08.08.00

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 772, 2000
БЮЛЛЕТЕНЬ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ЛЕСА ФИНЛЯНДИИ 772, 2000

Лесовосстановление на Европейском Севере

Материалы финляндско-российского семинара по лесовосстановлению, который состоялся в Вуокатти, в Финляндии 28.9.-2.10.1998

Э. Мялкёнен, Н.А. Бабич, В.И. Крутов и И.А. Маркова (ред.)



VANTAAN TUTKIMUSKESKUS – НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ВАНТАА

METLA

08.08.00

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 772, 2000
БЮЛЛЕТЕНЬ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ЛЕСА ФИНЛЯНДИИ 772, 2000

Лесовосстановление на Европейском Севере

Материалы финляндско-российского семинара по Лесовосстановлению, который состоялся в Вуокатти, в Финляндии 28.9.-2.10.1998.

Э. Мялкёнен, Н.А. Бабич, В.И. Крутов и И.А. Маркова (ред.)

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

VANTAAN TUTKIMUSKESKUS — НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ВАНТАА

Э. Мялкёнен, Н.А. Бабич, В.И. Крутов и И.А. Маркова (ред.) 2000. Лесовосстановление на Европейском Севере. Материалы финляндско-российского семинара, который состоялся в Вуокатти, в Финляндии 28.9.-2.10.1998. Бюллетень Научно-исследовательский институт леса Финляндии 772. 2000

E. Mälkönen, H.A. Babich, V.I. Krutov ja I.A. Markova (toim.) 2000. Metsänuudistaminen Euroopan pohjoisosissa. Suomalais-venäläinen seminaari, Vuokatti 28.9.-2.10.1998.

Редакторы: Э. Мялкёнен, Научно-исследовательский институт леса Финляндии, Научный центр Вантаа, Йокиниеменкуя 1, ФИН-01300 Вантаа, Финляндия. Тел. +358-9-857 05 460

Н.А. Бабич, Архангельский государственный технический университет, Факультет лесного хозяйства, Наб. Северной Двины 17, Архангельск, 163007, Россия.
Тел. +7-8182-44 91 56

В.И. Крутов, Институт леса Карельского НЦ РАН, ул. Пушкинская 11, Петрозаводск, 185610, Россия.
Тел. +7-8142-76 81 60

И.А. Маркова, Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия, Лесохозяйственный факультет, Институтский пер. 5, Санкт-Петербург, 194021, Россия.
Тел. +7-812-550 08 34

Ключевые слова: естественное лесовосстановление, лесные культуры, обработка почвы, подрост, посадочный материал, урожаи семян, экологические воздействия

Издатель: Научно-исследовательский институт леса Финляндии. Унионинкату 40 А, ФИН-00170 Хельсинки, Финляндия

Одобрил: Матти Кярккяйнен, научный директор, 19.04.2000

Оформление и иллюстрация: Анне Сийка и Сари Эломаа

Перевод на русский: Андрей Юнтунен

Фото на обложке: Эркки Оксанен

Раздача: Научно-исследовательский институт леса Финляндии, Научный центр Вантаа, Йокиниеменкуя 1, ФИН-01300 Вантаа, Финляндия

Содержание

Предисловие **5**

1. Природные условия и ведение лесного хозяйства **7**

В.Ф. Цветков и Э. Мялкёнен: Природные условия на Европейском Севере 7

Д.В. Трубин: Ведение лесного хозяйства на Европейском Севере России 17

2. Состояние и планирование лесовосстановления **25**

Н.И. Вялых: Система рубок главного пользования и лесовозобновление на Европейском Севере России 25

Г.А. Чибисов: Лесовозобновительные процессы на типологической основе на Европейском Севере России 33

Н.А. Бабич, А.И. Барабин и Г.С. Тутыгин: Состояние и проблемы лесовосстановления в Северной России 39

П. Валлениус: Планирование участков лесовозобновления в Финляндии 47

3. Естественное лесовосстановление и сохранение подроста **55**

Э. Кубин: Естественное лесовосстановление в Финляндии 55

А.Д. Волков, В.И. Саковец и В.А. Ананьев: Роль хвойного подроста в формировании насаждений после рубок в таежной зоне Северо-Запада России 65

М. Мойланен: Финляндский опыт сохранения подроста 71

Иллюстрации **81**

4. Урожаи семян и семеноводство **93**

Т. Хокканен: Урожаи семян различных древесных пород и их прогнозирование в Финдяндии 93

Б.В. Раевский: Географические культуры сосны обыкновенной в Российской Карелии 105

А.А. Мордась: Опыт создания семенных плантаций сосны обыкновенной в Российской Карелии 113

В.Я. Попов и Д.Х. Файзулин: Создание лесосеменных плантаций сосны обыкновенной второго порядка 119

В. Коски: Семенное районирование в Финляндии 127

5. Производство посадочного материала 133

Р. Рикала: Производство посадочного материала в Финляндии 133

Б.А. Мочалов: Производство посадочного материала и повышение продуктивности лесов на Севере России 147

6. Лесные культуры 155

Х. Маннеркоски и Э. Мялкёнен: Подготовка почвы для лесовозобновления 155

М. Хюппёнен: Финляндская техника создания лесных культур 167

В.И. Крутов и А.И. Соколов: Искусственное лесовосстановление и проблемы лесозащиты в Российской Карелии 177

И.А. Маркова: Основные факторы успешного роста лесных культур на Северо-Западе России 183

А.Ф. Чмыр: Опыт выращивания ели под пологом леса при плавной смене поколений древесных пород 193

А.Ф. Чмыр и Е.Л. Маслаков: Групповые культуры ели под пологом насаждений и на открытых площадях 201

П. Путтонен: Контроль за лесовозобновлением и требования к качеству молодняков 209

7. Влияние лесовосстановления на состояние окружающей среды 221

Э. Кубин: Экологические последствия лесовозобновления для окружающей среды 221

Предисловие

В настоящее время страны с развитым лесным хозяйством являются участниками международных соглашений, касающихся долгосрочного, устойчивого лесопользования. Одной из главных предпосылок устойчивого пользования лесов является их своевременное и результативное восстановление.

В течение последнего десятилетия задачи и методы лесовосстановления сильно изменились. Помимо своевременного формирования нового древостоя, в качестве основных задач лесовосстановления добавились улучшение биологического разнообразия и ландшафтной структуры, обеспечение чистоты водных объектов, а также повышение качества древесины и улучшение рентабельности лесовосстановительных работ. В связи с расширением спектра задач лесовосстановления приходится заново оценивать степень достаточности наших знаний, призванных обеспечить результативность методов лесовосстановления. Особенно важен обмен мнениями о лесовосстановлении и полноте наших знаний об этой важнейшей стадии развития леса для регионов с сходными природными условиями, каковыми являются Финляндия и Северо-Запад России.

Сотрудничество Финляндии и России в области лесного хозяйства в значительной мере реализуется через Российско-финляндскую программу развития устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-Западе России. На основе функционирования и финансирования данной программы и организован данный семинар по лесовосстановлению.

Приношу глубокую благодарность всем участникам, а также тем, кто участвовал в организации семинара, особенно лесному училищу Вуокатти и персоналу Научной станции Мухос, НИИЛФ. Я очень благодарен всем лицам, которые подготовили опубликование материалов семинара. Мы все надеемся, что опубликованные материалы хотя бы частично продвинут решение общих проблем лесовосстановления и что этот сборник можно будет использовать в обеих странах в качестве учебного материала.

Эйно Мялкёнен

1. Природные условия и ведение лесного хозяйства

Природные условия на Европейском Севере

В.Ф. Цветков[1] и Э. Мялкёнен[2]

[1] Архангельский государственный технический университет, Наб. Северной Двины 17, Архангельск, 163007, Россия

[2] Научно-исследовательский институт леса Финляндии, Научный центр Вантаа, Йокиниеменкуя 1, ФИН-01300 Вантаа, Финляндия

Введение

Европейский Север характеризуется высокой представленностью лесов, но природные условия, лесистость и свойства лесных насаждений довольно разнообразны. Очень неоднородными оказываются экономическая база и социально-политические основы в разных северных странах. В результате организационная структура и эффективность лесохозяйственного производства в регионе отличаются большой пестротой. Однако истинным критерием эффективности лесоводства может быть лишь полнота использования естественного потенциала лесорастительных условий и свойств лесных экосистем.

Лесоводство тесно детерминированной природными условиями. С климатическими и почвенно-гидрологическими условиями напрямую связаны не только свойства, продуктивность лесов и их представленность в регионе, но также степень освоенности ресурсов, уровень рентабельности лесной промышленности, а также степень интегрированности лесного комплекса в общий экономический потенциал стран и регионов.

Территория Европейского Севера не очень четко определена географически. В нашем понимании Европейский Север – территории, входящие в полосу борельного климата. Это территории располагается вообще севернее 60 параллели (рис. 1). Часть крайне северных территорий региона выходит за пределы зоны распространения лесной растительности.

Геологическое основание

Европейский Север очень неоднороден в орографическом отношении. Здесь широко представлены территории как с типично гористым рельефом, так и равнинные пространства, часто сильно заозеренные и заболоченные. В западной части региона, в зоне распространения образований Балтийского кристаллического щита преобладают тектонический пенепленизированный, цокольно-денудационный, а также моренно-холмистый и озерно-ледниковый типы рельефа. В ряде прибрежных районов на западе распространены горные образования, входящие в Скандинавскую горную систему. На территории России (Кольский полуостров, северная и средняя часть Рес-

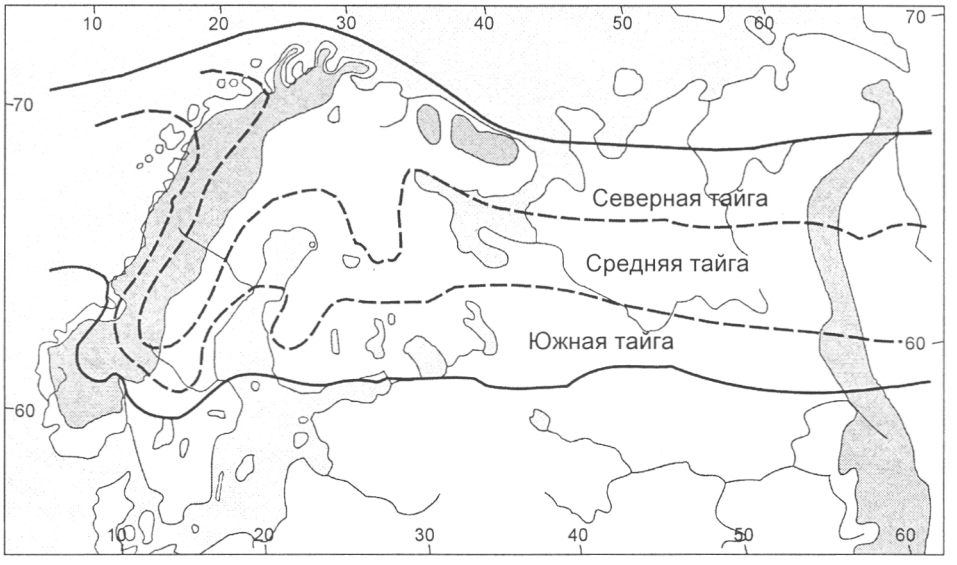


Рисунок 1. География лесов бореальной зоны в Европе (Ahti и др. 1968, Tuhkanen 1984).

публики Карелия) последние представлены несколькими обособленными массивами, представляющими собой отроги Скандинавской горной страны и ряд других относительно небольших горных образований, включая группы глыбовые гор и отдельные вараки на равнине. Восточная и южная части региона характеризуются более спокойным рельефом. Здесь широко представлены возвышенные моренно-ледниковые грядовые равнины, увалистые и слабохолмистые равнины, чередующиеся с обширными заболоченными и заозеренными низменностями. В восточной части региона распространены также территории пониженных равнин, основание которых образовано осадочными отложениями древнейшего элювия.

Геологическое основание региона образовано на западе приподнятыми платформами Балтийского щита, сложенными древнейшими породами (кристаллические сланцы, граниты, гнейсы и гранито-гнейсы). В восточной части, на пространствах Русской равнины геологическую ситуацию определяет структуры Московской синеклизы. Кристаллическая плита здесь перекрыта мощным слоем рыхлых отложений. Платформенный фундамент сложен осадочными, метаморфическими породами: песков, глин, известняков, мергелей (Спиридонов 1978).

Практически вся территория Европейского Севера носит отчетливые следы нескольких оледенений и наступлений моря (трансгрессий). Наиболее ощутимы следы последнего (Валдайского) оледенения. Как на западе, где слой четвертичных отложений тонок, так и на востоке, где он измеряется тысячами метров, наружные структуры хорошо повторяют древний фундамент. Платформенные образования повсеместно расчленены глубокими разломами, что выражается в характерном чередовании низменностей и плато.

В орографическом отношении на территории региона распространены пре-

имущественно ландшафты пенепленизированных цокольно-денудационных ледниковых образований (Раменская 1964, Север... 1966, Казакова 1971, Чертов и Дыренков 1973, Спиридонов 1978, Чертов 1981, Громцев 1983, Переверзев и Никонов 1989, Исаченко 1995):

– не расчлененные, местами наклонные плато с высотами 150–200 м;

– не расчлененные, почти плоские равнины на древних породах осадочного комплекса с высотами 150–180 м;

– не расчлененные почти плоские равнины с мощными четвертичными толщами с высотами 150–250 м;

– плоские и наклонные возвышенные равнины и плато, образованные кристаллическими платформами из пород Балтийского щита с высотами 200–400 м;

– платообразные сглаженные слабо расчлененные денудационные возышенности с высотами до 400 м;

– низкогорные и среднегорные образования (платообразные сглаженные возвышенности с высотами 400–600 м);

– сильно заболоченные или заозеренные низменности приморских районов с высотами до 50 м;

– слабо расчлененные низменные и грядово-холмистые равнины с высотами 80–120 м.

Почвенные условия

Преобладают северотаежные, подзолистые и болотно-подзолистые почвы. В районах Скандинавского нагорья, на территории Кольского полуострова и местами в Карелии представлены также почвы горно-лесного и горно-тундрового облика. Подзолистый тип представлен в основном подзолами железистыми, иллювиально-железистыми, иллювиально-гумусово-железистыми песчаного и супесчаного механического состава (Белов и Барановская 1969, Скляров и Шарова 1974, Подзолистые... 1980, Подзолистые... 1981). В восточной части региона, на территории Русской равнины широко распространены суглинистые и двучленные супесчаные на тяжелом суглинке почвы. По всему поясу среднетаежной подзоны и реже – в северотаежной подзоне эпизодически представлены, в основном небольшими фрагментами, дерново-подзолистые почвы. Последние чаще приурочены к древним речным долинам, а также к проявлению карбонатных почвообразующих пород.

Характерной чертой почвообразования в бореальной зоне можно считать гумидные условия с обострением явлений оглеения при подзолообразовательных процессах. В северотаежной и притундровой подзонах более чем на половине лесных площадей почвообразование проходит в условиях временного или периодического переувлажнения.

Грунтовые воды на востоке обычно располагаются близко к поверхности. Водородный ион здесь типичен не только для почвенного раствора, но и для минеральных коллоидов суглинков подпочв. Для кислого таежного геохимического ландшафта характерен дефицит многих элементов, прежде всего N, P и Ca.

Большая часть восточных пространств региона располагается по данным Димо (1968) в зоне длительно сезонно промерзающих почв (6 месяцев и более). На западе широко представлены также сезонно промерзающие (с промерзанием от 3 до 6 месяцев). Вековая мерзлота присутствует лишь на крайнем Северо-Востоке и только на нелесных землях (бугристые болота в лесотундровых района Архан-

гельской области и республики Коми). Обобщение многочисленных данных по ситематизации почвенно-литологических условий произрастания позволяет заключить, что наиболее распространенными типами местообитаний лесной растительности в регионе являются (Чертов 1981):

– слабо волнистые равнины с ледниково-аккумулятивными формами рельефа с глеево-подзолистыми и подзолисто-болотными суглинистыми и супесчаными почвами;

– пониженные плоские флювиогляциальные равнины с широким распространением подзолисто-болотных почв и подзолов с поверхностным оглеением, образующихся на двучленных наносах;

– возвышенные пологоувалистые равнины, сложенные моренными отложениями, покрытыми суглинками с преобладанием подзолистых суглинистых почв;

– ледниковые возвышенные, холмистые равнины с железисто подзолистыми песчаными и супесчаными почвами;

– возвышенные пересеченные и увалистые равнины с отложениями основной морены, с супесчаными, песчаными валунными и завалуненными железистыми подзолами;

– выположенные озерно-ледниковые водораздельные равнины с подзолисто-глеевыми и подзолисто-болотными неглубокими почвами;

– предгорные возвышенные терраси-рованные возвышенности и плато с делювиально-иллювиальными отложениями, с мелкими каменистыми песчано-супесчаными подзолами, с торфяноглеевыми болотно-подзолистыми почвами.

Климатические условия

Территории региона входит в три климатических области (Рихтер и Чикишев 1966): умеренной, субарктической и арктической. Лесная растительность распространена лишь в пределах первых двух. Тепловые условия, выступающие в роли лимитирующиго фактора, определяются как радиационным режимом, так и циркуляционными процессами в атмосфере региона. Годовая величина суммарной солнечной радиации по разным источникам (Физико-географическое... 1965, Григорьев 1966, Жаков 1969, Пивоварова 1977) колеблется от 60–70 ккал/см^2 на севере (69° с.ш.) до 100–130 ккал/см^2 на юге (58–59° с.ш.).

Годовой радиационный баланс в притундровых районах и на территории северной тайги остается на уровне 25–30 ккал/см^2; в средней тайге – 28–32 ккал/см^2. Тепловые условия летнего периода в большой мере дифференцированы зонально. Летние изолинии на территории региона имеют склонность к широтному простиранию. В прибрежных районах они приближаются к параллельным береговой линии. Летом температуры падают с приближением к морю. В субарктической части широтный температурный градиент за летний период в 8–10 раз больше, чем в глубине материка (юг Республики Коми).

Температурный режим зимнего периода формируется практически без участия радиационного фактора или при очень низком его влиянии. На четыре зимних месяца на востоке региона приходится всего лишь 3–4 % годовой суммы солнечной радиации. Как и в других регионах Севера, термические условия зимы в большой мере определяются циркуляцией атмосферы, атмосферными фронтами разных уровней. Практически

вся территория региона находится в области западного переноса. Лишь юго-восточные районы испытывают влияние переносов бореальных воздушных масс.

Для региона характерна активная циклоническая деятельность. Циклоны смещаются с запада на восток. При этом в годы активного Солнца циклоны смещаются по северным районам, в периоды спокойного Солнца – проходят преимущественно южнее бореальной зоны (Барабой 1976). Все это делает климат региона выраженно неустойчивым. Например на Кольском полуострове по многолетним данным ни один из летних месяцев не гарантирован от заморозков, также как ни один из зимних – от оттепелей.

Регион характеризуется избыточным увлажнением. Сумма осадков в притундровых районах восточной части оценивается в среднем 300–400 мм, в районах собственно тайги – 500–600 мм. Заметно возрастает сумма осадков в горных районах. Важно, что суммы осадков в отдельных районах сильно колеблются по годам. Различия в климатических характеристиках проявляются и в зональном и в секторальном разрезах. Климатические условия более континентального восточного сектора существенно суровей приокеанического западного.

Растпространение лесов

В силу масштабности охватываемых территорий и большой неоднородности представляющих эти пространства климатов и ландшафтов, растительный покров региона оказывается довольно разнообразным. Сплошной покров растительности покрывает 93–75 % территории. Лишенными сплошного покрова оказываются лишь области арктических пустынь на островах северных морей. По данным Мартыненко (1974) более 60 % видов в растительном покрове восточной части региона (по-существу – ядро растительности) составляют бореальные виды. Территория восточной части (Север Русской равнины) является ареной «столкновения сибирской и европейской флор». В растительном покрове ряда районов широко представлены виды арктической и альпийской флор. В связи с этим более 40 % видов на территории региона имеют границы своих ареалов (Малышев 1972).

Зеленый покров региона представлен в основном лесным (таежным), тундровым, лесотундровым и болотным типами растительности. В полосе распространения лесов (более 75 % территории суши) выделяются подзоны притундровых, северотаежных и среднетаежных лесов (Львов 1966, 1969, Чертовской и др. 1978, Цветков и др. 1984, Цветков 1990, Семенов 1990).

Лесная площадь в западной части региона составляет около 60 млн. га, на российской территории – 56 млн. га (Куусела 1991). На долю лесной площади приходится соответственно 65 и 73,1 % площади лесного фонда. Наибольшая доля лесной площади в общем фонде земель на западе – в Финляндии, на востоке – на пространствах Республики Коми. Характерной особенностью лесных территорий региона является невысокое участие не покрытых лесом площадей (4–8 %).

Доминирующее положение занимают хвойные леса: 80–83 % (фото 1 и 2). Среди хвойных в целом около 65 % составляют ельники, тяготеющие к востоку. В западной части региона распространена ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) Karsten), в восточной – сибирская (*P. obovata* Ledeb.). Принято считать, что гра-

ница ареалов этих видов проходит по долине Северной Двины. В действительности зона контакта этих двух видов охватывает громадную полосу, шириной в несколько сот километров. Лесоводы располагают данными о экспансии елью сибирской пространств Скандинавии. В пределах региона, на территории Русской равнины проходят границы ареалов таких древесных пород, как сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.), пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.), кедр сибирский (*Pinus cembra* subsp. *sibirica* (Du Tour) Krylov), береза повислая (*Betula pendula* Roth).

Все разнообразие почвенно-геологических и гидрологических условий местообитаний лесной растительности региона на основе принципов ординации, предложенных уральскими учеными (Смолоногов и Фирсова 1966, Фирсова и Зубарева 1966), может быть объединено в 16–17 типов соответствующих определенным группам коренных типов лесных экосистем (табл. 1). Поскольку потенциал почвенно-гидрологических условий может быть реализован по-разному, в зависимости от климатических условий, названные типы местообитаний в пределах конкретных природных подзон (провинций, областей) целесообразно рассматривать как георафические варианты типов местообитаний. То есть каждый из приведенных на таблице 1 типов местообитаний и типов коренных лесных экосистем будут иметь варианты на уровне подзон, в пределах подзон – на уровне провинций, областей. На территориях с гористым рельефом на подзональном уровне вероятны варианты горных типов местообитаний.

Притундровая зона охватывает примерно 20 % территории региона. Границы и биогеоценотическая сущность ее остаются пока предметом дискуссий. На территории притундровых лесов распространены лесотундровые и типично лесные экосистемы. В южной части, а по долинам рек и в северных районах широко распространены леса северотаежного облика: елово-березовые, сосново-еловые, березовые и еловые леса V–Vб классов (иногда IV и даже III по Орлову) бонитета. На севере подзоны лесные группировки представлены редколесьями, криволесьями, стланниковыми и кустарниковыми зарослями. Средние запасы стволовой древесины изменяются от 20–45 на севере до 90–110 м^3/га – на юге. Доля болот и тундр изменяется от 35–45 % на севере до 20–30 % – в южных районах подзоны.

Лесистость северотаежных территорий оценивается примерно в 60–70 %. Лесная растительность здесь существенно разобщена болотами, на которые приходится 20–28 % лесных земель. Представлены также безлесные горы, горные тундра и лесотундра. Леса северотаежной подзоны имеют уже таежный вид. На большей части лесопокрытой площади преобладают простые по строению, смешанные по составу, но с незначительной примесью сопутствующих пород, насаждения. Характерной чертой лесов является выраженная олигодоминантность эдификаторов в древесном ярусе и известной монотонностью нижних ярусов растительного покрова. Средний класс бонитета лесов подзоны на западе по шкале Орлова IV–VI, на востоке IV,7–V,3. В западной и центральной частях региона преобладают сосновые леса, в восточной (Архангельская область и Республика Коми) – еловые. На востоке представлены также лиственничные насаждения. Средние запасы стволовой древесины оцениваются 95–125 м^3/га.

Таблица 1. Матрица ординации факторов условий произрастания.

| Показатели место-обитания | Характеристика и индикация условий произрастания | | |

Среднетаежная подзона занимает более 40 % территории региона. Это типично таежные леса. Здесь в восточной части региона наиболее рельефно проявляются все характерные для таежного биома черты: доминирование темнохвойных классов формаций, выраженная монотонность доминантов и эдификаторов, широкое распространение простых по строению одно-двухпородных насаждений. К характерным свойствам типичной тайги необходимо добавить также своеобразную упрощенность строения полога насаждений светлохвойных формаций и глубокую вертикальную сомкнутость насаждений темнохвойных пород. В восточной части региона преобладают темнохвойные леса, в центральной и западной – сосновые, сосново-березовые. Средний класс бонитета в западной части – III,5–IV,4 (по шкале Орлова) и в восточной – IV,1–IV,7. Средние запасы стволовой древесины в спелом возрасте изменяются на западе 130–180, в восточной части 110–160 м^3/га.

Общая площадь лесного фонда бореальной зоны на российской территории примерно 82 млн. га, в западной части региона – 60 млн. га. На продуктивные леса (с рентабельным лесовыращиванием, т. е. при среднем приросте более 1,0 м^3/га в год) приходится на западе более 60, на востоке – лишь 43 % лесопокрытой площади. Производительные леса на Европейском Севере (включены все территории Скандинавских стран и все области Европейского Севера России) составляют 102 млн. га (Телегин 1981, Kuusela 1994). Примерно 75 % лесов северной и все леса притундровой подзон на территории России оказываются экономически недоступными: лесовыращивание с промышленными целями при сложившейся системе хозяйствования здесь не рентабельно. Ситуацию определяют малые запасы древесины, низкая концентрация ресурсов и отсутствие путей транспорта. Включение в расчет пользования низкопродуктивных древостоев хотя и дает увеличение лесосеки, но ее реализация осуществляется все-таки за счет продуктивных участках на освоенных территориях.

На западной части территорий преобладают леса, основательно измененные человеком. Насаждения коренного и квазикоренного типов в притундровых и северотаежных районах российской части региона составляют 68–75 % (Телегин 1981). Доля молодых и средневозрастных насаждений в лесном фонде снижается в целом по региону: с запада на восток от 35–45 до 15–20 %; с юга на север – от 25–45 до 15–25 %.

В Финляндии защитные леса и леса ограниченного лесохозяйственного использования составляют около 1,3 млн. га (6,5 % лесной земли) (Finland's... 1999). В Швеции сравнительная доля защитных лесов на том-же самом уровне как в Финляндии. На российской территории так называемые особые природные объекты (леса защитного назначения) составляют более 8 млн. га (примерно 14 %). В западной части региона практически на всех площадях лесов, за исключением заповеданных земель, ведется промышленная эксплуатация. На российской части региона леса промышленного назначения (II и III группы) составляют около 50 млн. га или 77 % покрытой лесом площади.

