifolium* L., *Circaea alpina* L., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. и др., *Viola mirabilis* L.

Ядро флоры городских лесов составляют типичные и массовые представители бореальной флоры: *Convallaria majalis* L., *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H. P. Fuchs, *Equisetum sylvaticum* L., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Orthilia secunda* (L.) House, *Oxalis acetosella* L., *Solidago virgaurea* L., *Vaccinium myrtillus* L., *V. vitis-idaea* L. и др.

Наиболее существенное варьирование видового состава сосудистых растений выявлено в березняках. Интервал варьирования следующий: 4–6 видов встречается в березняках хвощово-сфагновых и черничных, 34–37 видов – в березняках разнотравных. Также высокий уровень видового разнообразия отмечен для еловых древостоев, из них наибольшим богатством отличаются ельники кисличного и черничного типов (25–32 вида). Обедненным видовым составом характеризуются сосновые леса.

Так, в заболоченных сосняках обнаружено не более 10 видов, а в сосняках чернично-разнотравных – 15–21 вид.

Классификация рассматриваемых объектов с помощью кластерного анализа позволила выявить их сходство по условиям обитания и видовому составу. Самое обособленное положение занимает малочисленная группа сообществ, в наибольшей степени подверженных воздействию рекреационного пресса (вытаптывание). Далее выделяется кластер маловидовых сообществ с преобладанием видов рода *Sphagnum* в мохово-лишайниковом ярусе. Следующая группа представлена сообществами, отличающимися высоким уровнем видового разнообразия (20–37 видов). Как правило, это смешанные лиственные древостои с преобладанием березы. Наиболее представительную группу составляют еловые фитоценозы со средним уровнем видового богатства.

В настоящее время происходит активное изъятие и вырубка значительных площадей городских лесов под застройку. Поэтому целесообразно проведение комплексной инвентаризации сохранившихся лесных массивов по всему периметру города с последующей резервацией наиболее ценных в рекреационном отношении участков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Раменский Л.Г.* Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л., 1971. 334 с.
2. *Третьякова А.С.* Закономерности формирования и экологическая структура флоры урбанизированных территорий Среднего Урала (Свердловская область): автореф. дис. . . . докт. биол. наук. Тольятти, 2016. 36 с.
3. *Шенников А.П.* Введение в геоботанику. Л., 1964. 447 с.

## **20-ЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ПАРЦЕЛЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ В ПРОЦЕССЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ЕЛИ НА ВЫРУБКАХ ЮЖНОТАЕЖНЫХ БЕРЕЗНЯКОВ**

**Рыбакова Н.А.**

*Институт лесоведения РАН, Москва, 1986620@gmail.com*

По данным 20-летних наблюдений на пробных площадях (Ярославская обл., Северная лесная опытная станция Института лесоведения РАН) установлены закономерности динамики парцеллярной структуры фитоценозов на вырубках мелколиственных насаждений с елью предварительной генерации в кислотно-черничном типе леса. Наблюдения позволили уже на начальной

фазе лесообразовательного процесса выявить виды – эдификаторы, размещение и представленность парцелл, с определенной вероятностью дать прогноз стратегии формирования древостоев при восстановлении популяции ели.

Две ленточные пробные площади по 0,35 га заложены на 2-летней вырубке, где была проведена рубка мелколиственного древостоя с сохранением подроста и деревьев второго яруса ели. Применялась узколесосечная технология (ширина трелевочных волоков 5–6 м и пасек 30–35 м), тщательное соблюдение которой способствовало небольшим повреждениям напочвенного покрова (7 % площади волоков). При горизонтальном расчленении фитоценоза использовали теоретические положения о парцеллярной структуре В.Н. Дылиса [1]. Методика выделения парцелл и структура насаждения до рубки дана в [2]. Основанием для горизонтального расчленения древостоев являлись различия в следующих признаках: генезисе популяции ели (предварительная и последующая генерации), ярусности древостоя (верхний ярус, подрост), видовом составе древесных, кустарниковых и травянистых видов (доминирующий и субдоминирующий виды) и сомкнутости полога ели (сомкнутый – больше 50 %, несомкнутый – равна или меньше 50 %).

Вырубки отличаются большим парцеллярным разнообразием: на пасеках 2-летних вырубков выделено 26 парцелл, имеющих различия во всех ярусах фитоценоза (64 шт. га<sup>-1</sup>), на волоках – 6 (38 шт. га<sup>-1</sup>). Их площадь изменяется от 10 до 450 м<sup>2</sup>. Размещение и площадь парцелл обусловлены парцеллярной структурой фитоценоза до рубки, технологией лесосечных работ, площадью и размещением технологических элементов на вырубке, давностью рубки. На волоках 2-летних вырубков «основными» являются парцеллы с травяно-кустарничковым ярусом (68 %), которые выделены по доминирующим типичным для вырубков видам – вейнику и щучке. Разрастание этих высокорослых травянистых видов препятствовало возобновлению березы. Возобновление березы появилось лишь через 10 лет, через 20 молодняк березы занимал 20 % волоков. На участках, где до рубки количество осины в составе 1 яруса древостоя превышало 30 %, появилось ее порослевое возобновление (23 % площади волоков) со средней численностью 53 т.экз.га<sup>-1</sup>. На этих участках через 10 лет после рубки образовался несомкнутый подрост и молодняк осины (62 % площади волоков). Сильное повреждение осины лосем привело к ее массовому усыханию и изменению парцеллярной структуры волоков. Через 20 лет после рубки лишь на 33 % волоков сформировалось насаждение осины в стадии жердняка (численность 5 т.экз.га<sup>-1</sup>, высота 8,9 м).

После рубки древостоя березы на пасечных участках сохранилось 4,2 т. экз. га<sup>-1</sup> деревьев ели, основную часть составлял подрост в возрасте до 50 лет. В насаждении до рубки было выделено 10 различных парцелл, на пасечных участках их количество увеличилось в 2,7 раза. Изменение парцеллярного строения фитоценоза обусловлено трансформацией структуры популяции ели, появлением порослевого возобновления осины вблизи волоков, оставлением «недорубов» первого яруса древостоя, разнообразием напочвенного покрова. По доминирующим в напочвенном покрове видам выделены парцеллы: кислично-костяничная, кислично-голокучниковая, чернично-долгомошная, чернично-сфагновая, вейниковая, щучковая и мертвопокровная. Трансформация структуры связана, с одной стороны, с возрастанием интенсивности роста ели при увеличении освещенности после удаления верхнего полога березы, с другой – с отпадом части деревьев в возрасте до 50 лет при адаптации к измененным условиям среды.

На пасеках парцеллы с предварительным возобновлением ели занимали 81 % площади: 22 % парцеллы с несомкнутым подростом, 21 % – с сомкнутым подростом (молодняком), 38 % – с елью в стадии жердняка. При интенсивном росте ели в подросте и дифференциации деревьев по высоте в течение первого 10-летнего периода наблюдений парцеллы с несомкнутым подростом почти полностью перешли в стадию молодняка. Площадь парцелл с елью в стадии жердняка увеличилась до 68 %, что на 20 % больше площади парцелл со вторым ярусом ели в березняке. Через 20 лет после рубки на пасеках сформировался сомкнутый ельник, в котором жердняк ели занимал 32 % площади, ель в стадии возмужания 55 %.

На пасеках в парцеллах с возобновлением осины в течение 10-летнего периода образовался сомкнутый молодняк (13 % пасек). Сильное повреждение стволов осины лосем привело к тому, что парцеллы с жердняком осины через 20 лет сохранились лишь на 3 % пасек. Возобновление осины, появляющееся в парцеллах с молодняком и жердняком ели в условиях сильного затенения, погибает в течение 1–2 лет, не формируя отдельных парцелл.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дылис Н.В. Структура лесного биогеоценоза // Комаровские чтения, XXI. М.: Наука, 1969. 55 с.
2. Рубцов М.В., Рыбакова Н.А. Динамика парцеллярной структуры лесных фитоценозов в процессе восстановления популяции ели в южнотаежных березняках // Лесоведение. 2016. № 5. С. 323–331.

## ОСОБЕННОСТИ ПОСЛЕПОЖАРНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСОВ САХАЛИНА

Сабиров Р.Н., Сабирова Н.Д.

ИМГиГ ДВО РАН, Южно-Сахалинск, r.sabirov@imgg.ru

Бореальные леса на острове Сахалин в широтно-зональном аспекте представлены из двух весьма контрастных в экологическом отношении лесных формаций. Если северную, равнинную территорию Сахалина занимают светлохвойные леса, сформированные из лиственницы Каяндера (*Larix cajanderi*), то остальную часть его с горным рельефом покрывают темнохвойные леса. Состав последних по мере продвижения на юг меняется: в центральных районах острова в них доминирует ель аянская (*Picea ajanensis*), в южной трети преобладает пихта сахалинская (*Abies sachalinensis*), а в юго-западной части размещаются темнохвойные леса с примесью широколиственных пород (*Phellodendron sachalinense*, *Quercus mongolica*, *Kalopanax septemlobus*, *Acer mayrii*) [2]. Однако более вековое использование лесных ресурсов и другие антропогенные преобразования природных ландшафтов значительно изменили исходную структуру лесного покрова острова. Наибольшее влияние на бореальные леса острова оказали пожары, в основном антропогенного происхождения. С 1945 г. на Сахалине произошло свыше 6 тыс. лесных пожаров и ими было пройдено около 25 % площади гослесфонда [1].

Безусловно, в указанных лесных формациях послепожарные восстановительные процессы происходят по-разному и имеют свои особенности. В частности, на горях северной части Сахалина, в связи с отсутствием источников семян на огромных площадях, редким семеношением основной лесобразующей породы – лиственницы, преобладанием сухих и бедных песчаных почв, естественное возобновление происходит крайне медленными темпами и осуществляется в несколько этапов. На свежих горях полностью отсутствуют живые растения и лишь на второй год после пожара появляются единичные особи инициальных видов. По истечении 3–5 лет после пожара активно заселяются *Chamaenerion angustifolium*, *Calamagrostis langsdorffii*, *Vaccinium vitis-idaea*, встречаемость которых здесь достигает 60–86 %. Кроме указанных видов растений, на этом этапе освободившиеся в результате пожаров участки весьма успешно начинают занимать *Carex vanheurckii*, *Scorzonera radiata* со встречаемостью 35–40 %, а также *Artemisia arctica*, *Tilingia ajanensis* – 10–12 %. Несмотря на довольно значительную встречаемость пионерных видов растений на горях, общее проективное покрытие их остается крайне низкой и не превышает 10–15 %. При этом на начальных

этапах зарастания гарей на 500 учетных площадках не было установлено ни одной ювенильной особи основной лесообразующей породы.

В последующие пять лет зарастания на гарях Северного Сахалина появляются до 20 видов сосудистых растений и вместе с этим происходит изменение доли участия их по сравнению с предыдущими годами. Так, на 10-й год после пожара встречаемость *Calamagrostis langsdorffii*, *Chamaenerion angustifolium* существенно снижается и варьирует в пределах 12–35 %, а встречаемость *Carex vanheurckii* многократно возрастает и достигает 95–97 %. На этом этапе послепожарных сукцессий появляется ряд характерных видов зональных лесных сообществ: лиственница (встречаемость 14 %), ель (4 %), осина (6 %), кедровый стланик (26 %), береза Миддендорфа (24 %), ольховник Максимовича (12 %), таволга березолистная (8 %) и др. Однако, в последующие 10 лет зарастания гарей, доля древесных пород в структуре сообществ не претерпевает значительных изменений. За 20-летний период послепожарного восстановления встречаемость подроста лиственницы увеличилась на 10 % и в общем составила 24 %, лишь на 2 %, по сравнению с предыдущим этапом, она повысилась у ели аянской (6 %), а также у ольховника Максимовича (14 %). Между тем, ряд кустарников, как кедровый стланик, таволга березолистная, ива скальная, за этот период заметно расширили свое присутствие на гарях, а брусника еще больше упрочила свои позиции, встречаемость ее достигла 95 %.

На начальных этапах послепожарных сукцессий, из-за отсутствия верхних ярусов и, следовательно, прекрасными условиями освещения, активно разрастаются такие гелиофиты, как *Arctostaphylos uva-ursi*, *Antennaria dioica*, *Artemisia arctica* (встречаемость 40–90 %). Указанные виды за 20-летний период зарастания гарей формируют сомкнутые монодоминантные синузии, но вместе с этим многократно сокращается доля участия такого эксплерентного вида, как иван-чай, встречаемость его снизилась до 5–7%. Наряду с сосудистыми растениями в постпирогенной демутации активное участие принимают пионерные виды мхов и лишайников. Последние на месте выгоревших одноименных типов лиственничников развиваются настолько интенсивно, что через полтора-два десятилетия могут полностью покрыть поверхность почвы и при этом представлять серьезное препятствие успешному расселению и произрастанию доминантов коренных лесных сообществ, следовательно, существенно тормозить лесовосстановительные процессы.

Если в северной части Сахалина, послепожарная демутация происходит без смены лесообразующей породы, тогда как в центральных и южных

районах она осуществляется через этапы производных лесов с доминированием в основном березы каменной. После гибели темнохвойных лесов происходит активный захват гарей *Sasa kurilensis* и образование ее густых зарослей. Многолетние устойчивые ценоотические позиции сазовников не дают возможности зональным лесам восстанавливаться естественным путем, следовательно, расселение ели и пихты здесь следует рассматривать как этап вековой динамики растительности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сабиров Р.Н., Сабирова Н.Д. Многолетняя динамика лесных пожаров на Сахалине // Геодинамические процессы и природные катастрофы в Дальневосточном регионе. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2011. С. 179–180.

2. Толмачев А.И. Геоботаническое районирование острова Сахалина. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1955. 80 с.

### МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЭКТОМИКОРИЗ (ЭМ) ЛИСТВЕННИЦЫ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Савельев Л.А., Кикеева А.В.

Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
lideon.r@mail.ru, avkikeeva@mail.ru

Виды рода *Larix* были признаны перспективными для культивирования в северных областях. Особые качества древесины, быстрый рост и устойчивость к низким температурам позволили выйти за пределы его естественного ареала. В настоящее время на территории Республики Карелия лиственница занимает менее 1 % от лесопокрытой площади, образуя естественные древостои только на самом востоке по границе с Архангельской областью [1]. В Петрозаводске встречается в искусственных насаждениях, как правило, в местах для отдыха населения. В настоящей работе описаны морфолого-анатомические параметры эктомикориз лиственницы из искусственных насаждений города. Работы проведены на временных пробных площадях с различной степенью техногенного и рекреационного воздействия на почвы окраины и центра города. Контрольный участок – дендрарий Ботанического сада ПетрГУ. Образцы корней отбирали последовательно на глубинах 0–10 см и 10–20 см с пятикратной повторностью, не снимая подстилки в подкроновом пространстве. Сбор материала проводили с сентября по октябрь 2014 г. Статистическая обработка результатов проведена с использованием серий попарного сравнения ( $t$ )<sup>2</sup> (табл.)

---

<sup>2</sup>  $t_{st} (0,05, 32) > 3$

В слое 0–10 см плотность ЭМ последовательно уменьшается от контроля к окраине на 12 %, к центру города – на 17 %. Общий радиус ЭМ и радиус корня в микоризном окончании на центральном участке увеличиваются на 5 %, по сравнению с контролем. В нижележащем – 10–20 см – слое плотность ЭМ на участках контроля и окраины города значимо не изменяется. Достоверных отличий между значениями этого параметра на контрольном участке и окраине города не установлено, плотность ЭМ уменьшается в ряду окраина – центр города на 19 %. Общий радиус ЭМ последовательно увеличивается от контроля к окраине на 5 %, от окраины к центру на 6 %. То есть, радиус ЭМ на центральном участке города увеличивается на 11 %, по сравнению с контролем. Радиус корня в микоризном окончании повторяет тенденцию увеличения общего радиуса ЭМ. Увеличивается от контроля к окраине на 6 %, от окраины к центру на 7 %. На центральном участке радиус корня увеличивается на 13 %, по сравнению с контролем. Толщина и доля грибного чехла в слое почвы 0–20 см не демонстрируют изменений на исследуемых участках. Толщина чехла варьирует в пределах 35–39 мкм (в среднем 35–36 мкм). Его доля – 32–34 % (33 %) от общего радиуса микоризного окончания.

Таблица. Изменение морфолого-анатомических параметров ЭМ лиственницы на разных участках города

Параметр	Глубина отбора, см	Пробные площади		
		Контроль	Окраина	Центр
Плотность – количество ЭМ на 10 см корня	0–10	52,0 ± 2	45,8 ± 1 *	43,3 ± 2 *
	10–20	50,7 ± 2	47,1 ± 1 ***	38,1 ± 1 *
Радиус микоризного окончания, мкм	0–10	197,9 ± 1 **	204,3 ± 1	207,9 ± 3 *
	10–20	191,8 ± 2	202,1 ± 1	213,9 ± 3
Радиус корня, мкм	0–10	161,2 ± 1	168,1 ± 1 *	168,8 ± 2 *
	10–20	156,2 ± 1	165,8 ± 1	176,2 ± 2
Толщина мицелиального чехла, мкм	0–10	36,8 ± 1	36,2 ± 1	39,1 ± 1
	10–20	35,6 ± 2	36,3 ± 1	37,6 ± 2
Доля чехла, %	0–10	33,5 ± 1	32,2 ± 1	34,0 ± 1
	10–20	33,5 ± 1	32,6 ± 1	31,8 ± 2

Примечание: \* достоверное различие значений с контролем, \*\* – с окраиной, \*\*\* – с центром; Окрашенные ячейки – различие значений параметра на всех участках

В двух исследуемых слоях почвы прослеживаются общие тенденции по мере возрастания антропогенной нагрузки от контроля к центру горо-

да. Плотность ЭМ уменьшается, общий радиус ЭМ и радиус корня увеличиваются. Увеличение общего радиуса ЭМ происходит за счет увеличения радиуса корня лиственницы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рыжкова Н.И., Крышень А.М., Геникова Н.В., Преснухин Ю.В., Ткаченко Ю.Н. Сравнительный анализ структуры напочвенного покрова в культурах лиственницы и зональных ельников на границе средней и южной подзон тайги // Труды КарНЦ РАН. 2016. № 12. С. 25–38.

## РОСТ СОСНОВЫХ КУЛЬТУР ПОД ЗАЩИТОЙ ПОЛОС ИВЫ ОСТРОЛИСТНОЙ (*SALIX ACUTIFOLIA WILLD.*)

Савин М.А., Маленко А.А.

ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, Барнаул, [mahasavin@mail.ru](mailto:mahasavin@mail.ru)

При создании лесных культур различного целевого назначения, главной задачей должно стоять формирование в будущем устойчивого в биологическом отношении биогеоценоза, характеризующегося наличием специфического фитоклимата, лесной подстилки, плодоношения и устойчивости к различным неблагоприятным условиям. А.Р. Родин [3] отмечает, что создание лесной среды в сомкнутых культурах, превращение их в саморегулирующие системы является залогом их долговечности и устойчивости.

Опыт отечественного и зарубежного лесоводства свидетельствует о преимуществах в большинстве случаев смешанных насаждений перед чистыми. Природа сочетаний древесных пород составляет, по Г. Ф. Морозову, одну из трех координат, определяющих природу леса. При проектировании типов лесных культур необходимо знать закономерности взаимовлияния древесных пород. Недооценка этих особенностей или неполнота представлений о них может привести к серьезным ошибкам.

Ива остролистная (*Salix acutifolia Willd.*) лучше других кустарниковых пород подошла для условий ленточных боров, зарекомендовала себя как хорошая пескозакрепляющая порода, которая способствует возобновлению сосны. Так, при обследовании Ширинской степи в Хакасии проф. Е.Н. Савин отметил, что сосна обыкновенная, размещающаяся во втором ряду и выросшая, следовательно, при защите и подгонном воздействии со стороны ивы остролистной, несколько опережает ее в росте в высоту и почти в три раза интенсивнее растет по диаметру. Однако, при исследовании влияния ивы остролистной на рост и развитие сосны обыкновенной в смешанных искусственных фитоценозах степи на супесчаной почве было выявлено, что

введение этой кустарниковой породы в наветренные и в подветренные ряды, приводит к снижению линейных показателей сосны обыкновенной. При этом изменяются и относительные показатели: отношение высоты дерева к диаметру ствола, отношение диаметра кроны к высоте дерева [1].

А.И. Лобанов утверждает, что шелюга, разрастаясь, вступает с сосной в конкуренцию и замедляет ее рост, а на участках, с двумя рядами шелюги конкуренция между ней и сосной настолько возрастает, что негативно отражается не только на росте сосны, но и на ее устойчивости к неблагоприятным факторам среды. Такое влияние является закономерным, однако шелюга надежно защищает сосну в первые годы жизни от негативного влияния ветра и иссушающего воздействия солнечной радиации. Проведение своевременных уходов за шелюгой приводит к улучшению качественных показателей сосны [2, 4].

Исследования, проведенные в соответствии с общепринятыми методиками в искусственных насаждениях сосны, в типе леса свежий бор (СВБ) в центральной части ленточных боров, показали на неодинаковое влияние шелюговой полосы на рост и продуктивность сосны. При сравнении средних высот деревьев сосны, примыкающих к полосе шелюги, и деревьев, находящихся на удалении 5 метров от нее, интенсивность роста оказалась выше у деревьев в крайних рядах сосны. При этом у них в возрасте от 8 до 17 лет происходит замедление роста. У деревьев средних размеров, расположенных в центральных рядах, увеличение прироста по высоте происходит более плавно, максимум прироста приходится на возраст 11 лет, а у деревьев сосны в крайних рядах, интенсивный прирост в высоту наблюдается в возрасте 4–8 лет и 18–24 года.

Отмеченные колебания прироста сосны происходят ввиду отсутствия уходов за шелюгой, которая вначале на ранних этапах (3–6 лет) создавала благоприятные условия для роста сосны, а по мере разрастания кустов вступила с ней в конкуренцию. В 18-летнем возрасте сосна опережает шелюгу по высоте и за счет открывшегося доступа к свету, увеличивает темпы роста по высоте. Эту особенность влияния шелюги на рост сосны в сухой степи подтверждают другие авторы [1, 2, 4].

Полученные данные свидетельствуют о том, что, несмотря на некоторое замедление роста сосны, интенсивность ее прироста в крайнем ряду выше, чем у деревьев, расположенных на удалении от шелюги, что объясняется созданием более благоприятных условий кустами шелюги для роста сосны. В процессе выращивания смешанных культур следует строго придерживаться технологии и своевременно проводить уходы за шелюгой в виде «посадки» кустов на пень.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ковылина О.П., Ковылин Н.В., Сычев Н.Н., Жихарь А.А. Особенности роста *Pinus sylvestris* L. в смешанных искусственных фитоценозах степи на супесчаной почве // Леса России в XXI веке /Материалы десятой международной научно-технической интернет-конференции. – СПб., 2012. С.39–42.
2. Лобанов А.И., Савин Е.Н., Невзоров В.Н. Рост и устойчивость сосны обыкновенной в лесных полосах // Лесное хозяйство, 2002. № 2. С. 35–37.
3. Родин А.Р., Калашикова Е.А., Родин С.А. Лесные культуры: учебник. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2011. – 316 с.
4. Савин Е.Н. Выращивание лесных полос в степях Сибири / Е.Н. Савин, А.И. Лобанов, В.Н. Невзоров [и др.]. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 102 с.

## СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ООПТ «МЕДВЕДСКИЙ БОР»: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Савиных Н.П.<sup>1</sup>, Пересторонина О.Н.<sup>1</sup>, Гальвас А.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Вятский государственный университет, Киров, [botany-vsu@yandex.ru](mailto:botany-vsu@yandex.ru);

<sup>2</sup>ООО «Нолинская лесопромышленная компания», Нолинск, Кировская область, [botany-vsu@yandex.ru](mailto:botany-vsu@yandex.ru)

Главная достопримечательность Медведского бора, расположенного в Кировской области – сосняки на реликтовых песчаных дюнах с карстовыми формами рельефа среди них и редкими для сообществ Северо-Востока России элементами степной, таежной и широколиственной географогенетических групп растений. Медведский бор имеет статус памятника природы регионального значения. Эти сообщества относятся к категории лесопарковая зона защитных лесов с основным целевым назначением – создание оптимальных условий для обеспечения успешной жизнедеятельности всех организмов. В настоящее время в Медведском бору происходит негативная трансформация сосновых лесов в елово-сосновые, сосново-еловые, сосново-березовые, леса с присутствием липы и, как следствие этого, изменение флоры редких видов. Динамика флоры охраняемых видов отрицательная [1]. В период организации памятника природы насчитывалось 30 видов степных растений (*Stipa pennata* L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench. и др.), сейчас – 16 охраняемых [2].

На основе изучения флоры и растительности Медведского бора установлены угрозы сохранению его биоразнообразия: 1) катастрофическое старение древостоев в основном из-за отсутствия необходимой лесохозяйственной деятельности; 2) зарастание сосняков елью с последующей сменой пород и утратой исходных степных сообществ; 3) низкая освещенность в сосняках из-за высокой полноты древостоя и отсутствие предвари-

тельного возобновления в них; 4) запрет на хозяйственную деятельность с высокой долей изъятия древесины: рекомендуемые санитарные рубки с выборкой 15–20 % обеспечивают лишь создание волоков и не способствуют необходимому оздоровлению леса особенно в пасаках, даже исключения подсоченных более 50 лет назад и больных деревьев; 5) искусственные посадки и отсутствие необходимых уходов за лесными культурами привело к формированию насаждений из деревьев с низкими жизненностью, бонитетом и товарными качествами древесины, без подлеска и выраженного напочвенного покрова; 6) исчезновение охраняемых степных, а также широколиственных видов растений в лесах из-за несоответствия условий среды (главным образом освещенности) экологическим потребностям видов и перемещение их на обочины дорог среди сосняков беломошниковых и отчасти зеленомошниковых, под линии электропередач. Установлено, что перечисленные угрозы являются прямым следствием прошлой деятельности на особо охраняемой природной территории (ООПТ); пришло осознание наметившейся гибели и возможного исчезновения Медведского бора – уникальной территории Вятской земли.

Чтобы понять особенности функционирования и жизни лесного сообщества, мы оценили состояние и особенности структуры ценопопуляций сосны и ели, отдельных охраняемых, редких растений и трав неморального комплекса с позиций системного подхода [3]. На основании исследований наметились некоторые пути сохранения целевого назначения памятника природы «Медведский бор». Они сводятся к научно обоснованной лесохозяйственной деятельности по оздоровлению лесной экосистемы в целом. Главное – это выборка предоставленного объема древесины: 1) изъятие перестойных, больных, подсоченных деревьев сосны и растений ели всех возрастов без ограничения процентом выборки. Необходимо определить, какой тип лесного сообщества нужно построить, чтобы обеспечить его защитную функцию, наметить и провести нужные мероприятия. Это обеспечит создание здоровых древостоев с высокой степенью освещенности. Последнее станет условием естественного возобновления сосны, а затем и возвращения степных и неморальных растений в места своего прошлого произрастания; 2) изъятие из лесного сообщества деревьев, соответствующих перестойным и спелым насаждениям, и сохранение молодых и подростов сосны. Таким образом, будет возможно постоянное поддержание и сохранение чистых по составу сосновых насаждений,  $\alpha$ - и  $\beta$ -разнообразия ООПТ. Кроме того – содействие естественному возобновлению сосны, возвращение охраняемых и редких растений в состав лесного сообщества, проведение лесохозяйственных мероприятий на

большом массиве с сохранением постоянных волоков, дорог и целостности лесного сообщества.

Подобные мероприятия требуют управленческих решений и значительных финансовых затрат, поэтому такая деятельность должна быть экономически целесообразной. Повышение процента изъятия древесины будет способствовать не только оздоровлению соснового сообщества, поддержанию и сохранению биоразнообразия всех уровней, но и обеспечит финансовую стабильность лесопользователя. Такой подход соответствует современной стратегии и тактике природопользования: сочетание сохранения биоразнообразия, как необходимого ресурса устойчивого развития, с экономически целесообразной его эксплуатацией.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Пересторонина О.Н., Савиных Н.П. и др.* Динамика биоразнообразия лесов на охраняемых территориях (на примере памятника природы «Медведский бор») // Сохранение лесных экосистем: проблемы и пути их решения: материалы всероссийской научно-практической конференции. Киров, 2017. С. 81–87.

2. Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы. Изд. 2-е / под ред. О.Г. Барановой и др. Киров: ООО «Кировская областная типография», 2014. 336 с.

3. *Савиных Н.П., Пересторонина О.Н., Гальвас А.Г.* Лесохозяйственная деятельность в защитных лесах как способ сохранения экосистем // Сохранение лесных экосистем: проблемы и пути их решения: материалы всероссийской научно-практической конференции. Киров, 2017. С. 191–196.

## **КОНЦЕПЦИЯ ПОСТКАТАСТРОФИЧЕСКОЙ ДИВЕРГЕНЦИИ– КОНВЕРГЕНЦИИ И КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ ЭКОЛОГО- ДИНАМИЧЕСКИХ РЯДОВ РАЗВИТИЯ БИОГЕОЦЕНОЗОВ В ТИПАХ ЛЕСА**

**Санников С.Н.**

*Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, stanislav.sannikov@botgard.uran.ru*

Согласно принципам классической генетической лесной типологии Б.А. Ивашкевича [1]–Б.П. Колесникова [2], тип леса представляет собой монолинейный ряд различных по видовому составу древостоя стадий восстановительно-возрастного развития «типов насаждений», или биогеоценозов (БГЦ), в пределах одного типа лесорастительных условий (эктопов).

Между тем, во многих регионах бореальной зоны установлено, что после лесоразрушающих экологических катастроф – пожаров, ветровалов, энтомоинвазий, рубок и т. д.) – в рамках одного коренного (автохтонного) типа леса формируются качественно различные конstellляции факто-

ров среды для лесовозобновления и многообразные, иногда альтернативные по структуре и функциям биогеоценозы [3–7].

Например, в итоге стационарных исследований в преобладающих типах сосновых лесов группы *Pineta hylocomiosa* установлено, что на месте каждого коренного типа леса и даже одного и того же биогеоценоза на гарях, с одной стороны, и вырубках, с другой, формируются два производных типа биогеоценоза, представляющие собой качественно различные эколого-динамические ряды естественного возобновления и развития одного автохтонного типа леса. Между ними показаны резкие различия в динамике главнейших факторов напочвенной среды, численности, жизненности подроста сосны и его взаимоотношений в ходе роста с мелколиственными видами. Выявлены закономерные градиенты видового состава, хода роста, ярусного сложения, продуктивности древостоев, соотношения семенного и вегетативного возобновления (т.е. генетической структуры) мелколиственных видов. Не меньшая специфика наблюдается и в структуре дендро- и фитоценозов на пашнях, ветровальниках, «шелкопрядниках» и других посткатастрофических местообитаниях.

В общем под влиянием циклических катастроф любой коренной тип леса в пределах одного типа экотопов представляет собой аperiodически резко расщепляющийся, а затем постепенно сходящийся пучок динамики фенотипически весьма многообразных серий восстановительно-возрастных смен БГЦ [3].

В отличие от трудно различимых хронологических стадий монолинейного континуума территориально константных типов леса генетической типологии Ивашкевича–Колесникова, хронологически дифференцированные эколого-динамические ряды развития БГЦ в них отчетливо выделяются в лесу исследователем или лесоустроителем по комплексу диагностических признаков экотопа и фитоценоза.

К числу приоритетных экологических факторов-детерминантов, программирующих общее направление естественного возобновления и формирование нового поколения древостоя и всего БГЦ, относятся [4]: тип и интенсивность экологической катастрофы, сохранность материнского древостоя и уровня его диссеминации, а также подрост; проективное покрытие типов субстрата и живого напочвенного покрова, благоприятных для поселения и выживания самосева главного вида.

В развиваемой нами концепции типов эколого-динамических рядов развития биогеоценозов (ЭДР БГЦ) предлагается принципиально иной, по сравнению с базовой хронодинамической классификацией типов леса Ивашкевича–Колесникова, хронодинамический подход и уровень класси-

фикации типов лесных БГЦ в общей системе их генетической типологии. Тип ЭДР БГЦ представляет собой низшую (элементарную) единицу их динамической систематики в пределах коренных типов леса как типов лесных экосистем более высокого ранга, приуроченных к относительно однородным типам лесорастительных условий регионального лесного массива.

Разработка общей иерархической системы классификации коренных типов леса и типов ЭДР БГЦ, в них, отражающей реальное многообразие и динамику производных БГЦ – одна из актуальных задач современного лесоведения.

*Работа выполнена при поддержке Комплексных программ президиума УрО РАН (проекты № 15-12-4-13 и 15-12-4-21).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ивашкевич Б.А.* Дальневосточные леса и их промышленная будущность. М.; Хабаровск: ДВ ОГИЗ, 1933. 169 с.

2. *Колесников Б.П.* Кедровые леса Дальнего Востока. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 261 с.

3. *Санников С.Н.* Об экологических рядах возобновления и развития насаждений в пределах типов леса // Лесообразовательные процессы на Урале. Свердловск, 1970. Вып. 67. С. 175–181.

4. *Санников С.Н.* Дивергенция, конвергенция и наследование структуры лесных биогеоценозов // Генетическая типология, динамика и география лесов России. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. С. 56–62.

5. *Цветков В.Ф.* Типы формирования насаждений как представительные ряды динамики типа леса // Генетическая типология, динамика и география лесов России. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. С. 69–72.

6. *Соловьев В.М.* Проблемы динамической классификации древостоев в типах леса // Генетическая типология, динамика и география лесов России. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. С. 56–62.

7. *Санников С.Н., Санникова Н.С., Санников Д.С., Петрова И.В.* Дивергенция биогеоценозов в пределах типов сосновых лесов на гарях и вырубках // Экология. 2017. № 4.

## **ЛЕС КАК ПОДЗЕМНО-СОМКНУТАЯ ДЕНДРОЦЕНОЭКОСИСТЕМА, ОРГАНИЗОВАННАЯ КОНКУРЕНЦИЕЙ ДРЕВОСТОЯ**

**Санникова Н.С., Петрова И.В.**

*Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, sannikovanelly@mail.ru*

В отечественном и международном лесоведении термин «лес» понимается как лесной биогеоценоз [1], в верхнем ярусе фитоценоза которого доминирует древостой с сомкнувшимися (не менее, чем на 10 %), пологом крон деревьев. Постулировано, что под их эдифицирующим

влиянием формируются специфичная лесная микроклиматическая и почвенно-гидрологическая среда, нижние ярусы фито- и биоценоза, т.е. все те компоненты экосистемы, которые входят в понятие биогеоценоза. Однако приоритетные (ключевые) лесообразующие факторы и характерные отличия лесных экосистем от нелесных (луговых, степных, тундровых) и слабо облесенных территорий («редколесий») недостаточно отчетливо сформулированы.

В лесной экологии господствует постулат о ведущей роли конкуренции деревьев за свет в формировании структуры и функций древостоев-эдификатора [2], а, следовательно, и всех компонентов нижележащих ярусов биогеоценоза. При этом степень сомкнутости (перекрытия) и корневой конкуренции деревьев, количественная оценка которой ранее была методически не разработана, не учитывалась. Эта проблема в первом приближении решена нами [3] на основе применения экофизиологически обоснованного индекса корневой конкуренции древостоя и микроэкосистемного математико-статистического анализа структурно-функциональных связей между его изменениями в пределах биогеоценоза, с одной стороны, и факторами среды и растениями нижнего яруса, с другой.

Установлено, что на всех стадиях возрастной динамики модальных древостоев хвойных видов проективное покрытие и перекрытие корневых систем деревьев на порядок выше проективного покрытия их крон, достигая 50–70 тыс. м<sup>2</sup>/га и определяя ведущую лесообразующую роль их корневой конкуренции [4].

Микроэкосистемный анализ структуры и функций биогеоценозов сосновых и еловых лесов, выполненный с помощью оригинальных индексов конкуренции древостоя [5], показал, что вклад индекса его корневой конкуренции в дисперсию факторов эдафической среды и роста подростов хвойных и растений нижнего яруса значительно выше вклада его конкуренции за ФАР.

Приоритетным решающим фактором, детерминирующим образование достаточно сформированного полночленного и потенциально воспроизводимого лесного биогеоценоза, устойчивого к вытеснению другими типами растительности, является, как минимум, 3–5-кратное взаимное перекрытие латеральных корневых систем древостоя, адекватное ландшафтному региону, типу леса, плотности и бонитету древостоя. Древостои с меньшим перекрытием корней деревьев следует считать «редколесьями», а если оно ниже 10000 м<sup>2</sup>/га – «отдельными деревьями» [4].

Учитывая приоритетную роль фактора корневой конкуренции древостоя в формировании всех основных компонентов лесных ценоэкосистем –

древостоя, почвы, подроста и нижнего яруса фитоценоза, зоо- и микоценоза [4, 5], – можно предложить следующее определение термина «лес»: Лес (лесной биогеоценоз) – динамически стабильная дендроценоэкосистема, сформированная под детерминирующим влиянием подземно (в меньшей мере, надземно) достаточно сомкнутого древостоя-эдификатора, характеризующаяся общностью и спецификой структуры и функций всех взаимосвязанных компонентов экотопа и биоценоза.

Развитие и прикладное использование представления о лесе как «подземно-сомкнутой дендроценоэкосистеме» возможно на базе формализации связей между параметрами сомкнутости (полноты) надземной и подземной структуры древостоев в различных регионах и типах леса.

*Работа выполнена при поддержке Комплексных программ президиума УрО РАН (проект № 15-12-4-13 и 15-12-4-21).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сукачев В.Н. Основные понятия лесной биогеоценологии // Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. С. 5-49.

2. Корзухин М.Д., Тер-Микаэлян М.Г. Конкуренция за свет и динамика модельных особей, независимо распределенных на плоскости // Проблемы экологического мониторинга и моделирование экосистем. Л.: Гидрометеиздат, 1982. Т. 5. С. 242–248.

3. Санникова Н.С. Микроэкосистемный анализ ценопопуляций древесных растений. Екатеринбург: Наука, УрО РАН, 1992. 65 с.

4. Санников С.Н., Санникова Н.С. Лес как подземно-сомкнутая дендроценоэкосистема // Сибирский лесной журнал. 2014. № 1. С. 25–34.

5. Санникова Н.С., Санников С.Н., Петрова И.В., Мищихина Ю.Д. Факторы конкуренции древостоя-эдификатора: количественный анализ и синтез // Экология. 2012. № 6. С. 403–409.

## **ОПЫТ ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЭКОСИСТЕМ РАЙФСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

**Сауткин И.С., Рогова Т.В.**

*Казанский Федеральный Университет, Казань, sautkin.ilia@gmail.com*

Исследование посвящено практическому опыту оценки экосистемных услуг (ЭУ) с применением показателей видового разнообразия и первичной продукции на примере лесных экосистем Раифского лесничества Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника (ВКГПБЗ). В ходе исследования были использованы 295 ботанических описаний из Vegetation Database of Tatarstan GIVD ID EU-RU-011

(<http://www.givd.info/ID/EU-RU-011>) и данных по таксации лесного фонда Раифского лесничества на территории заповедника. Оценка состава биологического разнообразия и первичной продукции проводилась для каждой из трех лесных формаций с преобладанием *Pinus sylvestris*, *Betula pendula* и *Tilia cordata*. Цель корреляционного анализа заключалась в определении связей между показателями биоразнообразия (состав древостоя) и первичной продукции (биомасса древесины по полевым данным и данным таксации). Была найдена сильная положительная корреляция между составом древостоя и биомассой древесины по данным таксации, коэффициент множественной корреляции составляет 0,73. Для оценки стоимости ЭУ наряду с первичной продукцией были использованы данные о видовом разнообразии и экоценоотическом видовом составе оцененных экосистем. Для денежной оценки стоимости экосистемных услуг использовались рекомендации 5-го Национального доклада «Сохранение биоразнообразия в Российской Федерации» (2016 г.). Для более точных оценок мы предлагаем метод определения поправочного коэффициента, основанного на присутствии сосудистых растений. Этот коэффициент включает данные о доле лесных и рудеральных видов, а также редких и находящихся под угрозой исчезновения видов. Использование поправочного коэффициента позволило получить более точные значения экосистемных услуг. Этот метод может быть рекомендован в качестве практического рабочего инструмента для экологической и экономической оценки видового разнообразия и экосистемных услуг лесов как на охраняемых территориях, так и антропогенных ландшафтов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Braat L.C., De Groot R. The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy // Ecosystem Services. 2012. Vol. 1. P. 4–15.
2. Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S. Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeen S., O'Neill R.V.O., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., and Van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital // Nature. 1997. Vol. 387. P. 253–260.
3. De Groot R.S., Wilson M.A., Boumans R.M.J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services // Ecological Economics. 2002. Vol. 41. P. 393–408.
4. Haines-Young, R., Potschin, M. The links between biodiversity, ecosystem services, and human well-being. // Ecosystem Ecology: A New Synthesis (P. 110–139). Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
5. Lamarque, P., Quetier, F., & Lavorel, S. The diversity of the ecosystem services concept and its implications for their assessment and management. // Comptes Rendus Biologies, 2011. 334 (5–6), P. 441–449.
6. Vegetation Database of Tatarstan, <http://www.givd.info/ID/EU-RU-011>

7. Пятый национальный доклад «Сохранение биоразнообразия в Российской Федерации» М.: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2015. 124 с

8. Рогова Т. В., Шайхутдинова Г. А. Биоразнообразие и динамика наземных экосистем: учебно-методическое пособие для проведения полевой практики: для студентов специальности 020801.65 – «Экология» и бакалавров направлений подготовки 022000.62 и 05.03. 06» Экология и природопользование». Казань, 2007.

## **ГРИБЫ – ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ ФИЛЛОСФЕРЫ ХВОЙНЫХ В СИСТЕМЕ «РАСТЕНИЕ-ПАТОГЕН»**

**Сенашова В.А., Полякова Г.Г., Анискина А.А.**

*Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН ФИЦ КНЦ, Красноярск, vera0612@mail.ru*

Бореальные леса являются не только важным стратегическим ресурсом, но и главной экологической компонентой. Лесной фонд Красноярского края, занимающий значительную часть Средней Сибири, представлен преимущественно хвойными массивами и составляет порядка 61,3 млн га. Особое внимание уделяется проблеме лесовозобновления: 632 га отведено под лесные питомники для выращивания лесопосадочного материала. На первых годах жизни для древесных растений особую опасность представляют болезни филлосферы. Преимущественно возбудителями данных заболеваний являются грибные организмы, которые вызывают преждевременную дефолиацию хвои, что зачастую приводит к гибели сеянцев (самосева, подроста). Взрослые деревья, в случае незначительного поражения, играют роль источника инфекций, а при массовом повреждении кроны становятся более уязвимыми к воздействию неблагоприятных факторов, что сказывается на здоровье лесов в целом.

Проведено исследование видового разнообразия фитопатогенных микромитозов хвои в лесопитомниках, искусственных насаждениях и естественных лесах 22 лесничеств Средней Сибири и в заповеднике «Столбы» (окрестности г. Красноярска). Материалом исследования служила хвоя следующих растений: сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), сосны кедровой сибирской (*P. sibirica* (Du Tour)), ели сибирской (*Picea obovata* Ldb.), лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ldb.), пихты сибирской (*Abies sibirica* Ldb.), можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.), можжевельника казацкого (*J. sabina* L.).

Идентифицирован 21 вид грибов, вызывающих 19 заболеваний хвои на территории Средней Сибири: *Lophodermium pinastri* (Schard.) Chevall, *L. seditiosum* Minter, Staley & Millar., *L. abietis* Rostr., *L. macrosporum* Hart. (= *Lirula macrospora* (R. Hartig) Darker), *L. juniperinum* Fr. de Not, *Hypodermella laricis*

*Tubeuf.*, *Lophodermella sulcigena* (Link) Höhn (= *Hypodermella sulcigena* (Rostr.) Tub.), *Cyclaneusma minus* (Butin) Di Cosmo, Peredo & Minter, *Phacidium infestans* Karst. (= *Gremmenia infestans* (P. Karst.) Crous), *Chrysomyxa abietis* (Wallr.) Unger., *Ch. ledi* (Alb. & Schwein.) de Bary, *Melampsorella caryophyllacearum* (DC.) J. Schröt., *Coleosporium* sp., *Pucciniastrum* sp., *Melampsora larici-populina* Kleb., *Meria laricis* Vuill. (анаморфа аскомицета *Rhabdocline laricis* (Vuill.) Stone), *Rhizosphaera pini* (Corda) Maubl, *Pestalotia hartigii* Tubeuf Sacc. Syll. (анаморфа аскомицета *Truncatella hartigii* (Tubeuf) Steyaert), *Sclerophoma pithyophila* (Corda) Hohn. (анаморфа аскомицета *Sydowia polyspora* (Bref. & Tavel) E. Müll), *Hendersonia acicola* Munch. et Tub. Следует отметить, что несмотря на то, что на сайте <http://www.indexfungorum.org>. *L. abietis* и *L. picea* представлены все еще как самостоятельные виды, рядом исследователей установлена их идентичность [1,2].

Рассматривая дерево, как систему «эпифитные микроорганизмы – растение-хозяин – патоген» наше внимание сконцентрировалось на сопряженном развитии этих компонентов через взаимодействие фитопатогенов, эпифитных микроорганизмов и летучих соединений растений. Установлено, что здоровая филлосфера каждого вида растения обладает своеобразным эпифитным сообществом. При протекании инфекционного процесса различия нивелируются: эпифитные комплексы имеют близкий микробный состав в количественном и качественном аспектах, при этом возрастает численность микроорганизмов, в частности олиготрофных форм [3,4]. Также происходит изменение в компонентном составе летучих соединений, выделяемых поверхностью здоровой и больной хвои. Так, при поражении факультативным сапротрофом (аскомицет *L. seditiosum*) содержание  $\alpha$ -пинена в летучей фракции больной хвои снижено на 24 % по сравнению со здоровой а,  **$\alpha$ -кариофиллена на 6 %**. Наблюдается увеличение доли некоторых терпенов при инфекционном процессе, например, содержание 3-карена увеличилось в 2,3 раза по сравнению с контрольными значениями.

Исследовано влияние облигатного паразита *M. caryophyllacearum* на биохимические процессы в пораженных тканях пихты сибирской. Среди исследованных биохимических параметров информативным показателем, характеризующим взаимодействие растения-хозяина и паразита, оказалось полифенольное соединение – лигнин. Инфицирование тканей пихты данным патогеном вызывает накопление в них этого протекторного соединения; временное снижение интенсивности образования лигнина, отмеченное в инфицированных стеблях в фенофазу летней вегетации, по-видимому, является одним из механизмов адаптации патогенного гриба к растению-хозяину.

Выявлено существенное снижение концентрации низкомолекулярных сахаров в инфицированных стеблях и хвое, что мы связываем с активным потреблением мобильных сахаров облигатным паразитом, специализирующимся на использовании ресурсов живого растения-хозяина.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 15-04-06575.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Osorio M., Stephan B.R. Morphological studies of *Lophodermium piceae* (Fuckel) v. Hoehnel on Norway spruce needles // European Journal of Forest Pathology. 1991. 21. P. 389–403.
2. Соколова Э.С., Гордиенко П.В., Титова В.В. Низинное шютте ели [*Lophodermium piceae* (Fuckel) v. Höhn. (= *L. abietis* Rostr. )] // Лесной вестник. 2008. С. 100–103.
3. Сенашова В.А. Фитопатогенные микромицеты филлосферы хвойных насаждений Средней Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 104 с.
4. Сенашова В.А. Влияние биотических факторов на формирование эпифитного сообщества пихты сибирской // Известия Санкт-Петербургской Лесотехнической Академии. 2014. Вып. 207. С. 171–179.

## ОСОБЕННОСТИ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЛИПИДОВ МУЖСКИХ И ЖЕНСКИХ СОЦВЕТИЙ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

**Серебрякова О.С., Ветчинникова Л.В.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
serebro@krc.karelia.ru, vetchin@krc.karelia.ru*

У растений наиболее уязвимым органом к неблагоприятным факторам окружающей среды, как известно, является цветок. В процессе формирования репродуктивных органов происходят значительные изменения в обмене веществ, которые активно изучаются на травянистых и плодовых растениях. Древесные растения в этом плане до сих пор остаются слабоизученными. Вместе с тем, именно они могут выступать в качестве модельных объектов, поскольку у части из них (береза, ольха, ива и т.д.) процесс цветения наступает в весенний период и опережает формирование вегетативной сферы или происходит одновременно с ним.

Целью нашей работы было изучение динамики содержания суммарных липидов и их жирнокислотного состава в генеративных органах березы повислой *Betula pendula* Roth в весенний период их развития.

Объектом исследования явились 40-летние деревья березы повислой *Betula pendula* Roth, произрастающие на опытных участках Института леса КарНЦ РАН, расположенных на окраине г. Петрозаводска (61°79' с.

ш., 34°35' в. д.). Материалом для исследований служили соцветия, сбор которых осуществляли в соответствии с фазами их весеннего развития до начала опыления, а именно: у мужских соцветий – это «освобождение» от наружного покрова и «разрыхление», у женских – рецептивный период [1, 2, 3]. Экстракцию липидов из тканей осуществляли смесью хлороформа и метанола (2:1). Жирные кислоты разделяли на газо-жидкостном хроматографе «Хроматэк – Кристалл-5000 М.1» (Россия).

Результаты исследований показали, что в весенний период мужские и женские соцветия березы повислой характеризовались высоким содержанием суммарных липидов. Так, при «освобождении» от наружного покрова в мужских соцветиях концентрация суммарных липидов была около 110 мг/г сухого вещества, а к фазе «разрыхления» их сумма увеличилось в 1,5 раза. В женских соцветиях в рецептивный период содержание суммарных липидов было меньше (в среднем около 130 мг/г сухого вещества), что, по всей вероятности, обусловлено особенностями внутрипечечного развития пестичных цветков у березы повислой.

Анализ жирнокислотного состава липидов мужских и женских соцветий выявил 12 компонентов с числом углеродных атомов от 16 до 22 как насыщенных, так и ненасыщенных. Среди насыщенных преобладала пальмитиновая кислота ( $C_{16:0}$ ), которая в мужских соцветиях составила около 30 % (от суммы жирных кислот), а в женских – более 50 %. В обоих типах соцветий отмечено наличие арахидоновой ( $C_{20:0}$ ) и бегеновой ( $C_{22:0}$ ) жирных кислот (около 11 %). В целом в мужских и женских соцветиях насыщенные жирные кислоты преобладали над ненасыщенными (57 % и 78 %, соответственно). Однако, в мужских соцветиях в фазу «освобождения» от наружного покрова, наоборот, ненасыщенные жирные кислоты преобладали над насыщенными (в 1,5 раза). Подобные данные были получены нами ранее при изучении жирнокислотного состава липидов пыльцы [4], которая заполняет мужские соцветия до начала их пыления.

В суммарных липидах накапливались преимущественно диеновые жирные кислоты (в основном линолевая): в мужских соцветиях их доля достигла 24 %, в женских – 12 % (от суммы жирных кислот). В женских соцветиях преобладали моноеновые жирные кислоты (в основном олеиновая) (до 9 %). В мужских сережках зафиксировано накопление триеновых жирных кислот (в основном линоленовая) (около 14 %), тогда как в женских их доля была в 10 раз меньше.

Таким образом, на основании проведенных исследований выявлены особенности жирнокислотного состава липидов в мужских и женских соцветиях березы повислой до начала пыления. Установлено, что стратегия

развития мужского соцветия в весенний период их развития направлена, с одной стороны, на успешное прохождение этапа цветения и формирование фертильной пыльцы, а с другой, – на предохранение микрогаметофита от воздействий возвратных весенних заморозков, которые часто наблюдаются в конце апреля – начале мая. В женских соцветиях, напротив, ацил-липидная ω9 десатураза, участвующая в синтезе олеиновой кислоты, содействует физиолого-биохимическим преобразованиям зародыша в процессе его формирования и развития, но не участвует в механизмах формирования их температурной устойчивости.

*Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания Минобрнауки России (тема № 0220–2014–0009), публикация осуществлена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество».*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кайгородова М.С. Экология цветения и опыления *Betula nana* L. на Полярном Урале // Ботанический журнал. 1975. Т. 60, № 10. С. 1466–1470.
2. Каледа В.М. Биология плодоношения березы в условиях Новосибирской области // Плодоношение лесных пород Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. С.117–129.
3. Корчагина И.А. Особенности морфогенеза цветка *Betulaceae* // Ботанический журнал. Т. 58, № 7. 1973. С. 1037–1043.
4. Ветчинникова Л.В., Серебрякова О.С., Ильинова М.К. Жирнокислотный состав липидов пыльцы основных представителей рода *Betula* L. // Труды КарНЦ РАН. 2012. № 2. С. 56–62.

## СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКТОМИКОРИЗНЫХ КОРНЕЙ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ

**Сизоненко Т.А.**

*Институт биологии КомиНЦ УрО РАН, Сыктывкар, tvor.83@mail.ru*

Цель работы – охарактеризовать сезонную динамику морфо-анатомической структуры, дыхательной активности и флуоресценции эктомикориз пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.). Работы проводились в ельнике чернично-сфагновом средней тайги Республики Коми. Показатели морфо-анатомической структуры и флуоресценции изучены методами световой и люминесцентной микроскопии; дыхание измерено у неотрезанных тонких корней с использованием инфракрасного газоанализатора. В ельнике чернично-сфагновом средней тайги у пихты сибирской эктомикоризы были образованы в среднем у 97 % тонких поглощающих корней. Плотность микориз составляла более

80 шт. на 10 см корней. Эктомикоризы были представлены простыми или слабоветвленными формами от светло- до темно-коричневого цветов. Всего за период исследования было выявлено 12 подтипов грибных чехлов плектенхиматического (А, В, В<sub>3</sub>, D, E), псевдопаренхиматического (F, F<sub>3</sub>, G, H), двойного (O, P) и бесструктурного (RS) сложения (согласно классификации И.А. Селиванова [2]). Их встречаемость характеризовалась сезонной динамикой. В начале вегетации разнообразие и доля псевдопаренхиматических и двойных чехлов были максимальными. В августе и сентябре увеличивалось количество плектенхиматических и бесструктурных чехлов, уменьшалось их разнообразие. С типом сложения чехла связаны такие характеристики эктомикориз, как размеры корня, толщина и объемная доля грибного чехла [1]. Значения данных характеристик в эктомикоризах пихты были выше, чем у исследованных нами ранее ели сибирской и сосны обыкновенной, произрастающих в еловых фитоценозах средней тайги [3; 4]. Интенсивная флуоресценция эктомикориз пихты указывает на их жизненную активность. Растительный компонент эктомикориз, включающий коровую паренхиму и проводящий цилиндр, имел высокую интенсивность флуоресценции на протяжении всего сезона. Динамика окрашивания грибного компонента (грибного чехла и сети Гартига) была более контрастной. Наибольшую активность флуоресценции коровой паренхимы наблюдали у эктомикориз с максимальными значениями толщины грибных чехлов. Высокая доля таниновых клеток в коровой паренхиме была сопряжена с низкой интенсивностью флуоресценции грибного чехла и сети Гартига. Наибольшее количество ярко окрашенных элементов эктомикориз отмечено в июле, а неокрашенных (коричневых) – в июне и августе. Зависимость между дыханием эктомикоризных корней и долей интенсивно окрашенных структурных элементов была незначима. Отмечали более низкие значения выделения СО<sub>2</sub> корнями в мае и сентябре, чем в летние месяцы. Выявлена значимая положительная связь дыхания тонких корней пихты с температурой лесной подстилки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Веселкин Д.В.* Морфологическая изменчивость и адаптивное значение эктомикориз хвойных (*Pinaceae* Lindl.): Автореф. дисс. ...д-ра биол наук (03.02.08 – экология; 03.02.01 – ботаника). Екатеринбург: ИЭРиЖ УрО РАН, 2013а. 44 с.
2. *Селиванов И.А.* Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. М.: Наука, 1981. 232 с.
3. *Сизоненко Т.А., Загирова С.В.* Структура и рост микоризных корневых окончаний сосны обыкновенной в условиях средней тайги // Лесоведение. 2011. № 4. С. 61–67.
4. *Сизоненко Т.А., Загирова С.В.* Сезонная динамика строения эктомикориз *Picea obovata* в средней тайге // Экология. 2012. № 2. С. 102–105.

## ЛИСТВЕННО-ЕЛОВЫЕ ДРЕВОСТОИ КАРЕЛИИ – 70 ЛЕТ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Синькевич С.М.**

*Институт леса Карельского НЦ РАН, Петрозаводск, sergei.sinkevich@krc.karelia.ru*

В отечественном лесоводстве издавна существовала проблема организации в двухъярусных лиственно-еловых насаждениях хозяйства, ориентированного на ускоренное восстановление еловых лесов на их коренных местообитаниях. На основе обобщения накопленного предшественниками опыта и результатов собственных экспериментов, Д.М. Кравчинским [7] в 1915 году были предложены вошедшие впоследствии в учебники под его именем трехприемные рубки, дающие возможность ускорить выращивание ельников. Однако, в связи с необдуманной организацией дела и неоправданным распространением рекомендаций на не подходящие по возрасту древостои, интерес к таким рубкам был почти на полвека утрачен.

После начала интенсивной промышленной эксплуатации лесов с широким применением механизации проблеме восстановления ельников и, в частности, развитию идей Кравчинского, уделял значительное внимание проф. Н.Е. Декатов [1,2], сыгравший в послевоенные годы существенную роль в организации лесоводственных исследований в Карельском филиале АН СССР. Под его научным руководством на территории Карелии Н.И. Казимировым были исследованы процессы формирования молодняков на площадях механизированных лесозаготовок [5] и впоследствии в развитие данной темы изучена динамика роста смешанных лиственно-еловых древостоев [6]. Также под руководством Н.Е. Декатова несколько позже А.Д. Волков исследовал роль подроста и тонкомера ели в возобновлении вырубок и организовывал проведение опытно-производственных рубок в лиственно-еловых насаждениях, сформировавшихся на вырубках начала века [3,4].

Исследования, выполненные А.Д. Волковым и Н.И. Казимировым [3–5], подтвердили предположения проф. Н.Е. Декатова о широком диапазоне толерантности ели в условиях Карелии к послерубочному стрессу. Поэтому в начале 1980-х годов при проведении опытно-производственных работ [8,9], развернутых в связи с обострившимся дефицитом елового сырья для ЦБП, был сделан значительный акцент на сплошную одноприемную уборку верхнего яруса в возрасте, когда уже накоплен экономически доступный для заготовки запас товарной лиственной древесины. С учетом появления к тому времени разнообразной лесозаготовительной техники, исходя из широкой вариабельности возраста и строения насаждений,

а также возможных проблем устойчивости ели, помимо сплошной рубки верхнего яруса испытывались варианты с неполной уборкой лиственных (до 60 %) [8]. Одновременно были выполнены оценка ресурсов лиственных насаждений со вторым еловым ярусом и их пространственной структуры, а также заложены опыты с внесением азотных удобрений [9].

По прошествии более четверти века наблюдений имеется возможность обоснованно судить о лесоводственном эффекте проведенных мероприятий и их перспективности в условиях южной Карелии. Данные были получены в ходе регулярных наблюдений за ростом ели второго яруса после интенсивного ухода за ней в 40–45-летних лиственно-еловых насаждениях III класса бонитета черничной группы типов леса. Запас ели после окончания лесосечных работ составлял от 15 до 100 м<sup>3</sup>/га, густота – от 1000 до 1700 шт./га, средний диаметр – 6–10 см.

После полной уборки лиственного полога средняя высота елового яруса в итоге достигла значений, соответствующих не задержанному в росте насаждению при данных условиях произрастания.

Запас полностью освобожденного елового яруса увеличился до 200–220 м<sup>3</sup>/га, оказавшись в 5 раз выше, чем на контроле, в то время как частичная уборка лиственных обеспечила увеличение запаса ели до значений в 2–3 раза меньших, чем полная. В настоящее время в ИЛ КарНЦ РАН на стационарных опытных объектах по уходу за елью нижних ярусов продолжают комплексные исследования, включающие изучение плодородия почв, товарной и пространственной структуры древостоев, корневых систем и травяно-кустарничкового яруса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Декатов Н.Е. Рационализировать использование лиственно-еловых древостоев // Лесное хозяйство. 1958. № 12. С. 18–24.
2. Декатов Н.Е. Мероприятия по возобновлению леса при механизированных лесозаготовках. 1961. 276 с.
3. Волков А.Д., Казимиров Н.И. Рекомендации по рубкам ухода методом реконструкции в двухъярусных лиственно-еловых насаждениях Карельской АССР. Петрозаводск, 1975. 9 с.
4. Волков А.Д., Караваев В.Н. Опытные реконструктивные рубки в спелых двухъярусных лиственно-еловых древостоях Карельской АССР // Сосново-лиственные насаждения Карелии и Мурманской области. Петрозаводск, 1981. С. 166–178.
5. Казимиров Н.И. Развитие и рост лиственно-еловых древостоев на сплошных вырубках в ельника черничных Карелии // Труды Карельского филиала АН СССР. 1961. Вып. XXV. С. 5–15.
6. Казимиров Н.И. Ельники Карелии. 1971. 140 с.
7. Кравчинский Д.М. Хозяйство в еловых лесах. Сб. лекций, читанных на 3 дополнительных курсах для лесничих. 1914. Петроград, 1915. С. 59–87.

8. *Синькевич Т.А., Синькевич С.М., Зябченко С.С.* Комплексный уход в лиственно-еловых насаждениях Карелии. Практические рекомендации. Петрозаводск, 1986. 19 с.

9. *Синькевич Т.А., Синькевич С.М.* Комплексный уход в лиственно-еловых лесах Карелии. Петрозаводск, 1991. 136 с.

10. *Синькевич С.М.* Перспективы использования лиственно-еловых древостоев южной Карелии // Лесохозяйственная информация. 2013. № 2. С. 36–39.

## **СТРУКТУРА ЛЕСНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

**Собачкин Р.С.<sup>1</sup>, Ковалева Н.М.<sup>1</sup>, Петренко А.Е.<sup>1</sup>, Собачкин Д.С.<sup>1</sup>, Екимова Е.Ю.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, nk-75@mail.ru;*

<sup>2</sup> *ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск, ekimova1981@mail.ru*

В прошлом столетии частые низовые пожары в сосновых лесах лесостепной зоны способствовали формированию длительно-производных разнотравных сосняков, существование которых поддерживалось повторяющимися лесными пожарами. За период с 1880 по 1978 г. межпожарный интервал составлял 8,4 лет [1, 2]. Отсутствие пожаров за последние 50 лет способствовало формированию мощного мохового покрова и лесной подстилки, и как следствие этого трансформации сосняков разнотравных и бруснично-разнотравных в сосняки разнотравно-зеленомошные.

Запасы горючих материалов являются важной пирологической характеристикой лесной экосистемы. Их величина, фракционный состав и структура определяют условия возникновения и распространения пожаров. Являясь интегральным показателем, состав и запасы горючих материалов в своей совокупности обуславливают уровень природной пожарной опасности, периодичность пожаров, их вид, интенсивность и др. Информация о комплексах горючих материалов необходима для оценки лесопожарных свойств различных типов леса, прогнозирования горимости лесов и проектирования мероприятий по охране их от пожаров [3].

Исследования проведены в сосновых насаждениях «Погорельского бора», которые территориально входят в Красноярскую островную лесостепь (56°22' с.ш., 92°57' в.д.). Целью исследований являлась оценка структуры и запасов лесных горючих материалов в чистых сосняках (10С (110 лет) и 10С (60 лет)) разнотравно-зеленомошных Красноярской лесостепи.

Установлено, что длительное отсутствие пожаров привело к значительному накоплению запасов лесных горючих материалов – 31,95 т/га (спелый древостой) и 29,43 т/га (средневозрастный древостой). В структуре напочвенных горючих материалов наибольшая доля приходилась на лесную подстилку (83,4

и 79,3 %, или 24,5 и 25,3 т/га) для средневозрастного и спелого насаждений соответственно. Опад в спелом древостое (4,8 т/га, или 15,1 %) превышал данный показатель в средневозрастном насаждении (3,2 т/га, или 11,0 %). Доля живого напочвенного покрова в общем запасе лесных горючих материалов составляла 2,8 (средневозрастные сосняки) и 2,6 % (спелые сосняки). На долю упавших древесных горючих материалов в спелом древостое приходилось 0,98 т/га, или 3,1 %, в средневозрастном – 0,84 т/га, или 2,9 %. Установлено, что на долю проводников горения (опад, мхи и подстилка) в спелом древостое приходилось 30,8 т/га, тогда как в средневозрастном насаждении – 28,4 т/га. Длительный беспожарный период привел к накоплению высоких запасов проводников горения, и, как следствие этого, возрастанию потенциальной горимости сосновых насаждений разного возраста. Это свидетельствует о возможности появления в спелом и средневозрастном сосновых насаждениях низовых пожаров устойчивой формы и высокой интенсивности, которые могут служить причиной их сильного повреждения и даже гибели.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Валендик Э.Н., Верховец С.В., Кисляхов Е.К., Иванова Г.А., Брюханов А.В., Косов И.В., Голдаммер Й. Технологии контролируемых выжиганий в лесах Сибири. Красноярск: Сибирский фед. университет, 2011. 160 с.

2. Иванова Г.А., Иванов В.А., Перевозникова В.Д. Формирование структуры и биомассы напочвенного покрова в сосняках Красноярской лесостепи под воздействием пожаров // Лесная таксация и лесоустройство. 2002. № 1 (31). С. 91-97.

3. Цветков П.А. Запасы горючих материалов в лесах северо-востока Эвенкии // Лесное хозяйство. 2001. № 4. С. 33-35.

## **ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *PICEA OBOVATA* LEDEB. НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ПОСЛЕПОЖАРНЫХ СУКЦЕССИЙ В СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЕЛОВО-СОСНОВЫХ ЛЕСАХ**

**Ставрова Н.И.<sup>1</sup>, Горшков В.В.<sup>1,2</sup>, Мишко А.Е.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, [NStavrova@binran.ru](mailto:NStavrova@binran.ru), [VGorshkov@binran.ru](mailto:VGorshkov@binran.ru);

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, [Vadim-V-Gorshkov@yandex.ru](mailto:Vadim-V-Gorshkov@yandex.ru);

<sup>3</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур, Сочи, [Mishko-alisa@mail.ru](mailto:Mishko-alisa@mail.ru)

Исследование проведено в западной части Кольского полуострова (67°49'26" с.ш., 31°19'12" в.д.) в северотаежных кустарничково-зеленомошных сосново-еловых лесах. Объектами исследования служили

ценопопуляции ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в сообществах с давностью пожара 8, 79, 220 и 380 лет.

Во всех изученных сообществах были заложены постоянные пробные площади размером от 0,1 до 0,5 га, на которых по квадратам 5x5 м был проведен учет всех особей и парциальных образований ели сибирской, высотой более 0,1 м. Учет особей меньшего размера выполнен на 40–150 площадках размером 1 м<sup>2</sup>.

При определении онтогенетических состояний особей ели сибирской учитывался комплекс качественных и количественных параметров, среди которых: форма кроны и ее верхушки, порядок ветвления, направление роста нижних боковых ветвей, относительная величина и соотношение прироста ствола и боковых ветвей первого порядка, цвет и текстура корки ствола, высота растрескивания корки ствола, наличие генеративных органов, активность семеношения (по относительному обилию женских шишек). Календарный возраст деревьев с диаметром на высоте 1,3 м более 4 см определялся по кернам, которые отбирали буровом Пресслера у основания ствола. Календарный возраст особей меньшего размера был определен по спилам и срезам, которые отбирались у модельных экземпляров в 5-метровой зоне, расположенной по периметру пробной площади. Категория жизненного состояния устанавливалась на основе комплекса параметров кроны: размеров, степени разветвленности, доли сухих ветвей, состояния хвои и густоты охвоения, с учетом которых определялся интегральный параметр – плотность кроны.

Охарактеризованы особенности распределения особей ели сибирской по стадиям онтогенеза на разных этапах сукцессии. Дана оценка средних значений и диапазона календарного возраста и морфометрических параметров (высота и диаметр ствола, протяженность и радиус кроны, высота нижней границы кроны, годичный прирост ствола и боковых ветвей за последние 5 лет и др.), а также распределения по категориям виталитета особей ели разных онтогенетических состояний и стадий.

Установлено, что на раннем этапе послепожарного восстановления (давность пожара 8 лет) онтогенетический спектр формирующейся ценопопуляции ели сибирской является резко неполночленным, левосторонним. В ее составе представлены только особи ювенильного и имматурного состояний при абсолютном доминировании (около 80 %) первых. К концу первого столетия (79 лет) после пожара степень неполночленности онтогенетического спектра ели существенно уменьшается; он сохраняет общий левосторонний характер, но при этом является наиболее выровненным по сравнению со спектрами предшествующих и последующих этапов сукцес-

сии. Лидирующими по числу являются растения ели промежуточной стадии иматурного состояния (35 %). Участие особей поздней стадии иматурного состояния, начальной и промежуточной стадий виргинильного состояния примерно одинаково – 15–17 %, не более 10 % особей достигает начального генеративного состояния. Через 200 лет после пожара левосторонняя асимметрия распределения особей ели сибирской по стадиям онтогенеза вновь существенно возрастает: доминируют особи промежуточного (50–55 %) и начального (25–30 %) иматурного состояния. Суммарная доля виргинильных составляет не более 15 %, особей начального и зрелого генеративного состояния – 5 %. На поздних этапах сукцессии (380 лет после пожара) онтогенетический спектр ели сибирской отличается полнотенностью и выраженной левосторонней асимметрией: сохраняется и усиливается численное доминирование (65 %) растений промежуточной стадии иматурного состояния. Наиболее низким участием отличаются особи виргинильного (1,5 %) и сенильного ( $< 1$  %) состояния, суммарная доля генеративных составляет 3–4 %.

В соответствии с этим изученные ценопопуляции характеризуются низкими значениями индексов возрастности ( $\Delta$ ) и эффективности ( $\omega$ ) и их нелинейным изменением в процессе сукцессии с максимумом в конце первого столетия после пожара. В сообществах с давностью пожара 8, 79, 200 и 380 лет величины указанных индексов составляют соответственно 0,024 и 0,092; 0,092 и 0,318; 0,069 и 0,238; 0,058 и 0,197, а величины индекса восстановления (по версии Н.В. Глотова) имеют высокие значения: от 0,92 до 1,0.

Полученные данные позволяют заключить, что в северотаежных елово-сосновых лесах, в отличие от еловых, ценопопуляции ели сибирской активно пополняются новыми поколениями на всем протяжении послепожарных сукцессий. Эта особенность обусловлена участием в древостоях сосны обыкновенной, отличающейся значительно более высокой по сравнению с елью выживаемостью при пожарах. Особи сосны допожарного происхождения представлены в послепожарных елово-сосновых сообществах на протяжении 200–300 лет после пожара, а их постепенный отпад поддерживает мозаику разновозрастных ветровальных комплексов и условия для успешного возобновительного процесса ели сибирской еще до начала распада послепожарных древостоев сосны и ели.

## СОСТОЯНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ ДЕВСТВЕННЫХ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРА

Стороженко В.Г.

Институт лесоведения РАН, Москва, *lesoved@mail.ru*

Коренные девственные леса являются эталонами эволюционно сформированных, сбалансированных лесных сообществ, в которых все физические параметры, слагающих их структуры консортов, в тысячелетней динамике определены коадаптационными законами развития. Только понимая эти законы и представляя параметры сформированных ими консортов, возможно грамотно и профессионально вести хозяйство в создаваемых нами лесах. Наши исследования девственных ельников с изучением их санитарных, возрастных, горизонтальных, возобновительных, валежных структур осуществлялись в широтном градиенте северной тайги Евразии. Для настоящего сообщения приняты коренные разновозрастные девственные ельники Карелии (нац. парк «Паанаярви»), Архангельской обл. (Северодвинский лесхоз), Коми (нац. парк «Югйд-Ва»). Цель сообщения – описать физические параметры состояния [1] еловых древостоев, наиболее приближенных по динамике развития к «выработанным» [3] сообществам, по двум градиентам: ослаблению деревьев, слагающих древостой, и величине древесного отпада во временной динамике [2]. В таблице 1 приведены характеристики древостоев и параметры ослабления деревьев, принятых к анализу коренных девственных ельников.

Таблица 1. Параметры состояния коренных девственных абсолютно разновозрастных ельников Севера

Регион	Лесоводственная характеристика: состав, тип леса, полнота, бонитет, фаза динамики	Распределение деревьев по категориям состояния, % от общего						Средний балл ослабления
		1	2	3	4	5	6	
Кар	10Е+С,Б; мш-чер-мор; 0,6; Y; Кл	36	43	10	2	–	9	2,1
Ар	10Е+Б,С; бр-чер; 0,6; IY; Кл	23	42	22	2	1	5	2,2
К	8Е2Б+Пх,Кд; чер-бр-зм; 0,6; IY; Кл	41	42	14	–	1	2	1,6

Обозначения: Кар – «Паанаярви», Ар – Архангельская обл., К – «Югйд-Ва»; 1 – здоровые; 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные; 4 – усыхающие; 5 – свежий сухостой; 6 – старый сухостой. Кл – климакс.

Категории состояния 4–6 составляют текущий древесный отпад. Из данных таблицы видно, что девственные ельники восточных широт с незначительной примесью березы, пихты и кедра имеют более высокие показатели состояния. Одной из вероятных причин этого феномена можно признать сокращенный возрастной ряд древостоев ели восточных ельников по сравнению с западными (в среднем на одно 40-летнее возрастное поколение), что определяет более молодой возраст деревьев первого возрастного поколения и, следовательно, меньшее их ослабление в предельных для региона возрастах деревьев. Вывод: эволюционно формирующиеся ельники в фазах развития, близких к климаксовым, в различных условиях произрастания имеют различные алгоритмы ослабления деревьев и, следовательно, балансовых значений накопления и разложения биомассы.

Параметры древесного отпада вносят некоторые коррективы в прочтение динамики развития изучаемых еловых древостоев во временном градиенте.

Анализ таблицы 2 позволяет сделать несколько выводов. Во-первых, очевидно, что в еловых древостоях климаксовых фаз динамики северных территорий общие объемы древесного отпада близки по абсолютным величинам, с некоторым увеличением к восточным границам Евразии, что следует расценивать как общую закономерность в динамике накопления древесного отпада в эволюционно формирующихся сообществах. Во-вторых, в климаксовых лесах динамика накопления древесного отпада проходит в схожих трендах по стадиям разложения до полной его мацерации в ретроспективе до 60 лет, что подтверждается показателями средней стадии разложения биомассы древесного отпада, которые так же близки с некоторым уменьшением к восточным регионам. Некоторые различия в объемах накопления валежа в разные временные периоды объясняются индивидуальными особенностями динамики формирования климаксовых фаз развития еловых биогеоценозов.

Таблица 2. Параметры древесного отпада изучаемых ельников

Регион	Отпад общий (валеж), м <sup>3</sup> /га	В том числе по стадиям разложения, м <sup>3</sup> /га					Средняя стадия разложения
		1 до 5 лет	2 до 25 лет	3 до 35 лет	4 до 45 лет	5 до 60 лет	
Кар	44,0	0,4	14,7	15,3	5,3	8,3	3,1
Ар	45,3	2,8	12,2	10,5	10,4	9,4	3,2
К	48,9	7,6	12,9	13,0	7,0	8,4	2,9

Обозначения: 5–60 лет – временные датировки стадий разложения

В целом по представленным сведениям можно говорить, что изученные параметры ослабления и величины древесного отпада коренных девственных ельников севера являются эталонными величинами для характеристик лесных сообществ еловых формаций и должны приниматься во внимание при оценке любых качественных параметров существующих и создаваемых вновь еловых лесов, отвечающих условиям долговременной устойчивости.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Минприроды России. Правила санитарной безопасности в лесах. М., 2013. 23 с.
2. *Стороженко В.Г.* Эволюционные принципы поведения дереворазрушающих грибов в лесных биогеоценозах. М.: Гриф и К, 2014. 180 с.
3. *Сукачëв В.Н.* Избранные труды. Л.: Наука. Т. 1. 343 с.

### **ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА**

**Субота М.Б., Богданова Л.С.**

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Subota\_m@mail.ru*

Почва – это достаточно устойчивая составляющая экосистемы. В естественных условиях ее трансформация происходит медленно. В условиях города, под влиянием антропогенной нагрузки, в результате застройки и прокладки коммуникаций почвы нарушаются, уплотняются, засыпаются строительным мусором и только потом на получившейся основе формируют почвы, используемые под посадки. Такие почвы с течением времени тоже несколько изменяются.

На кафедре почвоведения ведутся многолетние исследования почв парков города. В качестве объекта исследования был выбран один из парков Кировского района Санкт-Петербурга – «Сад Равенства». Древесная растительность парка представлена березой, дубом, кленом, а также сиренью венгерской, калиной и ивой. Напочвенный покров – это травы, среди которых подорожник большой, одуванчик лекарственный, звездчатка средняя, сныть обыкновенная, крапива двудомная, купырь лесной, мятлик обыкновенный. Они характеризуют богатые условия произрастания.

Для морфологических исследований было заложено 29 почвенных разрезов.

Анализ морфологического описания почв показывает, что все почвы трансформированы, но в разной степени. Ненарушенных почв в парке не обнаружено. В основном почвы представлены среднемошными (от 50 см до 100 см насыпного грунта) среднедерновыми урбаноземами разной степени гумусированности и составляют 66 % от общего количества исследуемых почв. Урбаноземы мощные (более 100 см) и маломощные от

(30–50см) составляют по 3 %. Естественные сильно-нарушенные – 17%, а естественные слабонарушенные – 11 % ( таблица 1).

При анализе морфологических характеристик исследованных почв было выявлено, что нарушенные урбаноземы средне и слабо гумусированы супесчаные, песчаные реже суглинистые, сформированы на строительном и строительном-бытовом мусоре. Реже на остатках кирпичной кладки.

Таблица 1. Распределение почвенных разностей «Сада Равенства»

Тип почв	%
Урбаноземы среднечеткие	66
Урбаноземы малочеткие	3
Урбаноземы четкие	3
Естественно слабонарушенные	11
Естественно-сильно нарушенные	17
ИТОГО	100

Две из восьми естественно нарушенных почв сохранили в своем профиле ненарушенные горизонты и сформированы на ленточной глине, одной из основных материнских почвообразующих горных пород таежной зоны и города Санкт-Петербурга в частности. Описание такой почвы приведено ниже в таблице 2.

Таблица 2. Описание почвенного разреза № 18 – Естественная слабонарушенная слабодерновая суглинистая на ленточной глине

Индекс	Мощность, см	Морфологическое описание горизонта
$v_1$	0 – 2	Дерновой, темно – бурый, плохоразложившийся, луговые травы
$vh$	2 – 15	Урбанозем, гумусированный, оподзоленный, темно – коричневый, с серыми затеками, призматический, суглинистый, плотный, корни, резкий
$v_2h$	15 – 28	Урбанозем, гумусированный, оподзоленный, светло – коричневый, призматический, суглинистый, плотный, корни, резкий
$B_{12}$	28 – 70	Железисто – иллювиальный, красновато – коричневый, складчатый, суглинистый, плотный, fe, корни, резкий
C	> 70	На ленточной глине

В заключении следует отметить, что все почвы «Сада Равенства» изменены под влиянием человека. Почвы с естественным залеганием горизонтов в парке отсутствуют. Однако около 30 % почв относятся к естественно нарушенным и имеют признаки погребенных естественных почв. Остальные же трансформированы в большей мере в урбаноземы, что скажется на их свойствах. Однако, благодаря качественному завезенному

грунту и хорошему уходу, эти вновь сформированные почвы позволяют успешно произрастать требовательным к почвам видам клену остролистному и дубу черешчатому [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Булыгин Н.Е., Ярмишко В.Т. Дендрология: учебник/2–е издание. М.: МГУЛ, 2003. 528 с.

## **МЕРОПРИЯТИЯ ПО АДАПТАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА**

**Сурина Е.А., Сеньков А.О.**

*ФБУ «СевНИИЛХ», Архангельск; surina\_ea@sevniilh-arh.ru*

ФБУ «СевНИИЛХ» выполнял научно-исследовательские работы с 2014 по 2016 г., целью которых было «Оценить влияние лесохозяйственных мероприятий на цикл углерода и разработать сценарии адаптации системы ведения лесного хозяйства в управляемых лесах северной и средней тайги Европейско-Уральской части России в связи с ожидаемыми изменениями климата». Объект исследования – управляемые леса северной и средней тайги Европейско-Уральской части России (Архангельская область, Республика Коми, Республика Карелия, Вологодская область, Мурманская область).

В 2014 году ФБУ «СевНИИЛХ» вошел в состав межрегиональной рабочей группы по разработке климатической стратегии для российского сегмента Баренцева региона.