На территории региона сильно различаются освоенность лесов и интенсивность лесного хозяйства. Различия в системах лесохозяйственного производства по странам региона обусловлены не только различиями в природных условиях и свойствах лесов, сколько различия в

экономике. Имеет значение различия в государственной лесной политике, в экономическом укладе, а также в формах собственности на леса и в системах управления лесохозяйственым производством. На большей части территорий региона реализуется промышленно-эксплуатационное лесопользование. В скандинавских странах господствует частное лесовладение, в России лесные земли принадлежат государству и местным жителям.

Литература

Барабой, В.А. 1976. Солнечный луч. Наука. Москва. 240 с.

Белов, Н.П. & Барановская, А.В. 1969. Почвы Кольского полуострова. Наука. Ленинград. 147 с.

Григорьев, А.А. 1966. Закономерноти сироения и развития географической среды. Мысль. Москва. 382 с.

Громцев, А.Н. 1983. Ландшафтные закономерности структуры и динамики среднетаежных сосновых лесов Карелии. Кар. Фил. АН СССР. Петрозаводск. 157 с.

Димо, В.Н. 1968. Зонально-провинциальные особенности температуры почв СССР и классификация температурного режима. Тепловой и водный режим почв СССР. Наука. Москва. С. 5–57.

Жаков, С.Н. 1969. Влияние Арктики на климат СССР. Гидрометеоиздат. Ленинград. 84 с.

Исаченко, Г.А. 1995. Экологическая география Северо-Запада России. Ч. 1. Русское географическое общество. С.-Петербург. 206 с.

Казакова, О.Н. 1971. Ландшафты Мурманской области. Природа и хозяйство Севера. Вып. 3. Северный филиал Русского географического общества. Апатиты. С. 8–12.

Куусела, К. 1991. Динамика бореальных хвойных лесов. А/О Репола. Гуммерус Киряпайно. Ювяскюля. 210 с.

Львов, П.Н. 1966. Использование леса в защитных целях на Севере. Сев.-Зап. кн. изд.-во. Архангельск. 103 с.

Львов, П.Н. 1969. Европейский Север как лесоводственно-экономический район. Информац. Бюлл. Научного Совера по комплексн. использованию таежных территорий. Иркутск. Т. 2: 83–89.

Малышев, Л.И. 1972. Флористические спектры Советского Союза. История флоры и растительности Евразии. Наука. Ленинград. С. 17–40.

Мартыненко, В.А. 1974. Сравнительная характеристика бореальных флор Северо-Востока Европейской части СССР. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к. б. н. Ленинград. 28 с.

Переверзев, В.Н. & Никонов, В.В. 1989. Почвообразование в Кольской Субарктике. Наука. Ленинград. 170 с.

Пивоварова, З.И. 1977. Радиационная характеристика климата СССР. Гидрометеоиздат. Ленинград. 336 с.

Подзолистые почвы Центральной и Восточной частей европейской территории СССР: на суглинистых почвообразующих породах. 1980. Наука. Ленинград. 304 с.

Подзолистые почвы Центральной и Восточной частей европейской территории СССР: на песчаных почвообразующих породах. 1981. Наука. Ленинград. 200 с.

Раменская, М.А. 1964. К типологии лесных ландшафтов Карелии. Возобновление леса на вырубках и выращивание сеянцев в питомниках. Кар. кн. изд.-во. Петрозаводск. С. 5–21.

Рихтер, Г.Д. & Чикишев, Г.А. 1966. Север Европейской части СССР. Очерк природы. Мысль. Москва. 237 с.

Север Европейской части СССР. 1966. Наука. Москва. 452 с.

Семенов, Б.А. 1990. Предтундровые леса. Международный симпозиум «Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие» в Архангельске. Ч. 2. Москва. С. 173–188.

Скляров, Г.А. & Шарова, А.С. 1974. Почвы Архангельской области. Сев.-Зап. кн. изд.-во. Архангельск.

Смолоногов, Е.П. & Фирсова, В.П. 1966. Лесорастительные условия и почвы возвы-

шенности Люлин Вор. Труды Института биологии УФ АН СССР. Вып. 55: 3–21.

Спиридонов, А.И. 1978. Геоморфология Европейской части СССР. Высш. школа. Москва. 336 с.

Телегин, Н.П. 1981. Классификация и инвентаризация лесов Европейского Севера СССР и скандинавских стран. Лесоведение и лесоводство. Обзорная информация. Вып. 2. ЦБНТИ. Госкомлес. Москва. 35 с.

Фирсова, В.П. & Зубарева, Р.С. 1966. Почвенно-лесорастительные условия северной части Уфимского плато. Труды Института биологии УФ АН СССР. Вып. 55: 23–45.

Цветков, В.Ф., Чертовской, В.Т., Чибисов, Г.А. & Листов, А.А. 1984. Системы лесного хозяйства на зонально-типологической основе. АИЛиЛХ. Архангельск. 88 с.

Цветков, В.Ф. 1990. Системы ведения хозяйства на Европейском Севере России. Материалы международного симпозиума «Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие» в Архангельске. Ч.1. Госкомлес СССР. Москва.

Чертов, О.Г. 1981. Экология лесных земель. Наука. Ленинград. 192 с.

Чертов, О.Г. & Дыренков, С.А. 1973. Пост роение классификационных систем биогеоценозов на примере лесов Карельского перешейка. Труды Петрозаводской лесной опытной станции. ЛенНИИЛХ. Вып. 2: 74–80.

Чертовской, В.Г., Елизаров, Ф.П., Семенов, Б.А. & Корняк, В.С. 1978. Лесорастительные усоловия и продуктивность притундровых лесов. Вопросы таежного лесоводства. АИЛиЛХ. Архангельск. С. 32–42.

Физико-геогафическое районирование Северо-Запада СССР. 1965. ЛГУ. Ленинград. 248 с.

Ahti, T., Hämet-Ahti, L. & Jalas, J. 1968. Vegetation zones and their sections in north western Europe. Ann. Bot. Fenn. 5: 169–211.

Finland's national forest programme 2010. 1999. Ministry of Agriculture and Forestry. Publications 2/1999. 37 c.

Kuusela, K. 1994. Forest resources in Europa. European Forest Institute. Research Report 1. 154 c.

Tuhkanen, S. 1984. A circumboreal system of climatic-phytogeographical regions. Acta Bot. Fenn. 127. 50 c. + 2 прил.

Ведение лесного хозяйства на Европейском Севере России

Д.В. Трубин
Архангельское управление лесами, пр. Троицкий 14, Архангельск, 163061, Россия

История и развитие лесной службы

В 1998 году лесоводы России отметили 200–летие своей службы. 26 мая 1798 года именным указом царя Павла I был учрежден Лесной департамент, как государственный орган по управлению, охране и сбережению российских лесов (Шубин и Гиряуь 1998). Тогда же были законодательно закреплены основные положения ведения лесного хозяйства, которые сохранились до наших дней. Они содержали, в первую очередь, приоритет государственной собственности на лес, право выделения и заповедывания зоны первоочередных государственных интересов, платность лесопользования, доступность лесных ресурсов за пределами зоны государственных интересов любым предпринимателям и местному населению, соблюдение принципа непрерывности и равномерности при определении нормы ежегодного отпуска лесных материалов. За 200 лет лесная служба развивалась в качественном и количественном отношении.

Она пережила ряд кардинальных изменений в политическом и экономическом устройстве государства, но сохранила при этом свою ведомственную структуру, основные принципы деятельности и профессиональные традиции.

Весь этот период в составе Правительства страны действовал верховный орган управления лесной службы России. Сначала это был Лесной департамент, потом после 1918 года – Центральное управление лесами, в последующем – Главное управление лесным хозяйством, Главное управление лесоохраны, с 1947 года – Министерство лесного хозяйства, а с 1992 года – Федеральная служба лесного хозяйства России.

Основными функциями этого органа были: определение лесной политики в стране, подготовка лесных законов и нормативных документов, организация лесной службы в регионах, назначение руководителей территориальных органов, обучение кадров, организация научных исследований учета лесов и другие важные задачи лесного хозяйства.

В северных регионах России (современные Ленинградская, Мурманская, Архангельская, Вологодская области, республики Карелия и Коми) развитие территориальной лесной службы являлось зеркальным отражением общей истории развития лесного хозяйства в стране.

Первый территориальный орган управления лесами здесь был образован так же 200 лет назад. Это было Правление северного округа Лесного департамента России в городе Архангельске. В его составе был офицерский штат окружных форстмейстеров, которым непосредственно подчинялась лесная стража. Кроме охраны леса в ведении Правления были вопросы инвентаризации лесов, в первую очередь, годных для кораблестрое-

ния, нормированный отпуск лесоматериалов, определение оптимального возраста рубки.

В первой половине прошлого века на всей территории было образовано около 40 казенных лесничеств, приуроченных к границам административного деления (уездные лесничества). Управление ими сосредоточилось в губернских городах; С.-Петербурге, Олонце (Петрозаводск), Архангельске и Вологде, в губернских палатах государственных имуществ и земледеления.

На рубеже веков уездные лесничества стали разделяться на более мелкие, и в начале нашего века их стало около 200. Это связано с интенсивным развитием лесопиления и добычей лесохимического сырья, появлением большого числа лесопромышленников, интенсификацией сельского хозяйства. Объем заготовки древесины в этом период увеличился до 7–10 млн. $м^3$. В северных городах, особенно в Архангельске, были построены крупные лесопильные заводы. Северные лесоматериалы заняли значительное место на внешнем лесном рынке.

В этот период господствовало государственное (казенное) лесовладение. Исключение составляли лесные владения императорского двора (удельные леса), которые располагались в основном в северной части Вологодской и южной части Архангельской губерний на площади около 2 млн. га. Они управлялись Вельским удельным округом. Эти леса были более подробно изучены и устроены. Они были в 5 раз более насыщены лесной охраной, чем казенные леса и в них работали лучшие лесничие северной России. Здесь, в первую очередь, применялись передовые методы лесоводства и лесопользования, а заготовленные лесоматермиалы перерабатывались на собственных современных лесотехнических и лесопильных заводах. С поправкой на время и географическое расположение Вельский удельный округ можно назвать прообразом лесных корпораций северной Европы, типа MODO, SCA – Skoy, Enso-Gutzeit.

Крестьяне своих лесов не имели и осуществляли свои лесопользования в казенных лесах, так как они в северной России были государственные («черносошные»). Лишь в начале нашего века началось выделение крестьянских лесов и передача их крестьянским общинам. После революции 1917 года эти леса вошли в состав имущества колхозов и совхозов на правах бессрочного пользования и управлялись специальными лесными органами Министерства сельского хозяйства.

Казенные лесничества после революции некоторое время сохраняли свое руководящее в лесопользовании значение, но в 1930–1940 годах они были переориентированы на обслуживание крупных лесозаготовительных предприятий. На северные леса в этот период легло бремя огромной общегосударственной потребности в экспортных лесоматериалах, которые явились тогда основным товаром во внешней торговле России. В условиях тоталитарного режима такое государственное внимание к отдельным провинциям обернулось истощением лесных ресурсов в них. Было сделано допущение, что принцип непрерывности лесопользования можно соблюдать не на отдельной локальной территории, а в масштабах всей страны.

В научно-техническом прогрессе и инвестиционной политике приоритеты были отданы предприятиям, заготавливающим и перерабатывающим древеси-

ну, а технологии лесовыращивания и уходов за лесом отстали.

Конечно, в целом северные регионы получили в это время мощное экономическое развитие; были построены десятки крупных лесозаготовительных предприятий, реконструированы старые лесопильные заводы с увеличением их производительности в 5 раз, построены несколько крупнейших в Епропе целлюлозно-бумажных комбинатов. На это дело были вложены крупные государственные кредиты за счет увеличившегося лесоэкспорта. Территории были насыщены трудовыми ресурсами в результате масштабных миграций населения. Разрослась социальная инфраструктура.

Однако, при этом были допущены серьезные просчеты в геоэкономической политике. Произошла чрезмерная концентрация деревоперебатывающих мощностей в нескольких региональных центрах: Архангельск, Петрозаводск, Сыктывкар, Котлас, что обусловило увеличение расстояния перевозки древесного сырья на сотни километров. Освоение лесных массивов происходило с временных лесовозных дорог разных типов; деревянных лежневых, узкоколейных железных, зимних ледяных, грунтовых. Из-за этого не удалось развить постоянную транспортную сеть. Планируемая интенсивность лесопользования во многих локальных территориях превысила производительную способность лесных массивов и произошло истощение лесосырьевой базы. Произошел слишком резкий переход от выборочных к сплошным концентрированным рубкам без надлежащей лесокультурной подготовки.

Лесоводственные мероприятия по искусственному восстановлению лесов начали в производственном масштабе проводить с большим (в 30 лет) запозданием.

Только после учреждения Министерства лесного хозяйства в 1947 году и образования системы лесхозов начался медленный процесс выравнивания баланса интересов лесоэксплуатации и лесоводства. Лишь в 1960–1970 годах удалось поднять объем искусственного возобновления вырубок до 15 %. К этому времени было налажено лесосеменное и лесопитомническое хозяйство, появились орудия для механической обработки почвы, создались экономические условия для выполнения масштабных лесокультурных работ.

Современная организация лесного хозяйства

Со времени образования в 1947 году Министерства лесного хозяйства, после некоторых ведомственных реорганизаций, к сегодняшнему дню сформировалась стабильная структура его территориальных органов. В северных областях (Мурманская, Архангельская, С.-Петербургская, Вологодская, республики Карелия и Коми) существуют региональные управления (комитеты) лесами, подчиненные Федеральной службе лесного хозяйства России. В их состав входят сеть лесхозов, которые в свою очередь подразделяются на лесничества. Данные об организационной структуре лесного хозяйства приведены в таблице 1.

Деятельность органов лесного хозяйства определяется Лесным кодексом Российской Федерации, Положениями и другими нормативными документами. Их производственные задачи группируются по трем главным направлениям:

– охрана лесов от лесных пожаров, самовольных рубок, защита от вредителей и болезней,

Таблица 1. Структура организации лесного хозяйства.

Область, республика	Площадь лесного фонда, млн. га	Количество лесхозов	Количество лесничеств	Штат лесной службы, человек
Мурманская	9,7	10	70	300
Архангельская	27,0	29	200	1800
С.-Петербургская	4,6	35	300	2500
Вологодская	8,6	30	190	1600
Карелия	14,8	24	150	1300
Коми	38,0	33	220	1500
Всего	102,7	161	1130	9000

– организация лесопользования, включающая учет лесов, нормирование рубок, отпуск лесоматериалов на корню и контроль за освоением лесосек,

– организация лесовосстановления с ведением лесосеменного и питомнического хозяйства.

Функции органов лесного хозяйства распределены по уровням организационной структуры: региональное управление – лесхоз – лесничество.

На уровне регионального управления происходит взаимодействие с органами власти субъекта Федерации по реализации их компетенций в области лесных отношений. В первую очередь, это подготовка и принятие региональных законов и нормативных документов, касающихся лесных вопросов и охраны природы, распределения лесных ресурсов и принятия решений о передаче их в пользование путем проведения лесных конкурсов и аукционов, разработка и осуществление оперативных мер по ликвидации крупных лесных пожаров и других стихийных бедствий и чрезвычайных происшествий. Кроме того, в ведомственном порядке управления формируют финансовые планы лесхозов, определяют им производственные годовые задания, рассматривают и утверждают проекты лесоустройства, подбирают кадровый состав специалистов лесхозов и лесничеств. Кроме того, они взаимодействуют со специализированными территориальными организациями Федеральной службы лесного хозяйства: лесоустроительными предприятиями (С.-Петербург, Петрозаводск, Вологда, Архангельск), базами авиационной охраны лесов (Петрозаводск, Архангельск, Сыктывкар), зональными лесосеменными станциями (С.-Петербург, Петрозаводск, Архангельск, Сыктывкар, Вологда).

На уровне лесхозов осуществляется учет лесов, передача участков в аренду по решениям областных комиссий, проведение лесных аукционов для передачи лесосек в краткосрочное (на один год) пользование, передача делянок в рубку по лесорубочным билетам и контроль, а также другие вопросы, связанные с ведением лесами в пределах административной границы.

Лесничества непосредственно охраняют лесной фонд, контролируют рубку леса и другие лесопользования, организуют и осуществляют лесокультурные работы, ведут лесосеменное хозяйство,

выращивают в питомниках посадочный материал, выполняют рубки ухода и другие мероприятия.

До 1990 годов, в течение 20–30 лет, в северных регионах существовала сеть лесных машинно-мелиоративных станций. Ими построены осушительные системы на площади около 1,5 млн. га. Примерно половина этого объема сделаны в избыточно-увлажненных насаждениях, а другая – на открытых болотах. На части осушенных болот выполнены лесные культуры. Благодаря им удалось сформировать лесные зоны вокруг некоторых северных городов, расположенных на заболоченных низинах, например Северодвинск, Архангельск.

Лесоустройство

Лесоустройство выполняется государственными лесоустроительными предприятиями: Северо-западным (С.-Петербург), Карельским (Петрозаводск), Северным (Вологда) и его филиалом в Архангельске. В них работают 450 специалистов. Леосустройство включает в себя инвентаризацию лесного фонда лесхозов один раз в 10–15 лет, по итогам которой разрабатывается проект организации и развития лесного хозяйства в лесхозе на следующее десятилетие. Ежегодно инвентаризируется 7–8 млн. га лесного фонда. Инвентаризация выполняется путем сочетания инструментального и глазомерного определения таксационных показателей. Установленная в пункте таксации характеристика распространяется с помощью аэрофотоснимка на участок леса, однородный по фотоизображению. По итогам инвентаризации обновляются все лесоучетные материалы, корректируется государственный учет лесного фонда и подробная характеристика лесов в пределе лесхоза. По этим данным производится расчет возможного ежегодного пользования лесом, который утверждается Рослесхозом в качестве норматива (лесосеки), а также составляется десятилетняя программа всех лесохозяйственных работ.

Все новые материалы лесоустройства передаются в лесхоз на бумажных и магнитных носителях, включая картографическое изображение территории.

Лесопользование

До 1990 годов, в течение четырех-пяти десятилетий, лесопользованием на севере России занимались государственные лесозаготовительные предприятия (леспромхозы) Министерства лесной промышленности и ряда некоторых других ведомств.

В Архангельской области, например, было 50 таких предприятий и состав их, в течении десятилетий был стабилен. Директивным методом за ними закреплялись лесные массивы в качестве лесосырьевых баз. Средний объем ежегодной заготовки составлял 500 000 м^3. Их технологический процесс ограничивался отгрузкой круглых сортиментов на лесопильные и целлюлозно-бумажные заводы по сортиментному плану, установленному министерством.

В лесосеках господствовала стандартная технология: сплошнолесосечные рубки, узкопасечный метод разработки делянок, валка деревьев мотопилами, трелевка специальными гусеничными тракторами хлыстов или деревьев на погрузочные площадки.

Вывозка древесины осуществлялась исключительно в хлыстах на автолесовозах или поездами узкоколейных железных дорог на нижние склады, которые располагались у магистральных путей транспорта. Там хлыста распиливались

на сортименты, сортировались и отправлялись на перерабатывающие заводы. В последние 20 лет широко распространились валочные машины и бесчекерные трелевщики (до 40 %), в последние годы появились их зарубежные аналоги.

В 1990 годах в лесной промышленности прошла приватизация государственных предприятий. Для управления государственной долей собственности были образованы холдинговые компании, но их роль оказалась не велика, так как доля их акций составляла 10–30 %. Рабочие – акционеры в течении нескольких лет постепенно продали свои акции. Пройдя оборот на рынке ценных бумаг, собственность постепенно концентрируется у крупных акционеров, в том числе у деревоперерабатывающих предприятий. Ряд предприятий, сохранив производственные темпы и обретя генерального собственника, стабилизируют свое экономическое положение и начинают модернизацию. Другие становятся банкротами, и на их месте возникают новые. Имеются тенденции срастания лесозаготовительной сферы производства с лесопилением и целлюлозно-бумажным производством, что заменяет бывшие административно-командные рычаги государственного управления.

Одновременно с переделом собственности лесозаготовительных предприятий сейчас происходит передел их лесных массивов, но уже не командным способом, а путем передачи их в аренду на конкурсах. Договор аренды при этом предусматривает: со стороны арендодателя – лесхоза, планомерное и долговременное (до 49 лет) обеспечение древесным сырьем на корню по относительно низким ставкам арендной платы (8–15 руб. за $м^3$) заготовленной древесины, а со стороны арендатора – строгое выполнение лесоводственных правил при рубке леса и производство лесокультурных работ.

В Архангельской области сейчас 150 арендаторов лесного фонда. В числе их, главным образом, акционерные предприятия, образовавшиеся на базе бывших леспромхозов, но кроме того есть лесопильные заводы, мелкие товарищества, кооперативы и частные предприниматели.

Лесопользователи, не имеющие в аренде участков леса, покупают сырье на лесных аукционах, которые проводятся каждый месяц в областном и районных центрах. Цена сырья на аукционах в 2–3 раза выше установленных ставок.

Лесовосстановление

Действующее лесное законодательство предусматривает в обязательном порядке лесовосстановительные мероприятия. Способ возобновления будущей вырубки определяется в лесорубочном билете лесхозом по рекомендациям лесоустройства.

Около 30 % вырубок (40 000–50 000 га в год) восстанавливаются искусственным путем (половина – посев семя, половина посадка сеянцев и саженцев). На 55 % вырубок сохраняют подрост путем специальных технологий валки и трелевки леса. Площадь испорченного трелевкой древесины напочвенного покрова при этом, не должна превышать 15 %, а уничтожение подроста – 40 %. Оставшаяся часть вырубок восстанавливается естественным путем.

Семенное и питомническое хозяйство полностью сосредоточено в лесхозах и лесничествах. Заготовка семенного сырья на 80–90 % производится при рубке леса и оплачивается лесхозом. Сеянцы выращиваются в открытых полях (60 %)

и в теплицах (40 %). В регионе имеются 7 тепличных комплексов по выращиванию сеянцев в брикетах, в т.ч. 2 – отечественного производства, но объем производства таких сеянцев пока мал.

Лесокультурные работы проводятся лесничествами с привлечением лесопользователей и оплатой им затрат по финансовым нормативам. Преобладает стандартная технология посадки сеянцев под посадочный меч в борозды (через 3–4 м), подготовленные специальными лесными плугами. При сильной захламленности, перед вспашкой производится полосная расчистка. Небольшой объем посадки, около 10 % проводится посадочными машинами.

На труднодоступных вырубках осуществляют посев семян лесными сеялками, совмещенными с почвообрабатывающим орудием.

В северном регионе выращивается около 4 млн. га искусственных лесов. Правда, возраст основной их массы не превышает 30 лет. Значительная их часть находится в трудном состоянии, по причине сильного разрастания естественной примеси березы и осины. Для проведения интенсивных уходов у органов лесного хозяйства не хватает средств, а у лесопользователей отсутствовала серьезная мотивация.

Тенденции развития

В настоящее время, из-за кризисных явлений в стране, лесное хозяйство имеет очень тяжелое положение. Но в то же время, имеются и положительные тенденции:

– Обновленное лесное законодательство хорошо адаптировано к новым экономическим отношениям. Условия аренды создают мотивы для инвестирования лесопользователями в улучшение лесов.

– В обществе становятся все более популярны идеи устойчивого развития, в осуществлении которых очень велика роль лесоводства.

– Органы лесного хозяйства сохраняют высококвалифицированные кадры специалистов, хорошие профессиональные традиции и историческую память.

Литература

Шубин, В.А. & Гиряеь, Д.М. 1998. Леса России. Изд. Энциклопедия сел и дереьень. Москва. 207 с.

2. Состояние и планирование лесовосстановления

Система рубок главного пользования и лесовозобновление на Европейском Севере России

Н.И. Вялых

Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, ул. Никитова 13, Архангельск, 163062, Россия

Система рубок главного пользования

Для рационального и неистощительного использования лесов Европейского Севера с обеспечением эффективного лесовозобновления Северным научно-исследовательским институтом лесного хозяйства разработана система рубок главного пользования, включающая сплошные рубки с сохранением подроста, выборочные, постепенные и комплексные рубки (Мелехов 1962, Волосевич и др. 1987).

Сплошные рубки с сохранением подроста проводятся в одновозрастных древостоях с полнотой 0,5 и ниже и достаточным для лесовосстановления количеством подроста хвойных пород. При этих рубках предусматривается сплошная вырубка всего древостоя с диаметра 14 см и сохранение максимального количества подроста, имеющегося под пологом леса.

Сохранность подроста тесно связана с технологией лесосечных работ и сезоном рубки. Наибольшая сохранность подроста, как показали наши исследования, достигается в зимний период при узкопасечном способе разработки лесосек, предусматривающим валку деревьев вершиной на волок, трелевку за вершину в хлыстах (Вялых 1968, Вялых и др. 1987). При этом способе разработки лесосек сохраняется до 80 % подроста. Сохраненный при лесозаготовках подрост характеризуется высокой выживаемостью в условиях вырубок. Через 2–3 года после рубки у него увеличивается прирост по высоте и диаметру. Происходит замена теневой хвои на световую. Увеличивается интенсивность фотосинтеза.

Исследования показали, что из сохраненного подроста через 50–60 лет после рубки в типе леса ельник-черничник формируются чистые еловые и елово-лиственные древостои с запасом до 220 $м^3$/га, то есть через 50 лет после сплошной рубки с сохранением подроста можно снова проводить лесозаготовки (Чертовской 1968, Вялых 1971).

Выборочные рубки. Целью выборочных рубок является: своевременная выборка перестойной и спелой части древостоев; ускорение процессов восстановления запасов и лесовосстановления путем оставления на доращивание более молодой части древостоя и подроста; повышение продуктивности лесов и их

водоохранно-защитных функций; увеличение сроков пользования лесом.

Выборочные рубки проводятся в разновозрастных чистых и смешанных еловых, сосновых, елово-лиственничных, елово-сосновых насаждениях на дренированных почвах в кисличных, черничных и брусничных типах леса с полнотой 0,6–1,0.

Рубке подлежат в первую очередь крупномерные, перестойные, фаутные и сухие деревья, а также часть спелых из числа резко ослабивших рост или утратившие качество деловой древесины. На доращивание оставляются относительно молодые, в большинстве своем не достигшие спелости деревья и частично более крупные, но хорошо растущие, а также весь подрост хвойных пород. При выборочных рубках спелый древостой вырубается в несколько приемов. На площади, пройденной рубками, постоянно оставляются деревья разного возраста. Интенсивность таких рубок может колебаться от 30 до 50 % по запасу и от 10 до 30 % по числу стволов. Период повторяемости рубок 15–20 лет. На одном гектаре сохраняется не менее 400–500 деревьев и не менее 2500 шт. подроста. Полнота оставляемой части древостоя должна быть не менее 0,4. При проведении выборочной рубки во всех случаях должна обеспечиваться устойчивость оставляемой части древостоя.

Разработка лесосек при выборочных рубках ведется с использованием тракторов ТДТ-55А и бензопил по узкопасечной технологии. При проведении выборочных рубок ширина пасек принимается равной полуторной средней высоте вырубаемой части древостоев (30–35 м). Валка деревьев производится с помощником вальщика или с применением гидроклина. Деревья валятся под острым углом к волоку. Обрубка сучьев производится в пасеках или на погрузочных пунктах. Трелевка ведется за вершину в хлыстах или с кроной по волокам (фото 3). При выборочных рубках сохранность подроста в пасеках составляет 80–90 %. Общая площадь волоков должна составлять при выборочных рубках не более 15 % от площади лесосек, а под погрузочными пунктами – 3 % от площади лесосеки (Правила... 1994).

При выборочных рубках почти не повреждается в межволочной части живой напочвенный покров и лесная подстилка. На всей площади выборочных рубок обеспечивается естественное возобновление хвойными породами (Вялых и др. 1987).

Исследования показали, что через 15 лет после выборочной рубки в ельнике 4 класса бонитета с интенсивностью изреживания 40–50 % прирост по диаметру по сравнению с дорубочным и контрольным увеличивается в среднем в 2–2,5 раза. Среднегодичный прирост по запасу в послерубочный период составляет 2,5–4,4 $м^3$/га.

Выборочные рубки позволяют на всей площади предотвратить смену породного состава, получить крупномерную древесину, сократить срок выращивания спелой древесины на 40–50 лет, сохранить природоохранные функции и биоразнообразие (Чурпов 1992).

Выборочные рубки в лесах Европейского Севера имеют более высокую лесоводственную эффективность по сравнению со сплошными рубками.

Постепенные рубки проводятся в сосновых, еловых и сосново-еловых древостоях на дренированных почвах. Древостои вырубаются в несколько приемов на протяжении одного или двух классов возраста. Последний прием завершается

сплошной рубкой с сохранением подроста и тонкомера.

Целью постепенных рубок является вызвать появление нового возобновления леса хвойными породами, улучшить состояние имеющегося подроста и тонкомера, обеспечить доращивание до спелости молодых поколений или второго яруса. Они могут быть краткосрочными, когда спелый древостой вырубается полностью за 20 лет и долгосрочными, соответственно, от 21 до 40 лет.

Вариантами постепенных рубок могут быть равномерно-постепенные, полосно-постепенные, длительно-постепенные и группово-постепенные рубки. Проводятся они преимущественно в одновозрастных древостоях или разновозрастных, состоящих из двух поколений.

При краткосрочных равномерно-постепенных рубках древостой вырубается равномерно в 2–3 приема в течении одного класса возраста. В древостоях с полнотой 0,8–1,0 проводятся трехприемные рубки, а двухприемные с полнотой – 0,6–0,7. При этом в первый прием при трехприемных рубках древостой изреживается до полноты 0,6–0,7. Второй прием проводится через 6–8 лет при наличии жизнеспособного подроста. При этом полнота подроста снижается до 0,4–0,5. Третий прием является заключительным. Он является сплошной рубкой оставляемой части древостоя.

При полноте 0,6–0,7 и наличием подроста или второго яруса проводятся двухприемные рубки, при которых в первый прием древостой вырубается до полноты 0,4–0,5.

При краткосрочных полосно-постепенных рубках, проводимых в сосняках сухих типов леса (лишайниковые, мохово-лишайниковые, вересковые), пасеки шириной 35–40 м вырубаются сплошь через одну (четные), а на нечетных полосах вырубают только 15–30 % деревьев. Вырубка древостоя проводится за два приема в течении 8–10 лет. При первом приеме интенсивность рубки составляет 50–60 %. При втором приеме полосно-постепенной рубки для обеспечения последующего возобновления сосны оставляют 10–15 семенников на 1 га площади. Эта рубка позволяет обеспечить успешное возобновление сосны без смены пород, повысить после первого приема запас оставляемого древостоя на 15–20 % и сохранить защитные свойства леса.

Длительно-постепенные рубки проводятся в одновозрастных спелых сосновых древостоях со вторым ярусом средневозрастной или приспевающей ели в черничных и кисличных типах, в разновозрастных сосняках брусничных и лишайниковых с наличием не менее 350–400 шт./га молодых тонкомерных деревьев и подроста, а также в смешанных разновозрастных сосново-еловых древостоях черничного и кисличного типов при наличии в них приспевающего или средневозрастного поколения хвойных пород. Проводятся они также в разновозрастных ельниках-брусничниках с наличием тонкомера и подроста ели. В первый прием вырубается до 60 % запаса спелых и перестойных деревьев. На доращивание оставляют не менее 350–400 шт./га не приспевших к рубке тонкомерных деревьев и подрост. Заключительный прием проводится через 30–40 лет, когда деревья достигают возраста спелости. При этом проводится сплошная рубка вновь сформировавшегося за этот период древостоя с сохранением подроста хвойных пород.

Комплексные рубки сочетают в себе рубки главного пользования и рубки ухода. Проводятся они во вторичных ли-

ственно-еловых (березово-еловых и осиново-еловых насаждениях с елью последующего происхождения во втором ярусе и сосново-лиственных лесах с елью (Мелехов 1962).

Основной задачей рубки в этих лесах является переформирование лиственно-еловых насаждений в еловые и улучшение состояния и роста ели. При комплексных рубках достигшие возраста спелости лиственные породы, как правило, вырубаются в два приема, а ель сохраняется в максимальном количестве (фото 4).

Первый прием рубки проводят в возрасте осины или березы в 40–50 лет. Вырубаются лиственные породы, интенсивность рубки 40–50 % по запасу. Второй прием проводится через 10–15 лет после первого с рубкой оставшейся части лиственных пород. Вырубка лиственного яруса за два приема обеспечивает постепенную адаптацию ели к новым условиям и доращивание тонкомерных деревьев лиственных пород до эксплутационных размеров. Состояние елового яруса на третий год после вырубки лиственных пород заметно улучшается.

В результате проведения первого приема комплексных рубок у ели увеличивается интенсивность фотосинтеза и его дневная продолжительность, возрастают объемы ассимиляционного аппарата. Экологическая обстановка в этих условиях значительно улучшается. Рост ели увеличивается в три раза.

Таким образом, комплексные рубки позволяют рационально использовать лиственную древесину, обеспечить переформирование лиственно-еловых насаждений в еловые и повысить продуктивность лесов.

Результаты исследований по влиянию новых машин Софит X на сохранение подроста при сплошных рубках в ельниках-черничниках показали, что сохранность подроста в пасеках составляет 38,6 %. При этом около 15 % оставшегося подроста повреждено. Ширина межволочного пространства составляет 8,1 м, а волоков – 4,7 м.

При разработке лесосек системой машин Тимберджек 618 + Тимберджек 480В, когда деревья спиливаются и выносятся на волок в вертикальном положении, сохранность подроста составляет 58 %. Средняя ширина трелевочных волоков 5,5 м. Ширина между технологическими коридорами (волоками) равна 14,5 м. Повреждаемость подроста составляет около 5 % от общего его количества. Применять систему машин Тимберджек 618 и Тимберджек 480В рекомендуется по технологии лесосечных работ с сохранением подроста независимо от количества и высоты подроста под пологом леса.

Выборочные рубки с применением системы машин Локомо 990 (харвестер) + Локомо 910 (форвардер) проведены в сосновых и еловых насаждениях в зимний период (фото 5). Интенсивность выборки по запасу составила 70 %. Повреждаемость оставленных деревьев составила 13,9 %, сохраннось подроста – 64 %. Средняя ширина волоков – 4,6 м, ширина пасек – 15,2 м. Следует отметить, что при проведении выборочных рубок, указанной системой машин велика степень механических повреждений деревьев, оставляемых для дальнейшего роста, что может привести к появлению напенной гнили.

При постепенных рубках с применением валочно-сучкорезно-раскряжевочных машин Софит X (харвестер) + Софит 6Ф (форвардер) в типе леса чернич-

ник свежий средняя ширина волоков составила 5 м, а межволочного пространства – 9,5 м. Средняя ширина пасек равна 14,5 м. При этом площадь занимаемая волоками составила 34,5 % от общей площади делянки. Интенсивность рубки по запасу составила 64 %, а по числу деревьев – 46 %. На 1 га на доращивание оставлено 760 деревьев. Полнота древостоя после рубки составляет 0,5. В процессе рубок повреждено 22 % деревьев, в том числе с сильными повреждениями – 24 %. Наиболее характерные повреждения – обдир коры и ошмыг кроны. Сохранность подроста составила 75 %.

Таким образом, при постепенных рубках вышеуказанной системой машин лесоводственные требования соблюдаются не в полной мере. Комплексные рубки с применением машин Локомо 990 (харвестер) + Локомо 910 (форвардер) проведены в 60-летних осиново-еловых и березово-еловых древостоях. Тип леса – свежий черничный. При работе указанной системой машин делянка разбивалась на пасеки шириной 20 м. По середине пасеки на полосе до 5 м харвестером разрубался технологический коридор. Одновременно разрабатывались боковые полупасеки шириной до 7,5 м (в пределах досягаемости гидроманипулятора), где спиливались деревья, назначенные в рубку. Сортименты укладывались на свободные от подроста пространство по обе стороны от технологического коридора. Вырубалась береза и осина. На доращивание оставлялись ель и перспективные для дальнейшего роста деревья лиственных пород.

В результате проведения комплексных рубок полнота насаждений снизилась до 0,5–0,6. Второй ярус ели в значительной мере освобожден от полога лиственных пород. На 1 га оставлено 700–800 деревьев.

Площадь, занятая волоками составляет 20–25 % от площади делянки. В процессе рубки повреждено 18–20 % оставляемых на корню деревьев. В наибольшей степени повреждается ель. Сохранность подроста достигает 72 %, в том числе неповрежденного 52 %.

Проведенные исследования свидетельствуют, что применяемая в настоящее время техника и технология лесосечных работ нуждается в совершенствовании при проведении сплошных и несплошных (выборочные, постепенные, комплексные) рубок леса в целях уменьшения отрицательных последствий на лесную среду и обеспечения эффективного лесовозобновления.

Лесоводственные требования к организации и технологии лесосечных работ при различных способах рубок

В зависимости от лесорастительных условий должна применяться технология, обеспечивающая эффективное сохранение подроста и тонкомера хвойных пород. До начала лесосечных работ на каждую делянку составляется технологическая карта, в которой указываются: способ рубки и трелевки древесины, способ очистки лесосек, схемы размещения лесовозных дорог и усов, волоков, погрузочных пунктов, стоянок механизмов, площадь, на которой должны быть сохранены подрост и тонкомер, а также процент сохранности. До начала рубки должна быть произведена разбивка в натуре лесосек на пасеки, отграничение пасечных и магистральных волоков и погрузочных пунктов.

На избыточно-увлажненных почвах делянки с подлежащим сохранению жизнеспособным подростом и тонкоме-

ром назначаются в рубку в зимний период.

Сохранность подроста хвойных пород в пасеках (без волоков) должна составлять от исходного (учтенного до рубки) количества не менее 70 % при сплошных и 80 % при постепенных и выборочных рубках.

На всех лесосеках, кроме сохранения подроста, обеспечивается сохранность семенников, семенных групп, куртин и семенных полос.

Общая площадь под погрузочными пунктами, производственными и бытовыми объектами должна составлять от общей площади лесосеки величиной свыше 8 га не более: 5 % при сплошных рубках с последующим возобновлением, 4 % при постепенных и сплошных с сохранением подроста и 3 % при выборочных рубках. На лесосеках площадью 8 га и менее погрузочные пункты могут занимать площадь: при сплошных рубках с последующим возобновлением – до 0,4 га, с предварительным возобновлением и постепенных рубках – 0,3, выборочных рубках – 0,25 га.

Общая площадь волоков при сплошных рубках с последующим возобновлением должна составлять не более 20 %, при выборочных, постепенных, комплексных и сплошных с сохранением подроста – 15 % от площади лесосеки; ширина волоков – 5 м.

На сплошных рубках, проведенных с применением агрегатной техники, общая площадь волоков должна составлять не более 30 % общей площади лесосеки.

При разработке лесосек в летний период в группах типов леса с влажными и переувлажненными почвами, а также свежими суглинистыми почвами трелевка древесины проводится только по волокам, укрепленным порубочными остатками. Длина пасечных волоков не должна превышать в лесах первой и второй групп 250 м, в лесах третьей группы – 300 м. В зимний период при промерзшем грунте длина волоков может увеличиваться.

При сильном переувлажнении почвы (особенно весной и осенью) вести трелевку не рекомендуется в целях сохранения водно-физических свойств почвы.

При трелевке в летний период (по непромерзшему грунту) лесозаготовители должны принимать меры для предотвращения повреждения почвы с образованием колеи и связанных с этим повреждений корневых систем, оставляемых на доращивание деревьев и ухудшения возобновления хвойных пород.

На тяжелых глинистых и суглинистых сырых и влажных почвах (сосняки и ельники долгомошные, черничники) трелевочные волоки в процессе разработки лесосек необходимо укреплять порубочными остатками. Общий размер повреждения верхнего слоя почвы с минерализацией ее поверхности не должен превышать 20 % площади лесосеки.

На сухих песчаных почвах (сосняки лишайниковые), где сдирание подстилки приводит к ветровой эрозии почв и затрудняет лесовосстановительные процессы, размер повреждения верхнего слоя почвы с минерализацией ее поверхности не должен превышать 15 % площади лесосеки.

При постепенных и выборочных рубках количество поврежденных деревьев не должно превышать: 5 % – для равномерно и группово-постепенных рубок: 3 % – для выборочных.

Указанная система рубок главного пользования в лесах Европейского Севера позволяет своевременно обеспечивать

лесовосстановление и повысить продуктивность бореальных лесов.

Литература

Волосевич, И.В., Чибисов, Г.А. & Вялых, Н.И. 1987. Способы рубок главного пользования в лесах различных групп и их проектирование. В кн.: Вопросы экономики лесного хозяйства и лесоустройства на Европейском Севере. Архангельск. С. 87–103.

Вялых, Н.И. 1968. О возобновлении леса путем сохранения подроста в условиях ельников черничников Архангельской области. Сев-Зап. кн. изд-во. Архангельск. С. 67–73.

Вялых, Н.И. 1971. Жизнеспособность подроста ели на вырубках Архангельской области. В кн.: Сб. работ по лесному хозяйству и лесохимии. Архангельск. С. 49–59.

Вялых, Н.И., Листов, А.А. & Чибисов, Г.А. 1987. Пособие по естественному возобновлению леса на Европейском Севере. Архангельск. 27 с.

Мелехов, И.С. 1962. Рубки главного пользования. Гослесбумиздат. Москва. 329 с.

Правила рубок главного пользования в равнинных лесах Европейской части Российской Федерации. 1994. Москва. 32 с.

Чертовской, В.Г. 1968. О возобновлении леса в связи с рубками на Севере. Рубки и восстановление леса на Севере. Архангельск. С. 10–44.

Чупров, Н.П. 1992. Проблемы лесопользования на Европейском Севере. В кн.: Повышение продуктивности лесов Европейского Севера. Архангельск. С. 3–22.

Лесовозобновительные процессы на типологической основе на Европейском Севере России

Г.А. Чибисов

Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, ул. Никитова 13, Архангельск, 163062, Россия

Введение

Лесовосстановление – одна из основных проблем в лесном комплексе Европейского Севера России. Она выражается в двух блоках крупных вопросов. Первый – лесокультурное производство, включающее семеноводство, селекцию продуктивных форм древесных растений, выращивание посадочного материала в открытом грунте и контролируемой среде, производство лесных культур по эффективной агротехнике, лесоводственные уходы с целевым лесовыращиванием. Второй – естественное лесовозобновление в прямой связи со способами рубок, обеспечивающих устойчивость лесных экосистем, сохранение плодородия лесных почв в зависимости от степени техногенного воздействия, разработка эффективных мер содействия естественному лесовозобновлению.

Лесам Европейского Севера присущи естественные (эндогенные) и антропогенные (экзогенные) сукцессии. В связи с многолетней и интенсивной лесоэксплуатацией, воздействием лесных пожаров, формирование антропогенных лесов является основным характерным явлением в пространстве и во времени.

Лесовозобновление и последующее формирование производных лесов имеют зонально-типологические закономерности, проявляющиеся в скорости лесовозобновительных процессов, породном составе, густоте, напряженности эколого-фитоценотических факторов.

В зависимости от общности степени антропогенного воздействия представляется возможным выделить три пути лесовозобновительных процессов: после сплошнолесосечных рубок и лесных пожаров, несплошных рубок главного пользования, лесокультурного производства (табл. 1). Эти факторы можно считать лесообразующими. Наибольшим разнообразием сукцессионных рядов, начиная с типа вырубок, отличается первая группа лесообразования. Естественное лесовосстановление происходит за счет лесовозобновления последующей, предварительной генерации или той и другой в комплексе.

Типы вырубок

Для последующего лесовозобновления общей характерной чертой является увеличение густоты, периода возобновления, наступления фазы кульминации и стагнации роста, дифференцации в направлении с юга на север, а в пределах подзон тайги – от лучших лесорастительных условий к худшим. Степень проявления биоэкологических свойств древесных пород зависит от конкретных эдафических условий и в значительной степени от типа вырубок. Тип вырубки – среда для возобновления леса, определяется видовым составом напочвенного покрова, как индикатора и эдификатора

Таблица 1. Пути лесообразовательных процессов.

Группы	Лесообразующие факторы	Производные формации	
		из-под ельников	из-под сосняков
1	Сплошные рубки, лесные пожары	Лиственно-еловые, елово-лиственные, чистые ельники, чистые лиственные (березняки, осинники)	Сосново-лиственные, сосново-лиственные с елью, чистые сосняки
2	Несплошные рубки главного пользования (постепенные, выборочные и др.)	Чистые или с участием лиственных, ельники	Чистые сосняки и ельники, участие лиственных
3	Лесокультурное производство	Лиственно-еловые	Сосново-лиственные, чистые сосняки

лесорастительных условий и обеспечивает успешность лесовозобновления.

Для типов вырубок характерна географическая зональность. В редкостойной тайге преобладают лишайниковые вырубки: в северной подзоне – луговиковые, в южной – вейниковые. В средней подзоне тайги переход к вейниковым вырубкам лучше прослеживается там, где заметно воздействие огня. Возникают на таких площадях вейниково-паловые типы вырубок.

В северной подзоне на вырубках из-под сосняков лишайниковых, сфагновых при наличии обсеменителей период возобновления хвойными 5–10 лет, лиственными породами – неудовлетворительное; после брусничных, черничных, долгомошных, вахто-сфагновых – 10–15 лет, на пирогенных вырубках период сокращается до 5–10 лет. Лиственные в условиях черничников возобновляются в течении 3–5 лет.

После ельников брусничных, черничных, долгомошных в этой подзоне возобновление хвойных происходит в течении 15–20 лет (после пожаров на вырубках – 5–10 лет); лиственные поселяются в основном в течении 3–5 лет, в избыточно-увлажненных типах – до 10 лет.

В средней подзоне после сосняков кисличных, брусничных, черничных, долгомошных период возобновления хвойных 10–15 лет, лиственных 5–10 лет; в избыточно-увлажненных – 5–10 лет хвойных при неудовлетворительном – лиственных.

На вырубках из-под ельников всех типов лиственные возобновляются удовлетворительно в течении 5 лет (исключение составляют черничные свежие и травяно-сфагновые – 10 лет). Период возобновления хвойных из-под кисличных – 10 лет, брусничных, черничных – 20, в избыточно-увлажненных условиях – более 20 лет. На паловых вырубках он сокращается в среднем на 5 лет.

По сравнению со средней подзоной в южной период последующего возобновления в целом сокращается на 5 лет, лиственных – на 2–3 года, после ельников возобновление лиственных идет быстрее, чем после сосняков. Значительный эффект лесовозобновления обеспечивается при соблюдении мер по его содействию.

В связи с необходимостью ускорения лесообразовательных процессов в теории и практике идут поиски совершенствования рубок главного пользования, ограничение шаблона в их проведении. Наравне со сплошными концентрированными рубками находят применение узколесосечные, несплошные и их варианты (выборочные различной интенсивности, длительно-постепенные, полосно-постепенные, комплексные).

Узколесосечным рубкам (ширина лесосек 50–150 м) свойственны черты сплошных концентрированных, прежде всего, формированием сходных типов вырубок, но из-за гарантированного обеспечения источниками семян в виде стен леса, периоды возобновления короче. Возобновительный период хвойных в средней и северной подзонах после сосняков лишайниковых 3–5 лет, брусничных – 5–6, черничных – 6–8, сфагновых – 8–10 (до 15), в ельниках черничных – 4–6, сфагновых – 6–8 лет.

В целом вырубки из-под сосняков и ельников удовлетворительно возобновляются все, в том числе хвойно-лиственными породами – 60 %, лиственно-хвойными – 17–20 % и лиственными – 20–23 %. В последнем случае возобновление хвойных очень замедленно.

Подрост

Большой потенциал для лесовосстановления в таежных лесах имеется за счет подроста предварительной генерации. В ельниках зеленомошных количество молодняка ели находится в пределах 3 000–20 000 шт./га. В брусничных северной подзоны – 4 000–5 000, в южной – 15 000 шт./га, в черничных (свежие и влажные) соответственно 3 000–4 000 и 17 000–19 000, в крупнотравных – 3 000–4 000 и 24 000 шт./га. Наименьшее количество отмечается в долгомошных: в северной подзоне 1 000–2 000, в средней 2 000–3 000 шт./га.

Аналогично идёт возобновление в сосняках. В северотаежных сосняках возобновление в целом удовлетворительно. В суходольных сосняках количество самосева и подроста обычно превышает 3 000–5 000 шт./га. Лишь в сосняках на заболоченных почвах это количество не превышает 1 000–2 000 шт./га. Возобновление леса в среднетаежных сосняках в общем также происходит успешно. В подавляющем большинстве в сосняках количество хвойного самосева и подроста превышает 3 000–4 000 шт./га.

Возраст основного количества молодняка ели в южнотаежных ельниках не превышает 20–30 лет, в среднетаежных – 40–60, а в северной подзоне нередко 80–100 лет. Высокая жизнеспособность подроста ели сохраняется в средней подзоне до 50–60 лет, в северной – до 70–80. Оценивая естественное возобновление под пологом древостоев можно отметить, что оно протекает удовлетворительно. Это позволяет считать подрост хвойных важным резервом лесообразовательных процессов. В целом лесоводственное значение подроста достаточно выяснено и вопрос о его сохранении при рубках, как важнейшей меры содействия естественному возобновлению в условиях Севера, не вызывает сомнений – он должен решаться положительно.

После несплошных рубок главного пользования лесообразование может идти как за счет последующего (сопутствующего) и предварительного возобновления (при равномерно, неравномерно-постепенных рубках), или только за счет предварительного (при длительно-постепенных, выборочных). В любом случае период лесовозобновления

и формирования короткий, а породный состав ограниченный.

После первого приема полосно-постепенных рубок в сосняках поселение сосны происходит в первый же год после рубки. Многолетние наблюдения за плодоношением показывают, что даже годы с плохим плодоношением обеспечивают возобновление. Рубки обеспечивают очень успешное последующее лесовозобновление с увеличением доли хвойных от избыточно-увлажненных типов леса к сухим. После длительно-постепенных рубок в сосняках с елью возобновление сосны происходит неудовлетворительно, особенно в черничных типах. В бруснично-лишайниковых типах возобновление сосны лучше, однако и здесь ель вытесняет сосну. Количество подроста и возраст значительно колеблется и зависит от сомкнутости древесного полога.

Сопутствующее и последующее лесовозобновление может происходить при высокоинтенсивных выборочных рубках. В разновозрастных ельниках количество подроста предварительной генерации может колебаться в значительных пределах, но чаще, даже в северной подзоне, не ниже 2 500–3 000 шт./га. В средней и южной – минимальное количество еще выше. В большинстве случаев сохранившийся и поселившийся после рубок подрост размещается по площади неравномерно. Последующее возобновление интенсивно накапливается, начиная с первых лет после рубки. Уже через 15–20 лет после ее проведения вновь появившегося подроста оказывается не меньше, чем сохраненного, а спустя еще 20–30 лет он полностью преобладает, составляя 90–95 %.

После высокоинтенсивных выборочных рубок в целом складывается достаточно благоприятная обстановка для поддержания на протяжении длительного времени такого уровня возобновления, при котором обеспечивается непрерывность накопления подроста, его участие в лесовосстановлении и возможность восстановления элементов структуры разновозрастного леса.

В третью группу входят культурфитоценозы. Культуры ели, созданные посевами, мало отличаются от естественного последующего возобновления. Цель лесовыращивания должна устанавливаться на начальной фазе, при проектировании, не только с учетом породного состава и зонально-типологических особенностей, но и лесопотребления.

В лесообразовательных процессах большая роль принадлежит образованию чистых, смешанных, простых и сложных форм, интенсивности и характеру взаимоотношений между древесными породами в лесных сообществах. Иначе говоря, состав формирующихся насаждений является не только важным показателем для хозяйственного воздействия, но и основным критериальным фактором успешности лесообразования.

Оценка лесообразования, определение типа производных лесов, особенно на первых возрастных этапах, по одной лесообразующей породе или по исходному коренному типу леса затушевывает хозяйственное значение типа леса и недостаточно для текущего, перспективного планирования и управления лесовыращиванием.

С этих позиций большие возможности открываются динамической типологией (Мелехов 1965, 1968, 1980, 1989, Колесников 1967, Набатов 1975, Буш 1976, Буш и Иевинь 1976, Чибисов 1993). Мелехов указывал на настоятельную необходимость учета происхождения типа леса, значения этапов его формирования

и происхождения смен, определения тенденций дальнейшего развития, понимания того, что будет в дальнейшем при естественном ходе событий и что может быть при различных формах вмешательства человека.

На основе общих признаков для выделения типов леса, в зависимости от путей лесовозобновительных процессов и с учетом восстановительно-возрастной динамики, целесообразно классифицировать производные леса как типы лесных биогеоценозов. Тип биогеоценоза в большей степени отражает структурно-функциональные особенности молодняков, как их динамизмом в целом, так и тенденции и скорость смены породного состава, характер биокомпонентов. При этом упрощается и дифференцируется обоснование, выбор хозяйственного воздействия и его интенсивности, цели лесовыращивания в соответствии с конкретными условиями среды и роста. В названии биогеоценозов должна быть отражена эдифицирующая роль древесной породы на данном этапе. Для первого пути лесовозобновительного процесса динамику производных типов леса можно представить в качестве примера следующей табличей (табл. 2). В пределах

Таблица 2. Динамика типов леса (северная подзона тайги).