Прогнозируемые изменения климата могут существенно повлиять на состояние лесов. На европейском севере России одной из главных лесобразующих пород является ель. Ареал ее распространения связан с рядом климатических характеристик, за пределами которых она не произрастает. Таким образом, изменение климатических показателей может повлечь смену, как породного состава, так и формационного, особенно на границах ареала произрастания древесных пород. Поэтому при прогнозировании состояния лесов недостаточно учитывать только таксационные показатели – надо делать поправки на формационные изменения.

Особенностью ели является преимущественно поверхностное распространение корневой системы, что делает ее чувствительной к перепадам водно-воздушного режима почвы. В свою очередь величина стока, уровень грунтовых вод, влажность почвы, глубина распространения корневой системы и пр. во многом связаны с климатическими характеристиками места

произрастания. В ФБУ «Рослесозащита» используется комплексный показатель «Неблагоприятные погодные и почвенно-климатические факторы», влияние которого в последние десятилетия на растительные сообщества значительно возросло.

Для северной и средней тайги европейского севера России был проведен анализ прогнозных показателей температуры воздуха, суммы температур, продолжительности вегетационного периода, гидротермических коэффициентов. В результате, с середины 21 века прогнозируется превышение отдельных климатических показателей, характерных для ареала преобладающей формации еловых лесов. Оно повлечет за собой ухудшение санитарного состояния, высокую подверженность лесов любым негативным влияниям (снеголом, снеговал, ветровал, повреждение насекомыми, болезни леса, изменение уровня грунтовых вод), а также существенному росту пожарной опасности. Все это выразится в росте площади погибших лесов, в первую очередь, от пожаров и неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов.

Путем эмпирико-статистического моделирования растительной зональности (Жильцова, 2013) было спрогнозировано смещение растительных зон [1]. При этом использованы граничные значения биоклиматических индексов суммы температур выше 5 °С, суммы температур ниже 0 °С, индекс увлажнения.

Из положительных моментов следует отметить, что смещение растительных зон с юга на север должно способствовать повышению продуктивности лесов на территории средней и северной тайги, росту лесистости северной тайги.

Задача сохранения и обеспечения устойчивого существования лесного покрова с необходимостью требует осуществления адаптационных мероприятий, содержанием которых может быть как усиление традиционных форм охраны лесов, так и разработка новых, климатически обусловленных нормативов управления лесным хозяйством.

Соответственно, сценарии адаптации должны строиться путем подбора необходимых лесохозяйственных мероприятий и их комбинаций с учетом основополагающих принципов ведения лесного хозяйства.

К основным лесохозяйственным мероприятиям следует отнести

- лесозащитные мероприятия (в том числе санитарные рубки);
- лесовосстановление;
- рубки ухода за лесом;
- противопожарные мероприятия;
- мелиоративные.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Жильцова Е.Л., Анисимов О.А. Эмпирико-статистическое моделирование растительной зональности в условиях изменения климата на территории России // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2013. Т. 25. С. 360–374.

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАДИАЛЬНОГО РОСТА МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО В СЕВЕРНОЙ ТАЙГЕ

Сурсо М.В.<sup>1</sup>, Барзут О.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН, Архангельск, [surso@fciaarctic.ru](mailto:surso@fciaarctic.ru);

<sup>2</sup>Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск, [steblik@atknet.ru](mailto:steblik@atknet.ru)

Многие виды рода *Juniperus* L., особенно те из них, которые произрастают в горных и аридных областях, отличаются долголетием. Поэтому их использование перспективно для дендрохронологических и дендроклиматологических исследований. Целью работы являлось изучение особенностей радиального роста *Juniperus communis* L. в северной части ареала (Беломорско-Кулойского плато). Поперечные спилы стволов в комлевой части можжевельников взяты в июне 2016 г. в долине ручья Кепинка (бассейн р.Сояна, северо-восточная часть Приморского района Архангельской области). Можжевельники произрастают открыто, густыми биогруппами, и представляют собой растения кустообразной формы высотой до 2,5–3 м, коряжистые и сильно перевитые в комлевой части. Измерение ширины годовых колец производили под бинокулярным микроскопом МБС-10 с общим увеличением  $\times 32$ . Изучение индивидуальной динамики радиального роста по каждому спилу производилось в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Возраст изученных растений колеблется от 97 до 238 лет. Средние значения диаметра стволиков в комлевой части составляют 7,8–13,2 см при абсолютных значениях от 6,2 до 13,8 см. Все растения характеризуются высокой вариабельностью ширины годовых колец. Средние значения ширины годовых колец можжевельника варьируют от 0,132 до 0,493 мм при общем размахе от 0,025 до 1,750 мм. Коэффициенты изменчивости ширины годовых колец отличаются высоким (36–50 %) и очень высоким уровнем (более 50 %) уровнем изменчивости. Коэффициенты корреляции между двумя замерами у одного и того же образца не отражают тесноту связи между ними и составляют у отдельных особей от 0,058 до 0,890. Зависимость диаметра растений *Juniperus*

*communis* L. от возраста аппроксимируется полиномиальным уравнением шестого порядка. Теснота связи высокая (коэффициент детерминации  $R^2=0,82$ ). Увеличение диаметра с возрастом происходит неравномерно: в молодом возрасте (до 110 лет) характерен более интенсивный радиальный прирост, в возрасте от 120 до 170 лет наблюдается его снижение, а далее следует некоторое повышение. Такой ход роста можжевельника обыкновенного по диаметру типичен для большинства древесных растений и характеризуется кривой «большого роста», когда в более молодом возрасте ширина годичных колец значительно выше, чем на последующих этапах жизни. При визуальном сопоставлении средних показателей радиального прироста исследуемых растений не выявлено общих закономерностей в динамике годичных слоев. Не установлено общности и в наступлении реперных, характеризующихся максимальными или минимальными значениями показателей прироста, лет. Динамика радиального прироста можжевельника обыкновенного у различных особей отличается. У большинства исследованных образцов отмечена тенденция увеличения средних значений ширины годичных колец с возрастом. У ряда образцов не обнаружено четко выраженных периодов увеличения или снижения средних значений радиального прироста. Обычно это связано с проявлением индивидуальных особенностей и наблюдается у растений, обладающих низкой степенью чувствительности к воздействиям и изменениям окружающей среды. Использование таких особей в дендрохронологическом анализе нежелательно. Таким образом, в условиях Беломорско-Кулойского плато можжевельник обыкновенный сохраняет ту же, свойственную ему и в других частях ареала [1–3], динамику радиального роста.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сурсо М.В., Барзут О.С., Зайцев А.И., Пинаевская Е.А. Морфологическая характеристика и динамика радиального роста можжевельника сибирского (*Juniperus sibirica* Burgsd.) Сахалина и Камчатки // Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журнал. 2015. № 4/346. С. 44–54.
2. Сурсо М.В., Барзут О.С. Особенности роста и развития хвойных в Большеземельской тундре. Можжевельник в урочище Пым-Ва-Шор // Лесной вестник. 2010. № 6 (75). С. 18–21.
3. Сурсо М.В., Барзут О.С. Можжевельники Пятигорья и Приэльбрусья: краткая морфологическая характеристика и особенности роста // Лесной журнал. 2012. № 2/326. С. 7–13.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ ПРИ РАЗЛИЧНОМ УРОВНЕ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Сухарева Т.А.

*Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН, Анапты, sukhareva@inep.ksc.ru*

Поступление промышленных эмиссий в атмосферу является мощным фактором, определяющим состояние лесных растений и почв бореальных лесов. В Мурманской области основными источниками аэротехногенного загрязнения являются предприятия горно-металлургического комплекса, длительное воздействие со стороны которых привело к деградации почвенно-растительного покрова на значительных по площади территориях.

Целью исследования явилась оценка долговременных изменений в элементном составе Al-Fe-гумусовых подзолов и ассимилирующих органов доминирующих древесных растений бореальных лесов на основе данных многолетнего комплексного мониторинга.

Исследования проводили в ельниках кустарничково-зеленомошных и сосняках кустарничково-лишайниковых, которые формируются в сходных природных условиях, но испытывают разные техногенные нагрузки. Материалом для данной работы послужили исследования органогенного горизонта почвы и ассимилирующих органов основных доминирующих растений и лишайников северотаежных лесов. Исследования почвы проводились с учетом парцеллярной структуры биогеоценозов.

Почвенные условия оказывают существенное влияние на формирование элементного состава растений. Анализ данных по элементному составу почвы показал, что органогенные горизонты сосновых лесов беднее, чем еловые кальцием, марганцем, железом, цинком. В почве сосновых парцелл содержание кальция, магния, калия, марганца выше, чем в почвах межкроновых пространств. Верхний органогенный горизонт Al-Fe гумусовых подзолов в условиях атмосферного загрязнения обладает или меньшей кислотностью, или достоверно не изменяется по сравнению с почвами ненарушенных северотаежных лесов. В дефолирующих лесах и техногенных редколесьях еловых и сосновых лесов концентрации практически всех доступных элементов питания (Ca, K, P, Mg, Mn, Zn) снижаются, что обусловлено затуханием процессов отмирания растительного органического вещества и реакциями замещения катионов протонами водорода и алюминия. Концентрации основных поллютантов (Cu, Ni) в почвах древесных парцелл выше, чем в кустарничковых парцеллах. В почвах еловых

парцелл техногенных редколесий отмечены наиболее высокие концентрации никеля, меди, железа, серы.

Воздействие на лесные экосистемы газовоздушных выбросов промышленных предприятий вызывает ряд сходных изменений в элементном составе различных видов растений и лишайников. Наблюдается многократное возрастание поллютантов в ассимилирующих органах и обеднение их многими важнейшими для функционирования элементами. Наибольшую чувствительность к атмосферному воздействию демонстрируют лишайники, в талломах которых обнаруживаются высокие концентрации Ni, Cu, Fe. Степень аккумуляции тяжелых металлов лишайниками гораздо выше, чем у хвойных деревьев и кустарничков. Содержание никеля и меди в лишайниках в 3–8 раз выше, чем в листьях сосудистых растений.

Исследования показали, что из древесных растений ель сибирская является более чувствительной к загрязнению. Содержание поллютантов (Cu, Ni и S) в ассимилирующих органах достоверно ( $p < 0.05$ ) выше концентрации этих элементов в хвое сосны. В листьях кустарничков наблюдаются высокие концентрации кальция, калия, магния. Из зольных элементов в листьях вороники преобладает калий, в листьях черники – кальций. В ассимилирующих органах брусники еловых лесов содержится больше калия, а в сосновых лесах содержание кальция и калия сопоставимо. Листья черники характеризуются повышенной аккумуляцией марганца и алюминия. Возрастные изменения состава листьев брусники выражаются в снижении концентрации калия и фосфора и увеличении концентраций кальция, марганца, алюминия и железа. Таким образом, возрастные изменения химического состава кустарничков сходны с изменениями в хвое доминирующих древесных растений.

Сопоставление минерального состава листьев кустарничков с составом хвои текущего года сосны и ели демонстрирует некоторые особенности. Так, по сравнению с хвоей сосны в них содержится достоверно ( $p < 0,05$ ) больше кальция, магния, марганца. По сравнению с хвоей ели, которая аккумулирует в значительных концентрациях кальций и калий, только в листьях черники выявлено еще более высокое содержание данных элементов. В листьях исследуемых кустарничков содержание магния достоверно ( $p < 0.05$ ) выше, чем в хвое ели. В травянисто-кустарничковом ярусе хорошо прослеживаются видовые различия: черника концентрирует в 2–3 раза больше элементов-загрязнителей (Ni, Cu, P, S), чем брусника и вороника.

Выявлены закономерности, связанные с видовыми различиями в поглощении элементов питания бореальными растениями в фоновых условиях и при различном уровне атмосферного загрязнения. В условиях аэротехногенного загрязнения в растениях и лишайниках наблюдается накопление эле-

ментов, входящих в состав выбросов, которые могут поступать как из почвы, так и из атмосферы. Количественное соотношение элементов, в том числе азота, кальция и калия может меняться и зависеть от возраста ассимилирующих органов и влияния атмосферного загрязнения. При техногенном воздействии поглощение химических элементов растениями во многом определяется минеральным составом почвы, процессами выщелачивания химических элементов из растительных тканей кислыми осадками, фолитарным поглощением загрязняющих веществ, антагонистическими отношениями между элементами и дисбалансом поглощения элементов из почвы.

### **ЛИШАЙНИКИ И МОХООБРАЗНЫЕ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С ЛОБАРИЕЙ ЛЕГОЧНОЙ (*LOBARIA PULMONARIA* (L.) HOFFM.) В ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВАХ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ**

**Тарасова В.Н., Обабко Р.П., Игнатенко Р.В.**

*Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск,  
tarasova1873@gmail.com*

Эпифитный покров стволов осины – удобный объект для изучения структуры эпифитного покрова с точки зрения взаимоотношений видов, поскольку покрытие и биоразнообразие эпифитов на стволах достаточно высокие, и часто возникают ценотические взаимоотношения между участниками покрова. Цель исследования – проверка рабочей гипотезы о существовании зависимости показателей общего разнообразия и обилия (покрытия, встречаемости) отдельных видов мохообразных и лишайников с покрытием и встречаемостью лобарии легочной (*Lobaria pulmonaria*) – цианобионтного, крупнолистоватого, охраняемого лишайника.

Исследования выполнены на 24 пробных площадях размером 100 x 100 м в сообществах, принадлежащих к одному эколого-динамическому ряду, представляющему восстановительную динамику ельника черничного зеленомошного через стадию осинового леса, с давностью нарушения от 80 до 450 лет. Описания эпифитного покрова на стволах 4–15 деревьев осины выполнены у основания ствола и на высоте 1,3 м от земли с четырех сторон света (север, юг, запад, восток) при помощи рамки 25 x 25 см. В месте описания регистрировали: видовое разнообразие и проективное покрытие мохообразных и лишайников, угол наклона поверхности ствола, сквозистость древостоя. В работе анализируются данные 1654 описаний, выполненные на 207 деревьях.

В формировании эпифитного покрова *Populus tremula* в растительных сообществах южной Карелии принимают участие 222 вида криптогамных

организмов: 178 видов лишайников и близким к ним грибов, 32 вида мхов и 12 видов печеночников. Исследование показало, что видовое разнообразие и показатели обилия видов на деревьях осины, заселенных *L. pulmonaria*, и деревьях, на которых *L. pulmonaria* не встречается, в отдельно взятых сообществах не различаются. Хотя у видов *Nephroma sp.* отмечается тенденция к заселению тех же стволов, на которых произрастает *L. pulmonaria*, встречаемость таких случаев не превышает 7 %, установленных для самого распространенного вида – *N. parile*; для остальных трех видов рода встречаемость на деревьях с лобарией составляет всего 0,4–1,3 %, что статистически не отличается от нуля.

В местах обитания *L. pulmonaria* на стволах осины отмечается большее, по сравнению с другими участками, разнообразие видов мхов и лишайников и большая выравненность покрытий видов, что указывает на мозаичность и отсутствие выраженного доминирования отдельных видов лишайников и мохообразных в эпифитном покрове. Это обусловлено положительным углом наклона и улучшением условий увлажнения: угол наклона поверхности ствола в описаниях с лобарией в 3–5 раз выше, чем в описаниях без нее.

Для подавляющего большинства изученных видов мохообразных и лишайников, обитающих на стволах осины на высоте 1,3 м, наблюдается четкая закономерность: чем чаще вид встречается в случайно отобранной выборке, тем чаще он попадает в описания с *L. pulmonaria* ( $R^2 = 0,94$ ;  $\alpha = 0,001$ , регрессионный анализ, линейная модель). При этом для 88 % всех видов величина отклонения встречаемости в описаниях с *L. pulmonaria* от случайного составляет <5 %; для 12 % видов – <15 %. У видов *Dicranum sp.*, *Cladonia chlorophaea*, *Pertusaria sp.*, *P. amara*, *Nephroma sp.*, *Nephroma parile* и *Ptilidium pulcherrimum* встречаемость в описаниях с *L. pulmonaria* в 2–3 раза выше, а у *L. allophana* – в 3,6 раза меньше, чем в случайной выборке описаний.

В описаниях с покрытием *L. pulmonaria* 10–25 % регистрируются максимальные значения следующих показателей: общего покрытия мохообразных (20 %), среднего числа видов лишайников (4–6 видов), индекса выравненности Пиелу (0,8), покрытия (4 %) и встречаемости (23 %) видов рода *Nephroma sp.*, встречаемости *Dicranum sp.* (40 %). При покрытии *L. pulmonaria* >30 % значения этих показателей снижаются до нулевых значений, что объясняется доминированием в эпифитном покрове крупных талломов лобарии. Многовидовые, высоко мозаичные, выравненные по покрытию, группировки с участием лобарии легочной, возможно, являются не устойчивой формой существования видов в эпифитном покрове осины, а временным явлением, связанным с небольшим возрастом молодых талломов *L. pulmonaria*.

Мхи рода *Dicranum sp.*, играют важную роль в формировании эпифитного покрова с участием цианобионтных лишайников *L. pulmonaria* и *Nephroma sp.* на стволах осины на высоте >1 м от земли, благодаря водопоглощающей и водоудерживающей способности плотных моховых куртин.

Высокие значения покрытия и встречаемости видов *Nephroma* в описаниях с лобарией легочной, с одной стороны, объясняются сходными экологическими требованиями этих видов. С другой стороны, это может быть связано с биологией цианолишайников и особенностями их жизненного цикла. Известно, что разные виды цианолишайников для построения своего тела могут использовать одни и те же виды цианобактерий (*Nostoc*), поэтому совместное обитание данных видов может носить не случайный характер, а являться примером «облегченного» распространения, благодаря источникам свободноживущих на коре деревьев [1, 2].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Rikkinen J. I., Oksanen & Lohtander K. Lichen guilds share related cyanobacterial symbionts / Science. 2002. 297. P. 357–357.

2. Fedrowitz K., Kuusinen M. & Snäll T. Metapopulation dynamics and future persistence of epiphytic cyanolichens in a European boreal forest ecosystem / Journal of Applied Ecology. 2012. 49(2). P. 493–502.

### **ДЕГИДРИНЫ В ПОЧКАХ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ *BETULA L.* В УСЛОВИЯХ КАРЕЛИИ**

**Татаринова Т.Д.<sup>1</sup>, Ветчинникова Л.В.<sup>2</sup>, Бубякина В.В.<sup>1</sup>, Перк А.А.<sup>1</sup>,  
Пономарев А.Г.<sup>1</sup>, Васильева И.В.<sup>1</sup>, Серебрякова О.С.<sup>2</sup>, Петрова Н.Е.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения РАН, Якутск, [t.tatarinova@gmail.com](mailto:t.tatarinova@gmail.com);

<sup>2</sup>Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, [vetchin@krc.karelia.ru](mailto:vetchin@krc.karelia.ru)

Значительную площадь лиственных пород в лесах Республики Карелия занимает береза, представленная, в основном, березой повислой *Betula pendula* Roth и березой пушистой *B. pubescens* Ehrh. Оба вида имеют обширный ареал в Евразии и обладают высокой экологической пластичностью. Также в южной части Карелии аборигенным представителем дендрофлоры является карельская береза *B. pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti, встречающаяся исключительно на северо-западе континентальной Европы. В отличие от березы повислой и березы пушистой, для карельской березы характерна уникальная узорчатая текстура древесины, при этом она рассматривается как разновидность березы по-

вислой [1, 2]. Карелия, как северный регион, относится к зоне умеренно-континентального климата с переходом к морскому, для которого характерны возвратные потепления в осенне-зимний период и похолодания – в весенне-летний [2]. Важная роль в процессах адаптации растений к абиотическим факторам среды, в т.ч. низким температурам, отводится стрессовым белкам-дегидринам. Дегидрины относятся к семейству LEA-белков (Late Embryogenesis Abundant) с высокой степенью конформационной лабильности [5] и, вероятно, участвуют в защите биополимеров и мембран клеток от повреждений, вызванных дегидратацией в условиях стресса [4]. Некоторые особенности дегидринов якутской и карельской популяций *B. pendula* были изучены нами ранее [3, 6].

Целью данной работы являлось исследование состава и сезонных изменений дегидринов основных видов *Betula L.* (береза пушистая, береза повислая и карельская береза), произрастающих в условиях умеренно-континентального климата Карелии.

Сбор почек осуществляли ежемесячно в 2009–2013 гг. на постоянных площадках, расположенных в 6 км от г. Петрозаводска (62° с.ш., 35° в.д.). Выделение из растительного материала, аналитический электрофорез и блоттинг белков осуществляли согласно принятым методикам. Идентификацию дегидринов выполняли с использованием поликлональных антител против их консервативного К-сегмента («Agriser», Швеция).

Впервые с использованием специфических антител в почках основных видов березы Карелии – березы пушистой, березы повислой и карельской березы, произрастающих в условиях холодного и неустойчивого климата Северо-Запада России, выявлены стрессовые белки-дегидрины. Мажорные дегидрины представлены в двух областях: низко- (14–17 кДа) и среднемолекулярной (56–73 кДа). У изученных растений *B. pubescens*, *B. pendula* и *B. pendula* var. *carelica* обнаруживаются общие черты в годовой динамике дегидринов. Наибольшим сезонным изменениям, независимо от видовых особенностей березы, подвержены низкомолекулярные дегидрины, преимущественно с мол. м. 17 кДа, обнаруженный у всех видов рода *Betula L.* Максимальный уровень 17 кДа дегидрина формировался во время осенней подготовки растений к покою и устойчиво сохранялся в холодный период года. Среднемолекулярные дегидрины 66–69 кДа представлены круглогодично почти на одном уровне. Выраженный меж- и внутривидовой полиморфизм мажорных дегидринов 17 и 66–69 кДа в почках березы пушистой, березы повислой и карельской березы во время зимнего покоя не обнаружен. Особенности сезонной динамики стрессовых белков-дегидринов позволяют предположить их вероятное участие в биохимических процессах,

ассоциированных с формированием низкотемпературной устойчивости изученных видов березы. Значительное сходство состава суммарных белков и дегидринов, а также однотипный характер их сезонных изменений, в первую очередь 17 кД дегидрина, указывает на филогенетическую близость и сходные механизмы адаптации основных видов *Betula L.* к условиям умеренно-континентального климата Карелии.

*Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания ИБПК СО РАН (регистрационный номер АААА-А17-117020110054-6) и ИЛ КарНЦ РАН (тема № 0220-2014-0009).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ветчинникова Л.В.* Береза: вопросы изменчивости (морфо-физиологические и биохимические аспекты). Москва: Наука, 2004. 183 с.
2. *Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф., Кузнецова Т.Ю.* Карельская береза: биологические особенности, динамика ресурсов и воспроизводство. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 312 с.
3. *Татарина Т.Д., Бубякина В.В., Ветчинникова Л.В., Перк А.А., Пономарев А.Г., Васильева И.В.* Стрессовые белки-дегидрины в почках березы в контрастных по климату регионах // Цитология. 2017. Т. 59, № 2. С. 156–160.
4. *Hara M.* The multifunctionality of dehydrins: an overview // *Plant Signal. Behav.* 2010. Vol. 5, N 5. P. 1–6.
5. *Kosova K., Prasil I.T., Vitamvas P.* Role of dehydrins in plant stress response // *Handbook of Plant and Crop Stress* / Ed. Pesarakli M. Tucson: CRC Press, 2010. P. 239–285.
6. *Ponomarev A.G., Tatarinova T.D., Perk A.A., Vasilieva I.V., Bubyakina V.V.* Dehydrins associated with the development of frost resistance of asian white birch // *Russian Journal of Plant Physiology.* 2014. Vol. 61, N 1. P. 105–111.

#### **ПОЧВЫ ЛЕСОВ И ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР: СРАВНЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ И ПЛОДОРОДИЯ**

**Тебенькова Д.Н., Лукина Н.В., Фомич А.Ф., Орлова М.А., Гагарин Ю.Н.**

*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва,  
teb-dasha@yandex.ru*

Нехватка деловой древесины остро проявляется в освоенных лесах, в которых продолжается их интенсивная эксплуатация для удовлетворения потребностей предприятий по переработке древесины. Одним из путей решения этой проблемы является переход к интенсивной модели лесного хозяйства, включающей созданием лесных плантаций – искусственных насаждений на относительно больших площадях, созданных с целью ускоренного выращивания древесно-кустарниковых пород с запланированными

ми техническими характеристиками конечного продукта (FS-STD-01-001 V5-0 – действующий российский стандарт) [1]. При этом следует подчеркнуть, что создаваемые насаждения должны выполнять присущие лесу экосистемные функции, и не только обеспечивающие (древесина, волокна), но и поддерживающие регулирующие (фотосинтез, почвообразование, биогеохимические циклы, климат, гидрологический режим и др.). Ряд зарубежных исследований последних десятилетий были направлены на оценку влияния лесных плантаций быстрорастущих видов деревьев на качество почвы, в том числе рН, натрия, катионов, органического углерода и азота [2–5]. В России отсутствуют какие-либо экспериментально подтвержденные данные о влиянии создания лесных культур на свойства почвы и биогеохимические циклы.

Цель наших исследований – дать сравнительную оценку кислотности и содержанию углерода и элементов питания в почвах естественных лесов и лесных культур.

Данные сравнения проведены на основе материалов наших исследований в северно- и среднетаежных лесах Европейской части России (Ленинградская, Новгородская, Нижегородская область). Доминирующие типы почв – подзолы и подбуры.

Полученные результаты показали, что в условиях северной тайги (Ленинградская область) почвы естественных сосновых и еловых лесов характеризуются более кислой реакцией. рН горизонтов А0 и А в таких почвах ниже, чем в лесных культурах в среднем на 0,5–1 единицу. В лесных культурах зафиксировано меньше содержание С и N в горизонтах А0 и В и более узкое отношение С/N во всех горизонтах, чем в естественных лесах.

В условиях средней тайги (Новгородская, Нижегородская область) кислотность почв лесных культур сосны в возрасте 1–5 лет выше, чем в естественных лесах. К возрасту 18 лет рН снижается до значений кислотности естественных лесов. Содержание С и N в лесных культурах ниже, чем в естественных лесах и с возрастом культур увеличивается во всех горизонтах.

В целом наши исследования подтверждают выводы зарубежных исследований [3, 4] о влиянии плантационного лесовыращивания на свойства почв. Создание лесных плантаций с интенсивной рубкой баланса может нанести долгосрочный ущерб плодородию почв и продуктивности лесного участка в целом.

*Сбор результатов исследования проводился в рамках темы государственного задания ЦЭПЛ РАН «Сохранение и восстановление экологических функций лесных почв» (0110-2014-0004) и программы Президиума РАН «Биоразнообразии природных систем» Проект: «Лесообразующие виды России: пространственное рас-*

пределение, запасы, вклад в экосистемные функции и услуги» (0110-2015-0005). Химический анализ почв выполнен за счет средств гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект 15-29-02697 офи\_м). Обработка результатов исследования выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект № 16-17-10284).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шматков Н.М. Проект WWF «Плнтации нового поколения»: значение для России // Устойчивое лесопользование. 2015. № 1. С. 25–33.
2. Jobbágy E.G., Jackson R.B. The uplift of soil nutrients by plants: biogeochemical consequences across scales // Ecology. 2004. N 9. P. 2380–2389.
3. Merino A., Balboa M.A., Soalleiro R.R., González J.A. Nutrient exports under different harvesting regimes in fast-growing forest plantations in southern Europe // Forest Ecology and Management. 2005. V. 207, N 3. P. 325–339.
4. Berthrong S. T., Jobbágy E.G., Jackson R. B. A global meta-analysis of soil exchangeable cations, pH, carbon, and nitrogen with afforestation // Ecological Applications. 2009. V. 19, N 8. P. 2228–2241.
5. Berthrong S.T., PIneiro G., Jobbágy E.G., Jackson R.B. Soil C and N changes with afforestation of grasslands across gradients of precipitation and plantation age // Ecological Applications. 2012. V. 22, N 1. P. 76–86.