Коренной тип леса (исходный)	Этапы лесообразовательного процесса		Производный тип леса
	Тип вырубки	Тип лесного биогеоценоза	
Сосняки:			
Лишайниковый	Лишайниковая	Сосняк лишайниковый ельник лишайниковый	Сосняк лишайниковый ельник лишайниковый
Брусничный	Луговиковая, кипрейно-паловая, вересковая	Сосново-березовый брусничный то же со вторым ярусом ели ельник брусничный	Сосняк брусничный сосново-еловый, брусн. ельник брусничный *)
Черничный свежий	Луговиковая, кипрейно-паловая	Лиственно-сосн. черничный березово-сосн. черничный лиственно-сосн. черничный со вторым ярусом ели ельник черничный	Сосняк черничный то же сосново-еловый черн. ельник черн. свежий *)
Долгомошный	Долгомошная, сфагн.-долгомошная	Сосново-берез. долгомошный сосново-берез. черн. влажный сосняк сфагновый березняк сфагновый	Сосняк долгомошный сосняк черничн. влажн. сосняк сфагновый березняк сфагновый **)
Ельники:			
Кисличные	Крупнотравная	Березово-еловый кисличный осиново-еловый кисличный елово-листв. кисличный	Ельник кисличный то же то же
Черничный свежий	Луговиковая, кипрейно-паловая	То же, черничный	Ельник черничн. свежий
Долгомошный	Долгомошная, сф.-долгомошная	Березняк долгомошный березово-елов. долгомошный березово-елов. черн. влажный елово-берез. долгомошный елово-берез. черн. влажный	Березово-долгомошн. **) ельник долгомошный ельник черн. влажный ельник долгомошный ельник черн. влажный
Сфагновый	Сфагновая	Березняк сфагновый березово-еловый сфагновый ельник березово-сфагновый	Березняк сфагновый **) ельник сфагновый то же

*) При наличии семенников возможно формирование ельников с разной долей участия сосны (смешанные ельники, сосняки)

**) Смена пород, смена типов леса

подзон тайги могут формироваться одноименные биогеоценозы. Они различны по производительности, густоте. Отмечается закономерное снижение класса бонитета и увеличение густоты при продвижении с юга на север.

Леса таежной зоны отличаются высокой способностью самовосстанавливаться. Естественное возобновление один из методов лесовосстановления. Он управляемый и его нужно считать активной формой лесовосстановления.

Естественное возобновление характеризуется большим разнообразием как по продолжительности формирования производных насаждений, так и сохранение лесной среды.

Среди множества нерешенных вопросов – задача оптимизации саморепродуктивных процессов в хвойных лесах в связи с рубками, сохранение биологического разнообразия и генофонда. Особую значимость приобретает выявление критических уровней хозяйственного воздействия на лесные экосистемы.

Литература

Буш, К.К. 1974. Пути развития советской лесной типологии. Лесоведение 6: 3–11.

Буш, К.К. & Иевинь, И.К. 1976. Некотырые аспекты развития динамической типологии леса. В кн.: Современные исследования типологии и пирологии леса. Архангельск.

Колесников, Б.П. 1967. Некоторые вопросы развития лесной типологии. В кн.: Типы и динамика лесов Урала и Зауралья. Свердловск.

Мелехов, И.С. 1966. Леса севера европейской части СССР. Леса СССР. Т. 1.

Мелехов, И.С. 1968. Динамическая типология леса. Лесное хозяйство 3: 15–20.

Мелехов, И.С. 1980. Лесоведение. Лесная пром-сть. Москва.

Мелехов, И.С. 1989. Лесоводство. Агропромиздат. Москва. 302 с.

Мелехов, И.С., Корконосова, Л.И. & Чертовской, В.Г. 1965. Руководство по изучению концентрированных вырубок. Москва.

Набатов, Н.М. 1975. Об этапах образования типа леса. Лесной журнал 4: 10–16.

Чибисов, Г.А. 1993. Целевое воспроизводство лесов на основе динамической типологии леса. Лесной журнал 2–3: 3–10.

Состояние и проблемы лесовосстановления в Северной России

Н.А. Бабич, А.И. Барабин и Г.С. Тутыгин

Архангельский государственный технический университет, Наб. Северной Двины 17, Архангельск, 163007, Россия

Породный состав лесов

Леса региона представляют собой формации хвойных пород бореальной структуры. Они формировались под вековыми влияниями естественных и антропогенных факторов. В северной подзоне около 50 % составляют леса временно избыточно увлажненные или заболоченные, V класса бонитета, среднесомкнутые, простого строения. В среднетаежной подзоне увеличиваются площади, занятые кисличными и брусничными типами леса. В сосняках уменьшается площадь лишайниковых боров и кустарничковых типов леса, наиболее широко представленных на севере. В ельниках заметно уменьшаются площади под долгомошными, сфагновыми и приручейными типами, средний класс бонитета составляет 4,3±0,4.

Основными лесообразующими и главными породами, имеющими наибольшее экономическое значение, являются ель, сосна и береза. Лесопокрытая площадь по преобладающим породам распределяется следующим образом (на 1993 г.):

Область/ Республика	Ель	Сосна	Береза
		%	
Архангельская	56,9	27,0	14,5
Вологодская	29,5	24,9	36,9
Коми	55,5	24,7	15,0

Рубка леса изменяет исторически сложившиеся условия лесных экосистем, существенно влияет на процесс естественного возобновления. Смена сосны лиственными породами и елью в таежной зоне получила очень широкое распространение.

Особую остроту проблема смены пород приобрела в последние десятилетия, когда сильно возрос объем лесозаготовок и площадь концентрированных вырубок, активно внедрялась в производство мощная лесозаготовительная техника – ВМ-4, ВТМ-4, ЛП-19, ЛП-49.

В результате интенсивной эксплуатации спелых сосняков на Европейском Севере их площади только за период 1961–1982 гг. сократились на 1,83 млн. га, или на 22,3 %, в том числе в Вологодской области – на 8,7, Архангельской – на 16,9, Республике Коми – на 27,8 %.

В большинстве случаев смена хвойных пород мягколиственными не отвечает интересам народного хозяйства. При смене хвойных лесов лиственными на 30–50 %, а иногда и более снижается общая продуктивность лесов.

Центральной проблемой лесного хозяйства региона следует признать проблему постепенного перехода от сплошных концентрированных рубок к выборочным. Безусловно, современную теорию выборочных рубок в таежных лесах необходимо совершенствовать и детализировать.

Одним из надежных путей предотвращения смены пород, повышения продуктивности таежных лесов является создание лесных культур. Мы считаем, что соотношение объемов естественного возобновления и лесных культур весьма динамично. Например, если в ближайшие 2–3 года не ожидается обильного урожая семян сосны, необходимо создавать лесные культуры. Если же год рубки совпадает с семенным годом или же он по прогнозам ожидается в ближайшие 2–3 года, то предпочтение необходимо отдать естественному лесовосстановлению. В различных частях региона эти соотношения могут меняться (табл. 1).

Многолетние исследования семеношения ели и производственная проверка разработанных нами рекомендаций решили ряд вопросов:

– Усовершенствован морфологический метод прогноза, позволяющий путем подсчета женских почек на «индикаторных» мутовках кроны дерева за год и более до созревания семян точно знать потенциально обильный урожай.

– Выявлено, что заморозки до раскрытия половых и аполовых почек не влияют на точность прогнозируемой оценки семеношения. Количество погибших женских стробилов сильно колеблется по годам и находится в обратной зависимости от обилия потенциального урожая.

– Составлена принципиально новая шкала количественной оценки урожая семян, которая дает возможность на основании точного прогноза "цветения" ели заблаговременно спланировать объемы работ по возобновлению ельников.

– Получены необходимые формулы расчета урожая шишек и семян.

– Установлено, что при обильных урожаях масса семян и класса составляет 60–80 и более процентов. В малоурожайные годы, наоборот, выход семян и класса очень низкий, зато резко возрастает процент нестандартных семян.

– Доказана экономическая эффективность заготовки шишек ели только в годы хороших и обильных урожаев, ибо они обеспечивают высококачественными семенами все лесокультурное производство в промежуток между ними. Расчетная рентабельность (%) заготовки 1 кг семян при оценке урожая по 1,2,3,4,5 баллам шкалы Каппера соответственно равна: -15,99; -3,49; +7,94; +18,23; +81,61.

Таблица 1. Процент лесных культур от площади ежегодных сплошных вырубок.

Область		Республика Коми	Автор и год публикации
Архангельская	Вологодская		
22	–	–	Шужмов и Синников 1968
25	30	20	Побединский 1977
16	19	11	Львов и др. 1980
Лесные культуры следует планировать в объеме не более 15–25 % от площади вырубок			Тюрин 1987
26	30	20	Писаренко и Мерзленко 1990
24	29	13	Чибисов 1992

– Намечены районы для составления прогноза, где макростробилы не побиваются поздневесенними заморозками, что гарантирует получение точных данных по потенциальному и фактическому урожаю шишек.

Основные материалы исследований изложены в рукописи докторской диссертации (Барабин 1990) и частично вошли в «Наставление по лесосеменному делу в Российской Федерации» (1994).

В последние годы начаты исследования по сексуализации побегов у сосны и лиственницы. Установлены «сигнальные» мутовки и секторы кроны дерева с максимальной встречаемостью макростробилов, что открывает перспективу подхода к более точному составлению прогнозов семеношения и количественному учету скрытых и фактических урожаев семян.

Многие десятилетия главной культивируемой породой в регионе была сосна. Это понятно, так как с начала внедрения в 1929 г. сплошных концентрированных вырубок в первую очередь вырубали высокопроизводительные сосняки. Поэтому лесоводы при выборе культивируемой породы предпочтение отдавали сосне. Так в 1956 г. в Архангельской области культуры сосны составили 94,4 % от общей закультивируемой площади.

С течением времени насаждения сосны все меньше стали поступать в рубку, лесозаготовки переместились в ельники. А поскольку основным способом заготовки шишек на Севере является их сбор со срубленных деревьев на лесосеках рубок главного пользования, возникла проблема лесосеменного сырья. Она усугубляется редкими урожайными годами и невызреванием семян сосны при неблагоприятных погодных условиях. Годы обильного урожая в северной и средней подзонах наступают с разрывами, доходящими до 8 лет. Под Архангельском сосна плодоносит в 2–3 и даже 6 раз слабее, чем в более южных районах ее ареала. Поэтому все чаще лесоводы стали вынуждено предпочитать культуру ели, несмотря на то, что не всегда почвенные условия благоприятны для нее. Кроме того, широкому и нередко необоснованному внедрению ели в культуру способствовало и то, что сеянцы ели в питомниках Севера в меньшей степени подвергаются повреждениям от болезней и энтомовредителей по сравнению с сосной. Они хорошо приживаются на лесокультурной площади.

Комплекс таких обстоятельств привел к тому, что в настоящее время основной культивируемой породой стала ель. Например, если в 1971 г. площадь культур ели составила в Республике Коми 27 %, то через 11 лет – в 1981 г. - 52 %. В 1931–1940 гг. в Вологодской области соотношение площадей культур сосны и ели было 90:10. За пятилетку 1981–1985 гг. елью закультивировано 85 104 га и только 7 233 га составили культуры сосны. Подобная тенденция и соотношение наблюдаются и в Архангельской области.

Монокультура ели – современная проблема лесного хозяйства Европейского Севера России. Ее надо решать на зонально-типологической основе с учетом лесокультурного районирования и накопившегося опыта выращивания культур хвойных пород.

Многие годы основным методом создания лесных культур в регионе оставался посев. Хорошей грунтовой всхожести семян, высокой приживаемости всходов и успешному их росту благоприятствуют умеренные летние температуры воздуха (среднемесячная температура июля – 15–17 °С), достаточное количество осадков

в вегетационный период. По мере повышения культуры производства и интенсивности ведения лесного хозяйства роль посадок в восстановлении леса возросла. Выбор метода должен определяться почвенно-грунтовыми условиями и прогнозируемым типом вырубки (фото 6). На вырубках с суглинистыми почвами, а также на вырубках, сравнительно быстро зарастающих травянистой растительностью (разнотравно-злаковые, крупнотравные, таволговые) следует отказаться от посевов. В этих условиях предпочтительны посадки ели саженцами 5 и 6-летнего возраста.

Выполнение значительных объемов посадки леса на Севере невозможно в сжатые весенние сроки их производства. Это связано с недостаточной механизацией работ, слабым развитием и плохим состоянием дорожной сети, удаленностью вырубок от населенных мест.

Как показали наши исследования, проведение лесовосстановления осенью не дает хороших результатов (табл. 2). Высокую приживаемость культур сосны, используя свежевыкопанный посадочный материал, можно получить лишь после посадки весной, до начала распускания почек у сеянцев. Сеянцы и саженцы ели хорошо приживаются, если их выкопать из питомника и посадить на лесокультурную площадь до распускания почек и спустя не более 10–15 дней после начала фазы распускания. Продолжительность указанного срока невелика и меняется в разные годы, поэтому трудно планировать работы по лесовосстановлению.

Между тем в регионе имеются объективные предпосылки для продления сроков посадки. Конец весны и начало лета здесь отличаются благоприятными условиями для приживаемости и роста древесных растений на вырубках.

До последнего времени посадочный материал с закрытой корневой системой не получил широкого распространения, затраты на него высоки. Основным лесокультурным посадочным материалом остаются сеянцы и саженцы с обнаженными корнями, для которых разработана технология и накоплен опыт искусственного торможения начала распускания почек.

Сеянцы и саженцы сосны и ели для консервации выкапывают как только от-

Таблица 2. Средняя по многолетним данным приживаемость опытных лесных культур (по данным на конец второго вегетационного периода).

Сезон посадки	Приживаемость (M±мM), %	
	Сосны	Ели
Весна, до начала распускания почек у сеянцев и саженцев	96,1±0,4	97,3±0,3
Весна, от начала роста сеянцев и саженцев до зацветания сосны	64,6±1,8	89,7±0,5
Летний период, от цветения сосны до зацветания вереска	35,3±1,1	59,7±2,6
Позднелетний период, от цветения вереска до изменения окраски листьев у березы	78,0±1,9	72,6±2,0
Осень, от пожелтения листьев у березы до замерзания почвы	46,6±1,5	40,1±1,7

тает почва в питомниках. Их укладывают в ящики, засыпая корни влажным измельченным торфом, или упаковывают в рулоны при помощи полиэтиленовой пленки. В хранилище за счет заранее загруженного в отсеки льда или работы холодильной установки должна поддерживаться температура воздуха в пределах от 0 °С до +3 °С, относительная влажность воздуха – 90–95 %. В таких условиях не только уменьшается испарение, но и снижается интенсивность дыхания, а следовательно энергетические затраты растений.

Применение консервации дает возможность в условиях северной и средней подзон Европейской тайги продлить сроки посадки сосны и ели не менее, чем до середины июня. Торможение распускания почек уменьшает остроту послепосадочного стресса, так как диспропорция между поступлением воды из почвы и расходом ее на транспирацию не столь значительна, как у растений, тронувшихся в рост до посадки. Максимальная продолжительность консервации сеянцев сосны – 40 суток, сеянцев и саженцев ели – 50 суток.

Вегетация лиственницы нередко начинается еще до полного оттаивания почв в питомниках и на лесокультурных площадях, что сокращает весенний период успешных посадок сеянцев с обнаженными корнями. Вместе с тем, глубокая перестройка обмена веществ от состояния вынужденного покоя к вегетации делает невозможной консервацию посадочного материала после весенней выкопки без резкого нарушения хода естественных физиологических процессов.

Другая биологическая особенность лиственницы – ежегодное сбрасывание хвои создает благоприятные возможности применения зимне-весенней консервации. После опадения хвои жизнедеятельность растений протекает на минимальном уровне, что благоприятно сказывается на сохранении качества посадочного материала.

Для зимне-весенней консервации сеянцы выкапывают из питомника осенью в фазе пожелтения и опадения хвои (обычно во второй половине октября). Их укладывают в ящики, засыпая корни измельченным торфом влажностью 60 % от полной влагоемкости. Ящики с посадочным материалом сначала хранят в темных неотапливаемых помещениях, а в марте-апреле помещают в хранилище, где поддерживают такие же условия, как для сеянцев и саженцев сосны и ели. Использовать законсервированный посадочный материал следует не позднее 30 суток после начала вегетации лиственницы в питомнике.

Для повышения качества искусственного лесовосстановления необходимо своевременно проводить агротехнические уходы. В наиболее распространенных лесорастительных условиях вырубок на Европейском Севере зарастание травянистой растительностью минерализованных полос, борозд и пластов происходит значительно медленнее, чем в более южных районах России. Поэтому чаще всего достаточно ограничиться одним химическим уходом на третий или четвертый год после посева семян либо посадки сеянцев, а при использовании саженцев ели можно не проводить агротехнические уходы. Экологически безопаснее и экономически выгоднее вносить гербициды локально – вдоль рядов культивируемых древесных растений. Химическая нагрузка на окружающую среду снизится, если препараты использовать в сухом виде, предпочтительно в форме таблеток или гранул.

Лесокультурный опыт предприятий региона свидетельствует о том, что со-

блюдение основных правил выполнения технологических операций при создании и выращивании культур способствует формированию высокопродуктивных насаждений с преобладанием в составе культивируемой породы.

Культуры сосны в черничном типе условий местопроизрастания средней подзоны тайги к 40–летнему возрасту накапливают на 35–64 % больше стволовой древесины, чем сосняки естественного происхождения, в брусничном типе – на 24–64 %. В брусничном типе северной подзоны эта разница составляет 34 %. В лишайниковой группе типов леса северной подзоны тайги различия в накоплении запаса стволовой древесины древостоями искусственного и естественного происхождения не выходят за пределы точности, принятой при инвентаризации леса.

К преимуществам культур следует отнести и то, что они начинают продуцировать в первый год, а естественный лесовозобновительный процесс на гарях и вырубках длится 10–15 и даже 20 лет.

Повышенная продуктивность культурфитоценозов в основном обеспечивается: обработкой почвы, проводимой применительно к конкретным типам условий местопроизрастания; выравненностью условий почвенной среды; соответствием биолого-экологических свойств культивируемой породы условиям местопроизрастания; использованием высококачественного селекционного посадочного (посевного) материала; проведением уходов; равномерностью распределения культивируемых особей по площади, которая в свою очередь ведет в некоторой степени к уменьшению дифференциации деревьев, что служит основной причиной ослабления процесса самоизреживания и обеспечивает выживание большого числа стволов на единице площади; активным процессом продуцирования культивируемых растений с первого года создания культур; почвоулучшающей способностью естественно возобновляемых на участках культур лиственных пород; естественным возобновлением лиственных и хвойных пород, являющимся важным структурным элементом формирования общего запаса фитоценозов антропогенно-природного происхождения.

Лесные культуры должны создаваться там, где не дает положительного результата естественное возобновление. Только сочетание естественного и искусственного лесовозобновления гарантирует своевременное облесение вырубок хозяйственно-ценными породами.

Литература

Барабин, Л.И. 1990. Закономерности семеношения ели на Европейском Севере и основа лесосеменного прогнозирования. Автореферат дисс. доктора с.-х. наук. Москва. 35 с.

Львов, П.Н., Ипатов, Л.Ф. & Плохов, А.А. 1980. Лесообразовательные процессы и их регулирование на Европейском Севере. Лесная пром-сть. Москва. 113 с.

Наставления по лесосеменному делу в Российской Федерации. 1994. Москва. 159 с.

Писаренко, А.И. & Мерзленко, М.Д. 1990. Создание искусственных лесов. Агропромиздат. Москва. 270 с.

Побединский, А.В. 1977. Повышение продуктивности лесов лесоводственными мероприятиями. В кн: Повышение продуктивности лесов лесоводственными примерами. ВНИИЛМ. Москва. С. 3–24.

Тюрин, Е.Г. 1987. Воспроизводство хвойных лесов. Лесное хозяйство 9: 42–45.

Чибисов, Г.А. 1992. Рубки ухода за лесом на Европейском Севере. Лесоводственно-биологические основы и зонально-типоло-

гические программы. Автореферат дисс. доктора с.-х. наук. С.-Петербург. 41 с.

Шугимов, А.А. & Синников, А.С. 1968. Лесовосстановительные мероприятия в Архангельской области. В кн.: Рубки и восстановление леса на Севере. Сев.-Зап. кн. изд.-во. Аргхангельск. С. 94–111.

Планирование участков лесовозобновления в Финляндии

П. Валлениус
Лесная Служба Финляндии, Верниссакату 4, ФИН-01300 Вантаа, Финляндия

Схема систем планирования

Из находящейся в ведении Лесной Службы Финляндии (ЛСФ) площади суши 3,3 млн. га или 34 % составляют лесохозяйственные угодья, на которых выращивается эксплуатационный лес. Ежегодно возобновляется 0,6 % площади эксплуатационных лесов или примерно 20 000 га. Объемы рубок ухода возрастают и на сегодняшний день производятся примерно на 30 000 га. Общий объем заготовки составляет около 4,3 млн. $м^3$ в год.

Лесопользование основано на охватывающей все леса ЛСФ локальной информации или на картах, повыдельных данных о почвах и древостое, а также на данных о специальных объектах природы. В локальных данных учтены всевозможные ограничения лесопользования, установленные на различных этапах планирования в соответствии с программами лесопользования. Кроме того, при использовании лесных ресурсов имеет значение знание местных условий и реакция окружающей среды на хозяйственные мероприятия. Системы планирования представлены региональным планированием природопользования, ландшафтно-экологическим планированием и программами по охране природы (напр. побережий). Схема систем планирования показана на рисунке 1.



Рисунок 1. Системы планирования.

Различные уровни планирования

Стратегическое планирование лесопользования осуществляется в рамках планирования природопользования (ALVS). План составляется для всех лесохозяйственных округов, в которых существуют актуализированные планы до 2000 года. План представляет собой принципиальную программу землепользования для всей территории округа. Принципиальный план охватывает все угодья от природоохранных до эксплуатационных и составляется совместными усилиями хозрассчетных подразделений ЛСФ.

Планирование начинается со сбора всей имеющейся информации по каждой территории и организации многоступеньчатого привлечения всех заинтересованных организаций и граждан для выявления их мнений и пожеланий по характеру использования земель и лесов. Привлечение сторон продолжается в течение всего хода составления плана. Из представителей заинтересованных организаций и граждан комплектуются три или четыре координирующие группы, работающие весь период планирования и направляющие принятие решений.

На основании собранной информации составляются несколько вариантов землепользования. В альтернативах делается упор на охрану природы, лесное хозяйство и рекреацию. Кроме того, альтернативы сопоставляются с существующими формами работы.

На базе заключений от группы планирования и предложений объединенных координационных групп и граждан отбирается та альтернатива, которая лучше других учитывает разносторонние интересы. На основе выбранной альтернативы определяется такой объем заготовки на территории, который позволяет реализовать и другие поставленные цели. Проект выбранного плана широко представляется привлеченным сторонам и гражданам, отзывы которых учитываются при принятии окончательного решения.

Принципиальные экологические решения принимаются в ходе ландшафтно-экологического планирования (AES). Оно охватывает территории площадью от 10 000 до 100 000 га и делает упор на экологических аспектах. Все угодья ЛСФ будут охвачены ландшафтно-экологическими планами к 2000 году. Эти планы создаются одновременно во многих уголках страны. Для каждого плана закладывается проект по планированию, в который вовлекаются различные подразделения ЛСФ и координационные группы из представителей заинтересованных организаций и граждан. Привлечение заинтересованных сторон осуществляется так же, как при планировании природопользования, т.е. им предоставляется возможность высказать свое мнение и свою информацию в ходе организуемых встреч и рабочих групп.

В ходе ландшафтно-экологического планирования из различных источников и наземных обходов выявляются специфические экологические объекты территории, по которым составляются планы по охране и уходу (Hallman и др. 1996). На рисунках 2 и 3 показаны структура и график ландшафтно-экологического планирования.

Наиболее обширные нуждающиеся в охране объекты планируемой территории соединяют экологическими коридорами и ступеньками, дающим возможность распространения видам биоты. Такие связки облегчают размножение и сохранение биоты в длительной перспективе (Korhonen и Savonmäki 1997).



Рисунок 2. Структура ландшафтно-экологического планирования.

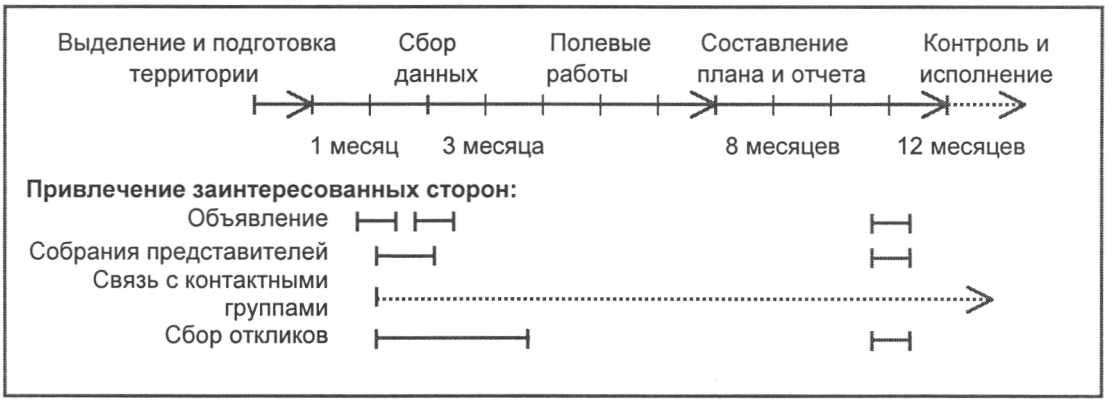


Рисунок 3. График составления ландшафтно-экологического плана (пример).

Взятые в план специальные объекты и связанные с ними мероприятия обозначаются в системе локальной информации и учитываются, например, при планировании возобновления. Пример ландшафтно-экологического плана показан на рисунке 4.

По специальных участкам, например, по зонам рекреации, заповедникам, пустошам и подобным, составляются специ-

альные планы, определяющие порядок их использования и ухода на ними.

По всем объектам заготовки и ухода за лесом создаются отдельные заготовительные планы. В них учитываются все установки планов более высокого порядка и определяются решения по возобновлению, рубкам ухода, уходным мероприятиям и тем охраняемым природным объектам, которые не оговорены в более широких планах. В этих планах также намечается схема повыдельных лесных дорог. Заготовительные планы служат практическим руководством наряду с лесоводческим, экологическим и другими вероятными специальными ограничительными наставлениями ЛСФ. Сертифицированная в 1998 году экологическая программа ЛСФ нацелена также на учет условий окружающей среды при любом планировании и исполнении хозяйственных мероприятий. Экологическая программа построена в соответствии со стандартом ISO 14001 и сертифицирована международной организацией Det Norske Veritas. Экологическая программа затрагивает все стороны деятельности ЛСФ и она нацелена на постоянное улучшение ухода за окружающей средой при основных формах вмешательства в природу различными подразделениями организации.