### СВОЙСТВА КЛЕТОЧНОЙ СТЕНКИ ЛИСТА РАСТЕНИЙ РОДА *SALIX* ПРИ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Теребова Е.Н., Марковская Е.Ф., Андросова В.И., Рыбалова А.С.

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»,  
Петрозаводск, [eterebova@gmail.com](mailto:eterebova@gmail.com)

Ивы характеризуются высокой устойчивостью к стрессовым факторам и физиологической активностью (Кулагин, 1998; Kuzovkina, Volk, 2009; Wirberg, 2006 и др.). Это позволяет им успешно произрастать на загрязненных территориях и депонировать тяжелые металлы из почвы и воздуха, осуществляя фиторемедиацию техногенных ландшафтов. Работа выполнена на территории ОАО «Карельский окатыш» (Россия, Республика Карелия, г. Костомукша). Основными компонентами выбросов этого горно-обогатительного комбината являются диоксид серы (среднегодовая концентрация 0,03 мг/м<sup>3</sup>), пылевые выбросы, содержащие тяжёлые металлы (содержание железа, марганца, никеля в почве превышает ПДК в 2–3 раза), оксид углерода и окислы азота. В 2013 году в целях фиторемедиации свалки промышленных отходов комбината были высажены разные виды *Salix*. Аборигенный виды – *S. myrsinifolia*, *S. phylisifolia*, адвентивные

виды – *S.alba*, *S.acutifolia* и проходящие испытание на фиторемедиационную способность в других странах *S. shcwerinii*, *S. schwerinii* x *S. viminalis* – Variety *Karin*. В 2014–15 гг. производилась оценка физиологического состояния растений (уровня накопления тяжелых металлов в тканях и органах и свойства клеточной стенки листа ив). Ионообменные свойства клеточных стенок органов и тканей имеют важное физиологическое значение, так как именно они определяют ионный состав среды, которая омывает клеточную мембрану, влияют на механические и осмотические явления в процессе роста клеток, участвуют в транспорте воды и растворенных веществ по системе апопласта. Кроме того, тяжелые металлы непосредственно связываются карбоксильными группами клеточной стенки растений (Горшкова, 2007). Функциональную активность клеточной стенки оценивали по количеству сорбционной емкости (количество ионогенных групп, S мкмоль/ г сух. клет. ст.) потенциометрическим методом (Мейчик, 2007). Количество и состав ионообменных групп в структуре клеточной стенки листа ив после двух лет выращивания на фиторемедиационной плантации представлены в таблице.

Содержание ионообменных групп в клеточной стенке листа растений рода *Salix*: 1 – исходное количество групп, 2 – после двух лет выращивания на промышленной территории ОАО «Карельский окатыш»

Тип группы	Кол-во групп, S ± 30–50, мкмоль / г сух. клет. ст.											
	<i>S. shcwerinii</i>		<i>V. Karin</i>		<i>S. myrsinifolia</i>		<i>S. phylisifolia</i>		<i>S.alba</i>		<i>S.acutifolia</i>	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Аминогруппы	160	120	200	250	150	150	210	220	200	150	200	170
COOH ПГУК*	280	160	520	600	400	170	250	150	120	250	170	300
COOH ГКК**	280	290	300	700	580	390	836	430	200	300	240	300
Фенольные ОН-группы	400	1450	400	500	360	840	280	820	680	900	800	1000
Общее кол-во функциональных групп	1120	2020	1420	2050	1490	1550	1576	1620	1200	1600	1410	1770

\*COOH ПГУК – карбоксильные группы α-D-полигалактуроновой кислоты, \*\*COOH ГКК – карбоксильные группы гидроксикоричных кислот

Происходит увеличение ионообменной способности клеточной стенки листа у всех видов ив после двух лет выращивания на техногенной территории комбината. Наиболее значимые отличия выявлены для общего количества групп в клеточной стенке у адвентивных видов *S. shcweri-*

*nii* и *V. Karin*, менее значимые – также для адвентивных видов *S. alba* и *S. acutifolia* и совсем невысокие – для аборигенных видов *S. myrsinifolia* и *S. phylisifolia*. При этом увеличение содержания групп в структуре клеточной стенки листа ив происходит в основном за счет фенольных ОН-групп.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Горикова Т.А. Растительная клеточная стенка как динамическая система. М.: Наука, 2007. 429 с.
2. Кулагин А.Ю. Ивы: техногенез и проблемы оптимизации нарушенных ландшафтов. Уфа: Гилем, 1998. 193 с.
3. Мейчик Н.Р. Ионный обмен и диффузия в клеточных стенках растений / Автореф. дис. д-ра биол. наук. М., 2007. 48 с.
4. Kuzovkina Y.A., Volk T.A. The characterization of willow (*Salix* L.) varieties for use in ecological engineering applications: co-ordination of structure, function and autecology // Ecological Engineering Vol.35, 2009. P. 1178–1189.
5. Wikberg J. Water Relations in *Salix* with Focus on Drought Responses // Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences. Umeå. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, 2006. 48 p.

### **СТРОЕНИЕ ЛЕСНОГО МАССИВА: СТРУКТУРА, ДИНАМИКА, УСТОЙЧИВОСТЬ (НА ПРИМЕРЕ ЛИСИНСКОЙ И ОХТИНСКОЙ ЧАСТЕЙ УЧЕБНО- ОПЫТНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Тетюхин С.В.**

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, tsv1001@yandex.ru*

Учебно-опытное (УО) лесничество Ленинградской области представлено двумя несоприкасающимися лесными массивами – Лисинской частью УО лесничества в составе Перинского, Лисинского и Кастенского учебно-опытных участковых лесничеств и Охтинской частью УО лесничества в составе Жерновского и Кудровского учебно-опытных участковых лесничеств, общей площадью 29865 га.

Оба массива представляют собой уникальные объекты с колоссальной историей проведения лесоустроительных работ, не имеющей аналогов на территории современной России, и длительным ведением опытного лесного дела в типичных насаждениях средней тайги северо-запада европейской части РФ.

Охтинская дача была выделена из окружающей территории при Ингерманландском межевании земель по р. Неве и Финскому заливу в 1748 г. и названа «дачей Охтинских военных поселений».

Первые лесоустроительные работы, выполненные на всей территории Лисинской дачи, были проведены в 1841 г. с составлением лесоустроительного проекта и разработкой соответствующего планово-картографического материала.

Охтинская дача впервые была устроена в 1868 г., затем лесоустроительные работы на территории дачи (Охтинский учебно-опытный лесхоз) проводились в 1882, 1896, 1904, 1920, 1924, 1938, 1946, 1954, 1958, 1970, 1981, 1992 и 2004 годах. Перевод таксационных и картографических материалов лесоустройств в электронную форму позволил создать геоинформационную систему учебно-опытного лесничества, и обеспечил возможность выполнить анализ пространственно-временной динамики земель лесного фонда этих лесных массивов.

Интеграция в ГИС электронных картографических материалов лесоустройства 2004 г., обеспечила преемственность и сопоставимость ранее созданных картографических и агрибутивных данных.

В докладе будут приведены результаты многолетних исследований проводившихся на территории УО лесничества по материалам разных лет лесоустройства, показана пространственно-временная динамика структуры земель лесного фонда этих массивов и рассмотрена устойчивость насаждений Охтинской части УО лесничества находящейся непосредственно у границ жилых массивов г. Санкт-Петербурга.

## **ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВ В ПРОЦЕССЕ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ РУБКИ ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Ткаченко Ю.Н.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
tkachenko@krc.karelia.ru*

В результате интенсивного освоения лесных ресурсов происходит нарушение динамического равновесия в таежных биогеоценозах. Результатом чего являются изменения характера взаимодействия между почвой и растительностью, оказывающих непосредственное влияние на процесс почвообразования. Производные леса, которые находятся на различных стадиях восстановительной сукцессии, характеризуются различными качественными и количественными показателями [2].

После удаления древесного полога наблюдаются изменения, влияющие на процессы, происходящие в почвах. В первые годы после рубки прослеживается тенденция увеличения количества минерального азота в почве,

в последующие – снижения, это происходит в результате его выноса за пределы почвенного профиля, а также поглощения молодой древесной порослью, которая возобновляется на вырубке [3].

Цель работы – проследить изменения физико-химических показателей почв в верхних генетических горизонтах свежей вырубки и сосняках различного возраста.

В качестве объектов был подобран хронологический ряд, представленный несколькими возрастными группами древостоев: свежей вырубкой из-под сосняка брусничного; молодняками (березняк 5 и 10-летние, сосняк 40-летний); средневозрастными (50–60-летние); спелыми (100–140-летний) и перестойными сосняками (180–220-летние).

Для изучения изменения почвенных свойств на вырубке и в различных возрастных группах древостоя были заложены полнопрофильные разрезы. В них определялись границы и мощность горизонтов, проводилось морфологическое описание. Из выделенных генетических горизонтов отбирались почвенные образцы, в которых проводились определения физико-химических свойств почв по общепринятым методикам [1]. Для изучения влияния рубки и возраста древостоя на распределение почвенных свойств альфегумусовых почв наряду с дисперсией ( $D_x$ ) и средними (M), основными статистическими характеристиками, вычислялись коэффициенты вариации (CV), а также производилось сравнение данных с помощью критериев Стьюдента (T) и Фишера (F).

Характерными морфологическими признаками исследуемых альфегумусовых почв является малая мощность почвенного профиля с четким разделением на генетические горизонты: O-E-BF-B2-BC-C. Наибольшее варьирование мощности органогенного горизонта свойственно почвам вырубки (CV 0,6) на фоне высокой дисперсии, свидетельствующих о нарушении верхней части почвенной толщи в результате рубки. С возрастом древостоя CV снижается и достигает в сосняках перестойных 0,2. В то же время отмечается увеличение дисперсии мощности минеральных горизонтов, причем в большей степени в сосняке 40-летнем. Сравнение средних и дисперсий мощности лесной подстилки выявили различия значимые при  $\alpha < 0,05$  между сосняками средневозрастными и молодняками (T 3,0 и F 4,0, соответственно), сосняками перестойными и средневозрастными (5,0 и 2,0). Содержание углерода и азота в почве невысокое, что обусловлено условиями почвообразования и рубкой древостоя, сказавшихся на количестве поступления биогенного материала и скорости минерализации его. Так, в почвах свежих вырубков их содержание достигает 35,4 и 1,4 % (CV 0,3), максимальное накопление происходит в сосняках спелых (55 и 1,5 %),

коэффициент вариации снижается 0,2, что, по-видимому, связано с увеличением поступления хвойного опада. Наибольшее варьирование содержания подвижного калия наблюдается в лесных подстилках молодняков и сосняков средневозрастных (CV 0,6–0,7), с последующим снижением в спелых насаждениях до 0,3, это связано с присутствием в составе древостоя мелколиственных пород и травянистой растительности в напочвенном покрове. Почвы на всех участках характеризуются высокой кислотностью, которая снижается с глубиной и имеет среднюю вариабельность (CV 0,2).

В результате смены сукцессий меняется состав биогенного материала, поступающего на поверхность почвы, это оказывает влияние на содержание элементов питания и характер их распределения в верхних почвенных горизонтах. В молодняках происходит снижение содержания подвижного калия, достигающего минимума в перестойных насаждениях. Для сосняков спелых характерно накопление общих азота и углерода в лесной подстилке за счет увеличения поступления хвойного опада. Минимальное содержание питательных элементов в почве приходится на период формирования средневозрастного насаждения.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИЛ КарНЦ РАН (№ 0220-2014-0006).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почвы. Уч. пособие для вузов по спец.: «агрохимия и почвоведение». М.: Московский ун-т, 1970. 487 с.
2. *Богданов А.В., Ткаченко Ю.Н.* Пространственно временная дифференциация лесных сообществ в условиях сосняков черничных // Актуальные проблемы геоботаники. III Всероссийская школа-конференция. I часть. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. С.60–64.
3. *Ткаченко Ю.Н.* Влияние рубки ухода на свойства почв северо-таежной подзоны Карелии // Северная Европа в XXI веке: природа, культура, экономика. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. С.222–223.

## ПОЛЛЮТАНТО-ДЕПОНИРУЮЩАЯ РОЛЬ ЛЕСА

**Толкач О.В.**

*Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, [tolkach\\_o\\_v@mail.ru](mailto:tolkach_o_v@mail.ru)*

Лесная почва как биофильтр имеет большое значение для очистки загрязненного поверхностного стока с нелесопокровных площадей за счет перевода его во внутрипочвенный. Очистка стоковых вод лесными насаждениями представляет большую ценность для поддержания качества пи-

твевой воды открытых водоемов. По данным В.А. Мельчанова, вода, прошедшая через почвенный фильтр лесной почвы, поступает в речную сеть очищенной от твердых взвесей соединений азота, хлора, фосфатов [3]. Часть поллютантов выводится из миграционного потока и депонируется в лесных биогеоценозах. Накопление их в почве носит мозаичный характер [2]. Чтобы выявить тенденцию распределения поллютантов, необходимо установить связь этого процесса с основными параметрами насаждений. Исследование леса, как стабилизатора экологической обстановки, выполняли на Среднем Урале, где высокая лесистость сочетается с сосредоточением крупных промышленных предприятий. Нами анализировалось накопление в почве пригородных лесов спектра элементов, относящихся к группе тяжелых металлов (Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Sb, Sn, Bi, Cr, As), по их токсичности, а также менее опасные с точки зрения загрязнения природной среды (Mn, V, Ti, P, Ag, Mo, Ba, Sr, Y). При сравнении концентрации поллютантов в почвах нелесных (сенокосы, выгоны, пашни) и покрытых лесной растительностью участков установлено более высокое (на 11–58 %) их содержание в почвах под пологом древостоев. Суммарное содержание общего количества рассматриваемых элементов свидетельствует о том, что максимальными значениями характеризуются хвойные и хвойно-лиственные насаждения (962,48–956,89 мг/кг), затем по убывающей идут насаждения искусственного происхождения (938,13 мг/кг), лиственные, лиственно-хвойные (915,39–873,84 мг/кг). Анализ влияния состава древостоя на содержание в почве насаждения рассматриваемых элементов по ряду возрастания доли хвойных (лиственные, лиственно-хвойные, хвойно-лиственные, хвойные, искусственные насаждения сосны) выявил достоверную корреляцию при  $r < 0,05$  с содержанием в почве меди и свинца, а при  $r < 0,1$  значения коэффициентов корреляции в почве хрома, сурьмы, кадмия 0,81–0,96. Аккумуляция поллютантов в почвах лесных насаждений и безлесных участков в значительной степени определяется миграцией веществ с потоками воды в период весеннего снеготаяния, что обусловлено особенностями формирования запаса воды в снеге и его влияния на скорость водоотдачи в насаждениях и непокрытых лесной растительностью участках. Исходя из данных о содержании поллютантов в почвах на не покрытых лесной растительностью участках и в насаждениях разного состава напрашивается вывод о том, что, несмотря на более высокий запас талой воды на открытых площадях и в лиственных насаждениях, а также соответственно большее поступление поллютантов, происходит вынос их в гидрологическую сеть или консервация в транзитных хвойных насаждениях за счет ускоренной интенсивности снего-

таяния и образования поверхностного стока. В то же время, интенсивность снеготаяния и водоотдачи, определяющие интенсивность поверхностного стока, в хвойных, хвойно-лиственных древостоях в 1,5–2,0 раза меньше, чем в лиственных, что способствует повышенному впитыванию талой воды и ее фильтрации и очистки лесной подстилкой. На основе массового материала методом главных компонент выявлены характеристики насаждений, определяющие дисперсию поллютантов в поверхностных слоях почвы. В убывающем порядке по значимости — это тип леса, состав, полнота, возраст, класс бонитета древостоя. Наиболее высокая концентрация поллютантов установлена в почвах под пологом хвойных насаждений – ельника-сосняка травяного и под пологом производных лиственных насаждений – ельника разнотравно-зеленомошного и ельника приручейного. Максимум консервации поллютантов наблюдается в среднеполнотных (0,5–0,6) хвойных и хвойно-лиственных насаждениях. Уровень загрязнения по суммарному показателю в лиственных и лиственно-хвойных насаждениях относится к опасному, а в хвойных и хвойно-лиственных к чрезвычайно опасному [1]. Нарушение лесной среды может спровоцировать вторичную эмиссию поллютантов в водную и воздушную среду. Направленная регуляция депонирования поллютантов лесными почвами может проводиться при поддержании в пригородных лесах оптимального для этих целей состава и полноты древостоя, а также при формировании возрастной структуры древостоев на лесопокрытых территориях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. Hygienic evaluation of soil in residential areas/ Методические указания. МУ 2.1.7.730–99. (НЦПН). 1999. 04 мая. 38 с.
2. Воробейчик Е.Л., Позолотина В.Н. Микромасштабное пространственное варьирование фитотоксичности лесной подстилки // Экология. 2003. № 6. С. 1–9.
3. Мельчанов В.А. Роль леса в охране водоемов от загрязнения // Экспресс информация. Лесоведение и лесоводство. ЦБНТИ Гослесхоза СССР. № 3. 1983. 24 с.

## ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СМЕШАННЫХ И ЧИСТЫХ МОДАЛЬНЫХ ДРЕВОСТОЕВ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

Третьяков С.В.<sup>1</sup>, Коптев С.В.<sup>1</sup>, Богданов А.П.<sup>2</sup>, Третьякова В.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, s.v.tretyakov@narfu.ru, s.koptev@narfu.ru, y.bykov@inbox.ru, vs@as-eng.biz;

<sup>2</sup> Северный НИИ лесного хозяйства, Архангельск, aleksandr\_bogd@mail.ru.

Классификационной основой для изучения роста и продуктивности древостоев принимается тип леса или класс бонитета. Использование типа леса позволяет подобрать древостои одного естественного ряда развития, так как условия произрастания определяют процессы развития ценоза. Исходя из этого принципа подбирали и группировали опытные материалы многие ученые [4, 6, 10, 11 и др.]. В то же время тип леса не имеет того четкого толкования как класс бонитета [7]. В естественных условиях встречается огромное количество многообразия условий произрастания в зависимости от климата, рельефа, водного режима территории и других факторов, определяющих развитие древостоев. Класс бонитета дает однозначный ответ на вопрос, к какой категории отнести данный древостой в зависимости от его возраста и средней высоты. Поэтому при составлении таблиц хода роста почти все авторы отдают предпочтение бонитировочной классификации. Некоторые авторы помимо класса бонитета указывали также тип леса [6, 9 и др.]. В то же время бонитировочная шкала М.М. Орлова [12] не применима для моделирования динамики роста древостоев, так как она отражает некоторые статические состояния насаждений. Эта шкала завышает класс бонитета в старовозрастных древостоях и допускает переход насаждений из одного класса в другой. В ходе проведения исследований роста древостоев необходимо учитывать и класс бонитета и тип леса [2, 4, 7, 8, 9, 10, 11].

Вопрос изучения динамики и продуктивности насаждений основных и неосновных древесных пород остается актуальным в связи с интенсивной эксплуатацией спелых коренных лесов и формированием на их месте производных насаждений, процесс формирования которых весьма многообразен и нередко к формам коренных лесных формаций экосистема возвращается через много лет. В некоторых случаях этот процесс прерывается, так как производится рубка производных насаждений, имеющих малый оборот рубки [13]. Более объективную картину хода роста и продуктивности формирующихся насаждений дают таблицы хода роста модальных насаждений. Для условий европейского севера в последние годы разработаны нормативы для таксации модальных насаждений: «Таблицы хода роста модальных одно-

возрастных смешанных осиновых древостоев зеленомошной группы типов леса» [3]; «Таблица хода роста модальных лиственничных древостоев» [2].

Выполнены исследования товарной структуры насаждений лиственницы, ольхи и березы на европейском севере [1, 5, 14]. В стадии разработки находятся таблицы хода роста модальных насаждений основных лесобразующих пород и другие лесотаксационные нормативы. В качестве нормативов таксации разработаны объемные разрядные таблицы для ольхи серой (*Alnus incana* L.), модели и таблицы для перехода от диаметра на высоте пня к диаметру на высоте груди для проведения расчетов причиненного ущерба и другие нормативы.

Разработанные нормативы включены в региональные лесотаксационные справочники [9].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов А.П., Коптев С.В., Третьяков С.В. Товарные таблицы для таксации лиственничных древостоев Европейского Севера // Вестник САФУ. Сер. Естественные науки. Вып. 4. Архангельск, 2013. С. 55–63.
2. Богданов А.П. Лиственничные древостои Архангельской области: монография // Saarbruchen: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. 67 с.
3. Горбунов А.А., Третьяков С.В., Феклистов П.А. Ход роста смешанных модальных среднетаежных насаждений с преобладанием осины в Архангельской области // Известия вузов. Лесной журнал. 2013. № 5. С. 47–53.
4. Гусев И. И. Продуктивность ельников Севера. Л.: Изд-во ЛГУ, 1978. 232 с.
5. Коптев С.В., Третьяков С.В., Богданов А.П. Сортиментные таблицы для лиственничных древостоев Европейского Севера // Вестник САФУ. Сер.Естественные науки. Вып. 3. Архангельск, 2013. С. 59–66.
6. Левин В.И. Ход роста полных одновозрастных сосновых древостоев Архангельской области по классам бонитета // Труды АЛТИ. Архангельск, 1954. № 14. С. 96–106.
7. Морозов Г.Ф. Учение о лесе / 4-е изд.; под ред. В. В. Матренинского. М.;Л.: Госиздат, 1928. 368 с.
8. Мелехов И.С. Лесоведение: учебник для вузов / И. С. Мелехов.- М.: Лесн. пром-сть, 1980. 408 с.
9. Полевой лесотаксационный справочник / под общ. ред. С.В. Третьякова, С.В. Ярославцева, С.В. Коптева; Сев. (Арктич.) федер. ун-т. Архангельск: САФУ, 2016. 252 с.
10. Разин Г.С. О бонитетных шкалах и ходе роста древостоев / Сборник трудов / Поволжский ЛТИ им. М. Горького. Йошкар-Ола, 1967. № 58, Вып. 3. С. 101–105.
11. Третьяков Н.В., Горский П.В., Самойлович Г.Г. Справочник таксатора. М.:Л.: Гослесбумиздат, 1952. 853 с.
12. Орлов М.М. Лесная таксация. Петроград: Новая деревня, 1923. 420 с.
13. Цветков В.Ф. Формирование производных насаждений в свете динамической типологии леса // Проблемы таежного лесоводства: сб. науч. тр. СевНИИЛХ. Архангельск, 2010. С. 69–83.

14. Третьяков С.В., Коптев С.В., Богданов А.П. Товарные таблицы для таксации лиственничных древостоев Архангельской области методом круговых реласкопических площадок // Известия вузов. Лесной журнал. 2015. № 3. С 137–141.

## **БЮДЖЕТ УГЛЕРОДА В КОРЕННЫХ ЕЛЬНИКАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА**

**Тужилкина В.В., Бобкова К.С., Кузнецов М.А., Кузин С.Н.**

*Институт биологии КомиНЦ УрО РАН, Сыктывкар, tuzhilkina@ib.komisc.ru*

На европейском Севере России сохранились значительные площади коренных еловых лесов, которые выполняют важную роль в углеродном цикле биосферы северного полушария. Еловые леса на территории Республики Коми занимают 16,2 млн га, из них 24,3 % располагается в крайне северной тайге, 31,7 – в северной, 41,6 – в средней, 2,4 – в южной подзонах тайги. Почти половину площади ельников занимают сообщества заболоченных типов. Возрастная структура ельников республики на 80 % представлена спелыми и перестойными насаждениями [2]. Древостои старовозрастных ельников характеризуются сложным составом, разновозрастностью, удовлетворительным естественным возобновлением. Нами определены пулы и потоки углерода, изучены процессы, способствующие его продуцированию и эмиссии в основных типах еловых экосистем северной и средней подзон тайги.

Запасы углерода в коренных ельниках в зависимости от типа составляют 110–215 т·га<sup>-1</sup>, из них более половины сосредоточено в почве. В блоке «растительность» аккумулируется от 40 до 56 % от общего пула углерода. Основную массу углерода формируют древесные растения (82–93 в средней и 53–63 % в северной тайге). В углеродном цикле северотаежных ельников большую роль выполняют растения напочвенного покрова и их корни. Фитоценозы еловых экосистем характеризуются невысокими темпами накопления органического вещества. Нетто-продукция углерода в фитоценозах старовозрастных ельников на автоморфных почвах составляет 2,0–4,9, а на полугидроморфных – 2,8–3,3 т га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>. В коренных ельниках в бюджете углерода значительна роль крупного древесного детрита (сухостой, валеж, пни, остолоп). Запас органического вещества детрита варьирует от 19 до 35 т га<sup>-1</sup>. Оценка связывания углерода в нетто-продукции за время вегетации в еловых экосистемах по биопродуктивности вполне сопоставима с данными, полученными по проективному содержанию хлорофилла [4]. Исследования фотосинтетического газообмена ассимиляционного аппарата ели в коренных насаждениях позволили оценить влияние экологических факторов на усвоение им углекислоты – одной из составляющей углеродного цикла. Скорость поглощения CO<sub>2</sub> хвоей ели в течение

ние дня находится в прямой зависимости от солнечной радиации и температуры воздуха. Она практически не связана с влажностью воздуха и содержанием  $\text{CO}_2$  в воздухе. В течение вегетации выявлена линейная зависимость дневной фиксации углерода от суммарной фотосинтетической активной радиации, температуры воздуха и почвы. В среднетаежных еловых фитоценозах на полугидроморфных почвах варьирование гидротермических условий обуславливает изменение ( $4,70\div 64,8$  ммоль  $\text{CO}_2$  м<sup>-2</sup> день<sup>-1</sup>) фотосинтетической продуктивности в отдельные периоды вегетации. Поступление и разложение органического вещества в почве – деструкционное звено углеродного цикла – обеспечивает возврат углерода в атмосферу, изъятого из нее растениями в ходе фотосинтеза. На поверхность почвы ельников с растительным опадом за год поступает  $1,6\text{--}2,9$  т  $\text{C га}^{-1}$ . Скорость деструкции компонентов опада в разные годы различна и зависит от климатических условий вегетационного периода. Хвойные экосистемы европейского Северо-Востока характеризуются слабой активностью процессов разложения растительных остатков и невысокими темпами круговорота углерода. В сообществах ельников северной тайги за год разлагается около 26 %, в средней – 34 % массы поступившего опада. Недостаток тепла и избыточное увлажнение обуславливает низкую скорость деструкции растительных остатков. Помимо закрепления органического углерода в гумусе и подстилке, другая часть его выделяется в виде  $\text{CO}_2$  в атмосферу. Выделение диоксида углерода с поверхности почв в течение вегетации изменяется в зависимости от факторов внешней среды. Эмиссия  $\text{CO}_2$  с поверхности почв ельников черничного и чернично-сфагнового средней тайги Республики Коми составляет  $2,3\text{--}2,7$  т  $\text{C га}^{-1}$  соответственно. Определен основной тренд процесса выделения  $\text{CO}_2$ , его положительная корреляция с температурой и отрицательная – с влажностью почвы. Лимитирующее влияние влажности почвы проявляется в начале лета и поздней осенью. Соотношение поступившего потока и эмиссии  $\text{CO}_2$  показывает, что коренные еловые сообщества на подзолистых почвах в зависимости от экологических факторов могут функционировать как в направлении стока, так и источника углерода или в переходном режиме, близком к стационарному. Согласно расчетным данным, полученным на основе материалов лесного фонда [3] и конверсионных коэффициентов (отношение углерода в приросте фитомассы к запасу древесины), еловые фитоценозы Республики Коми за год накапливают 33,51 млн. т  $\text{C}$ , что составляет 55,4 % запасов углерода ежегодно депонируемого в лесах региона [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бобкова К.С., Галенко Э.П., Тужилкина В.В. Годичное депонирование углерода в лесных насаждениях европейского северо-востока России // Эмиссия и сток парниковых газов на территории северной Евразии. Пушино, 2004. С. 70–74.

2. Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции. СПб: Наука, 2006. 337 с.

3. Лесной фонд России. М., 2003. 260 с.

4. Тужилкина В.В., Бобкова К.С., Мартынюк З.П. Хлорофилльный индекс и ежегодный фотосинтетический сток углерода в хвойные фитоценозы на европейском севере России // Физиология растений. 1998. Т. 45, №4. С. 594–600.

## **ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ СПЛОШНЫХ ВЫРУБОК ЮЖНОТАЕЖНЫХ ЕЛЬНИКОВ: ИТОГ 35-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА**

**Уланова Н.Г.**

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва,  
NУlanova@mail.ru*

Впервые в мировой лесной экологии на основе регулярных длительных наблюдений изучена пространственно-временная природная динамика основных типов растительных сообществ после сплошных рубок южнотаежных ельников. С 80-х годов начали интенсивно вырубать коренные ельники леса в юго-восточной части охранной зоны Центрально-Лесного государственного заповедника на ограниченных площадях узколесосечным сплошным методом. Изучение механизмов восстановления биоразнообразия на флористическом уровне актуально для экологов и геоботаников для понимания и разработки научно обоснованных методов сохранения лесной флоры тайги после антропогенных катастроф.

Уникальные мониторинговые наблюдения в течение 35 лет на 28 постоянных площадях размером 2 га на сплошных вырубках, строго в пределах границ однородных исходных основных типов ельников (чернично-сфагновый, черничный, кисличный, липняковый, таволговый), позволили проанализировать динамический тренд изменения видового богатства растительности и интенсивность его варьирования по годам в течение первых 45 лет с момента вырубки коренных ельников. Полные геоботанические описания проводили в течение первых 5 лет ежегодно, а позже каждые 5–6 лет. Всего в обработку вошло 176 геоботанических описаний.

Проведено сравнение динамических трендов при использовании трех технологий сплошной рубки ельников. Первый и второй варианты рубки вели с использованием тяжелой лесозаготовительной техники, с расчисткой и посадкой 3-х летних саженцев ели в отвалы плужных борозд. В первом варианте проводили многократный уход за посадками (осветление). В результате были созданы отличные чистые культуры ели. Во втором варианте уход за посадками проводили лишь 1 раз или вообще не проводили,

в результате чего культуры выросли разреженными и сформировался смешанный лес. Третий вариант, когда вырубку не расчищали и посадку саженцев не вели. В результате сформировались смешанные леса.

По-разному идет изменение видового богатства в трех вариантах рубки и ухода. При естественном зарастании вырубок без расчистки вырубки и посадки саженцев ели варьирование числа видов небольшое. После резкого увеличения числа видов в первые 5 лет происходит постепенное уменьшение, в итоге к 30 годам сформировались березняки с елью, кленом, липой, осиной и ильмом. Такие неморальные леса характерны для южнотаежной зоны.

Вариант расчистки вырубок и посадки саженцев ели с регулярным уходом (осветлением) культур отличается высоким разнообразием видового богатства в пределах каждого года динамики. Значительный разброс значений сохраняется в культурах до 40 лет. В результате выросли разновозрастные чистые культуры ели высокого бонитета. По флористическому составу это преимущественно бореальные (черничные, кисличные, лесновейниковые) и субнеморальные (кислично-зеленчуковые) ельники.

Вариант расчистки вырубок и посадки саженцев ели без ухода за посадками показал меньшее варьирование видового богатства по годам динамического ряда, чем вариант с уходом. В этом варианте культуры ели выросли разреженными, в составе древостоя преобладают березы, осина, ольха серая и ива козья. Часто культуры ели расположены во втором ярусе под березой и осиной. По флористическому составу это преимущественно неморальные (зеленчуковые, ясенниковые) смешанные леса.

Закономерное увеличение флористического состава в первые 5 лет характерно для всех вариантов метода лесовосстановления. Восстановление лесных фитоценозов и исходного флористического состава происходит к 20 годам после уничтожения исходного ельника. Видовой состав в период с 20 по 45 год изменяется незначительно и приближается к характеристикам растительности вторичных березовых лесов.

Различие диапазона варьирования числа видов в ходе зарастания вырубок в трех вариантах лесовосстановления можно объяснить принципиально различной степенью нарушения экотопа и растительного покрова в процессе расчистки и последующей посадки саженцев ели и уходом за культурами ели. Высокая экотопическая гетерогенность, возникающая в процессе рубки, и выраженность микро- и мезорельефа определяет технология разработки сплошной вырубки. Вариант расчистки вырубки, формирование борозд и посадка саженцев ели ведет к принципиальному изменению лесного экотопа и гибели исходной лесной растительности. Этим

можно объяснить высокое разнообразие видового богатства на всем протяжении динамического ряда. Дополнительное изменение экотопа, уничтожение подроста и подлеска создают повторные уходы осветления культур ели. Поэтому вариант с уходом оказался наиболее разнообразным по видовому богатству в пределах каждого года динамического ряда. Становится понятным, почему вариант естественного зарастания вырубок без расчистки оказался наименее разнообразным по флористическому богатству. Разнообразие заметно только первые 5 лет, после этого размах варьирования уменьшается, и линия тренда плавно ведет к восстановлению состава, характерного для смешанных лесов неморального типа.

Степень варьирования видового богатства по годам зависит от интенсивности нарушения экотопа и растительного покрова в процессе сплошной вырубке ельников. Чем нарушения сильнее и чаще повторяются, тем выше вариабельность этого показателя. После расчистки вырубок и посадки культур с уходом велико разнообразие вариантов зарастания. При отсутствии ухода разнообразие видового богатства ниже. При естественном зарастании ход уменьшения числа видов с возрастом выравнен.

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ ЕВРАЗИИ С ПОЗИЦИЙ БИОГЕОГРАФИИ**

**Усольцев В.А.<sup>1,2</sup>, Колчин К.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Usoltsev50@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, kirill\_-92@mail.ru*

Биогеография представляет науку на стыке биологии и географии, которая изучает закономерности распространения и распределения животных, растений и микроорганизмов в географических градиентах. Попытки количественного описания глобального распределения чистой первичной продукции (ЧПП) лесного покрова сводятся сегодня к ее анализу только по широтному градиенту [6]. Однако еще столетие назад В.Л. Комаровым [1] разработано положение о меридиональной зональности растительного покрова, которая дополняет широтную зональность. Авторами разработан методический подход, на основе которого выполнен количественный анализ распределения фитомассы, ЧПП, удельной ЧПП и продуктивности ассимиляционного аппарата (ПАА), или величины ЧПП, приходящейся на единицу массы ассимиляционного аппарата, каждого из основных семи лесобразующих видов (родов) Евразии по двум климатически обуслов-

ленным географическим градиентам – широтной зональности и континентальности климата в направлении от тихоокеанского и атлантического побережий к полюсу континентальности в Сибири. В предлагаемой статье рассмотрен последний показатель (ПАА). Для этого сформирована база данных о фитомассе и ЧПП в объеме более 8 тыс. определений фитомассы и 2,6 тыс. определений ЧПП и фитомассы [7]. С целью выявления географических закономерностей в их изменении каждая пробная площадь позиционирована по зональным поясам (от 1-го до 5-го) на карте-схеме Евразии и соотнесена с индексом континентальности на карте-схеме изоконт С.П. Хромова [5]. Закономерности географического распределения фитомассы и ЧПП получены на основе многофакторного регрессионного моделирования, при котором в число независимых переменных включены не только номер зонального пояса и индекс континентальности, но также возраст древостоев и их массообразующие показатели, связанные в рекурсивной системе уравнений:

$$N=f(A, Zon, IC) \rightarrow M=f(A, N, Zon, IC) \rightarrow Pi=f(A, N, M, Zon, IC) \rightarrow Zi=f(A, N, Pi, Zon, IC),$$

где  $N$  – число стволов, тыс. экз/га;  $A$  – возраст древостоя, лет;  $M$  – запас стволовой древесины, м<sup>3</sup>/га;  $Pi$  – фитомасса в абсолютно сухом состоянии стволов, ветвей, хвои, корней, надземная, общая и нижнего яруса растительности, в который включены, живой напочвенный покров, подлесок и подрост (соответственно  $Ps, Pb, Pf, Pr, Pa, Pt$  и  $Pu$ ), т/га;  $Zi$  – (ЧПП) – чистая первичная продукция  $i$ -й фракции ( $Zs, Zb, Zf, Zr, Za, Zt$  и  $Zu$ , соответственно: стволов, ветвей, хвои, корней, надземной, общей и нижнего яруса) древостоев, т/га в год;  $Zon$  – номер зонального пояса: 1, 2, 3, 4 и 5, соответственно субарктический, северный умеренный, южный умеренный, субтропический и субэкваториальный;  $IC$  – индекс континентальности климата по С.П. Хромову, % [5]. Полученные уравнения протабулированы по задаваемым значениям возраста, а также показателям зональности и континентальности, из полученных возрастных трендов взяты значения фитомассы и ЧПП в возрасте 50 лет для березняков и осинников и 100 лет – для древостоев остальных видов, и на их основе получены значения ПАА по надземной фитомассе ( $Za/Pf$ ), затем нанесенные на графики в зависимости от номера зонального пояса и индекса континентальности климата. Установлено, что в направлении от северного умеренного до субэкваториального зонального пояса  $Za/Pf$  у листопадных видов снижается, а у вечнозеленых ели с пихтой и сосны в том же диапазоне возрастает. У вечнозеленых сосны, ели и пихты в зональном градиенте при переходе от субарктического к северному умеренному поясу  $Za/Pf$  снижается, что, по-видимому, связано с тем, что

в этом направлении происходит сдвиг деревьев одного и того же возраста от виргинильной к сенильной стадии онтогенеза [4] с соответствующим снижением  $Za/Pf$ . Далее в южном направлении вследствие более высоких зимних температур возрастает зимнее накопление ассимилятов, сопряженное с осенне-зимним опадом хвои, что, по-видимому, определяет тенденцию увеличения  $Za/Pf$  в направлении от умеренного к субэкваториальному поясу. Показатели  $Za/Pf$  листопадных видов лиственницы, дуба, березы и осины, во всяком случае, в умеренном поясе, выше, чем у вечнозеленых, что соответствует повышенной физиологической активности листопадных по сравнению с вечнозелеными, известной в физиологии древесных растений [2]. Но в зональном градиенте  $Za/Pf$  листопадных в направлении от умеренного к субэкваториальному поясу не возрастает, как у вечнозеленых, а снижается, возможно, за счет все более высоких затрат на дыхание при более коротком физиологически активном периоде по сравнению с вечнозелеными [3]. Изложенные закономерности получены впервые.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Комаров В.Л. Меридиональная зональность организмов // Дневник I всероссийского съезда русских ботаников в Петрограде. Вып. 3. Петроград, 1921. С. 27–28.
2. Крамер П.Д., Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. М.: Лесная пром-сть, 1983. 462 с.
3. Лур Х., Польстер Г., Фидлер Г.-И. Физиология древесных растений. М.: Лесная пром-сть, 1974. 424 с.
4. Санников С.Н., Санникова Н.С., Петрова И.В. Очерки по теории лесной популяционной биологии. Екатеринбург: УрО РАН, 2012. 273 с.
5. Хромов С.П. К вопросу о континентальности климата // Известия ВГО. 1957. № 3. С. 221–225.
6. Huston M.A., Wolverton S. The global distribution of net primary production: resolving the paradox // Ecological Monographs. 2009. Vol. 79. No. 3. P. 343–377.
7. Usoltsev V.A. Forest biomass and primary production database for Eurasia. CD-version. 2nd edition. Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University, 2013. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3059>).

## РЕКОЛОНИЗАЦИЯ ЛИШАЙНИКАМИ ПРОИЗВОДНЫХ ЛЕСОВ НА МЕСТЕ ЗАБРОШЕННЫХ СЕЛЬХОЗЗЕМЕЛЬ

Фадеева М.А., Кравченко А.В.

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
fadeeva@krc.karelia.ru, alex.kravchen@mail.ru*

В 2015–2016 гг. в заповеднике «Костомукшский» (без учета кластера «Калевальский») исследовались процессы заселения лишайниками растительных сообществ, сформировавшихся на месте лугов в результате за-

растания их древесно-кустарниковой растительностью. Было обследовано 16 луговых массивов, ныне представляющих собой мозаику сохранившихся открытых участков лугов разных типов и производных лесных сообществ от ивняков на первых стадиях зарастания до лесных куртин разного размера, возраста и породного состава, сложенных преимущественно березой, в меньшей степени, сосново-березовых, сосновых или еловых.

В силу слабой конкуренции с сосудистыми растениями и мохообразными, немногочисленные на лугах лишайники занимают, прежде всего, обнаженные участки почвы, как виды родов *Cladonia* и *Peltigera*, а также обычно присутствующий здесь каменистый субстрат, в том числе, искусственного происхождения. По мере зарастания лугов древесно-кустарниковой растительностью лишайники осваивают как живые растения (деревья, кустарники и кустарнички), так и их отпад, вследствие чего разнообразие лишайников возрастает.

В общей сложности в обследованных луговых массивах выявлено 129 лишайников и лихенофильных грибов. Количество видов в луговом массиве варьирует от 12 до 26. Увеличение видового богатства лишайников по мере зарастания лугов происходит, прежде всего, за счет эпифитных и эпиксильных видов. Таксономическое разнообразие возрастает с увеличением мозаичности растительного покрова, что, в свою очередь, связано с увеличением числа субстрато-экотопов, доступных лишайникам для заселения. По мере формирования производных лесов снижается доля ксеромезофитных («опушечных») видов, выносящих резкие колебания освещенности и влажности, и увеличивается доля собственно лесных видов, предпочитающих более выровненные экологические условия сомкнутого древостоя. На этой стадии возрастает роль мезофильных лесных видов, например, кустистых лишайников родов *Bryoria*, *Usnea*.

В 2016 г. на зарастающих лесом участках лугов выявлено 16 новых для заповедника видов: *Aspicilia cinerea*, *Bryoria implexa*, *Bryoria simplicior*, *Gyalolechia flavorubescens*, *Cladonia carneola*, *Cladonia digitata*, *Rostania occultata* var. *occultata*, *Diploschistes scruposus*, *Lecania cyrtella*, *Lecanora circumborealis*, *Lecidea nylanderi*, *Physcia dubia*, *Placynthiella icmalea*, *Porpidia cinereoatra*, *Toensbergia leucococca*, *Usnea dasopoga*, и еще 6 видов – в прилегающих к обследованным луговым массивам лесных сообществах: *Bryoria kuetmerliana*, *Carbonicola anthracophila*, *Chaenothecopsis viridialba*, *Melanelixia glabratula*, *Pertusaria ophthalmiza* и *Usnea barbata*.

С учетом опубликованных данных [1–5], в заповеднике «Костомукшский» известно 218 видов лишайников и близких к ним грибов, т.е. на лугах, занимающих менее 1 % заповедной территории, сосредоточено почти 60 % лихе-

нофлоры заповедника, что, в первую очередь, свидетельствует о значительном вкладе, который вносят вторичные сообщества в обеспечение разнообразия лишайников.

Всего за 2 года исследований (2015–2016) на лугах и в примыкающих к ним лесных участках выявлено 49 новых для заповедника видов, что составляет почти четверть от числа известных.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Института леса Карельского научного центра РАН (№ 0220-2015-00014) при финансовой поддержке заповедника «Костомукшский».*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад о состоянии окружающей среды в Республике Карелия в 2015 г. Петрозаводск, 2016. 300 с.

2. *Фадеева М. А.* Дополнение к флоре лишайников заповедника «Костомукшский» // Труды Государственного природного заповедника «Костомукшский». Вып. 1. Петрозаводск, 2015. С. 33–38.

3. *Фадеева М.А., Дубровина Н.Н.* Материалы к флоре лишайников заповедника «Костомукшский» и промышленной зоны г. Костомукши // Флористические исследования в Карелии. Петрозаводск, 1995. Вып. 2. С. 68–84.

4. *Фадеева М.А., Кравченко А.В.* Лишайники луговых массивов заповедника «Костомукшский»: первые итоги изучения // Тез. докл. Всерос. науч. конф. с международным участием «Научные исследования в заповедниках и национальных парках России», посвященной 25-летию юбилею Национального парка «Водлозерский», г. Петрозаводск, 29 августа – 4 сентября 2016 г. Петрозаводск, 2016. С. 237–238.

5. *Fadeyeva M., Dubrovina N.* Notes on the lichen flora of the Kostomuksha Nature Reserve // Suomen ymparisto. 1997. Vol. 124. P. 125–135.

## СТАТИСТИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ РАВНИННОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

**Ханина Л.Г.<sup>1</sup>, Смирнов В.Э.<sup>1,2</sup>, Бобровский М.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Институт математических проблем биологии РАН – филиал Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Пууцино, [khanina.larisa@gmail.com](mailto:khanina.larisa@gmail.com);*

<sup>2</sup>*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, [vesmirnov@gmail.com](mailto:vesmirnov@gmail.com);*

<sup>3</sup>*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пууцино, [maxim.bobrovsky@gmail.com](mailto:maxim.bobrovsky@gmail.com)*

На основе анализа массива 239 геоботанических описаний проведено корректное сравнение видового альфа-, бета- и локального гамма-разнообразия растительных сообществ старовозрастных еловых и елово-пихтовых лесов,

расположенных в равнинной части республики Коми. Видовое разнообразие сосудистых и мохообразных видов растений оценивали для семи типов сообществ, выделенных нами ранее по доминированию видов разных эколого-ценотических групп в напочвенном покрове [1]. Альфа-разнообразие оценивали через видовую насыщенность – среднее число видов в группе описаний на единицу площади (геоботаническое описание, 100 м<sup>2</sup>); для оценки значимости различий видовой насыщенности сообществ использовали попарные рандомизационные тесты с последующей коррекцией р-значений на множественность сравнений [4]; расчеты проводили в среде R [6]. Бета-разнообразие оценивали по индексам, не зависящим от объемов выборок: по внутригрупповому расстоянию, рассчитываемому по индексам Жаккара и МакКьюна-Грейса [5]. Локальное гамма-разнообразие оценивали через видовое богатство сообществ – число видов в группе геоботанических описаний, относящихся к одному типу сообщества. Для сравнительной оценки видового богатства сообществ, представленных разным числом описаний, использовали аналитический метод, разработанный Colwell с соавторами [3]. Согласно методу по данным присутствия/отсутствия видов на основе распределения Бернулли находится ожидаемое число видов, как в случае интерполяции выборки (приведения выборки большего размера к меньшему), так и в случае ее экстраполяции (доведения выборки меньшего размера до большего). Для каждого типа сообщества строится кривая число описаний – видовое богатство, начинающаяся от размера выборки в одно описание, продолжается до наблюдаемого числа описаний в данном типе и далее переходит в асимптотическую кривую, продолжающуюся до заданного уровня экстраполяции. Уровень экстраполяции принимали равным максимальному числу описаний среди всех сравниваемых выборок. Кривые строили с помощью программы EstimateS [2]. Проверку на значимость различий проводили на основе сравнения доверительных (95 %-ных) интервалов.

Результаты показали, что изученные сообщества распадаются на три группы, между которыми альфа-разнообразие сосудистых растений значительно различается: (1) наиболее богатые высокотравные (бореальные и нитрофитные) и неморально-бореально-травные (пихто-)ельники (в среднем 38,9 видов сосудистых растений на площадку); (2) группа сообществ со средним значением видовой насыщенности (21,1 вида на площадку), образуемая зеленомошно-кустарничковыми, зеленомошно-бореально-мелкотравными и крупно-папоротниковыми (пихто-)ельниками и (3) группа наиболее бедных зеленомошных ельников (10,3 вида на площадку). По альфа-разнообразию мохообразных растений семь изученных типов сообществ значимо не различались между собой.

По наблюдаемому общему числу как сосудистых (194), так и мохообразных (98) видов, нитрофитные высокотравные (пихто-)ельники (приручьевые леса) имели максимальное видовое богатство. Однако число описаний в данной выборке было тоже максимально (64). Применение интегрального статистического подхода позволило выявить отсутствие статистически значимой разницы между видовым богатством сосудистых и мохообразных видов в нитрофитных и бореальных высокотравных (пихто-)ельниках.

Таким образом, благодаря использованию современных статистических методов удалось выявить группы сообществ, значимо не отличающихся между собой и отличающиеся от других групп сообществ по различным показателям видового разнообразия. Выявлено, что бореальные и нитрофитные высокотравные елово(-пихтовые) леса, расположенные как на водоразделах, так и в долинах малых рек, значимо не отличаются между собой и значимо богаче всех остальных типов леса практически по всем показателям разнообразия, включая богатство мохообразных видов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова О.В., Бобровский М.В., Ханина Л.Г., Смирнов В.Э. Сукцессионный статус старовозрастных темнохвойных лесов Европейской России // Успехи современной биологии. 2006. Т. 126. № 1. С. 26–48.
2. Colwell R.K. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. 2013. Version 9. URL: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>
3. Colwell R.K., Chao A., Gotelli N.J., Lin S.-Y., Mao C.X., Chazdon R.L., Longino J.T. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages // J. Plant Ecol. 2012. Vol. 5. P. 3–21.
4. Manly B.F.J. Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology. Boca Raton: Chapman & Hall CRC, 2007. 455 pp.
5. McCune B., Grace J.B. Analysis of Ecological Communities. Glenden Beach: MjM SoftWare Design, 2002. 300 pp.
6. R Development Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2017. URL: <http://www.r-project.org/>

## ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИКИ НА СОХРАННОСТЬ И РОСТ 24-ЛЕТНИХ КУЛЬТУР ЕЛИ НА ВЕЙНИКОВОЙ ВЫРУБКЕ

**Харитонов В.А., Соколов А.И., Пеккоев А.Н.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
haritonov@krc.karelia.ru, alexander.sokolov@krc.karelia.ru, pek-aleksei@list.ru*

Важнейшей задачей лесного хозяйства является восстановление вырубок хозяйственно ценными породами в кратчайшие сроки. Длительность процесса лесовыращивания, влияние на конечный результат множества

факторов на всех этапах роста и развития древостоя требуют внимательного подхода при выборе лесохозяйственных приемов. Особое место в выращивании искусственных насаждений занимает начальный этап – создание лесных культур. В среднетаежной подзоне Карелии (Карельский таежный район) основным лесокультурным объектом являются злаковые вырубki [1]. Относительно высокое плодородие почв позволяет выращивать здесь высокопродуктивные насаждения [2,4]. Из-за высокой завалуненности лесных почв Карелии наиболее трудоемкой операцией на посадке является ручная подготовка посадочных лунок [3].

Исследовано влияние вида посадочного материала и способа обработки почвы на приживаемость, сохранность и рост культур ели. Объектом были 24-летние посадки ели, созданные на свежей вейниковой вырубке ельника черничного. Почва – бурозем супесчаный на завалуненной морене. Посадочный материал – 3-летние сеянцы и 5-летние саженцы с открытой корневой системой. Варианты обработки почвы: удаление подстилки, создание микроповышений из перемешанных органоминерального горизонтов почвы высотой 10–15 см и необработанная почва (целина). Агротехнические уходы проводились путем отапывания травы вокруг посадочных мест. Однократная уборка поросли лиственных деревьев проведена коридорным методом в 8-летнем возрасте культур. При этом вырубались экземпляры, угнетающие ель. В первые два года выращивания посадки были повреждены большим сосновым долгоносиком. Повреждения оценивались по 3-бальной шкале: 1 – слабая степень повреждений, 2 – умеренная, 3 – сильная. Количество поврежденных культур, созданных саженцами, составляло около 95 %. Большинство культур имело слабую (49 %) или среднюю степень повреждений (40 %). При сильной степени, когда погрызы коры окольцовывали ствол, саженцы усыхали. При средней и слабой степени у растений снижался прирост в высоту. Повреждения сеянцев, даже незначительные, как правило вызывали гибель растения. Основной причиной отпада культур ели, созданных сеянцами, было интенсивное развитие травянистой растительности, главным образом вейника лесного. Приживаемость их на второй год составила 73 %, а сохранность в 5-летнем возрасте – 57 %. В дальнейшем сохранность в варианте с посадкой сеянцев снизилась до 29 %, что было вызвано угнетением культур вновь восстановившимся густым пологом лиственных пород. Саженцы оказались более устойчивыми к воздействию неблагоприятных экологических факторов и имели высокую приживаемость – 94–99 %, а в 24-летнем возрасте их сохранность равнялась 92 %.

Культуры, созданные сеянцами, значительно отставали в росте от культур, созданных крупномерным посадочным материалом (таблица). Обработка почвы путем создания микроповышений оказала положительное влияние на рост ели. Биометрические показатели культур, созданных по полосам с удаленной подстилкой, были несколько хуже, чем культур, высаженных по целине.

Таблица. Биометрические показатели 24-летних культур ели

Посадочный материал	Способ обработки почвы	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Объем среднего дерева, м <sup>3</sup>	Класс бонитета
Саженьцы	микроповышение	11,5	11,0	0,060	I
	целина	11,4	9,9	0,054	I
	удаление подстилки	9,4	9,5	0,036	I
Сеянцы	удаление подстилки	4,5	5,4	0,007	IV

Результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. При создании культур ели в черничных и кисличных типах лесорастительных условий следует использовать крупномерный посадочный материал.