Выбор участков возобновления

При планировании объектов возобновления руководствуются требованиями Экологического наставления и критериями лесоводческого наставления ЛСФ. Главным является определенный на основе климатических условий типов и

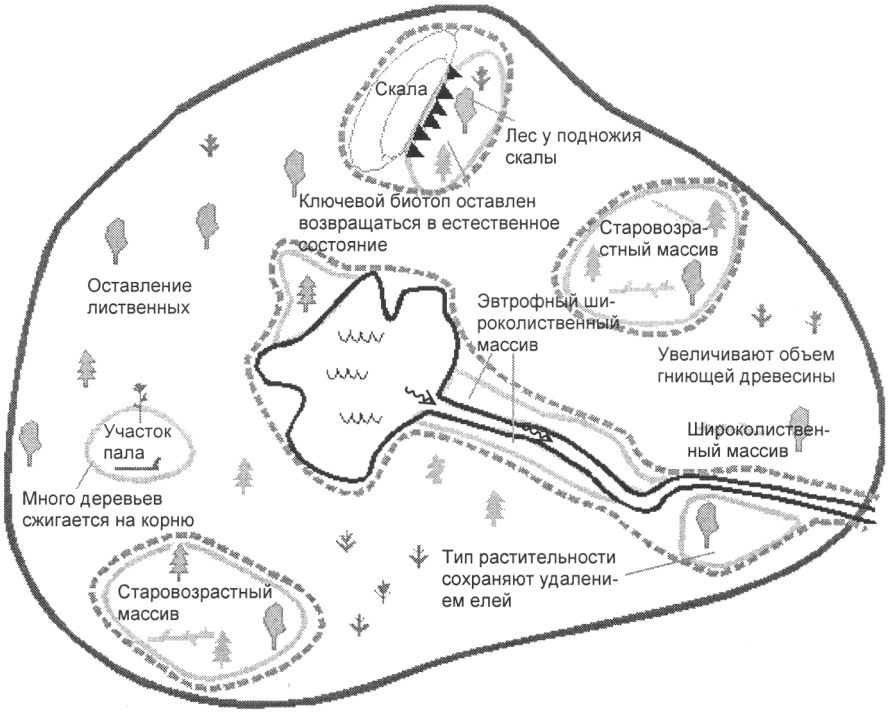


Рисунок 4. Пример ландшафтно-экологической карты.

плодородия мест произрастания период оборота, определяющий возможность возобновления. Обязательный и для ЛСФ Закон о лесе устанавливает ограничения для возобновления по возрасту и диаметру ствола. Но эти ограничения менее жесткие, чем установленные наставлениями самой ЛСФ. Если на территории имеется несколько годных для возобновления выделов, то на выбор помимо нормативов влияют состояние рынков или спрос на определенную древесину, сезон заготовки или несущая способность почвы, соотношение площадей выделов или общий запас для заготовки и отношение выделов к общей структуре леса на территории или долгосрочные последствия заготовки. Кроме того, в плане учитываются потребности и пожелания местных жителей и заинтересованных групп. Эти данные получены при составлении плана природопользования, ландшафтно-экологического плана и плана заготовки.

При планировании заготовки все округи ЛСФ имеют общие плановые объемы заготовки и сортиментные планы. Небольшой резерв планов заготовки позволяет регулировать поток требуемых на рынках сортиментов. В один план отбираются выделы с одинаковой несущей способностью почвы, чтобы заготовку можно было выполнить за один прием. Иногда возникает необходимость срочно подбирать выделы для удовлетворения запросов рынка, но и в таких случаях учитываются все обязательные факторы планирования.

Принципы отбора выделов определяет территориальный планировщик. План может быть подробным или лишь принципиальным, когда более детальное планирование поручается исполнителю работ (оператору или вальщику). При составлении плана используются данные всех перечисленных планов. Обычно планы подготавливаются загодя, за полгода и даже за год до начала работ, но иногда планирование приближается вплотную к исполнению.

Закон о лесе предполагает извещение о лесопользовании, т.е. план заготовки должен быть утвержден не позже, чем за две недели до рубок, хотя бывают исключения. Планы заготовки составляются всё чаще совместными усилиями представителей отдела лесного хозяйства и охраны природы. Такое сотрудничество особенно важно по противоречивым объектам. Также всё чаще привлекаются представители других заинтересованных сторон.

Принципы возобновления

Принципы возобновления опираются на результаты исследований по выращиванию леса в разных частях страны и на составленных по этим результатам наставлениях. На первом месте из способов возобновления идет естественное при наличии условий, затем посев и посадка. Часто применяется комбинированный способ, объединяющий выше перечисленные.

На угодьях ЛСФ доля естественного возобновления составляет 40–50 %. Посев и посадка применяются почти в равной мере и их доля около 30 %. Для возобновления используются отечественные финляндские породы деревьев. Применение пород и их сочетаний сильно варьирует по выделам. Всегда стараются использовать имеющийся подрост. Расчистка участков производится лишь тогда, когда имеющаяся поросль мешает созданию нового насаждения или формированию ландшафта. Почва подготавливается почти на всех возобновляемых участках (Hänninen и др. 1995). Способы

подготовки почвы выбираются самые легкие в зависимости от ее характера и влажности. Преобладающим способом является боронование (60–70 % от площади подготовки). На слаботорфянистых заболоченных участках применяется мозаичная минерализация и на торфянистых создание микроповышений. Плуговая вспашка на угодьях ЛСФ больше не производится. На заболоченных участках обычно осушение (отвод вод мелкими канавами) с созданием микроповышений. Первичное осушение болот прекращено. Показавшие свою эффективность старые осушительные системы реконструируются.

Центральными моментами при планировании возобновления являются не только способы, но и ландшафтные факторы, размеры участков возобновления, охотничьи угодья, специальные природные объекты, охрана вод и иное лесопользование. При составлении плана уточняется оставляемый древостой, возможности пала и строительство дорог. Палы поддерживаются как форма возобновления, присущая бореальным лесам, но количество палов остается малым из-за малых размеров делянок и плохих погодных условий. Лесных дорог строится всё меньше, и строящиеся дороги являются обычно ветками на делянки. Капитальный ремонт и содержание старых дорог весьма трудоемкие задачи.

Принципы возобновления претерпели сильные изменения в начале 1990-х годов. Резко сократились площади участков возобновления. Ныне они составляют в среднем 3–4 га. На всех объектах учитываются ландшафтные факторы, охрана вод и специальные природные объекты. На всех участках оставляется на корню примерно 10 $м^3$/га. Обычно это старые деревья, особенно лиственные. Они предназначены для поддержания объема гниющей древесины как обиталища редких видов биоты. На участках возобновления ЛСФ ныне оставляется около 15 % годной для заготовки древесины в целях ухода за окружающей средой. Это количество оставляется независимо от имеющихся ОПТ.

Документы планирования

Локальная система информации выдает основные данные для планирования участков возобновления. Она объединяет всю информацию о предыдущих процессах планирования. Эти данные вместе с материалами откликов и полевых работ планировщиков закладывают основание плана возобновления. Внутри плана на основании локальных данных очерчивается площадь возобновления, корректируемая при помощи иных данных и установок. При необходимости выполняются полевые обходы. В ходе планирования создается общая карта, карта участков заготовки, список повыдельных мероприятий и объемов заготовки, сведения об специальных природных объектах в форме экологической. На экологически важных объектах привлекаются представители отдела охраны природы и, при необходимости, экологические центры для составления приемлимого плана. Все данные по экологически важным объектам посылаются покупателям древесины. Все материалы по участкам возобновления доступны для ознакомления в отделениях ЛСФ по их себестоимости.

Контроль и поддержание деятельности

Данные по возобновлению и другим выполняемым в лесу работам вносятся в локальную систему информации не позже, чем в течение полугода после осуществления мероприятия. Локальная ин-

формация обновляется также в ходе работ по планированию и исполнению работ. При необходимости обновление может быть организовано как отдельная операция.

Уходные мероприятия и их действенность контролируются ежегодно примерно на 10 % случайно выбранных объектов работы. На основании результатов контроля деятельность корректируется и результаты доводятся до сведения общественности. Особое внимание при контроле за участками возобновления уделяется экологическим аспектам, т.е. оценивается, насколько удачно спланированы и осуществлены задачи по уходу за окружающей средой. В проверках участвуют представители отделов лесного хозяйства и охраны природы. Правилом является и то, что проверяющие не заходят на подотчетные им участки. Данные проверок за несколько лет показывают изменение ситуации в лучшую сторону и достижение высокого уровня. Кроме текущего контроля отслеживается выполнение экологической программы. Материалы таких проверок служат основанием для дальнейшего улучшения работы в различных подразделениях.

В Финляндии Лесная Служба вкладывает огромные усилия в уход за окружающей средой и биоразнообразием природы, а также в повышение экологичности своей деятельности. Деятельность совершенствуется постоянно на базе результатов исследований и опыта. В ближайшие годы ожидаются серьезные новые вызовы в улучшении работы.

Литература

Hallman, E., Hokkanen, M., Juntunen, H., Korhonen, K.-M., Raivio, S., Savela, O., Siitonen, P., Tolonen, A. & Vainio, M. 1996. Alue-ekologinen suunnittelu. Metsähallituksen metsätal. julk. 3. 59 c.

Hänninen, E., Kärhä, S. & Salpakivi-Salomaa, P. 1995. Metsätalous ja vesiensuojelu. Metsätehon opas. Helsinki. 23 c.

Korhonen, K.-M. & Savonmäki, S. (ред.) 1997. Metsätalouden ympäristöopas. Metsähallitus. Vantaa. 130 c.

3. Естественное лесовосстановление и сохранение подроста

Естественное лесовосстановление в Финляндии

Э. Кубин

Научно-исследовательский институт леса Финляндии, Научная станция Мухос, Киркkосаарентие 7, ФИН-91500 Мухос, Финляндия

Сроки рубок возобновления

Рубка возобновления для дальнейшего создания лесных культур или естественного возобновления возможна в Финляндии при определенных законом о лесе условиях, т.е. древостой должен обладать достаточной полнотой, возрастом или должны быть другие основания. Среди основных показателей спелости возобновления в последнее время на первое место вышла полнота, что вполне обоснованно особенно по отношению к прореживаемым массивам. Возраст считается второстепенным основанием, имеющим большее значение в естественно сформировавшихся, длительное время не подвергавшихся уходу или медленно набирающих полноту насаждениях (Mielikäinen 1997). Как достаточный возраст, так и достаточная полнота зависят от условий и географического расположения места произрастания.

При определении сроков рубки возобновления на основании полноты исходят из данных о среднем диаметре. В зависимости от породы дерева и места произрастания он должен быть в южной Финляндии 23–27 см, в средней Финляндии 22–25 см и в Лапландии 22–24 см (табл. 1). Порогом по возрасту для возобновления является диапазон 50–130 лет. В пользу возобновления также влияют свойства леса, такие как низкое качество древесины или слабый рост.

Когда естественное возобновление возможно?

По закону естественное возобновление возможно, если на участке согласно предварительным оценкам имеются достаточные лесорастительные, почвенные и напочвенно-растительные условия для возникновения естественного молодняка. Поддержание условий естественного облесения подготовкой почвы и заглушением трав и поросли соответствует духу закона. Условия для облесения отсутствуют, если, например, нет надежного источника обсеменения или ожидаемый стресс напочвенной растительности может погубить молодняк. По направлению к северу условия обсеменения ухудшаются, а на участках в южной Финляндии обычна угроза зарастания травяной растительности.

Организации лесного хозяйства разработали принципиально схожие рекомендации по выбору способа возобновления (Luonnonläheinen... 1994, Metsän uudistaminen 1996, Hokajärvi 1997). Естественное возобновление рекомендуется при наличии предпосылок для получе-

Таблица 1. Порог возраста и полноты насаждения на суходольных почвах для возобновления согласно постановлению Министерства сельского и лесного хозяйства Финляндии (1997).

Древесные породы и место произрастания	Средний диаметр, см			Средний возраст, лет		
	Лапландия	Центр. часть	Южная часть	Лапландия	Центр. часть	Южная часть
Сосна обыкновенная						
Влажные или более богатые почвы	23	25	27	110	90	70
Суховатые почвы	23	24	25	120	100	80
Сухие почвы	22	22	23	130	120	100
Ель обыкновенная						
Почвы с травяным покровом или более богатые почвы	23	24	25	100	80	70
Влажные почвы	22	23	24	110	90	80
Берёза повислая и пушистая						
Почвы с травяным покровом или более богатые почвы	–	–	–	60	60	50
Влажные почвы	–	–	–	60	60	60
Влажные или более богатые почвы	22	23	24	–	–	–

ния экономически ценной древесины за умеренные сроки и достижения лучшего результата по объему продукции, затратам и рискам, чем при создании культур. Рекомендации организаций предполагают использование естественного подроста, обсеменение от стены леса и объединение различных способов на одних и тех же площадях. На участках часто имеется много естественного молодняка, до половины числа стволов выращиваемого древостоя (напр. Pohtila и Valkonen 1985, Räsänen и др. 1985, Saksa 1987).

Естественное возобновление использовалось в Финляндии по разному. Поворотным в лесном хозяйстве оказался период конца 1940-х и начала 1950-х годов (Leikola 1986, 1987). До него преобладали выборочные и близкие к ним типы рубок, а леса в основном возобновлялись искусственно или оставлялись без активного содействия под естественное возобновление. Значение урожаев семян (Heikinheimo 1932, 1937) и подготовки почвы для облесения было уже известно (Tertti 1938), но для широкомасштабной подготовки почвы на практике не были разработаны методы. Поэтому во многих местах лес возобновлялся медленно и неполноценно. Когда растущий спрос на древесину потребовал усилить рубки главного пользования, старые методы были в приказном порядке замещены повыдельной системой хозяйствования (Appelroth и др. 1948), утвердившей сплошные, семенные и верховые рубки как формы рубок главного пользования (Heikinheimo 1948, Mikola 1956).

Расширение сферы применения древесины и примеры удачных лесных культур очень быстро распространили популярность методов, нацеленных на создание культур. Это происходило за счет сокращения естественного возобновления, даже настолько, что в некоторых программах лесовосстановления целесообразными признавались только лесные культуры. Площади естественного возобновления резко сократились в 1960-х годах (рис. 1). Ныне естественное возобновление и посев составляют более половины площадей ежегодного возоб-

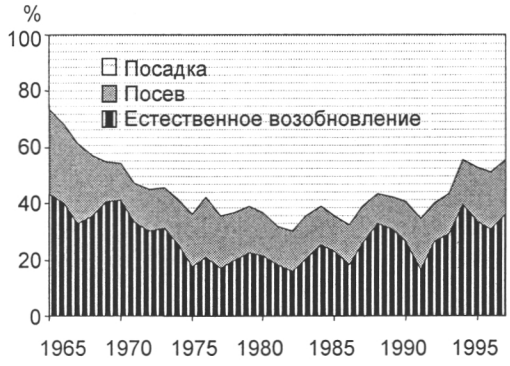


Рисунок 1. Относительные доли естественного возобновления, посева и посадки от общей площади лесовостановления в Финляндии за период 1965–1997 (Metsätilastollinen... 1998).

новления. Естественно возобновляется преимущественно сосна.

Естественное возобновление сосны

Сосна возобновляется естественным путем при помощи семенных деревьев. Использование метода предполагает достаточное осыпание созревших семян. Измерения показали, что в одном и том же климатическом поясе урожаи семян лучше на плодородных землях (Sarvas 1962). При благоприятных тепловых условиях в южной Финляндии созревших семян образуется ежегодно достаточно для естественного возобновления, но при движении на север урожайные годы случаются реже. Когда сумма эфективных температур остается ниже 950 единиц (°C·d), не все семена сосны созревают и предпосылки естественного возобновления резко ухудшаются. Одновременно отмечено, что в пределах одного массива различия между отдельными деревьями велики и даже в неблагоприятные вегетационные периоды отдельные особи производят созревшие семена (Ryynänen 1982). Когда сумма эфективных температур ниже 700 °C·d, семена уже не созревают (Henttonen и др. 1986).

Наряду с достаточным и имеющим хорошую энергию прорастания урожаем семян важным фактором является подготовка почвы. Старые исследования облесения участков семенниками (Sarvas 1949, Lehto 1956, 1969, Oinonen 1956) показывают, что часто молодняк образуется весьма неравномерно. Молодняка было тем больше, чем грубее был механический состав почвы, а с утолщением слоя мхов и гумуса его формирование протекало замедленнее. На грубых почвах молодняк часто имелся уже до рубок семенников, и в некоторых случаях признавалось достаточным возобновить насаждение через освобождение имеющегося молодняка из-под полога (Vaartaja 1951). Поскольку результаты естественного возобновления оставались противоречивыми ещё в начале 1960-х годов и в применении способа на практике преобладал эмпиризм, возможности искусственного возобновления выглядели явно предпочтительнее, чем естественное возобновление. Также исследования были долгое время сосредоточены на искусственном возобновлении и связанных с ним проблемах (Leikola 1987).

Исследования естественного возобновления сосны активизировалось в начале 1980-х годов. По новым данным естественное возобновление сосны давало лучшие, чем раньше результаты благодаря совершенствованию способов подготовки почвы (Kinnunen и Mäki-Kojola 1980, Kinnunen 1993, Norokorpi 1983, Valtanen 1984). Улучшение результатов было вызвано и тем, что благодаря интенсивному лесному хозяйству всегда присутствовал выбор альтернатив искусственного и естественного возобновления, под которое не было повода оставлять негодные для него участки. Благо-

даря подготовке почвы скорость естественного возобновления сосны повысилась (фото 7). Если хороший урожай семян выпадает на подготовленный участок, то возобновление удается за один год, и более длительное сохранение семенников больше не способствует облесению (рис. 2). Средняя высота молодняка будет тем ниже, чем дольше будут стоять семенные деревья (Kubin 1998). Отставание в росте по высоте особенно заметно, если семенные деревья стоят больше 4–5 лет.

В последние годы популярность естественного возобновления сосны возросла. Этому способствуют новые данные исследований о возможностях и ограничениях его применения, дешевизна по сравнению с созданием культур и, несомненно, его естественность. Но даже будучи естественным, активное естественное возобновление сосны требует точного и аккуратного планирования и исполнения работ. В практических наставлениях организаций (Luonnonläheinen... 1994, Metsän uudistaminen... 1996, Hokajärvi 1997) и на основании новейших научных результатов (Kubin 1998, Valtanen 1998) по естественному возобновлению сосны можно сделать следующие выводы:

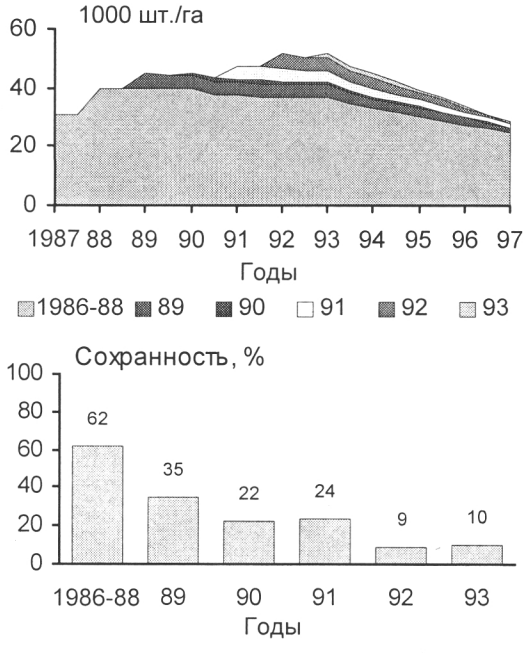


Рисунок 2. Ежегодно появляющийся молодняк и его сохранность в 1997 году на пробном участке. Семенные деревья удалены зимой 1993–1994 через 8 лет после рубок возобновления.

– Естественное возобновление лучше всего применять на суховатых минеральных почвах и более бедных участках, где в верховом древостое есть жизнеспособные деревья с крупными кронами.

– Семенников оставляют от 20 до 50 шт./га в зависимости от плодородия почв и качества семенных деревьев. Мелких семенников требуется больше, чем крупных, и по мере снижения плодородия потребность в них возрастает. Следует учитывать обсеменяющую способность стены леса.

– Подготовка почвы бороной или покровосдирателем обязательна и выполняется на следующий год после рубки. Сплошная минерализованная поверхность должна составлять равномерно не менее 20 % от площади участка. Потребность в минерализованной почве увеличивается по мере ухудшения условий обсеменения, например, мелкими семенниками. По срокам подготовку почвы стараются привязать к ожидаемым урожаям семян.

– Семенные деревья удаляются либо сразу по выпадении семян либо после, но не позже, чем через 5 лет после констатации формирования достаточного молодняка.

– При оставлении семенников их расположение выбирают с учетом подвер-

женности ветровалу и эстетической ценности.

Естественное возобновление ели

При естественном возобновлении ели первым делом выясняется наличие в насаждении самосева (Leikola 1985). Если его нет, то от естественного возобновления лучше отказаться. Если молодняк есть, то ель можно возобновить рубками верхнего полога или сплошными коридорными рубками в рассчете на обсеменение стеной леса (Luonnonläheinen... 1994, Hokajärvi 1997). По сравнению с сосной возобновление ели рубками верхнего полога требует многих точных по срокам мероприятий по выявлению молодняка и его освобождению из-под полога. Лесоводственную требовательность метода подчеркивает его приемлемость преимущественно для возобновления ухоженных ельников на плодородных почвах (Kalela 1961).

При возобновлении ели рубками верхнего полога речь идет о создании подроста ели под пологом материнского древостоя. Сперва ельник прореживают до густоты 300–500 шт./га и подрост расчищается. После появления достаточного молодняка насаждение осветляют до густоты 100–300 шт./га в положение верхового древостоя, оставляя максимальную примесь берез и сосен (фото 8). Берёза улучшает почву. Кроме того сосна и берёза способствуют проникновению света внутрь массива и сокращают объем опада веток при удалении деревьев верхнего полога. Верховые деревья удаляют, когда молодняк укрепляется в конкуренции с напочвенной растительностью и размеры верхового древостоя не создадут проблем при рубках (фото 9). От нацеленного на появление молодняка осветления до удаления деревьев верхнего полога проходит 15–20 лет. Верхний полог удаляется в несколько приемов.

Применение рубок верхнего полога для возобновления ели было до сих пор в Финляндии ограниченным (рис. 3). Метод медленен и связан со слабым появлением молодняка и сложностями заготовки (Karppelin 1984, Leinonen и др. 1989). Слабое формирование молодняка связано с экологическими причинами, т.к. ель сама воздействует на ухудшение места произрастания, способствуя увеличению мощности слоя гумуса. Это имеет особое значение в прохладных и влажных условиях северной Финляндии (Siren 1955). Появлению молодняка мешает и неухоженность ельника: слаборазвитный подрост препятствует развитию самосева. Заслуживает внимания и периодичность урожайных по семенам лет. Даже в южной Финляндии малоурожайные годы у ели относительно часты (Koski и Tallqvist 1978, Nieminen 1984) и если после малоурожайных лет урожайный год окажется засушливым, то даже обильный самосев погибнет в

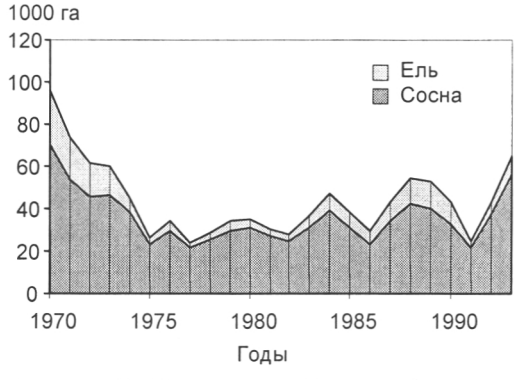


Рисунок 3. Площади рубок семенников и верхнего полога за период 1970–1994 (Metsätilastollinen...1998). К площадям рубок семенников причислены рубки возобновления сосны и к площадям рубок верхнего полога – рубки возобновления ели.

засушливые периоды. Таким образом, молодняк формируется лучше всего на богатых почвах с травяным покровом или близких к ним сухолольных почвах (Laiho 1987).

Кроме рубок верхнего полога и использования подроста (Moilanen и Saksa 1998) ель можно возобновлять через естественное осеменение стеной леса участков сплошной рубки. При этом вырубаются полосы. Согласно наставлениям (Luonnonläheinen... 1994) такой способ подходит в заболоченных эвтрофных ельниках или на заболоченных богатых почвах или более плодородных минеральных почвах. Условием облесения является минерализация почвы. Как альтернатива полосной рубки предложена сплошная рубка подходящих по рельефу окон, подготовка почвы и оставление в верхнем пологе берёз. Но результаты обсеменения стеной леса пока настолько разноречивы и зависят от многих факторов, что такая методика естественного возобновления ели нуждается в дальнейшем уточнении.

Естественное возобновление берёзы

Как и у хвойных пород, основными условиями естественного возобновления берёзы являются спелые семена и их достаточный урожай. Согласно исследованиям урожайности (Sarvas 1952, Koski и Tallqvist 1978) различия между урожайными и малоурожайными годами велики, но даже малоурожайные годы не нулевые. Кроме того, всхожесть семян обычно высока. Это позволяет считать, что урожай семян не ограничивает возможности естественного возобновления берёзы (Savonen 1993). Много семян образуется и в северной Финляндии, хотя меньше, чем в южной. Урожай семян у берёзы повислой чуть меньше, чем у пушистой.

Берёза зацветает в южной Финляндии в среднем в середине мая. Берёза повислая цветет примерно на неделю раньше пушистой (Sarvas 1952). Семена созревают примерно через 3 месяца. Тогда же начинается осыпание. Семена продолжают осыпаться и зимой. С точки зрения естественного возобновления важно, чтобы всхожие семена осыпались в южной Финляндии уже в начале августа. Берёза обычно быстро осваивает участки возобновления, не считая самых бедных, и на практике выращивание хвойного молодняка предполагает один или больше приемов расчистки.

Высокая облесяющая способность берёзы определяет отсутствие потребности в ее естественном возобновлении, которое и на практике используется крайне редко (Metsätilastollinen... 1998). Но сам способ включен в большинство лесоводческих наставлений (Luonnonläheinen... 1994, Metsän uudistaminen... 1996, Hokajärvi 1997) и по нему имеется материал научных (Raulo 1981) и практических опытов. Наставления касаются преимущественно берёзы повислой, но и естественное возобновление берёзы пушистой признается возможным на угнетенных водами холодных местах.

На практике успешность естественного возобновления во многом зависит от сроков рубок и выбора объектов. Рубки лучше всего производить зимой до обильного урожая семян. Выбор сроков осложняется тем, что урожай семян зависит от многих факторов и его трудно прогнозировать на основании данных об урожайности. Надежным было, повидимому, лишь то, что после весьма урожайного года всегда идет малоурожайный, который также легче всего поддается прогнозированию (Savonen 1990).

Лучшим объектом является ельник на плодородном участке, включающий достаточно берез для обсеменения. На таких местах молодняк образуется надежнее всего, т.к. растительность под пологом елей ослаблена и не разрастается после рубки так же быстро, как например в чистом березняке.

При рубках оставляют 10–20 семенников на га (фото 10). Если обсеменяющие берёзы есть в крае леса, то их воздействие учитывается. Активное обсеменение распространяется примерно на 50 м от дерева (Sarvas 1948, Saksa 1994). Семенные деревья удаляются сразу после появления молодняка, если они не служат ландшафтными деревьями.