2. На вырубках с дренированными почвами посадку саженцами можно вести в лунки по целине. Применение лункообразователей Л-2 и Л-2У позволяет механизировать наиболее трудоемкую операцию на посадке – подготовка посадочных лунок, в том числе на завалуненных почвах.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИЛ КарНЦ РАН № 0220-2014-0011*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов А.И. Лесовосстановление на вырубках Северо-Запада России. Петрозаводск, 2006. 215 с.
2. Соколов А.И. Повышение ресурсного потенциала таежных лесов лесокультурным методом. Петрозаводск, 2016. 178 с.
3. Соколов А.И., Харитонов В.А. Создание культур ели на вырубках с каменистыми почвами. Петрозаводск, 2001. 80 с.
4. Федорец Н.Г., Морозова Р.М., Синькевич С.М., Загуральская Л.М. Оценка продуктивности лесных почв Карелии. Петрозаводск, 2000. 195 с.

## ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛИЗА И ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОТОБРАЖЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСНОГО ПОКРОВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ДАННЫХ

Черненкова Т.В., Беляева Н.Г.

*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва,  
chernenkova50@mail.ru*

Сложность анализа и изучения пространственного разнообразия растительности в условиях большого объема имеющихся данных по измерению отдельных параметров обусловлена отсутствием унифицированных методов и параметров оценки, а также интеграции таких оценок для экосистем разного пространственного уровня. Для применения новых методов в цифровом картографировании необходимо оптимизировать технологию сбора и анализа информации о состоянии и динамике растительного/лесного покрова и его компонентов.

В открытом доступе находится большое количество непрерывных пространственных данных, позволяющих анализировать состояние растительного покрова. К таким данным относятся космические снимки с различным разрешением и большим набором спектральных диапазонов съемки, цифровые модели рельефа (ЦМР). При региональных исследованиях широко используются снимки среднего разрешения спутников Landsat (сенсоры TM, OLI\_TIRS) [1, 2, 4, 5], а также полученные на их основе спектральные индексы (WET, NDVI и др.). **Возможности применения современных количественных данных** заключаются в установлении генетических, пространственных и временных связей между ценогическим разнообразием и факторами внешней среды, что позволяет на новой основе подойти к изучению особенностей многомерной пространственной дифференциации лесного покрова. Существуют методы классификации элементарных единиц снимков (пикселей) без обучения (алгоритмы ISODATA, K-средних) и с обучением (дискриминантный анализ, нейронные сети). Первый вариант подходит для предварительного анализа территории с последующей экспертной оценкой выделенных единиц. В случае классификации с обучением происходит интеграция данных наземных исследований и дистанционных данных, что дает возможность сохранить важную информацию о структуре и свойствах растительности с отображением параметров типологического и таксономического разнообразия растительного покрова, его гетерогенности, породно-возрастного состава и прочее.

В числе основных ограничений оценки организации растительного покрова на локальном или региональном уровне является наличие и ка-

чество первичных полевых данных (неполный охват типологического и ландшафтного разнообразия, нерепрезентативное распределение точек на площади, отсутствие географической привязки). Из-за несоответствия характеристик тематических единиц исходным спектральным яркостям и функциональным индексам при дешифрировании данных многозональной съемки имеются ограничения в использовании некоторых классификационных подходов. В частности, для флористической классификации характерен большой объем основной синтаксономической единицы – ассоциации, что приводит к объединению участков, различающиеся по физиономии и по набору доминантных видов, в том числе эдификаторов древесного яруса. Также весьма затруднительно распознавание участков, отнесенных к одному типу леса при использовании динамического подхода, при котором объединяются разнородные по составу и структуре лесные сообщества, существующие в пределах одного типа лесорастительных условий. В эколого-фитоценотической классификации типично выделение низших рабочих единиц на различных основаниях, что также вызывает затруднения как в отнесении описываемых сообществ к синтаксонам определенного ранга, так и при сравнении их между собой при анализе ботанико-географических связей. Для преодоления этой проблемы нами проведена доработка эколого-фитоценотической классификации лесной растительности, которая положена в основу развернутых легенд региональных карт [3].

В работе приведены примеры задач, решаемых на основе данных дистанционного зондирования в сфере лесной экологии. Рассмотрены возможности алгоритма обработки пространственных данных и построения картографических моделей, основанные на пошаговом дискриминантном анализе. Результаты подобных исследований продемонстрированы на примере юго-западной части Московской области.

*Исследования поддержаны грантом РФФИ «мол\_а» № 16-35-00562 и 16-05-00142.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Архипова М.В.* Анализ современного состояния широколиственных лесов Среднерусской возвышенности с использованием космических снимков Landsat // *Фундаментальные исследования.* 2013. № 11–6. С. 1181–1185.
2. *Ермаков Н.Б.* Картографирование лесной растительности в горах Алтае-Саянской горной области / Н.Б. Ермаков, М.А. Полякова, Т.С. Черникова. // *Вест. Новосиб. гос. ун-та. Серия биология, клиническая медицина.* 2012. Т.10, № 2 С. 24–30.
3. *Пузаченко М.Ю., Чернькова Т.В.* Определение факторов пространственного варьирования растительного покрова с использованием ДДЗ, ЦМР и полевых данных на примере центральной части Мурманской области // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2016. Т. 13, № 5. С. 167–191.

4. Черненкова Т.В., Морозова О.В., Пузаченко М.Ю., Попов С.Ю., Беляева Н.Г. Состав и структура еловых лесов юго-западного Подмосквья // Лесоведение. 2015. № 5. С. 323–338.

5. Liu W. Predicting forest successional stages using multitemporal Landsat imagery with forest inventory and analysis data / W.Liu, C.Song, T. A.Schroeder, W.B. Cohen // International Journal of Remote Sensing. 2008. V. 29:13. P. 3855–3872.

## **СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ АРГИНИНА В ХВОЕ *PINUS SYLVESTRIS* L. ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ АЗОТА И БОРА**

**Чернобровкина Н.П., Робонен Е.В., Макарова Т.Н., Репин А.В.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
chernobrovkina50@bk.ru*

Использование второстепенных лесных ресурсов в качестве сырья для получения широкого спектра продуктов предусматривает разработку технологий и инновационных методов модификации биохимического состава и повышения комплексной продуктивности лесных насаждений. Было показано, что под воздействием бора при избытке азота на фоне определенного уровня других элементов минерального питания возможно значительное повышение содержания аргинина у хвойных растений [4–9]. Испытание препаратов из обогащенной аргинином хвои в качестве подкормки домашней птице и пушным зверям показало высокую их эффективность для повышения продуктивности и иммунного статуса животных [2, 3].

Уровень аргинина в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) увеличивался в десятки раз уже в третьей декаде июля при внесении удобрений в первой декаде июня [8]. В целях исследования процессов накопления и сохранения аргинина в хвое в течение годового цикла, а также для выявления наиболее эффективных сроков отбора растительного материала, обогащенного аргинином, представляло интерес исследование сезонной динамики содержания аргинина у хвойных растений в связи с внесением азота и бора в почву. Известно, что поступление, распределение, утилизация азота и состав азотсодержащих соединений в их тканях изменяется в течение годового цикла по фенофазам [10].

Содержание аргинина в молодой и 1-летней хвое 10-летней сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях естественного возобновления (в контроле) оставалось близким в годовом цикле ( $0,7 \pm 0,1 - 1,3 \pm 0,1$  мкмоль  $g^{-1}$  а.с.в.) с максимальным значением в мае. Внесение в почву высокой дозы азота ( $300 \text{ кг } g^{-1}$ ) и оптимальной – бора ( $3 \text{ кг } g^{-1}$ ) в июне значительно повышало содержание аргинина в молодой и 1-летней хвое в течение годового цикла в год внесения удобрений. Внесение азота и бора ока-

зало влияние на накопление аргинина преимущественно в молодой хвое, его уровень максимально превосходил значения в контроле более чем в 600 раз по сравнению с контролем, в однолетней хвое – в 190 раз. При высоком уровне аргинина в молодой и 1-летней хвое с июля по май максимальное накопление его происходило в сентябре ( $618 \pm 60,4$  и  $152 \pm 14,8$  мкмоль  $g^{-1}$  а.с.в. в молодой и 1-летней хвое, соответственно).

Данные позволили заключить, что внесение азота и бора под сосну обыкновенную является эффективным в целях получения обогащенной аргинином хвои в течение годового цикла в год их внесения. Накопление аргинина в хвое обусловлено избыточным поступлением азота в хвойное растение под воздействием высокой дозы азота и оптимальной бора, а также, возможно, в результате ингибирования бором катаболизма аминокислоты. Предложенный способ повышения аргинина в древесной зелени хвойных растений не является способом ухода в лесных культурах, поскольку для стимуляции роста и повышения метаболического статуса хвойных, в частности сосны обыкновенной, используются более низкие дозы азота [1].

*Работа выполнена в рамках проекта № 0220-2014-0009 по государственному заданию ИЛ КарНЦ РАН.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коновалов В.Н., Садкова А.Н., Зарубина Л.В. Биология и рост сосны обыкновенной в северо-таежных фитоценозах /Архангельск: Северный (Арктический) федеральный ун-т им. М.В. Ломоносова, 2017. 175 с.
2. Патент на изобретение РФ № 2515015 «Хвойная биологически активная добавка, обогащенная L-аргинином, для повышения продуктивных качеств кур-несушек». 2014. Короткий В.П., Прытков Ю.Н., Марисов С.С., Гибалкина Н.И., Кистина А.А., Чернобровкина Н.П., Робонен Е.В.
3. Патент на изобретение РФ № 2540354 «Способ кормления пушных зверей». 2014. Чернобровкина Н.П., Робонен Е.В., Макарова Т.Н., Унжаков А.Р., Тютюнник Н.Н., Узенбаева Л.Б., Башишникова И.Б.
4. Робонен Е.В., Чернобровкина Н.П., Макарова Т.Н., Короткий В.П., Прытков Ю.Н., Марисов С.С. Накопление L-аргинина в хвое сосны обыкновенной при регуляции азотного и борного обеспечения в различные сроки вегетации // Известия вузов. Лесной журнал. 2014. № 3. С. 67–78.
5. Робонен Е.В., Чернобровкина Н.П., Чернышенко О.В., Зайцева М.И. Источники получения древесной зелени для производства аргининового иммуностимулятора // Изд-во МГУЛ – Лесной вестник. 2012. № 3. С. 11–15.
6. Чернобровкина Н.П., Робонен Е.В. Содержание азота, бора и аминокислот в хвое семян сосны обыкновенной при регуляции азотного и борного обеспечения // Труды КарНЦ РАН. 2015. № 12. С. 35–44.
7. Чернобровкина Н.П., Робонен Е.В. Содержание азота, бора и аминокислот в хвое сосны обыкновенной при регуляции азотного и борного обеспечения // Труды КарНЦ РАН. 2015. № 12. С. 35–44.

8. *Чернобровкина Н.П., Робонен Е.В., Зайцева М.И.* Накопление L-аргинина в хвое сосны обыкновенной при регуляции азотного и борного обеспечения // Химия растит. сырья. 2010. № 3. С. 11–14.

9. *Чернобровкина Н.П., Робонен Е.В., Морозов А.К., Макарова Т.Н.* Накопление L-аргинина в хвое ели европейской при регуляции азотного и борного обеспечения // Труды КарНЦ РАН. 2013. № 3. С. 159–165.

10. *Чернобровкина Н.П., Робонен Е.В., Унжаков А.Р., Тютюнник Н.Н.* Аргинин в жизни хвойных растений // Сибирский экол. журн. 2016. № 5. С. 729–738.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ИНСЕКТИЦИДНОГО ПРЕПАРАТА В ЗАЩИТЕ ЛЕСА ОТ ХВОЕ- ЛИСТОГРЫЗУЩИХ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ В ЛЕНТОЧНЫХ БОРАХ БАРНАУЛЬСКОГО ЛЕСОЗАЩИТНОГО РАЙОНА**

**Чучалов П.В., Маленко А.А.**

*Алтайский ГАУ, Барнаул, agaukafles@mail.ru*

Ленточные боры Алтайского края отличаются особой экологической ценностью. Они играют важную роль не только как источник сырьевых ресурсов, но и как источник невесомых полезностей леса, которые, наряду с сельскохозяйственным производством, определяют условия жизни и эффективной деятельности населения. [1, 2]

В формировании и устойчивом развитии лесных экосистем важную роль играют насекомые, которые, выступая звеньями цепей питания, участвуют в круговороте веществ и энергии. Насекомые, обладая короткими циклами развития, способны быстро реагировать на изменения, происходящие в окружающей среде.

Для сохранения и восстановления лесов после таких, например, нарушений, как дефолиация хвои деревьев в результате массового размножения чешуекрылых насекомых, необходимо в деталях знать структуру сукцессионного процесса и восстановительный потенциал конкретной экосистемы, иначе усилия по ее восстановлению могут мешать, а не способствовать достижению желаемого результата.

Неблагоприятные почвенно-климатические условия являются главной предпосылкой нарушения устойчивости лесов и провоцируют снижение иммунитета деревьев, повреждение их насекомыми-вредителями и болезнями. В последние годы нарушение устойчивости насаждений по этим причинам вышло на первый план.

По результатам исследований в сосновых насаждениях Ленточных боров Алтайского края за последние 3 года отмечается массовое размножение сов-

ки сосновой (*Panolis flammea*). В 2013–2014 годы подъем численности начался на небольших участках леса в Волчихинском лесничестве. Очаги совки сосновой в лесах края действуют с 2013 года, первоначально выявлены на площади 289 га и уже к осени 2014 года их площадь увеличилась до 76080,7 га.

Состояние сосновых насаждений, поврежденных хвоегрызущими, по степени объедания различно. Повреждение сосновой совкой ослабило древостои в слабой степени при минимальных значениях средневзвешенной категории состояния (СКС) насаждений от 1,1–1,64. В средней степени СКС сосняков повреждено от 1,25–1,86. При сильной степени повреждения хвоегрызущим вредителем СКС составила 1,9.

С 2014 года площади очагов неуклонно растут. В вегетационный период 2015 года они возросли в десятки раз по сравнению с предыдущим годом. За счет пандемического характера очагов вредителей сосны, общая площадь очагов превысила среднемноголетний показатель в 4 раза.

Масштабно очаг распространен в Новичихинском лесничестве – 42648,3 га. Кроме того, произошел перенос вредителя на соседние ленты: Кулундинское – 34817,7 га; Ребрихинское – 16443,6 га; Павловское – 10408,7 га.

По состоянию на конец 2015 года площадь действующего очага хвоегрызущего вредителя леса, требующая проведения лесозащитных мероприятий составляла 104 тыс. га. В связи с этим осенью были проведены масштабные работы по обследованию сосновых насаждений края, с целью обосновать проведение мер локализации и ликвидации очагов вредных организмов.

Проведение истребительных мероприятий экологичным биологическим инсектицидным препаратом «Лепидоцид» планировалось наземным способом с использованием наземной техники – генератора аэрозольного регулируемой дисперсности (ГАРД) и авиационным способом с использованием самолетов АН-2 против гусениц 2–3-летнего возраста. Срок проведения 1-я – 2-я декада июня 2016 года. За месяц до начала работ было проведено контрольное весеннее лесопатологическое обследование насаждений способом парных деревьев методом околота. Весенний контроль подтвердил необходимость проведения обработок насаждений.

Учет технической эффективности в разных типах леса в Барнаульской лесорастительной зоне: СВБ (свежий бор) – 89,36 %, СБП (сухой бор полных всхождений) – 89,1 %, ТРБ (травяной бор) – 90,9 %.

Численность вредителя имеет корреляционную зависимость с типом леса (СВБ, СБП, ТРБ), на численность вредителя влияют лесорастительные условия в виду индивидуальных микроклиматических особенностей. В сухих типах леса численность насекомых выше, чем во влажных.

В типах леса с сухими условиями произрастания плотность популяций высокая, поэтому число особей устойчивых к препарату выше. Следовательно, эффективность проведенных мероприятий по локализации и ликвидации очагов вредных организмов ниже, чем во влажных условиях.

Успешно проведенные мероприятия по локализации и ликвидации очагов насекомых-вредителей значительно улучшили лесопатологическую обстановку на землях лесного фонда. Осенние обследования насаждений в очагах, после проведения истребительных мероприятий, показали, что своевременное и организованное проведение мер по локализации и ликвидации вредных организмов позволило предотвратить повторное повреждение насаждений филофагами и полностью ликвидировать их очаги. Оценку санитарного состояния этих насаждений планируется провести после полного восстановления хвой. Усыхание насаждений, даже на участках с сильной степенью дефолиации, не ожидается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Пазий Е.С.* Lentочные боры / Е.С. Пазий // Этим гордится Алтайский край. Барнаул, 2010. С. 14.

2. *Ишутин Я.Н.* Лесоводственное обоснование восстановления сосны на гаях в ленточных борах Алтая Текст. : дис.. канд. с/х наук: 06.03.03 : защищена 20.12.2000 / Я.Н. Ишутин. Барнаул, 2000. 155 с.

#### МОНО-И СЕСКВИТЕРПЕНЫ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

**Шапченкова О.А.<sup>1</sup>, Анискина А.А.<sup>1</sup>, Шеллер М.А.<sup>2</sup>, Ведрова Э.Ф.<sup>1</sup>, Лоскутов С.Р.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, [shapchenkova@mail.ru](mailto:shapchenkova@mail.ru);*

<sup>2</sup>*ФБУ «Российский центр защиты леса» – «Центр защиты леса Красноярского края», Красноярск*

Основными компонентами летучих органических веществ (ЛОВ) лесных экосистем являются терпеновые углеводороды. Эмиссия более 90 % ЛОВ носит природный характер, а их вклад в общую массу углерода составляет 1150 Тг ежегодно [2]. К наиболее подвижным веществам относятся монотерпены и сесквитерпены. Эти соединения, относящиеся к вторичным метаболитам, защищают ткани растений от размножения в них микроскопических грибов и бактерий, обеспечивают взаимодействие типа растение-растение, являются репеллентами для насекомых-вредителей и аттрактантами для опылителей [3]. Поскольку основным источником ЛОВ является наземная растительность, «мертвый» растительный покров остается мало изученным в качестве источника ЛОВ, хотя его вклад в общую биомассу в лесах бореального пояса оказывается весьма значительным [1].

Цель настоящего исследования – идентификация компонентного состава моно- и сесквитерпенов, а также кислородсодержащих органических соединений (терпеноидов) опада и лесной подстилки хвойных насаждений Средней Сибири.

Опад и подстилка были собраны в 40-летних искусственных насаждениях лиственницы (*Larix sibirica* Ledeb.), сосны (*Pinus sylvestris* L.), кедра (*Pinus sibirica* Du Tour) и ели (*Picea obovata* Ledeb.), произрастающих на территории восточной окраины Кемчугской возвышенности (56° 13' с.ш., 92°19' в.д.). Образцы подстилки отбирались в 10–кратной повторности с помощью шаблона диаметром 20 см. Отобранная растительная масса разделялась на три подгоризонта (OL, OF, OH). **Морфологически хорошо сохранившийся, слабо затронутый разложением материал древесного опада предыдущих 2–3-х лет диагностировался как подгоризонт OL подстилки.** Для газохроматографического анализа был подготовлен один смешанный образец подгоризонта OL. **Предварительно образцы опада и подстилки** были высушены до воздушно-сухого состояния и измельчены.

Анализ состава летучих органических соединений проводился на хромато-масс-спектрометре «Agilent 5975C-7890A» (США) с использованием парофазного пробоотборника HeadSpace Sampler G 1888. Вещества разделялись на 30–метровой кварцевой колонке HP-5, в качестве газа-носителя использовался гелий со скоростью потока 1,1 мл/мин. Температурная программа для термостата была следующей: начальный изотермический участок – 50°C в течение 10 мин, затем нагрев со скоростью 4°C/мин до 200°C. Параметры парофазного пробоотборника: температура термостата – 120 °C, температура петли – 130 °C, температура HS-интерфейса – 135 °C, время выдержки образца в термостате пробоотборника – 7 мин. Объем вводимой пробы 1 мкл, с делением потока 1:1. Температура инжектора – 280°C. Идентификацию компонентов проводили методом сравнения, по наличию и соотношению характеристичных ионов-фрагментов с использованием базы данных стандартных образцов из масс-спектральной библиотеки «NIST05a. L» и значениям линейных индексов удерживания, используя программу обработки данных AMDIS (The Automated Mass Spectral Deconvolution and Identification System).

Доля монотерпенов в опаде хвойных насаждений варьирует от 7 % (сосняк) до 17 % (кедрач). Доминирующими соединениями монотерпеновой фракции опада хвойных культур являются  $\alpha$ -пинен, сабинен, камфен,  $\alpha$ -туйен, сантен, р-цимен. В подгоризонте OL подстилки всех насаждений доля монотерпенов возрастает в 1,4–4,4 раза. Наибольшим относительным содержанием монотерпеновых углеводов в составе ЛОВ характеризу-

ется подстилка лиственничника, наименьшим – подстилка ельника. Среди монотерпенов подстилки насаждений сосны, кедра, лиственницы преобладает  $\alpha$ -пинен, подстилки елового насаждения – камфен. Относительное содержание сесквитерпенов в составе ЛОВ опада сосны и кедра значительно выше (64 и 47 % соответственно), чем опада лиственницы и ели (36 %). В ОЛ подгоризонте подстилки всех насаждений доля сесквитерпенов уменьшается до 9–24 %. В составе сесквитерпеновой фракции преобладают  $\beta$ -кадинен,  $\alpha$ -кубенен, юпинен,  $\tau$ -муролен,  $\tau$ -кадинен. Относительное содержание кислородсодержащих соединений (терпеноидов) в составе ЛОВ опада изменяется от 10 % (сосняк) до 25 % (лиственничник), подстилки – от 17 % (сосняк) до 23 % (кедрач). Компонентный состав кислородсодержащих соединений представлен вербеноном, борнилацетатом, борнеолом,  $\tau$ -кадиолом, транс-пинокарвеолом, миртеналом и другими соединениями. В целом, можно отметить, что опад и подстилка в кедровом насаждении наиболее богаты изученными терпеновыми углеводородами и терпеноидами, несколько ниже их доля в сосняке и лиственничнике, а наименьшее относительное содержание этих летучих органических соединений характерно для ельника.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Исидоров В.А.* Летучие выделения растений: состав, скорость эмиссии и экологическая роль. С.-Петербург: Алга-Фонд, 1994. 188 с.
2. *Guenther A., Hewitt C.N., Erickson D., Fall R., Geron C., Graedel T., Harley P., Klinger L., Lerdau M., McKay W.A., Pierce T., Scholes B., Steinbrecher R., Tallamraju R., Taylor J. & Zimmerman P.* A global model of natural volatile organic compound emissions // *Journal of Geophysical Research*. 1995. V.100. P. 8873–8892.
3. *Pichersky E., Gershenzon J.* The formation and function of plant volatiles: perfumes for pollinator attraction and defense // *Current opinion in plant biology*. 2002. Vol. 5. P. 237–243.

### **МОРТЦЕНОЗ ТАЕЖНОГО ЛЕСА: КАК СВЯЗАНЫ ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОСИСТЕМНЫЕ ФУНКЦИИ?**

**Шорохова Е.В., Боровичев Е.А., Галибина Н.А., Казарцев И.А., Капица Е.А., Крышень А.М., Курганова И.Н., Кушневская Е.В., Лопес де Гереню В.О., Мамай А.В., Мошкина Е.В., Окунь М.В., Полевой А.В., Ромашкин И.В., Руоколайнен А.В.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
shorohova@ES1333.4.spb.edu*

Структура, функции и видовой состав мортценоза, как части структуры лесного биогеоценоза (БГЦ), включающей древесные остатки (КДО) и сообщества организмов, ассоциированных с ними, изучены явно недо-

статочно. КДО в больших объемах образуются в результате естественных нарушений, рубок, а также в процессе сукцессионного самоизреживания древостоя и мелкоконтурной оконной динамики. Оценка их значимости для биологического разнообразия сообществ возможна только в ходе комплексных всесторонних исследований.

Основная цель представляемой работы – оценка взаимосвязи видового разнообразия ксилофильного сообщества и функционирования мортценоза как на уровне отдельных КДО, так и на уровне БГЦ в целом. В частности, мы выявляем:

1) сукцессионную динамику в сообществах грибов и грибоподобных организмов, насекомых и эпиксильной растительности в зависимости от физико-химических характеристик субстрата,

2) межвидовые взаимодействия в ксилофильных сообществах на основе совместной встречаемости видов и их субстратной специализации и

3) взаимодействия между структурой и видовым разнообразием сообществ и скоростью круговорота биогенных элементов в ходе фрагментации и биологического разложения КДО.

Настоящее исследование является частью комплексного эксперимента по исследованию мортценозов, начатого в 2015 году в смешанных старовозрастных ельниках заповедника «Кивач». Заповедник выбран неслучайно. Во-первых, на этой небольшой территории представлены практически все типичные среднетаежные лесные сообщества. Во-вторых, «Кивач» – апробированная площадка для организации комплексных лесоводственных и экологических исследований. Здесь детально изучено видовое разнообразие сосудистых растений, мохообразных, грибов, лишайников и некоторых групп насекомых, с древесиной и грибами.

В ходе современного эксперимента в смешанных старовозрастных ельниках подобраны и маркированы в натуре постоянные объекты – валежные стволы основных лесообразующих пород Карелии: *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Betula* spp. и *Populus tremula* на разной стадии разложения. Стволы продатированы с использованием дендрохронологических методов. Для каждого объекта оцениваются физические и химические характеристики коры и древесины, такие как процент покрытия коры, базисная плотность, масса на единицу площади и общая масса коры и древесины всего ствола, соотношение флоэмы и корки, толщина коры, влажность, pH, элементный состав. Сообщества живых организмов, обитающих на выбранных объектах, характеризуются с помощью методов прямого учета (для плодовых тел грибов, лишайников и растений), выведения (для насекомых) и секвенирования (для грибов и грибоподобных организ-

мов). В течение вегетационного периода многократно измеряется эмиссия  $\text{CO}_2$  с ненарушенной поверхности стволов с одновременной регистрацией погодных условий. В сезонной динамике методом интеграции компонент проводится оценка вклада коры и древесины в общий поток  $\text{CO}_2$  с поверхности КДО.

Проведенные исследования показали следующее.

1. Древесная порода валежа, в сочетании с его давностью, играет первостепенную роль в видовом составе сообществ, общем видовом разнообразии грибов и грибоподобных организмов, ксилофильных насекомых и эпиксильной растительности, а также встречаемости редких и исчезающих видов.

2. Стадии сукцессии эпиксильной растительности можно использовать в качестве индикатора видового разнообразия ксилотрофных грибов. Анализ совместной встречаемости видов разных таксономических групп позволил выделить несколько ключевых видов и ранее неизвестных ассоциаций. Например, *Tipula apicispina* – *Nephroma parile*, *Limonia badia* – *Oxyporus corticola*, *Rhipidia uniseriata* – *Radula complanata* и др.

3. Сукцессия эпиксильной растительности ускоряет разложение коры и влияет на скорость фиксации азота. В результате начальной фрагментации коры насекомыми, ускоряются процессы ее дальнейшего разложения на валеже и в подстилке.