Обязательным условием быстрого облесения является интенсивная минерализация почвы. Берёза возобновляется естественно на подготовленных местах тем лучше, чем больше площадь минерализации (Raulo и Mälkönen 1976, Raulo 1981). Лучшим временем для подготовки почвы является июль, т.е. период до начала осыпания семян. Выпавшие в августе семена прорастают на обработанной почве и напочвенная растительность не заглушает ростков. Поскольку ростков появляется обычно много, то поросль необходимо проредить не позже высоты около 3 метров. Этим обеспечивается укрепление стволов и их стойкости к заваливанию снегом.

Перспективы развития естественного возобновления

Популярность естественного возобновления в Финляндии была различной в разные периоды. До роста популярности лесных культур леса возобновляли в основном естественным путем или оставляли после выборочных рубок возобновляться без каких-либо мероприятий. Пройденные тогдашними рубками участки имели более редкий древостой, чем нынешние, и развитие обычного подроста в верховой древостой было весьма распространенным (Mikola 1966).

Современная повыдельная система ухода за лесом позволяет точнее прежнего обрабатывать каждый объект, делая более явной границу между естественным и искусственным возобновлением. Совершенствование почвообрабатывающих орудий открыло новые возможности для отладки водного режима и привязки способов к особенностям участков. С другой стороны, внедрение новых способов заготовка древесины (New... 1998) ставит перед исследователями естественного возобновления новые задачи. Разработка его методов обоснована по многим соображениям, особенно если ориентироваться на критерии экологической, экономической и социальной устойчивости лесного хозяйства (Criteria... 1997).

Исходя из потребностей заготовки, объектами дальнейших исследований и разработок (Nygren и др. 1997) должны стать изучение возможностей использования лучших урожаев семян и решение проблем формирования молодняка. Прогнозы урожайности имело бы смысл подготавливать для более мелких, чем ныне, конкретных территорий. Это трудная задача, но она выполнима при имеющейся технической поддержки. Такие исследования ускорили бы выбор объектов естественного возобновления и выполнение самих работ, повысив одновременно их надежность.

Литература

Appelroth, E., Heikinheimo, O., Kalela, E.K., Laitakari, E., Lindfors, J. & Sarvas, R. 1948. Julkilausuma. Metsätal. Aikakausl. 11: 1–2.

Criteria and indicators for sustainable forest management in Finland. 1997. Ministry of Agriculture and Forestry. 70 c.

Heikinheimo, O. 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä. I. Резюме: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. I. Commun. Inst. For. Fenn. 17.3. 161 c.

Heikinheimo, O. 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä. II. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. II. Commun. Inst. For. Fenn. 24.4. 67 c.

Heikinheimo, O. 1948. Suomen oloihin sopivat uudistushakkausmenetelmät. Metsätal. Aikakausl. 11: 317–319.

Henttonen, H., Kanninen, M., Nygren, M. & Ojansuu, R. 1986. The maturation of Pinus sylvestris seeds in relation to temperature climate in Northern Finland. Scand. J. For. Res. 1: 243–249.

Hokajärvi, T. 1997. Metsänhoito-ohjeet. Metsähallituksen metsätalouden julk. 10: 1–58.

Kalela, E.K. 1961. Metsät ja metsien hoito. WSOY. Porvoo. 367 c.

Karppelin, S. 1984. Kuusen luontainen uudistaminen edelleen ongelma – menetelmän käyttömahdollisuuksiin vaikuttavat monet tekijät. Metsä ja Puu 9: 20–21.

Kinnunen, K. 1993. Männyn kylvö ja luontainen uudistaminen Länsi-Suomessa. Резюме: Direct sowing and natural regeneration of Scots pine in western Finland. Metsäntutkimusl. tied. 447. 36 c.

Kinnunen, K. & Mäki-Kojola, S. 1980. Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Резюме: Natural regeneration of Scots Pine in western Finland. Folia For. 449. 18 c.

Koski, V. & Tallqvist, R. 1978. Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mittauksista metsäpuilla. Резюме: Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees. Folia For. 364. 60 c.

Kubin, E. 1998. When to remove Scots pine seed trees. В кн.: Proceedings of a Nordic Symposium. New stand types in boreal forestry - ecological features and silvicultural consequences. Finnish Forest Research Institute. Research Papers 714: 45–53.

Laiho, O. 1987. Kuusen luontainen uudistaminen. Metsäntutkimusl. tied. 270: 24–37.

Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Acta For. Fenn. 66.2. 106 c.

Lehto, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuspuumenetelmällä. Резюме: Studies conducted in Northern Finland on the regeneration of Scots pine by means of the seed tree and shelterwood methods. Commun. Inst. For. Fenn. 67.4. 140 c.

Leikola, M. 1985. Kuusen luontainen uudistaminen on ongelma. Metsä ja Puu 4: 12–13.

Leikola, M. 1986. Metsien luontainen uudistaminen I, Harsintahakkuiden ajasta harsintajulkilausumaan (1830–1948). Helsingin yliopiston metsänhoitot. lait. tied. 57. 202 c.

Leikola, M. 1987. Metsien luontainen uudistaminen II, Harsintajulkilausumasta nykyhetkeen (1948–1986). Helsingin yliopiston metsänhoitot. lait. tied. 60. 198 c.

Leinonen, K., Leikola, M., Peltonen, A. & Räsänen, P.K. 1989. Kuusen luontainen uudistaminen Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa. Резюме: Natural regeneration of Norway spruce in Pirkka-Häme Forestry Board District, southern Finland. Acta For. Fenn. 209. 53 c.

Luonnonläheinen metsänhoito. Metsänhoitosuositukset 1994. Metsäkeskus Tapio. 67 c.

Metsän uudistaminen. 1996. UPM-Kymmene Metsä. 64 c.

Metsätilastollinen vuosikirja 1998. Metsäntutkimuslaitos. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä. 344 c.

Mielikäinen, K. 1997. Metsän kasvattaminen. Metsälehti Kustannus. 496 c.

Mikola, P. 1956. Hakkuu – asento – uudistamismenetelmä. Metsätal. Aikakausl. 8: 243–247.

Mikola, P. 1966. Alikasvosten merkitys metsien uudistumisessa. Metsätal. Aikakausl. 1: 4–7, 16.

Moilanen, M. & Saksa, T. (ред.) 1998. Alikasvokset metsänuudistamisessa – Varjosta valoon. Metsälehti Kustannus. 123 c.

New stand types in boreal forestry - ecological features and silvicultural consequences. 1998. Proceedings of a Nordic Symposium. Finnish Forest Research Institute. Research Papers 714. 164 c.

Nieminen, J. 1984. Metsäpuiden siemensato uudistamisen lähtökohtana. Metsäntutkimusl. tied. 129: 4–16.

Norokorpi, Y. 1983. Männyn luontainen uudistaminen Lapissa. Metsätal. Aikakausl. 105: 57–71.

Nygren, M., Ahonen, M., Koskinen, R., Kubin, E. & Mälkönen, E. 1997. Monimuotoinen metsänuudistaminen – Uudistamismenetelmien perustan tarkastelua. Metsäntutkimusl. tied. 636. 40 c.

Oinonen, E. 1956. Männiköiden luontaisen uudistumisen edellytyksistä Lapin kangasmailla eräiden taimivaroja selvittävien inventointien valossa. Metsätal. Aikakausl. 6–7: 225–230.

Pohtila, E. & Valkonen, S. 1985. Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Резюме: Development and condition of artificially regenerated pine and spruce sapling stands in the privately owned forests of Finnish Lapland. Folia For. 631. 19 c.

Raulo, J. & Mälkönen, E. 1976. Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla. Резюме: Natural regeneration of birch (Betula verrucosa Ehrh. and B. pubescens Ehrh.) on tilled mineral soil. Folia For. 252. 15 c.

Raulo, J. 1981. Koivukirja. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä. 131 c.

Ryynänen, M. 1982. Individual variation in seed maturation in marginal populations of Scots pine. Silva Fenn. 2: 185–187.

Räsänen, P., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978–1979 inventointitulokset. Резюме: Forest regeneration in the six southernmost Forestry Board Districts of Finland. Results from the inventories 1978–1979. Folia For. 637. 30 c.

Saksa, T. 1987. Männyn taimikoiden kehitys auratuilla ja äestetyillä istutusaloilla Keski-Suomessa. Резюме: Development of Scots pine plantations in ploughed and harrowed reforestation areas in Central-Finland. Folia For. 702. 39 c.

Saksa, T. 1994. Rauduskoivun luontainen uudistaminen. Metsäntutkimusl. tied. 491: 9–12.

Sarvas, R. 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Резюме: A research on the regeneration of birch in South Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 35.4. 91 c.

Sarvas, R. 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. Резюме: Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forests of southern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 37.6. 43 c.

Sarvas, R. 1952. On the flowering of birch and the quality of seed crop. Commun. Inst. For. Fenn. 40.7. 38 c.

Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of Pinus silvestris. Commun. Inst. For. Fenn. 53.4. 198 c.

Savonen, E.-M. 1990. Siemensadon määrään ja laatuun vaikuttavia tekijöitä sekä siemensadon ennustaminen. Metsäntutkimusl. tied. 369: 4–14.

Savonen, E.M. 1993. Koivun siemensato ja siementen käsittely. Metsäntutkimusl. tied. 470: 21–27.

Sirén, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Acta For. Fenn. 62.4. 408 c.

Tertti (Hertz), M. 1938. Metsien luontaisen uudistumisen edistämisestä. Metsänhoitajien jatkokurssit I. 1935. Silva Fenn. 37: 87–96.

Vaartaja, O. 1951. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Резюме: On the recovery of released pine advanced growth and its silvicultural importance. Acta For. Fenn. 59.3. 133 c.

Valtanen, J. 1984. Männyn luontaisen uudistamisen mahdollisuudet. Metsäntutkimusl. tied. 158: 37–50.

Valtanen, J. 1998. Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä. Metsäntutkimusl. tied. 693. 77 c.

Роль хвойного подроста в формировании насаждений после рубок в таежной зоне Северо-Запада России

А.Д. Волков, В.И. Саковец и В.А. Ананьев

Институт леса Карельского НЦ РАН, ул. Пушкинская 11, 185610, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия

Количество подроста

Сохранение подроста при лесоразработках в лесах таежной зоны является общепринятым, наиболее эффективным мероприятием по содействию естественному возобновлению хвойных пород на сплошных вырубках.

В Карелии большое внимание начали уделять сохранению подроста ещё в начале 1950-х годов в связи с резким увеличением объёма лесозаготовок сплошными концентрированными рубками и невозможностью создания лесных культур на всей площади годичной лесосеки. В 1970–80 годы, лучшие времена для лесного хозяйства, лесные культуры создавались на 35 %, а в настоящее время – на 25 % площади годичной лесосеки. На 50 % вырубок лесовозобновление осуществляется путем сохранения подроста.

Лесоэксплуатационный фонд, представленный коренными древостоями, характеризуется присутствием значительного количества жизнеспособного подроста хвойных пород. Под пологом сосновых лесов Карелии имеется подроста от 5 000 до 15 000 шт./га (фото 11). Самая высокая густота подроста отмечена в коренных сосняках лишайниковых (10 000–15 000 шт./га), в брусничных значительно меньше – 1 000–5 000, а в черничных – 500–1 500 шт./га (Зябченко и Виликайнен 1974). Среди соснового подроста преобладают (80–90 %) жизнеспособные экземпляры высотой до 1,5 м. Возрастная амплитуда подроста составляет 5–80 лет.

Количество елового подроста под пологом коренных еловых древостоев варьирует в зависимости от условий местопроизрастания от 2 000 до 6 000 шт./га, составляя в среднем 2 000–3 000. Отмечена закономерность увеличения численности по мере продвижения с севера на юг. Так, в северной Карелии насчитывается от 2 000 до 3 000 шт./га, в южной – 4 000–6 000.

Сохранение подроста узаконено «Правилами рубок главного пользования в лесах Республики Карелия» (1995), а «Руководство по лесовосстановлению в Гослесфонде Республики Карелия» (1995) определяет нормативы минимального количества подроста под пологом леса в зависимости от его крупности и жизнеспособности, обязывающие лесозаготовителей предпринимать необходимые меры для его сохранности. Нормативные документы для Карелии разработаны Институтом леса Карельского НЦ РАН (табл. 1).

Исследованиями и практикой доказана возможность сохранения 60–70 % подроста, произрастающего под пологом вырубаемых насаждений.

Таблица 1. Минимальное количество подроста и молодняка, подлежащих сохранению при сплошных рубках в Республике Карелия.

Порода	Наименование группы типов леса	Подзона таёжных лесов (*)	Количество подроста, шт./га, в зависимости от категории крупности			Групповой подрост, количество групп на га
			Мелкий 0,1–0,5 м	Средний 0,6–1,5 м	Крупный более 1,5 м	
Сосна	Лишайниковые, вересковые Брусничные	Сред.	3200	2400	1600	–
		Север.	2800	2100	1400	
		Сред.	2000	1600	1200	400
		Север.	1800	1400	1000	350
	Кисличные и черничные	Сред.	2400	1600	1200	320
		Север.	2100	1400	1000	280
	Долгомошные и сфагновые	Сред.	1600	1200	1200	240
		Север.	1400	1000	1000	210
Ель	Кисличные и черничные	Сред.	2400	1200	1200	320
		Север.	2100	1000	1000	280
	Долгомошные и сфагновые	Сред.	1600	1200	800	280
		Север.	1400	1000	700	250

*) Сред. = среднетаёжные леса, север. = северотаёжные леса.

Формирование насаждений

Изменившиеся условия роста после сплошных рубок оказывают существенное влияние на устойчивость и состояние подроста. Наибольший отпад отмечен в первое 5-летие после рубки. В ельниках черничных он равен (подрост ели) 6,0 %, в сосняках брусничных (подрост сосны) 13 %. На отдельных вырубках отпад мелкого подроста достигал 37 %. Объясняется это длительным пребыванием мелких экземпляров сосны под снеговым покровом, повреждение их фацидиозом (*Phacidium infestans*). Лесопатологическое обследование вырубок показало устойчивость подроста ели к действию вредных насекомых и паразитирующих грибов. Отмечено поселение короедов и усачей на сильно угнетённом подросте, который и под пологом леса относился к категории нежизнеспособного. На 14 % площади обследованных вырубок еловый подрост в течение первых 15 лет после рубки материнского полога периодически повреждался поздне весенними заморозками. Распределение елового подроста по площади, в отличие от соснового, неравномерное и встречаемость его значительно ниже (19–57 %).

Исследование хода роста насаждений, сформировавшихся на сплошных вырубках из-под ельников черничных показало, что сохранение при лесоразработках более 1 000 шт./га подроста ели обеспечивает через 25–40 лет формирование средне- и высокополнотных смешанных по составу насаждений с участием хвойных не менее 50 % (табл. 2). Древостои из подроста обладают хорошей энергией роста. Текущий прирост по площади сечения и запасу через 30 лет после сплошной рубки равен соответственно 5,8 и 7,5 %, что в 2,5 и 1,4 раза больше, чем в древостоях последующего возобновления, а в сравнении с ельниками, созданными путем посева, средняя высота и диаметр больше на 40–50 %. Накопление запаса в древостоях ели идет в ос-

новном за счет среднего (высотой 0,5–1,5 м) и крупного (высотой 1,5–3,0 м) подроста, на долю которых приходится 70–90 % запаса древостоя. Весомая роль деревьев ели из мелкого подроста в наращивании запаса может быть при условии, когда его доля по числу экземпляров в древостое составляет более 50 %.

Еловый подрост в лишайниковых, вересковых и брусничных типах леса уступает по темпу роста сосновому подросту. Сохранение елового подроста в указанных типах леса будет способствовать снижению продуктивности лесов.

Результаты исследования лесовозобновления вырубок в сухих борах (брусничных, лишайниковых, вересковых) показали, что при сохранении соснового подроста (высотой до 1,5 м) в количестве 4 000–5 000 шт./га через 25–30 лет формируются чистые по составу сосновые древостои с полнотой 0,5–0,6; при наличии крупного подроста полнота увеличивается на 0,2–0,3.

Для оценки способов лесовозобновления сплошных вырубок на осушенных торфяных почвах, в отличие от суходольных типов леса, должны учитываться не только количество и состояние подроста, оставшегося после рубки, но и их взаимосвязь с экологическими изменениями (температурным, водным режимом, снеготаянием, промерзанием и оттаиванием торфяных почв). Все эти вопросы требуют глубокого и детального изучения.

Изучение естественного возобновления показало, что под пологом осушенных древостоев насчитывается от 2 000 до 17 000 шт./га подроста. Доля жизнеспособного подроста составляет 85–92 % его общего количества. Закономерностью для еловых древостоев является преобладание мелкого подроста (высотой до 0,5 м, средний возраст 11–15 лет), на долю которого приходится 42–95 % от общего числа. Количество среднего подроста (высота 0,5–1,5м, возраст 20–30 лет) варьирует от 300 до 2 500 шт./га.

Таблица 2. Таксационная характеристика насаждений, сформировавшихся из подроста на сплошных вырубках в типе леса ельник черничный.

№ участка	Давность рубки, лет	Состав	Бонитет	Средние по ели		Полнота	Запас, $м^3$/га		Густота, шт./га		Встречаемость, %
				D, см	H, м		общий	в т.ч. ель	общая	в т.ч. ель	
3	27	$10Е_{50}$ед.С	III	9,3	6,5	0,7	43	42	1690	1380	19
22	31	$10Е_{35}$ед.С	II	9,6	7,6	1,0	82	79	2870	2180	51
9	32	$7Е_{70}2Б_{50}1С_{50}$	II	10,3	7.8	1,1	92	68	2450	1630	48
10	33	$10Е_{70}$+С,Б	III	9,3	6,9	1.0	70	65	2870	1960	57
19	41	$6Е_{70}4Б_{60}$	III	9,6	8,0	1,3	95	59	4210	1620	48
21	41	$5Е_{30}2С_{30}2Б_{20}1Ос_{20}$	II	10,5	8,5	1,0	93	44	2860	960	33
	41	1 ярус	II							–	культуры
		$7Б3Ос_{40}$		14,0	9,5	1,1	178	–	2570		ели посев
		2 ярус $10Е_{40}$		4,8	5,5	1,0	42	42	2100	2100	1939 года

Крупного подроста (высота 1,5 м и более, возраст 30–65 лет) на отдельных участках насчитывается до 1 600 шт./га. В древостоях с наличием подроста не менее 1 000 шт./га и при равномерном распределении его по площади следует ориентироваться на рубки с сохранением подроста. По данным опытно-производственных рубок сохранность подроста при зимней разработке лесосек составила в среднем 77 % (69–91) общего количества, имевшегося до рубки.

Изучение естественного возобновления после сплошных рубок еловых древостоев на осушенных торфяных почвах переходного типа показало, что на концентрированных вырубках 6–8-летней давности, разработанных по технологии с сохранением подроста и с учетом последующего возобновления имеется достаточное количество (5 100–6 500 шт./га) деревьев хвойных для формирования молодняков этих пород. Состояние хвойного подроста на сплошных вырубках на торфяных почвах удовлетворительное и он в основном жизне способен. Прирост в высоту за последние три года у елового подроста (высотой 0,5–1,5 м) составил 51 см, у соснового – 69 см. Отпад незначительный (2–5 %).

В результате исследований лесовозобновления сплошных вырубок 17–20-летней давности в осушенных сосновых и сосново-березовых осоково-сфагновых и травяно-сфагновых древостоях установлено, что сохранение жизнеспособного подроста при сплошных узколесосечных рубках на торфяных почвах переходного типа в количестве 3 000–3 500 шт./га с последующим двукратным уходом в молодняках обеспечивается формирование хвойных насаждений с полнотой 0,7, а с учетом последующего возобновления – с полнотой 0,9 и выше. Молодняки, сформировавшиеся из подроста на торфяных почвах переходного типа, обладают повышенной энергией роста. Процент текущего прироста по площади сечения и запасу равен 6,3–10,7 %. Текущий годичный прирост по запасу довольно высок и составляет 5,3–5,9 $м^3$/га. Такую величину прироста имеют сосняки черничники III класса бонитета на минеральных почвах.

Кроме сохранения подроста при рубке, при его недостаточном количестве, для полного восстановления леса принимаются другие меры содействия. В качестве одной из основных мер содействия естественному возобновлению при сплошных рубках является оставление источников обсеменения, к которым относятся отдельные семенники, семенные группы, куртины, полосы, а также стены леса, если в них есть семенные деревья.

Карельскими наставлениями установлено, что при разработке узких лесосек (шириной до 100 м) роль источников обсеменения для хвойных выполняют стены леса с семенными деревьями. При проведении сплошных рубок более широкими лесосеками, а также при отсутствии в «стенах леса» семенных деревьев целевых пород на лесосеках оставляются ветроустойчивые обсеменители в виде небольших групп, куртин или полос.

Семенные деревья оставляются группами (в группе 3–5 деревьев) в количестве 40–100 шт./га в сосняках лишайниковых и вересковых, 60–120 в сосняках брусничных и 80–150 шт./та в сосняках черничных. В качестве обсеменителей отбираются деревья I–II классов роста. Группы семенников располагаются по лесосеке рядами, с учетом налета семян от стен леса, расстояние между ними не должно превышать 100 м. В сырых сосняках черничных и долгомошных оставляются семенные куртины площадью

0,2–0,25 га (40×50; 50×50) с расстоянием между ними 200–250 м. В связи с ветровальностью в еловых древостоях оставляются только семенные куртины площадью 0,25–0,5 га. Расстояние между куртинами – 200–250 м. Семенные куртины оставляются, в первую очередь, за счет участков средневозрастных и приспевающих древостоев главных пород, расположенных на возвышенных местах

При оставлении источников обсеменения облесение вырубок происходит в течение 5 лет после рубки. Формируются древостои с преобладанием сосны на бедных песчаных почвах. В богатых условиях место произрастания очень часто происходит смена пород хвойных на лиственные.

Многолетние исследования хода роста и формирования еловых и сосновых насаждений из подроста разной густоты, возраста и крупности показали, что сохранение подроста обеспечивает устойчивое развитие и формирование древостоев нормальной производительности, сокращает сроки выращивания наиболее ценной древесины хвойных пород, способствует сохранению их генетического разнообразия и средообразующей роли леса.

Литература

Зябченко, С.С. & Виликайнен, М.И. 1974. Рубки и восстановление сосновых лесов. В кн.: Сосновые леса Карелии и повышение их продуктивности. Петрозаводск. с. 84–189.

Правила рубок главного пользования в лесах Республики Карелия. 1995. Петрозаводск. 37 с.

Руководство по лесовосстановлению в Гослесфонде Республики Карелия. 1995. Петрозаводск. 85 с.

Финляндский опыт сохранения подроста

М. Мойланен

Научно-исследовательский институт леса Финляндии, Научная станция Мухос, Киркkосаарентие 7, ФИН-91500 Мухос, Финляндия

Основания

Встречаемость подроста активно изучалась в Финляндии в первой половине этого столетия. С распространением интенсивного лесного хозяйства в 1960-х годах интерес к использованию подроста упал. Появилось даже пренебрежение к нему как к негодному остаточному древостою, который нужно убирать с участка возобновления, чтобы облегчить подготовку почвы и создание культур. Критический взгляд имел основания, т.к. факторы влияющие на развитие подроста не были изучены. Озабоченность вызывали угнетенная внешность прозябавшего под пологом верхнего древостоя молодняка, его значительные колебания по высоте и групповое расположение. Кроме того, часто подвергали сомнению пригодность породы деревьев подроста на каком-то участке или опасались повреждения подроста при заготовке деревьев верхнего полога.

Ныне средообразующие и природные аспекты широко учитываются при вмешательстве в лесную среду. Согласно новому Закону о лесе и лесоводческим наставлениям, подчеркивающим задачи сохранения биоразнообразия, в лесоводстве взят курс на расширение использования приближенных к естественным способов выращивания и возобновления леса. Такой курс побудил переоценить роль подроста (напр. Laiho 1985, Parviainen и Seppänen 1994).

Встречаемость подроста

Тенелюбивая ель имеет лучшие предпосылки для возобновления под пологом старого древостоя. Еловый подрост быстро появляется в древостоях с преобладанием берёзы и сосны. Тем не менее, в густых сомкнутых ельниках возможности появления елового подроста относительно малы.

Наиболее типичным подростом являются молодняки ели под пологом березняков и сосняков на плодородных почвах и молодняки сосны под пологом сосняков на бедных почвах. В южной Финляндии преобладают еловые подросты, в северной сосновые (Tikka 1928, Pöntynen 1929, Sarvas 1937, 1950, Sirén 1951, Vaartaja 1952, Mikola 1966).

Лесоосушение последних десятилетий увеличила число естественных молодняков на торфяниках. Наиболее благоприятными местами произрастания оказались болота с плодородием выше среднего. На них способность к появлению подроста сохраняется высокой длительное время после осушения. Это заметно на примере подроста ели, возникшего особенно на болотах с елью, а также на разнотравных и осоковых болотах с сосной и березой (Seppälä и Keltikangas 1978, Keltikangas и др. 1986).

Ель распространяется легко и на слишком бедные для нее места произрастания. Но в течение длительного периода она отстает по продуктивности от сосны, особенно если эти участки беднее

крупноосоковых болот или черничных суходолов.

Устойчивость молодняка сосны и берёзы к затенению верховым древостоем и корневой конкуренции хуже, чем ели (Kellomäki 1991). В сосняках на сухих или суховатых почвах встречающийся сосновый подрост чаще всего годен для выращивания, если он достаточен по количеству. Также в сосняках и березняках осушенных сосновых болот встречаются годный для выращивания подрост сосны, особенно там, где густота верхнего полога неведика. Они имеют высоту 0,5–3 м и остаются практически неиспользованными из-за незнания их энергии роста. Стоило бы подумать об использовании укоренившихся сосняков, т.к. например освобождение т.н. переходного молодняка заболоченных сосняков дает положительный результат.

В использовании берёзовых подростов опыта пока мало, и наука недостаточно выяснила возможности их развития. Встречаемость берёзового подроста ограничивается лесными полянками, прибрежными полосами, окрайками контуров и «окнами» вдоль осушительных канав. Берёза пушистая может также появиться в прореженных и удобренных сосняках на осушенных сосновых болотах.

Основной древостой обычно старше подроста, но иногда деревья могут быть одного возраста, особенно в случаях, когда в подросте другая порода деревьев. Подрост может возникнуть быстро, даже от урожая семян одного года, или медленно, в течение нескольких десятилетий. На олиготрофных местах иногда встречаются почти вековые сосновые и еловые подросты (Pöntynen 1929, Vaartaja 1952). Закрепление молодняка можно ускорить в заключительной стадии периода оборота рубками осветления (Kalela 1950, Vaartaja 1952).

По данным общегосударственных инвентаризаций лесов встречаемость подроста слабо менялась после 1930-х годов. Годный для выращивания подрост в 1980-х годах в самых южных регионах Финляндии отмечен почти на 300 000 га или на площади, составляющей более 5 % площади лесных земель региона. Более 2/3 подроста включали преобладание ели, примерно четверть – преобладание сосны и менее 10 % – преобладание лиственных пород. Севернее относительная доля подроста по площади варьирует. В центральной части страны годный для выращивания подрост занимал в начале 1980-х годов лишь 1 % лесной площади. В Лапландии соответствующая доля была 6 %.

О нынешнем состоянии подроста в лесах мы можем судить опираясь в основном на исследования, выполненные до 1960-х годов, т.е. на устаревший материал. По структуре современные леса отличаются от лесов 1920-х или 1940-х годов. Полнота древостоев возросла. Заготовки, обработка почвы, осушение и внесение удобрений изменили на больших площадях характеристики лесных почв и улучшили условия появления подроста.

Развитие подроста под пологом верхового древостоя

Вызываемая верховым древостоем конкуренция начинает сдерживать рост в высоту естественного молодняка в раннем возрасте. С течением времени различия во внешности деревьев становятся все более заметными. В условиях затенения деревья модифицируют строение кроны и хвои с целью эффективного использования слабого освещения. При

сильном затенении и корневой конкуренции рост в высоту подроста ели отстает от роста ветвей в длину. Крона становится короткой и плоской, хвоинки плоскими и плотно прижатыми к побегу. Крона развивается асимметрично. Для соснового подроста характерно поредение хвои по мере усиления затенения (в т.ч. Pöntynen 1929, Vaartaja 1952).

Рост деревьев в подросте варьирует в зависимости от интенсивности конкуренции за свет и почвенное питание. Условия конкуренции определяются возрастом, породой деревьев и густотой верхового древостоя. В приспевающем ельнике рост деревьев подроста может в крайних случаях остановиться полностью. В условиях редколесья и на богатых почвах – прежде всего в березняках – молодняк ели растет быстро и развивается почти нормально. Густой и быстрорастущий молодняк березы повислой является для подроста ели намного более сильным конкурентом, чем старый, медленно растущий древостой березы пушистой (Mielikäinen и Valkonen 1995).

Со своей стороны, подрост сдерживает развитие верхового древостоя. Чем гуще, крупнее и интенсивнее подрост растет, тем больше ресурсов места произрастания он потребляет. Значение корневой конкуренции подроста отмечено в сероольшаниках (Kalela 1936). Потери в росте верхового древостоя могут быть значительными. Например, предельно густой еловый подрост высотой около метра снизил на плодородном суходоле прирост верхового 60-летнего сосняка в течение следующих 25 лет в среднем на 1 $м^3$/га в год (Isomäki 1979). Несмотря на воздействие конкуренции, выращивание двухъярусных смешанных древостоев во многих случаях обоснованно. Общая продуктивность двух древесных пород (берёза-сосна или берёза-ель) может быть выше, чем какой-то одной в тех же условиях (Mielikäinen 1980, 1985). Это объясняется не только различной глубиной корневой системы, но и различным потреблением породами питательных веществ и влаги, а также улучшающим почву воздействием берёзы.

Реакции подроста на удаление полога

Вырубка верхнего полога круто изменяет среду обитания подроста как в лучшую, так и в худшую сторону. Перемены тем сильнее, чем плотнее был полог и чем жестче была корневая конкуренция. Кроме условий освещенности и питания изменяются температурный режим, влажность и ветровые условия всего массива (рис. 1). Влажность почвы повышается из-за прекращения испарения верховым древостоем и увеличения доли попадающих на землю осадков. На осушенных болотах уровень грунтовых вод часто повышается после рубки сверх нормы, если система отвода не эффективна (Päivänen 1982).

После верховой рубки увеличивается корневое пространство деревьев подроста и конкуренция за влагу и питательные вещества ослабевает. Но корневые системы часто слабы по строению и всасывающей способности. То есть корням необходимо сначала оправиться и расшириться для использования высвободившегося пространства. Кроме того дереву нужно сформировать новую светостойкую хвою.

Удаление верхего полога древостоя усиливает подверженность молодняка повреждениям. Усиление светового облучения и колебаний температур ослабляет устойчивость к заморозкам (Multamäki 1942, Leikola и Rikala 1983). Прямой солнечный свет и вызанные им

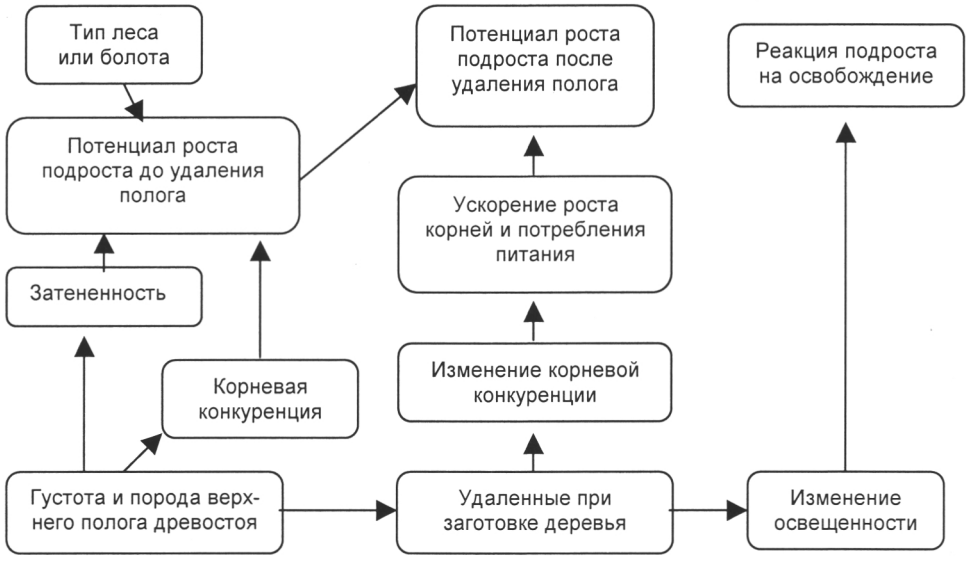


Рисунок 1. Схема факторов, определеяющих оживление подроста (Valkonen и др. 1998).

колебания температур могут повредить хвою, слой луба и заболони деревьев подроста.

Довольно часто на торфяниках наблюдается недостаток калия и бора. Дефицит калия характерен для древостоев, возникших на осушенных открытых сфагновых болотах с мощным слоем торфа и высоким содержанием азота. В некоторых случаях на торфяниках концентрация калия в еловой хвое резко падала после удаления верхового древостоя, а это ухудшает соотношение азота и калия в питании деревьев. Дисбаланс питания на таких объектах поправим фосфорно-калийными удобрениями (Saarinen 1995, 1996).

После освобождения подрост растет либо в прежнем темпе или замедляет рост. Длительность этого периода оправления зависит от условий места произрастания, древесной породы и состояния и густоты верхового древостоя. У здоровых и пригодных для выращивания елей оживление длится 2–7 лет и у сосен 1–4 года. На бедных суходольных почвах (или сфагновых болотах) бывший долгое время угнетенным еловый подрост оправляется после освобождения из-под полога долго, и часто вообще не реагирует на удаление полога (Koistinen и Valkonen 1993, Mielikäinen и Valkonen 1995, Niemistö 1995).

Деревья подроста часто сильно различаются и в пределах одного массива. Нередко одно из двух угнетенных деревцев оправляется намного быстрее. На плодородных почвах выросшие под берёзами ели часто обладают такой энергией роста, что удаление полога не означает для них существенного изменения условий (Cajander 1934, Vaartaja 1952, Koistinen и Valkonen 1993, Mielikäinen и Valkonen 1995).

После периода оживления рост деревьев подроста ускоряется. Оживление длится до тех пор, пока прирост не достигнет уровня деревьев на соответствующих открытых местах произрастания. Большое кроновое соотношение оз-

начает формирование крупной и часто здоровой кроны, при помощи которой дерево оправляется быстрее, чем с мелкой кроной. Быстрый рост до освобождения из-под полога означает также быстрое оживление. Мелкие деревца оправляются в среднем дольше. Другими признаками лучшего выживания подроста и быстрого оживления служат молодой возраст, ускорение роста до удаления полога и хорошее состояние (Koistinen и Valkonen 1993). Особенно интенсивна реакция оживления ели после начальной задержки роста. За многолетним периодом угнетенного существования следует многократное ускорение роста в высоту (рис. 2).

Молодой и здоровый еловый или сосновый подрост с минимальной высотой 0,5 м может после удаления верхового древостоя и фазы оправления расти так же быстро, как созданная в это же время культура (Koistinen и Valkonen 1993). Когда деревья подроста имеют на широколиственном суходоле высоту более 1,5 м или более 1 м на влажном суходоле, то считается, что по росту в высоту они опережают основную массу культурного молодняка ели (Koistinen и Valkonen 1993). Чтобы достигнуть темпа развития культур, старый и бывший долгое время угнетенным молодняк подроста должен быть намного крупнее из-за длительного периода оправления.

Повреждения подроста при верховых рубках

Освобождение подроста из-под полога не стоит затягивать, т.к. верховой древостой сдерживает развитие молодняка уже в начальной фазе. Оставление на годы деревьев верхнего полога усиливает неравномерность молодняка и его различия по высоте. Тем не менее, откладыва-

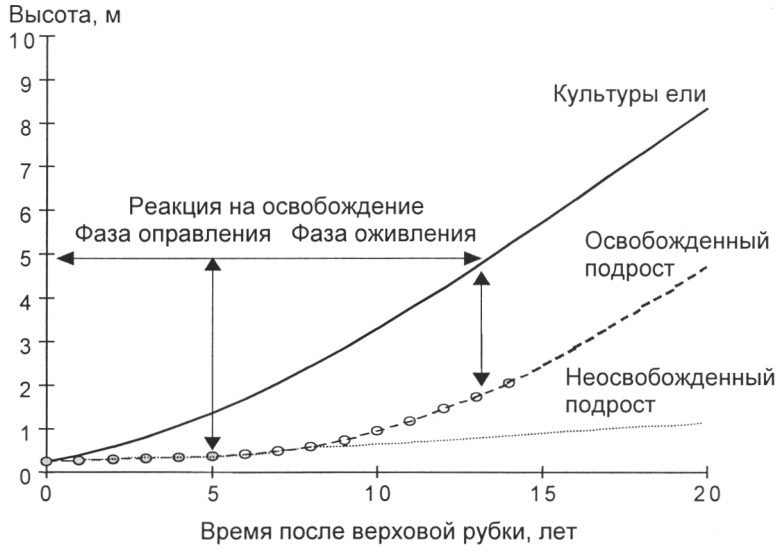


Рисунок 2. Принципиальная модель фаз реакции подроста на удаление полога. В момент освобождения одинаковый по габаритам посаженный молодняк имеет возраст 5 лет. В примере оправление длится 5 лет и оживление 9 лет. Общая продолжительность реакции составляет 14 лет, после чего деревья подроста развиваются в ритме посаженного молодняка (Valkonen и др. 1998).

ние верховых рубок и выращивание молодняка до высоты 1–2 м может быть оправдано не только на подверженных заморозкам участках, но и в северной Финляндии, где суровые климатические условия угрожают успешности возобновления.

Обычно деревья верхнего яруса удаляют за один прием для уменьшения затрат на заготовку и повреждений подроста. Если еловый подрост возник под пологом густого древостоя, верховые рубки имеет смысл производить в два приема. При этом подрост успевает достаточно адаптироваться к более сильному освещению до окончательного освобождения, что исключает т.н. шоковые повреждения и потери. Верховая заготовка в несколько приемов предпочтительна и в тех случаях, когда ставится цель продлить выращивание двухъярусного древостоя, например, березняка над молодняком ели.

Положительными воздействиями верховых рубок являются увеличение жизненного пространства для деревьев подроста, улучшение доступности питательных запасов, освещенности и ослабление корневой конкуренции. Отрицательными воздействиями являются повреждение стволов и корней подроста и вызванная «окнами» неравномерность покрытия. Усиление групповой структуры древостоя и его мозаичности ведет вместе с колебаниями по высоте к изменению качества деревьев и их прироста. В дальнейшем это отражается на продуктивности насаждения и рентабельности лесовыращивания. Молодняк повреждается на разных фазах верховых рубок: при валке и ближней вывозке. Чаще всего повреждения наносятся кронами падающих деревьев, порубочными остатками, заваливающими мелкий молодняк, и колесами и гусеницами заготовительной техники (Maukonen 1987, Harstela и Rantonen 1988, Niemistö 1995, Hyppönen и Niemistö 1998).

При верховых рубках в древостоях с сосновым подростом повреждаемость (доля поврежденных деревцев в общем количестве молодняка) составляет в среднем 15–20 %. В ельниках повреждаемость обычно выше, в среднем 30 % (Maukonen 1987, Peltoniemi 1991, Hyppönen и Niemistö 1998).

Количество повреждаемого молодняка варьирует сильно. При верховых рубках в середине 1980-х годов в центральной Финляндии доля поврежденного подроста сосны колебалась от 4 до 57 %. По ельникам диапазон был от 12 до 74 %. При верховых рубках сосны в частных лесах Лапландии повреждаемость колебалась в начале 1990-х годов от 4 до 45 %. При верховых рубках в смешанных массивах она составляла 5–26 % (Maukonen 1987, Peltoniemi 1991, Mäkelä 1992).

След верховых рубок можно улучшить тщательным планированием работ и правильным выбором сроков заготовки. Когда подрост мелкий, заготовку можно выполнить в бесснежное время, позволяющее видеть и обходить молодняк, или при толстом снежном покрове, защищающем молодняк в ходе валки и вывоза. При сильных морозах риск повреждения молодняка велик, т.е. верховых рубок следует избегать. На хорошо несущих почвах верховые рубки имеет смысл производить в период незамерзшей почвы, а на слабо несущих почвах в дни зимней оттепели. Летних рубок стоит избегать на слабо несущих минеральных почвах и болотах (Hyppönen и Niemistö 1998).

Иногда в молодняках, возникших в «окнах» зараженных корневой губкой

(*Heterobasidion annosum*) старых ельников, встречается сердцевинная гниль даже у совсем мелких деревцев (Kangas 1952, Tamminen 1985, Piri 1996). Но нужны дополнительные данные исследований о масштабах угрозы заражения и встречаемости поражений от гнили. Попадание дереворазрушающих грибов на свежие пни при положительных температурах можно предотвратить биологическими препаратами или мочевиной. С другой стороны, риску заражения не подвержены еловые молодняки под пологом сосны и берёзы.

Использование погрузочных захватов с длинным вылетом позволяет расширить пасеки и уменьшить повреждаемость. Тщательность и аккуратность при планировании и исполнении работ одинаково важны при верховых рубках и при рубках прореживания. Способами как ручной так и механизированной валки верховые деревья можно удалить даже при больших объемах выборки, не нанося крупных повреждений подросту (Roiko-Jokela 1983).

Возможности использования подроста

Значительная часть забракованных ранее при общегосударственных инвентаризациях лесов еловых и сосновых подростов признана позже годной для выращивания (Mikola 1966). Также отмечено, что почти половина молодняков в сосняках Лапландии возникла в виде подроста без рубок возобновления. Естественное возобновление ели в значительной мере опирается на использование подроста. Так, 60–85 % молодняков ели, возобновленных в южной Финляндии рубками верхнего полога, возникло уже до рубок (Hänninen и др. 1972). Часто также при коридорных рубках готовый естественный молодняк образует основной состав следующего поколения древостоя. А при выращивании разновозрастных насаждений возобновление опирается почти исключительно на подрост. Подрост, как и самосев, весьма значимы в дополнении культур (Räsänen и др. 1985, Leinonen и др. 1989).

Возобновление при помощи подроста дает ряд преимуществ по сравнению с другими альтернативами (Aarnio и др. 1998). Во-первых, использование подроста дает выигрыш во времени, несмотря на период оправления и оживления. Подрост уже рос какое-то время под пологом и часто крупнее саженцев. После верховой рубки молодняк уже готов. Правда, иногда использование подроста может означать потерю времени, т.к. мелкий и угнетенный подрост может отставать в росте от саженцев.

Использование подроста обеспечивает экономию средств. Содействие естественному и искусственное возобновление предполагают многие мероприятия: расчистку, подготовку почвы, посев или посадку. Подрост избавляет от этого. Конечно, верховая рубкая обходится дороже сплошной, т.к. подрост нужно оберегать. В некоторых случаях подрост приходится дополнять культурами. Сохранение и оберегание подроста увеличивает затраты на валку и ближний вывоз. При небольших объемах (до 100 $м^3$/га) дополнительные затраты умеренны.

Оставление небольших куртин подроста на участке возобновления обосновано и с точки зрения биоразнообразия природы и сохранения среды и ландшафтов. На участках под лесные культуры и естественное возобновление следует оставлять не только группы подроста, но и отдельные деревья, сухостои, гнилушки и валежник. Группы деревьев

сглаживают оголенность участка возобновления, дают укрытие животным (в т.ч. охотничьим) и обеспечивают разнообразие в эксплуатационных лесах.

Оценивая пригодность подроста, наряду с биологическими факторами необходимо учитывать технические, экономические и социо-экономические аспекты (Saksa и др. 1998). Подходит ли порода дерева подроста для выращивания на данном месте? Достаточна ли густота молодняка? Каковы способность молодняка к оживлению, его состояние и качество? Кроме того, при принятии решения необходимо учесть повреждения молодняка при верховой рубке и рентабельность возобновления при помощи подроста по сравнению с другими способами. Решение следует принимать отдельно по каждому объекту.

Проблемы подроста явились вызовом и лесоведению. Требуются более точные данные о реакции оживления подроста и о его дальнейшем развитии на различных местах произрастания. Недостаточно известно и о предпосылках появления подроста в современных эксплуатационных лесах, особенно на осушенных болотах. Воздействие подроста на биоразнообразие природы нуждается также в научной проработке.

Литература

Aarnio, J., Hyppönen, M. & Valkonen, S. 1998. Alikasvosten hyödyntämisen talous. В кн.: Moilanen, M. & Saksa, T. (ред.) Alikasvokset metsänuudistamisessa – Varjosta valoon. Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos. ISBN 952–5118–19-3.

Cajander, E.K. 1934. Kuusen taimistojen vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. Резюме: Über den Höhenzuwachs der Fichtenpflanzenbestände nach der Befreiung. Commun. Inst. For. Fenn. 19.5. 59 с.

Harstela, P. & Rantonen, H. 1988. Ylispuuhakkuun taimikoille aiheuttamat vauriot. Metsäntutkimusl. tied. 286:18–22.

Hyppönen, M. & Niemistö, P. 1998. Ylispuuhakkuut ja taimikkovauriot. В кн.: Moilanen, M. & Saksa, T. (ред.) Alikasvokset metsänuudistamisessa – varjosta valoon. Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos. ISBN 952-5118-19-3.

Hänninen, T., Räsänen, P. & Yli-Vakkuri, P. 1972. Männyn ja kuusen luontaisen uudistamisen antamista tuloksista Etelä-Suomen kangasmilla. Helsingin yliopiston metsänhoitot. lait. tied. 7.

Isomäki, A. 1979. Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. Folia For. 392. 13 с.

Kalela, E.K. 1936. Tutkimuksia kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksestä. Резюме: Untersuchungen über die Entwicklung der Fichten-Weisserlen-Mischbestände in Ostfinnland. Acta For. Fenn. 44.2. 198 с.

Kalela, E.K. 1950. Ecological character of tree species and its relation to silviculture. Acta For. Fenn. 57.1. 35 с.

Kangas, E. 1952. Maannousemasienen (Polyporus annosus Fr.) esiintymisestä, tartunnasta ja tuhoista Suomessa. Резюме: Über Auftreten, Infektion und Schäden des Wurzelschwamms (Polyporus annosus Fr.) in Finnland. Commun. Inst. For. Fenn. 40.33. 34 с.

Kellomäki, S. 1991. Metsänhoito. Silva Carelica 8. 403 с.

Keltikangas, M., Laine, J., Puttonen, P. & Seppälä, K. 1986. Vuosina 1930–1978 metsäojitetut suot: ojitusalueiden inventoinnin tuloksia. Резюме: Peatlands drained for forestry during 1930-1978: Results from field surveys of drained areas. Acta For. Fenn. 193. 94 с.

Koistinen, E. & Valkonen, S. 1993. Models for height development of Norway spruce and Scots pine advance growth after release in southern Finland. Silva Fenn. 3: 179–194.

Laiho, O. 1985. Alikasvosten elpyminen ja niiden hyväksikäyttö. Metsäntutkimusl. tied. 182: 39–50.

Laiho, O., Lähde, E., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1997. Undergrowth as a regeneration potential on Finnish peatlands. В кн.: Trettin, C.C., Jurgensen, M.F., Grigal, D.F., Gale, M.R. & Jeglum, J.K. (ред.) Northern Forested Wetlands: Ecology and Management. CRC Press Inc.; Lewis Publishers. C. 121–131.

Leikola, M. & Rikala, R. 1983. Verhopuuston vaikutus metsikön lämpöoloihin ja kuusen taimien menestymiseen. Folia For. 559.

Leinonen, K., Leikola, M., Peltonen, A. & Räsänen, P.K. 1989. Kuusen luontainen uudistaminen Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa. Резюме: Natural regeneration of Norway spruce in Pirkka-Häme forestry board district, southern Finland. Acta For. Fenn. 209. 53 c.

Mäkelä, M. 1992. Ylispuiden poistohakkuiden korjuutekniikka. Metsätehon katsaus 6.

Maukonen, A. 1987. Ylispuuhakkuun taimikolle aiheuttamat vauriot. Metsäntutkimusl. tied. 244. 30 c.

Mielikäinen, K. & Valkonen, S. 1995. Kaksijaksoisen kuusi-koivu-sekametsikön kasvu. Folia For. 2: 81–97.

Mielikäinen, K. 1980. Mänty-koivu-sekametsiköiden rakenne ja kehitys. Резюме: Structure and development of mixed pine and birch stands. Commun. Inst. For. Fenn. 99.3. 82 c.

Mielikäinen, K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Резюме: Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. Commun. Inst. For. Fenn. 133. 79 c.

Mikola, P. 1966. Alikasvosten merkitys metsien uudistamisessa. Metsätal. Aikakausl. 1: 4–7.

Multamäki, S.E. 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittymiseen. Резюме: Das Erfrieren der Fichtenpflanzen (Picea excelsa Link) in seiner Wirkung auf die Bewaldung der entwässerten Moore. Acta For. Fenn. 51.1. 352 c.

Niemistö, P. 1995. Turvemaan hieskoivikon tiheyden vaikutus alikasvoskuusikon tiheyteen. Metsäntutkimusl. tied. 552: 87–103.

Parviainen, J. & Seppänen, P. 1994. Metsien ekologinen kestävyys ja metsänkasvatusvaihtoehdot. Metsäntutkimusl. tied. 511. 110 c.

Peltoniemi, T. 1991.Ylispuiden poisto konetyönä, miestyönä ja niiden yhdistelmänä. Metsätehon katsaus 18.

Piri, T. 1996. The spreading of the stype of Heterobasidion annosum from Norway spruce stumps to the subsequent tree stand. Eur. J. For. Path. 26: 193–204.

Päivänen, J. 1982. Hakkuun ja lannoituksen vaikutus vanhan metsäojitusalueen vesitalouteen. Folia For. 516. 19 c.

Pöntynen, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksina Raja-Karjalan valtionmailla. Резюме: Untersuchungen über das Vorkommen der Fichte (Picea excelsa) als Unterwuchs in den finnischen Staatswäl-dern von Grenz-Karelien. Acta For. Fenn. 35. 235 c.

Roiko-Jokela, P. 1983. Taimikoiden kunto ylispuiden poiston jälkeen. Metsäntutkimusl. tied. 105: 72–82.

Räsänen, P.K., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978–1979 inventointitulokset. Folia For. 637. 30 c.

Saarinen, M. 1996. Effects of removal of shelterwood on the foliar nutrient concentrations of Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) on drained peatlands. Suo 3: 95–102.

Saksa, T., Hyppönen, M. & Valkonen, S. 1998. Miten suhtautua alikasvoksiin. В кн.: Moilanen, M. & Saksa, T. (ред.) Alikasvokset metsänuudistamisessa – Varjosta valoon. Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos. ISBN 952-5118-19-3.

Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Резюме: Über die naturliche Bewaldung der Waldbranflächen. Eine waldbiologische Untersuchung auf den trockenen Heideböden Nord-Finnlands. Acta For. Fenn. 46.1. 146 c.

Sarvas, R. 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien uudistamisesta. Резюме: Investigations into the natural regeneration of selectively cut private forests in Northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 38.1. 95 c.

Seppälä, K. & Keltikangas, M. 1978. Alikasvostaimistot Pohjanmaan ojitusalueiden hieskoivikoissa. Suo 1: 11–16.

Siren, G. 1951. Alikasvoskuusten biologiaa. Резюме: On the biology of undergrown spruce. Acta For. Fenn. 58.2. 90 с.

Tamminen, P. 1985. Butt-rot in Norway Spruce in Southern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 127. 52 с.

Tikka, P.S. 1928. Havaintoja kuusen esiintymisestä ja kehityksestä Pohjois-Suomen kuivissa kangasmetsissä. Резюме: Über das Vorkommen und die Entwicklung der Fichte in den trockenen Heidewäldern von Nord-Finnland. Silva Fenn. 10. 83 с.

Vaartaja, O. 1952. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Резюме: On the recovery of released pine advance growth and its silvicultural importance. Acta For. Fenn. 59.3. 133 с.

Valkonen, S., Saksa, T., Saarinen, M. & Moilanen, M. 1998. Alikasvos vapauttamisen jälkeen. В кн.: Moilanen, M. & Saksa, T. (ред.) Alikasvokset metsänuudistamisessa – Varjosta valoon. Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos. ISBN 952-5118-19-3.



Ю. Олкконен

Фото 1. Спелый сосняк в северной тайге. Костомукша, Республика Карелия.



М. Туртиайнен

Фото 2. Старый ельник в южной тайге. Водлозерский национальный парк, Республика Карелия.



Фото 3. Трелевка хлыстами гусеничным трактором.

Ю. Олкконен



Фото 4. Двухприемная рубка лиственного насаждения с наличием елового подроста. Второй прием проводится через 10 лет.

Ю. Олкконен



Фото 5. Выборочная рубка с применением финляндской техники.

Ю. Олкконен



Э. Оксанен

Фото 6. При выборе объектов и планировании лесовосстановительных мероприятии следует руководствоваться требованиями экологических и лесоводственных рекомендации.



П. Савиламии

Фото 7. Пробный участок естественного возобновления сосны на Научной станции Мухос, НИИЛФ, в средней Финляндии зимой 1999 года. Рубка оставлением семенников произведена в 1985, боронование - 1986 году. Семенники удалены зимой 1996 года с обработанных полос и оставлены на необработанных площадках.



Э. Оксанен

Фото 8. Ель в положении верхнего полога. В подросте также берёза.



П. Савилампи

Фото 9. Деревья верхнего полога следует удалять вовремя для снижения риска повреждения молодняка при заготовке. На снимке: удаление уже запоздало.



Э. Оксанен

Фото 10. Семенные деревья берёзы повислой.



Э. Оксанен

Фото 11. Густой подрост под пологом сосны.



Э. Оксанен

Фото 12. Интенсивное цветение ели.