*Дальнейшее обобщение материалов, и их комплексный анализ позволят показать роль разнообразия ксилофильного сообщества в функционировании и устойчивости мортценоза и БГЦ в целом. Исследования поддержаны Российским научным фондом (грант № 15-14-10023).*

## **ЭКТОМИКОРИЗНЫЕ ГРИБЫ: ИХ МЕСТО И ЗНАЧЕНИЕ В СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ**

**Шубин В.И.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
forest@krc.karelia.ru*

Изучение места и значения эктомикоризных грибов в структурно-функциональной организации лесных биогеоценозов имеет приоритетное значение. Наши исследования в этом направлении были начаты в 1951 г. в отделе леса Карело-Финского филиала АН ССР с изучения образования эктомикориз и их значения при разработке агротехники создания культур

сосны и ели на вырубках. С образованием в 1957 г. Института леса резко увеличились исследования по изучению эктомикориз, мицелия, плодоношения, состава и экологии ЭМГ с применением экспериментов и многолетних стационарных наблюдений. Полученные материалы и использование литературных данных позволили с середины 90-х гг., при поддержке подряд четырех грантов РФФИ, обосновать следующие особенности организации ЭМГ. Получение углеводов от древесных растений обеспечило ЭМГ, в отличие от макромицетов сапротрофов, распространение во всем корнеобитаемом слое почвы, с уменьшением их состава с увеличением глубины по профилю почвы. При этом выявлено, что распространение рода паутинников (*Cortinarius*) ограничено лесной подстилкой, большинства пластинчатых – гумусовым горизонтом, трубчатых и части пластинчатых – минеральными горизонтами корнеобитаемого слоя почвы. Распределение биоты ЭМГ по нишам происходит на уровне рода, но бывают и исключения. Так, распределение рода мухоморов (*Amanita*) ограничено гумусированным горизонтом, но мухомор красный (*A. muscaria*) проникает и в минеральные горизонты. Наиболее глубокое распространение отмечено у видов рода *Boletus*. Одновременным появлением видов из разных экологических ниш объясняет характерное для ЭМГ сближенное, с соприкосновением и даже перекрытием краев шляпок, расположение плодовых тел видов из разных родов. С вертикальной структурой ЭМГ связаны годовые изменения в их составе и урожаях из-за различных гидротермических условий в разных экологических нишах. Формирование биоты ЭМГ в смешанных насаждениях связано с особенностями плодоношения моно – и поливалентных видов. Связь с несколькими древесными породами расширяет возможности поливалентных видов в получении углеводов и увеличивает их конкурентную способность по сравнению с моновалентными. Лучшие условия для плодоношения моновалентных видов создаются в однопорodных насаждениях, а в смешанных – для господствующей породы первого яруса. Древесные породы второго яруса не обеспечивают плодоношения своих моновалентных ЭМГ, но создают условия для появления поливалентных видов-симбионтов первого и второго яруса. Единичные экземпляры и мелкие группы древесных пород первого яруса также не обеспечивают плодоношения своих моновалентных ЭМГ. Появление и устойчивое плодоношение моновалентных видов происходит в группах деревьев размером не менее 0,01 га. В таких группах ослабляется межвидовая конкуренция, в результате усиливается фотосинтез и рост каждой древесной породы. Установлены особенности естественных и антропогенных сукцессий ЭМГ. Оба вида сукцессий ЭМГ вызываются изменением условий

накопления и разложения опада. При этом изменяется качественный и количественный состав ЭМГ с соблюдением «закона бережливости» в использовании подвижного азота в лесных биогеоценозах. В смешанных насаждениях приоритетное значение в сукцессиях ЭМГ, особенно антропогенных, имеют изменения состава и (или) строения древесностоя. При многолетних ежегодных до 40 лет наблюдениях за плодоношением ЭМГ установлена прямая зависимость их урожаев от получения простых углеводов от симбионта, содержания в почве гумуса и подвижного азота. При этом сезонные колебания урожаев ЭМГ зависят от содержания в почве подвижного азота. Погодные условия влияют на их плодоношение как непосредственно, через водный и температурный режимы, так и косвенно, через накопление в почве подвижного азота в годы с засушливой и жаркой погодой или (и) такой погодой перед выпадением осадков в августе. При повышенном содержании в почве подвижного азота ЭМГ как биотрофы воздействуют на симбионта ауксинами, стимулируя образование углеводов и поступление их в корни. Повышенное содержание в почве подвижного азота является обязательным условием использования ЭМГ гумуса на их плодоношение. К настоящему времени на территории Карелии обнаружено 786 видов напочвенных грибов, в том числе 445 видов ЭМГ. Инвентаризация состава напочвенных грибов продолжается. Основные результаты исследований по обоснованию места и значения ЭМГ в структурно-функциональной организации изложены в четырех монографиях и двух сборниках статей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шубин В.И. Микотрофность древесных пород, ее значение при разведении леса в таежной зоне. Л.: Наука, 1973. 263 с.
2. Шубин В.И. Микоризные грибы Северо-Запада европейской части СССР. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1988. 212 с.
3. Шубин В.И. Макромицеты лесных фитоценозов таежной зоны и их использование. Л.: Наука, 1990. 197 с.
4. Крутов В.И., Шубин В.И., Предтеченская О.О., Руколайнен А.В., Коткова В.М., Полевой А.В., Хумала А.Э., Яковлев Е.Б. Грибы и насекомые – консорты лесообразующих древесных пород Карелии. Петрозаводск, 2014. 218 с.
5. Микоризные грибы и микоризы лесообразующих пород Севера. Петрозаводск, 1980. 185 с.
6. Микосимбиотрофизм и другие консортивные отношения в лесах Севера. Петрозаводск, 1985. 202 с.

## НАСЕЛЕНИЕ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЛЕСА

**Якимова А.Е.**

*Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
angelina73@mail.ru*

Сравнивали население мелких млекопитающих двух участков Южно-Карельского зоогеографического подрайона [2]. В исследованном нами Пряжинском районе большинство биотопов представлены еловыми, смешанными и лиственными лесами, в Приладожье велика доля сосновых лесов и агроландшафтов [1]. Выявлены различия в структуре населения и численности видов, а также особенности заселения ими сходных типов биотопов. Описание биотопов дается по [3]; данные по мелким млекопитающим Приладожья по [3, 4]

1) Ельники зеленомошные. Характеризуются хорошими кормовыми и защитными свойствами. В Приладожье отмечается большее число видов мелких млекопитающих, однако несколько меньшая их численность; доминантами и содоминантами в обоих районах являются одни и те же виды.

2) Сосняки зеленомошные. Характерна однообразная и неустойчивая кормовая база. Отмечалось одинаковое число видов мелких млекопитающих на сравниваемых территориях, однако их общая численность в Приладожье ниже. Помимо обыкновенной бурозубки и рыжей полевки – доминантов в таких лесах Приладожья, в Пряжинском районе доминирует и средняя бурозубка.

3) Спелые лиственные и смешанные леса. Объединены все производные типы леса, характеризующиеся смешанным составом древостоя, высокой сомкнутостью крон, хорошо развитым подлеском и травяным покровом. В таких лесах Приладожья наблюдается большее число видов мелких млекопитающих, чем в Пряжинском районе, при незначительно меньшей их общей численности. Доминируют в обоих районах обыкновенная бурозубка и рыжая полевка, однако их доля в общих уловах несколько различна. Некоторые различия на сравниваемых территориях существуют и в процентном соотношении в уловах видов-содоминантов.

4) Лиственное мелколесье. Характерно разнообразие и хорошее развитие травяной растительности, лесная подстилка выражена слабо, умеренная захламленность. В целом не является самым привлекательным местообитанием для мелких млекопитающих. В обоих исследованных районах наблюдается почти равное число видов. При этом численность зверьков в Приладожье в 3 раза ниже, чем в Пряжинском районе. Отмечены общие

виды-доминанты, а содоминантами являются различные виды (темная полевка и средняя бурозубка в Приладожье, в Пряжинском районе – лесная мышовка и водяная кутора).

5) Луга и сельскохозяйственные угодья. Помимо луговых формаций включают пастбища, поля, огороды и другие сельскохозяйственные угодья с зарослями кустарников и куртинами молодых деревьев. Здесь создаются благоприятные условия для мелких млекопитающих. На исследованной территории Приладожья данный тип биотопа был представлен суходольным лугом, граничащим с лиственным мелколесьем, в Пряжинском районе – увлажненным лугом по берегу озера. Этим объясняется различие в видовом составе и численности населения мелких млекопитающих. Так при меньшем числе встречающихся видов, увлажненный луг имеет в 5 раз большую численность мелких млекопитающих. Различен и состав доминирующих видов и содоминантов.

6) Вырубки. В силу создания различных условий на вырубках разного возраста, различны в них видовой состав и численность мелких млекопитающих. В первые 10 лет после рубки складываются благоприятные, хотя и нестабильные кормовые и защитные условия. Однако отсутствие древостоя способствует сильному прогреванию почвы и ее сухости, что отрицательно сказывается на заселении вырубок землеройками. К концу первого десятилетия после рубки с появлением молодой древесной поросли и восстановлением ягодников, накоплением лесной подстилки микроклимат стабилизируется. При переходе вырубки на стадию жердняка, условия обитания мелких млекопитающих снова ухудшаются, и их численность здесь бывает невысокой. Разнообразие видов мелких млекопитающих, встречающихся на вырубках, зависит от близлежащих биотопов.

При большем числе видов мелких млекопитающих в Приладожье, их численность ниже, чем в Пряжинском районе. Виды-доминанты и содоминанты одинаковы для обоих районов, их соотношение несколько отличается.

Таким образом, при сравнении населения мелких млекопитающих двух участков, принадлежащих к одному зоогеографическому подрайону, можно заключить, что при сохранении общих закономерностей существуют различия в их видовом составе, численности и биотопическом распределении, что вероятно определяется географическими, эдафическими и геоботаническими особенностями сравниваемых территорий, проявляющимися в характере биотопов, а также характером господствующих на территории лесов.

*Работа выполнена в рамках государственного задания № 0221-2414-0037 и Программы Президиума РАН (№ 0221-2015-0004).*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Громцев А.Н. Основы ландшафтной экологии европейских таежных лесов России. Петрозаводск: Карельский научный центр, 2008. 238 с.
2. Ивантер Э.В. Фаунистический анализ и проблемы зоогеографического районирования // Труды КарНЦ РАН. 2001. Вып. 2. С. 76–81.
3. Ивантер Э.В., Макаров А.М. Территориальная экология землероек-бурозубок. Петрозаводск, 2001. 272 с.
4. Ивантер Э.В., Якимова А.Е. Численность и экологическая структура населения мелких млекопитающих // Мониторинг и сохранение биоразнообразия таежных экосистем Европейского Севера России. Петрозаводск, 2011. С. 170–195.

## ИССЛЕДОВАНИЕ БИОГЕННОЙ КИСЛОТНОСТИ, ГУМИФИКАЦИИ И ЭМИССИИ ГАЗОВ<sup>3</sup> В ТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

**Яшин И.М., Васнев И.И.**

*РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва; ivan.yashin2012@gmail.com*

Ранее, в 2005 и 2009 гг., на конференциях в Институте леса КарНЦ РАН проблема биогенной кислотности нами уже обсуждалась. В настоящем сообщении рассматривается взаимосвязь биогенной кислотности и гумификации как функций таежной биоты. При стационарных исследованиях применяли аналитическую схему W. Forsyth – И.М. Яшина (1974, 1993) для сорбции компонентов ВОВ с кислотными свойствами в лизиметрических сорбционных колонках. Сорбент – активированный уголь «карболен». Сорбированные на угле ВОВ, затем в лаборатории фракционировали в динамике на две группы веществ – индивидуальные органические вещества (ИОВ – органические кислоты, полифенолы) и специфические компоненты – фульвокислоты (ФК). Данная методология апробирована на стационарных площадках в почвах подзон северной и средней тайги в 1982–2004 гг. – Мезенский, Холмогорский, Няндомский и др. [2, 3, 5], а также в таежном лесопарке Петрозаводска; заповедниках «Кивач» и «Кижы» (2002–2013 гг.) – [4, 6, 7]. *Сопряженное применение методов сорбционных лизиметров, радиоактивных индикаторов* (изотоп <sup>14</sup>C), *и хроматографии* позволило впервые изучить баланс ВОВ строго количественно, а также обосновать генезис процессов гумификации и биогенной кислотности таежной экосистемы [8]. Установлена активная эмиссия CO<sub>2</sub>↑ из новообразованных жидких ВОВ, что указывает на взаимос-

---

<sup>3</sup> ФК – это совокупность различных органических кислот и их солей, находящихся в составе ВОВ в виде устойчивых к биодegradации низкомолекулярных структур с кислотными свойствами.

вязь биогенной кислотности, гумификации и эмиссии газов, отражающих процессы фотосинтеза и гумификации в таежных экосистемах [6, 7, 8].

Отмечено, обычно кислотность и гумусовые вещества (ГВ) исследуются на уровне подсистемы – почвы (в почвенных образцах), а при трактовке этих процессов преобладает агрономическое мировоззрение и лабораторное моделирование. Подобная методология исследований не в полной мере раскрывает механизмы *формирования кислотности и гумусовых веществ на уровне таежной экосистемы*. Причем информация, например, о генезисе фульвокислот (ФК) остается довольно противоречивая. Есть даже категоричное суждение, что ФК в почвах тайги вообще нет, а есть продукты щелочного гидролиза высокомолекулярных гуминовых веществ. В то же время, почвоведы хорошо знают, что в горизонте  $V_{th}$  подзолов иллювиально-гумусово-железистых накапливается до 1,4–2,3 % или 14–23 г/кг ФК. Но пока неясно, почему ФК здесь накапливаются? Или молекулы ФК здесь формируются? Известно, что ФК в этих горизонтах связаны с ионами железа и алюминия, выполняя защитные барьерно-сорбционные функции [1, 8, 9]. В докладе рассматривается водная миграция ВОВ в подзолах иллювиально-железистых песчаных в задровых равнинах и на террасах рек Мезени и Северной Двины [2, 5]. Установлено, что ФК наряду с ВОВ обуславливают биогенную кислотность таежных экосистем. ВОВ активно участвуют в миграции и трансформации веществ подзолистых почв и экотоксикантов, отражая адаптацию таежной биоты к суровым условиям существования. Иллювиально-железистые горизонты подзолов – это своеобразные сорбционные барьеры миграции на речных террасах северных рек. При фильтрации через них компонентов ВОВ в их составе достоверно увеличивается доля фульвокислот – продуктов таежного гумусообразования [3, 9]. ФК проникают в речные воды, обуславливая их бурый цвет, в том числе и в устойчивых комплексах с ионами Fe(III). **Биогенную кислотность** подзолистых почв в экосистемах тайги Европейского Севера РФ не рекомендуется регулировать путем известкования [7].

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ: грант 02-04-48791 (руководитель – профессор И.М. Яшин)*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Васнев И.И., Таргульян В.О. Ветровал и таежное почвообразование (*режимы, процессы, морфогенез почвенных сукцессий*). М.: Наука, 1995. 247 с.
2. Яшин И.М. Водная миграция веществ в глее-подзолистых почвах северной тайги // Известия ТСХА. 2006. Вып. 4. С. 21–27.
3. Яшин И.М. Мониторинг процессов миграции и трансформации веществ в почвах. М.: РГАУ-МСХА, 2013. 183 с.

4. Яшин И.М. Водная миграция веществ в почвах Карелии // Доклады ТСХА. 2014. Ч. 2. С. 140–144.
5. Яшин И.М., Мухин Е.В., Карпухин А.И. Эколого-геохимическая характеристика почв лесных и лесопарковых ландшафтов низовья р. Сев. Двины // Известия ТСХА. 2004. Вып. 4. С. 19–37.
6. Яшин И.М., Кузнецов П.В., Петухова А.А. Эко-геохимическая оценка почв и лесопарковых фаций Петрозаводска // Известия ТСХА. 2011. Вып. 4. С. 30–43.
7. Яшин И.М., Кашанский А.Д. Ландшафтно-геохимическая диагностика и генезис почв Европейского Севера России. Монография. 2-е изд. Ред. И.М. Яшин. М.: РГАУ-МСХА, 2015. 202 с.
8. Яшин И.М., Васенев И.И., Атенбеков Р.А., Черников В.А. Экогеохимия / Ред. И.М. Яшин. М.: РГАУ-МСХА, 2016. 167 с.
9. *Yashin Ivan M.* Migration of water-soluble organic substances as related to soil cover structure in taiga landscapes // Eurasian Soil Sci. 2002. 35. P. 78–89.

## УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

Аверина М.В.	19	Гаврилов В.Н.	63
Авилов В.К.	174	Гаврилова О.И.	65
Алексеев И.И.	94	Гагарин Ю.Н.	16, 292
Ананьев В.А.	21, 194	Галенко Э.П.	34
Андросова В.И.	23, 294	Галибина Н.А.	67, 196, 200, 202, 244, 325
Анискина А.А.	266, 323	Галкин В.С.	40
Афанасьева Л.В.	187	Гальвас А.Г.	258
Ахметова Г.В.	25	Геникова Н.В.	70, 72, 150
Бабилов Б.В.	28	Герлинг Н.В.	73
Байбар А.С.	29, 174	Глазунов Ю.Б.	75
Баккал И.Ю.	55	Глухова Т.В.	76
Баранчиков Ю.Н.	213	Глушко С.Г.	78
Барзут О.С.	284	Гнатюк Е.П.	150
Барталев С.А.	16	Голубовский Я.М.	191
Белкин В.В.	31	Гончаров А.А.	113
Беляев В.В.	32	Горичев Ю.П.	81, 158
Беляева Н.В.	89	Горшков В.В.	55, 275
Беляева Н.Г.	317	Грабовик С.И.	21
Бенедиктова А.И.	40	Грабовский В.И.	111
Берлина Н.Г.	131	Громцев А.Н.	83, 85
Бобкова К.С.	34, 304	Груздев И.В.	73
Бобровский М.В.	36, 312	Гульбе А.Я.	104
Бобушкина С.В.	38	Гульбе Т.А.	104
Богатырев Л.Г.	40	Гульбе Я.И.	104
Богданов А.П.	42, 302	Давыдычев А.Н.	158
Богданова Л.С.	28, 280	Данилина Д.М.	87
Бойчук М.А.	204	Данилов Д.А.	89
Болондинский В.К.	44, 230	Данилов П.И.	18
Бондаренко А.С.	46	Демин В.В.	40
Бордок И.В.	189	Демина Н.А.	42
Боровичев Е.А.	49, 204, 325	Дерюгин А.А.	91
Браславская Т.Ю.	50	Дмитракова Я.А.	94
Бубнов А.А.	100	Домнина Е.А.	96
Бубякина В.В.	61, 290	Дорощенко Э.В.	107
Буренина Т.А.	208	Евсеева Ю.Ю.	98
Васенев И.И.	332	Егоров А.Б.	100
Васильева И.В.	61, 290	Егорова Н.Ю.	102
Вдовиченко В.А.	52	Екимова Е.Ю.	274
Ведрова Э.Ф.	323	Ермоленкова Г.В.	241
Веселкин Д.В.	55, 57	Ермолова Л.С.	104
Ветчинникова Л.В.	59, 61, 268, 290	Желдак В.И.	107
Волкова Н.В.	189		
Вомперский С.Э.	76		

Жилин Н.И.	40	Крышень А.М.	16, 150, 153, 325
Заводовский П.Г.	109	Кудяров В.Н.	160
Зайцев Д.А.	89	Кудрявцев А.Ю.	155
Замолодчиков Д.Г.	111	Кузин С.Н.	34, 304
Зачиняева А.В.	183	Кузнецов М.А.	34, 156, 304
Земсков Ф.И.	40	Кузьмина Н.А.	185
Зенкова И.В.	113	Кулагин А.Ю.	158
Ибрагимова А.Ф.	115	Курбатова Ю.А.	174
Иванов А.В.	118	Курганова И.Н.	160, 169, 325
Иванов Д.Г.	174	Курсикова В.А.	163
Иванова Н.В.	120	Курхинен Ю.П.	18, 165
Ивановская С.И.	121, 135	Кутинов Ю.Г.	32
Ивантер Э.В.	165	Кутявин И.Н.	167, 210
Игнатенко Р.В.	124, 288	Кушневская Е.В.	49, 244, 325
Ильинов А.А.	126	Куянцева Н.Б.	57
Ильинова М.К.	61	Лаптева Е.М.	218
Ильинцев А.С.	128	Липкина Т.В.	107
Исаев А.С.	16	Лопес де Гереню В.О.	160, 169, 325
Исаева Л.Г.	131	Лоскутов С.Р.	323
Каган Д.И.	121	Лукина Н.В.	16, 292
Казарцев И.А.	325	Лянгузова И.В.	55
Калугина О.В.	187	Макарова М.А.	172
Камалов Р.М.	133	Макарова Т.Н.	319
Камалова И.И.	135	Маленко А.А.	163, 256, 321
Капица Е.А.	169, 244, 325	Мамай А.В.	148, 325
Карпечко А.Ю.	137	Мамкин В.В.	174
Карпин В.А.	139	Манов А.В.	167
Карпов А.А.	42	Маркина З.Н.	176
Карпухин М.М.	40	Марковская Е.Ф.	23, 294
Касаткин А.С.	118	Маслов А.А.	178
Кассал Б.Ю.	98	Матюшкин В.А.	194
Кикеева А.В.	141, 254	Махнева С.Г.	180
Клушевская Е.С.	135	Маховик И.В.	189
Ковалёв А.Г.	76	Медведева М.В.	183
Ковалева Н.М.	274	Меншиков С.Л.	185
Колганихина Г.Б.	143	Милешина А.В.	176
Коломыцев В.А.	145	Михайлова Т.А.	187
Колчин К.В.	308	Мишко А.Е.	275
Коновалова М.Е.	87	Моисеева Т.Р.	189
Коптев С.В.	302	Морозова И.В.	191
Коротков В.Н.	146	Мочалов Б.А.	38
Костина Е.Э.	148	Мошкина Е.В.	148, 325
Кострикин В.А.	135	Мошников С.А.	21, 194
Кравченко А.В.	310	Мощенская Ю.Л.	67, 196, 200, 202

Мумбер А.Г.	57	Попова Н.Н.	226
Мякшина Т.Н.	160	Постников А.М.	100
		Предтеченская О.О.	228
Неронова Я.А.	198	Преснухин Ю.В.	150
Неувонен С.	243	Придача В.Б.	44, 230
Никерова К.М.	67, 196, 200, 202	Припутина И.В.	232
Николаев Д.К.	75	Пукинская М.Ю.	234
Николаева Н.Н.	202	Пунегов В.В.	73
Новицкая Л.Л.	67, 196, 202	Пучило А.В.	241
		Пшеничникова Л.С.	237
Обабко Р.П.	204, 288		
Овчаренко М.С.	220	Радченко Т.А.	55
Овчинникова Н.Ф.	206	Раевский Б.В.	126, 239
Окунь М.В.	325	Репин А.В.	319
Ольчев А.В.	174	Робонен Е.В.	319
Онучин А.А.	16, 208	Рогова Т.В.	264
Орлова М.А.	292	Родина О.А.	94
Осипов А.Ф.	34, 210	Романова М.Л.	241
		Ромашкин И.В.	243, 244, 325
Павлюченкова Л.Н.	100	Рубцов В.В.	245
Павская М.В.	211	Рудковская О.А.	247
Падутов А.В.	121	Руоколайнен А.В.	325
Падутов В.Е.	121	Рыбакова Н.А.	249
Пак К.А.	65	Рыбалова А.С.	294
Панченко Д.В.	31		
Партолина А.Н.	100	Сабиров Р.Н.	252
Пасмурцева В.В.	189	Сабирова Н.Д.	252
Пашенова Н.В.	213	Савельев Л.А.	254
Пеккоев А.Н.	215, 314	Савин М.А.	256
Пересторонина О.Н.	258	Савиных Н.П.	258
Перк А.А.	61, 290	Сазонова Т.А.	44, 230
Перминова Е.М.	218	Санников С.Н.	260
Перцовая А.А.	213	Санникова Н.С.	262
Пестеров А.О.	220	Сапронов Д.В.	160
Песьякова А.А.	222	Сауткин И.С.	264
Петренко А.Е.	274	Сенашова В.А.	266
Петров Н.В.	139	Сенькина С.Н.	34
Петрова А.А.	94	Сеньков А.О.	282
Петрова И.В.	262	Серебрякова О.С.	61, 268, 290
Петрова Н.Е.	61, 290	Сизоненко Т.А.	270
Подгорная М.Н.	67, 200	Синькевич С.М.	200, 272
Полевой А.В.	325	Сирин А.А.	16, 178
Поляков В.И.	94	Смагин А.В.	40
Полякова Г.Г.	266	Смирнов В.Э.	312
Пономарев А.Г.	61, 290	Собачкин Д.С.	274
Пономарев Е.И.	224	Собачкин Р.С.	274
Пономарева Т.В.	224	Соколов А.И.	215, 314

Софронова И.Н.	67, 200	Фролова Г.Г.	232
Спаи Т.П.	36		
Ставрова Н.И.	275	Ханина Л.Г.	312
Ставрова Н.С.	55	Харитонов В.А.	215, 314
Стороженко В.Г.	278	Харитонов Т.И.	29
Субота М.Б.	28, 280	Холопцева Е.С.	230
Сурина Е.А.	282		
Сурсо М.В.	284	Чащина О.Е.	57
Сухарева Т.А.	286	Черненко Т.В.	317
		Чернобровкина Н.П.	319
Тарасова В.Н.	124, 204, 288	Честных О.В.	111
Тарелкина Т.В.	202	Чирва О.В.	23
Татаринова Т.Д.	61, 290	Чистова З.Б.	32
Тебенькова Д.Н.	292	Чучалов П.В.	321
Теребова Е.Н.	294		
Тетюхин С.В.	296	Шанин В.Н.	120
Тикканен О.-П.	245	Шапченкова О.А.	323
Тимонов А.С.	96	Шашков М.П.	120
Тимофеева В.В.	247	Шеллер М.А.	323
Тиунов А.В.	55, 113	Шергина О.В.	187
Ткаченко Ю.Н.	150, 297	Шишкин А.С.	224
Толкач О.В.	299	Шишкина А.А.	143
Третьяков С.В.	128, 302	Шорохова Е.В.	49, 169, 244, 325
Третьякова В.С.	302	Шубин В.И.	327
Тужилкина В.В.	34, 304	Шур А.Г.	65
Тюнен А.В.	139		
		Щурова М.Л.	239
Уланова Н.Г.	306		
Усольцев В.А.	308	Якимова А.Е.	330
Уткина А.И.	345	Яшин И.М.	332
Фадеева М.А.	310	Brommer J.E.	18
Фардеева М.Б.	115	Ovaskainen O.	18
Федоров Ф.В.	31	Rintala J.	18
Феклистов П.А.	19, 222	Selonen V.	18
Фомич А.Ф.	292	Turkia T.	18

Научное издание

**БОРЕАЛЬНЫЕ ЛЕСА:**  
СОСТОЯНИЕ, ДИНАМИКА, ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ

*Печатается по решению  
Ученого совета Института леса  
Карельского научного центра РАН*

*Издано в авторской редакции*

Сдано в печать 20.06.2017 г. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Гарнитура Times. Печать офсетная.  
Уч.-изд. л. 19,7. Усл. печ. л. 19,88.  
Тираж 250. Заказ № 436

Карельский научный центр РАН  
Редакционно-издательский отдел  
185003, Петрозаводск, пр. А. Невского, 50