Э. Оксанен

Фото 13. Сосняк семенного учета. Пункахарью, юго-восточная Финляндия.



Э. Оксанен

Фото 14. Обильный урожай шишек у ели.



Э. Оксанен

Фото 15. Плюсовые деревья естественных лесов являются основным материалом лесной селекции.

Фото 16. Семенная плантация сосны. Пункахарью, юго-восточная Финляндия.



Э. Оксанен

Фото 17. Измерение роста сеянцев в теплице. Научная станция Суоненйоки НИИЛФ, восточная Финляндия.



Р. Рикала

Фото 18. Выращивание саженцев с открытыми корнями. Кондопога, Республика Карелия.



М. Туртиайнен



Фото 19. Новый питомник для выращивания посадочного материала с закрытыми корнями. Петрозаводск, Республика Карелия.

М. Туртиайнен



Э. Оксанен

Фото 20. Микроповышение создает благоприятные условия для роста саженцев.



А. Руммукайнен

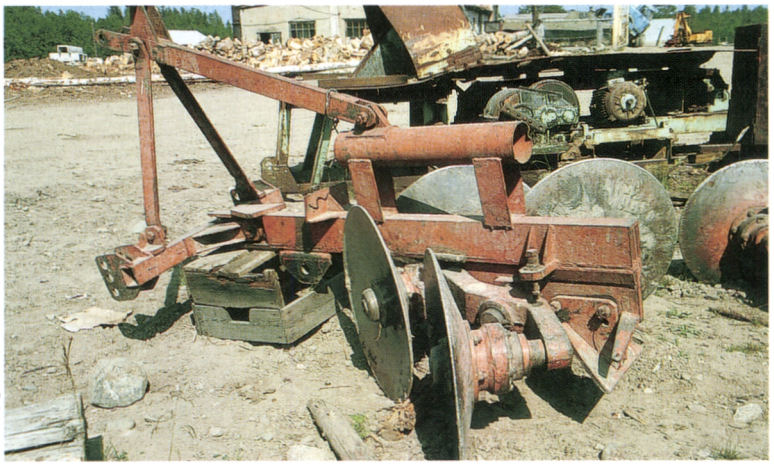
Фото 21. Борона TTA-Delta с сеялкой TTS-Sigma.



А. Руммукайнен

Фото 22. Посадочная машина Ilves.

Фото 23. Лесная борона российского производства.



М. Туртиайнен

Фото 24. Участок возобновления леса обработанной лесной бороной. Костомукша, Республика Карелия.



М. Туртиайнен



М. Туртиайнен

Фото 25. Подготовка работников к посадке саженцев на участке лесовозобновления. Костомукша, Республика Карелия.



Ю. Олкконен

Фото 26. Успешно прижившиеся культуры ели.



Т. Куркела

Фото 27. Снежное шютте (*Phacidium infestans*) повреждает сосновые молодняки.



П. Савилампи

Фото 28. Ветки и хвоя содержат значительную часть запасов питательных веществ в лесном массиве.



Е. Кубин

Фото 29. Пионерные виды быстро завладевают участком возобновления. На снятом объекте изучения сплошная рубка выполнена в 1981 году. За ней пал, вспашка и посада сосны в 1983 году. Фото 30.09.1985.



Ю. Эскелинен

Фото 30. Для фильтровалной площадки подходит сосновое болото, куда стекают воды из глубокого отстойника, собирающего стоки с участка возобновления.

4. Урожаи семян и семеноводство

Урожаи семян различных древесных пород и их прогнозирование в Финляндии

Т. Хокканен

Научно-исследовательский институт леса Финляндии, Научный центр Вантаа, Йокиниеменкуя 1, ФИН-01300 Вантаа, Финляндия

Введение

Крупные вариации урожаев семян лесных пород деревьев интересовали лесоводов и ученых-лесоведов с тех пор, когда начались широкомасштабные заготовки древесины. Урожайность семян отслеживается и измеряется различными способами для прогнозирования урожайных лет и условий дальнейшего возобновления.

В Финляндии имеются долгие традиции измерения урожаев семян у различных пород деревьев. Благодаря первопроходческим усилиям прежде всего двух профессоров лесоводства – Олли Хейкинхеймо и Ристо Сарвас – получены серии урожайности более чем за 70-летний период. Поэтому объемы урожаев семян и их повторяемость по разным породам известны в Финляндии достаточно хорошо.

В некоторых других странах, например, в Германии и России, объемы и колебания урожаев семян лесных деревьев начали изучать раньше, чем в Финляндии. В России уже в XIX веке было выполнено много исследований по урожайности усилиями в т.ч. Огиевского, Соболева и Фомичева (Heikinheimo 1932). Эти исследования инициировали поиски финляндских ученых.

К прогнозированию урожаев семян имеется различные подходы:

1) В некоторых сериях наблюдений выявлена периодичность, позволившая предположить, что колебания обуславливаются внутренним ритмом деревьев или некой космической связью с периодами солнечных пятен.

2) Обильному цветению обычно предшествует более теплый, чем в среднем, вегетационный период, а с другой стороны цветение обычно слабое после предыдущего прохладного лета (фото 12). Такие наблюдения зародили идею, что появление зачатков цветков регулируется внешними факторами.

3) Период от появления зачатков цветков до выпадения семян длится у деревьев, не считая некоторых исключений, обычно один год. В этом плане лесохозяйственников больше всего интересует сосна, у которой этот период продолжается почти три года. Наблюдая за количеством завязей, тычинковых цветков и шишек, можно составить прогноз по объему урожая шишек.

Применяемые методы оценки и измерения урожаев семян

Научно-исследовательский институт леса Финляндий (НИИЛФ) отслеживает

урожаи семян в основном тремя методами. В 1950–1993 осуществлялась т.н. разведка урожая шишек. Такая научно весьма неточная оценка составлялась через ежегодный опрос организаций лесного ходяйства, когда профессионалы в разных регионах заполняли бланк, характеризующий региональный урожай шишек. Для оценки применялись четыре класса урожайности по количеству шишек на маячных деревьях.

В конце 1950-х годов профессор Сарвас заложил широкую, охватывающую всю страну сеть пробных площадей с опадосборниками для исследования цветения и плодоношения деревьев (фото 13). Пик количества работающих пробных площадей превышал 170. Из них 8 размещались в других Северных странах и в Центральной Европе. Кроме основных пород деревьев – сосны, ели, берёзы повислой и пушистой – наблюдения охватили 24 другие породы деревьев (Koski и Tallkvist 1978). Постепенно центр тяжести исследований Сарваса сместился все больше на выяснении причин колебаний урожайности. Особый интерес у него вызывали процессы цветения лесных пород и исследования по сумме эффективных температур. Благодаря основательным исследованиям наши знания о биологии размножения лесных деревьев значительно расширились, но их воздействие на практику лесовозобновления было слабым.

В опытных лесах установлено около десятка воронкообразных накопителей опада, позволяющих измерять объем опада и семян. Собранные таким образом самые длительные беспрерывные серии приближаются к 40 годам (рис. 1). Такой метод позволяет довольно точно оценить урожай семян отдельного массива. Его недостатком являются трудоемкость сбора и обработки материала и

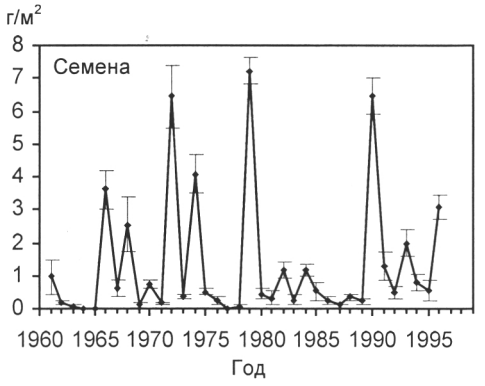


Рисунок 1. Вариации урожая семян ели в 1961–1996 гг. по опаду. Сийлинярви, восточная Финляндия. Столбики показывают среднюю погрешность среднего значения по воронкам.

то, что результаты представляют уровень массива, а не отдельных деревьев. Поскольку метод исходит из процесса осыпания семян, с его помощью невозможно прогнозировать урожайность.

Третий метод наблюдений разработан специально для прогнозирования урожайности семян. Объектом наблюдений являются цветение и урожай шишек в специальных учетных массивах. Работа начата НИИЛФ в 1979 году. Описание метода представлено вместе с прогнозами урожайности.

Факторы, воздействующие на объем и качество урожая семян

При естественном возобновлении обсеменение участка возобновления зависит от многих различных факторов, которые могут быть описаны при помощи модели урожая семян (рис. 2). Модель показывает, насколько сложен и многоэтапен экологический процесс образования урожая семян. Главными факторами, регулирующими объем и качество урожая являются климатические и погодные колебания, а также внутренние анато-

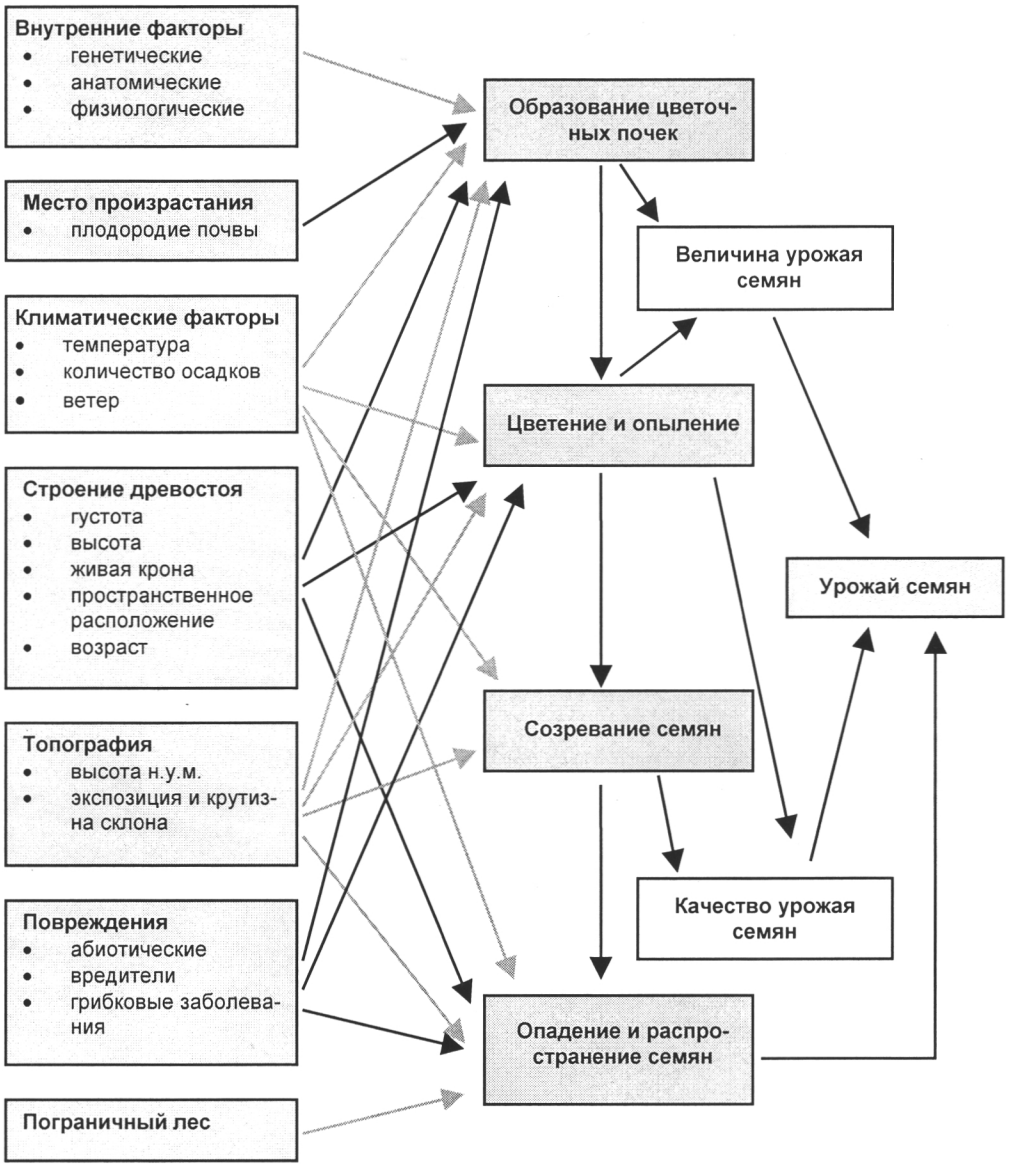


Рисунок 2. Модель урожая семян. Отображает основные факторы, воздействующие на величину и качество урожая семян в течение периода от появления цветочных почек до осыпания семян.

мические, физиологические и генетические свойства деревьев. Из первых наибольшее значение имеют погодные условия предыдущего вегетационного периода, прежде всего очередь температура июня, июля и августа. Высокие температуры повышают семенную продуктивность, а холод, обильные дожди и облачность снижают ее. У ели температура предшествующего цветению лета воздействует на урожай семян слабее, чем у сосны (Leikola и др. 1982). Из факторов места произрастания главными являются плодородие почвы и особенно в север-

ной Финляндии высота над уровнем моря и рельеф местности. По Sarvas (1962) в черничных сосняках среднегодовой урожай семян примерно в два раза выше, чем средний урожай в сосняках верескового типа.

Из показателей древостоя на урожай семян сильнее всего влияют возраст, густота, высота и габариты живой кроны основного древостоя. Лесоводственными мероприятиями можно регулировать структуру древостоя и повышать таким путем семенную продуктивность, например, вырубая древостой до состояния семенников. В южной Финляндии много всходов сосны отмечено при густоте обсеменяющего древостоя от 100 до 200 стволов на га. При наличии условий естественного возобновления обсеменение участка может быть достаточным при густоте от 20 до 400 стволов на га (Lehto 1956). Действующие ныне в Финляндии лесоводственные наставления, учитывающие экономические факторы и современные способы заготовки, обычно устанавливают в качестве целевой густоту семенников от 40 до 100 стволов на га.

В закрепившихся ельниках семенная продуктивность довольно прямолинейно зависит от густоты древостоя. Koski и Tallkvist (1978) подсчитали, что у ели увеличение количества стволов с 200 до 500 на га означает утроение объема урожая семян. У сосны и берёзы семенная продуктивность существенно зависит от верхней высоты. Объем урожая семян удваивается при увеличении верхней высоты древостоя с 15 до 30 м (Koski и Tallkvist 1978). Под объемом здесь понимаются вероятные максимальные значения цветения и урожая семян. У сосны и особенно у берёзы излишнее сужение крон может значительно сократить урожайность. Поэтому в густых сосняках и березняках до рубок семенников всегда необходимо осветление. В отдельные годы вредители семян и шишек способны сильно снизить объем и качество урожая семян.

Урожай семян различных пород деревьев

У сосны (*Pinus sylvestris* L.) обильный урожай семян в южной Финляндии случается три раза за десятилетие. Колебания объема по годам меньше, чем у других пород и совсем неурожайных лет нет (рис. 3, табл. 1). Ритм урожайности в северной Финляндии иной, чем в южной. В Лапландии обильный и высококачественный урожай семян сосны случается в среднем не более одного раза за 10 лет. Поэтому в северных условиях в урожайные годы очень важно собрать шишки.

На основании длительных наблюдений в массивах семенного учета среднегодовой урожай шишек сосны на всей территории Финляндии составляет около 35 шишек/дерево. В редкостойных сосняках урожай обычно выше, чем в густых. Опираясь на публикации (Heikinheimo 1932, 1937, 1948, Sarvas 1962 и Koski и Tallkvist 1978) Kellomäki (1987) оценил среднегодовой урожай семян сосны в 50–150 семян на $м^2$ или 1,8–2,5 кг/га. Новые длительные серии измерений позволили уточнить эти цифры: среднегодовой урожай семян сосны в южной Финляндии составляет около 3,5 кг/га и в Лапландии около 1 кг/га. Пик урожая в южной Финляндии достигал примерно 15 кг/га. Доля пустых семян у сосны в среднем 20–30 % от общего количества (Sarvas 1962).

У ели (*Picea abies* (L.) Karsten) колебания урожайности по годам очень велики (рис. 1 и 4, табл. 2). Обильные урожаи шишек случаются 3–4 раза за 10 лет, но

вредители семян могут погубить и хороший урожай. Неурожайные или очень малоурожайные годы случаются в среднем пять раз за 10 лет (фото 14). Неуро-

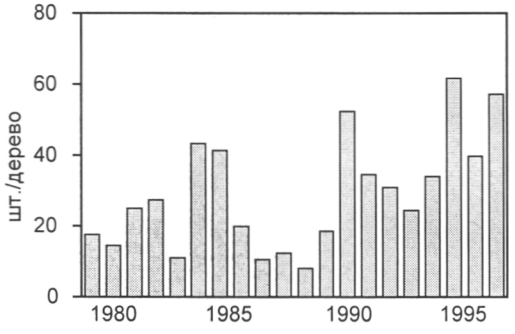


Рисунок 3. Вариации урожаев шишек сосны в южной Финляндии в 1979–1998 гг. на основании наблюдений в насаждениях семенного учета. Годы означают годы формирования шишек, т.е. семена осыпаются следующей весной. Материал включает лишь данные полученные на постоянных пробных площадях.

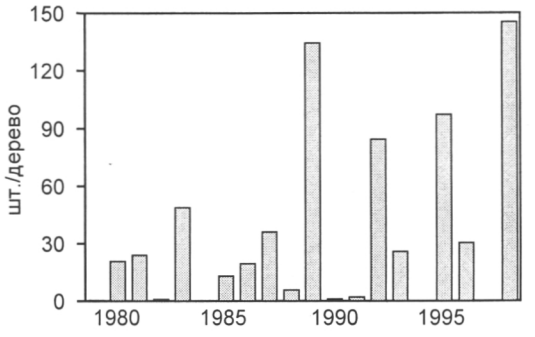


Рисунок 4. Вариации урожаев шишек ели в южной Финляндии в 1979–1998 гг. на основании наблюдений в насаждениях семенного учета. Годы означают годы формирования шишек.

Таблица 1. Средняя урожайность шишек сосны в массивах семенного учета в 1979–1998 гг. СД = средняя дисперсия, N1 = количество учетных массивов, N2 = количество учетных деревьев.

Год	Штук на дереве	СД	N1	N2
1979	17,6	14,5	41	2040
1980	18,9	17,8	37	1845
1981	25,4	16,0	42	2088
1982	36,5	27,5	47	2335
1983	10,8	7,9	46	2271
1984	33,3	27,5	44	2160
1985	43,2	28,0	34	1668
1986	23,7	15,8	37	1765
1987	13,2	10,8	35	1681
1988	23,3	28,1	26	1235
1989	10,0	6,1	45	2178
1990	19,1	12,5	45	2205
1991	49,0	31,9	41	2004
1992	31,7	17,6	36	1774
1993	30,9	26,1	44	2195
1994	28,9	32,6	64	3219
1995	22,6	17,0	87	4258
1996	71,0	35,5	78	3777
1997	52,8	41,6	79	3747
1998	65,0	48,4	88	4222

Таблица 2. Средняя урожайность шишек ели в массивах семенного учета в 1979–1998 гг. СД = средняя дисперсия, N1 = количество учетных массивов, N2 = количество учетных деревьев.

Год	Штук на дереве	СД	N1	N2
1979	2,9	7,8	25	1242
1980	23,6	28,1	32	1574
1981	25,4	21,9	32	1573
1982	1,2	3,0	35	1694
1983	52,0	44,6	35	1694
1984	1,6	4,1	23	1110
1985	10,9	12,9	32	1568
1986	29,6	31,9	32	1537
1987	29,8	36,6	35	1674
1988	7,0	10,7	35	1700
1989	141,6	83,8	35	1680
1990	1,8	3,0	34	1658
1991	5,9	12,5	33	1600
1992	70,4	70,7	34	1646
1993	21,3	15,1	36	1768
1994	6,5	18,9	52	2717
1995	98,5	67,6	71	3412
1996	25,4	38,5	61	2961
1997	3,6	11,0	61	2855
1998	126,9	75,7	71	3349

жайные годы могут следовать друг за другом. В южной Финляндии в 1990-х годах неурожайными были 1990, 1991, 1994 и 1997 год (рис. 4). Крайне редко урожайные годы случаются подряд.

За длительный период наблюдений в учетных ельниках на дереве отмечено около 40 шишек. Согласно сводке Kellomäki (1987) на землю осыпается ежегодно в среднем около 3–4,5 кг семян на га. По данным новых серий измерений среднегодовой урожай семян ели соответствует этому уровню. На плодородных участках в южной и средней Финляндии средний урожай может доходить до 10–20 кг/га. В четырех учетных ельниках, в большинстве из которых урожайность отслеживается опадосборниками более 35 лет, средний урожай варьировал от 10,5 до 18,3 кг/га. В пиковые годы семян накапливается до 120 кг/га.

Самый обильный известный урожай семян ели отмечен в Финляндии в 1990 году. Тогда в заповеднике Ауланко насчитали в среднем 4 100 семян/м^2. В неурожайные годы семян нет совсем. Осенью 1998 года урожай шишек ели был в южной Финляндии явно лучшим за 50 лет, но из-за вредителей и грибов урожай семян оказался посредственным. Таким образом, пиковые количества ещё не гарантируют естественное возобновление. Доля пустых семян ели составляет в среднем 67 % и варьирует по годам от 20 до 100 % (Sarvas 1968). Эта доля максимальна в малоурожайные и минимальна в урожайные годы.

Семенные годы березы повислой (*Betula pendula* Roth) и березы пушистой (*B. pubescens* Ehrh.) случаются в южной Финляндии в среднем через 2–3 года. Колебания между годами значительны (рис. 5, табл. 3). По данным новых наблюдений в учетных лесах цветение берёз в отдельные годы может даже в южной Финляндии быть ничтожным.

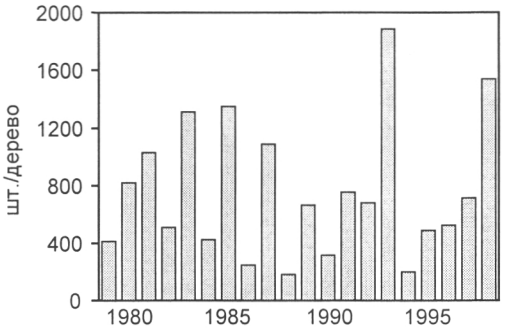


Рисунок 5. Вариации интенсивности тычиночного цветения берёзы в южной Финляндии в 1979–1998 гг. на основании наблюдений в насаждениях семенного учета.

Таблица 3. Среднее количество тычиночных соцветий берёзы в массивах семенного учета в 1979–1998 гг. СД = средняя дисперсия, N1 = количество учетных массивов, N2 = количество учетных деревьев.

Год	Штук на дереве	СД	N1	N2
1979	424	409	30	1371
1980	712	816	35	1584
1981	1206	1114	35	1596
1982	396	435	34	1548
1983	1039	718	36	1598
1984	345	363	35	1633
1985	1287	800	35	1586
1986	394	629	37	1666
1987	796	792	34	1561
1988	168	164	39	1782
1989	620	865	36	1617
1990	248	368	40	1815
1991	588	722	40	1820
1992	496	618	37	1702
1993	1521	880	38	1662
1994	155	130	40	1776
1995	386	484	63	2940
1996	447	660	59	2724
1997	590	667	62	2737
1998	1320	1023	65	2802

Берёзы южной Финляндии производят в среднем 700–800 тычиночных соцветий

на дерево. В лучшие годы пушистый березняк дает в Финляндии до 260 000 семян/м^2 (Koski и Tallkvist 1978). При продвижении на север урожаи семян берёз постепенно сокращается. Семена березы способны сохраняться в почве и прорастать через несколько лет. Доля пустых семян у обоих видов велика, от 40 до 80 % (Sarvas 1955).

Урожаи семян ольхи серой (*Alnus incana* (L.) Moench) и ольхи чёрной (*A. glutinosa* (L.) Gaertner) обычно довольно обильны и часты. В лучшие годы оба вида производят семян до 60 кг/га (Raulo и Hokkanen 1989).

Как интродуцент лиственница не имеет в Финляндии большого хозяйственного значения. Заложенные лиственничники представляют в основном лиственницу сибирскую (*Larix sibirica* Ledeb.). Длительными измерениями в юго-восточной Финляндии (Пункахарью, 1959–1995) установлено, что лиственница дает в среднем около 450 семян/м^2. В пиковый 1979 год выпало около 2 000 семян/м^2.

Прогнозы урожаев семян

Естественное возобновление можно значительно ускорить, если рубки возобновления и подготовку почвы приурочить к созревающему обильному урожаю семян. В таких случаях достоверные и достаточно заблаговременные прогнозы урожайности семян могут стать важным подспорьем при решении вопросов возобновления. Прогнозами можно не только уточнять сроки рубок возобновления и подготовки почвы, но и обосновывать выбор способа возобновления и густоты создания культур в тех случаях, когда на участке посева или посадки есть возможность использовать естественный молодняк. Кроме того, прогнозы дают важную информацию для планирования и исполнения сбора шишек. Прогнозы и мониторинг урожайности вызывают все более широкий общественный интерес, т.к. цветение и урожаи шишек лесных деревьев представляют собой весьма представительные явления природы, имеющие большие вариации и разнообразные побочные последствия, например, для миграции семеядных птиц и смен популяций белки.

Основаниями прогнозов урожаев семян могут служить микроскопический анализ почек, визуальная оценка цветения и плодоношения или компьютерные модели. В Финляндии на основании длительных серий урожаев семян и температуры периодов разработаны модели прогнозирования урожайности сосны и ели (Leikola и др. 1982, Pukkala 1987). Тестирование показало, что модели лучше по остальной части Финляндии, чем по Лапландии, и по сосне лучше, чем по ели. Модели учитывают лишь 37–40 % от вариации урожайности, но вообще по ним можно правильно предугадать урожайные и неурожайные годы (Pukkala 1987).

Разработанный НИИЛФ метод прогнозирования

НИИЛФ начал в 1993 году разрабатывать новый, более надёжный метод прогнозирования урожаев семян. С 1994 года составляются общегосударственные и региональные прогнозы по сосне, ели, повислой и пушистой берёзе. По новому методу прогнозирование урожаев семян хвойных происходит в три этапа. Первая предварительная оценка интенсивности цветения следующим летом основывается на осеннем микроскопическом исследовании проб почек, вторая – на данных наблюдений в лесах семенного учета и третья – на оценке количества шишек на

тех же особях деревьев. Метод позволяет постоянно уточнять прогноз по мере приближения к стадии осыпания. По берёзе прогнозы опираются на данные исследований тычиночных соцветий. Региональная точность прогнозов зависит от густоты сети учетных площадок.

Составленные на ранних стадиях прогнозы дают достаточно времени для планирования лесовозобновления. В лучшем случае прогнозы урожаев семян по берёзе касаются периода чуть менее года, по ели – полутора лет и по сосне – до двух с половиной лет. Чтобы прогнозы давали при лесовозобновлении наилучший возможный результат, важно надежно предугадать наилучшие и наихудшие семенные годы.

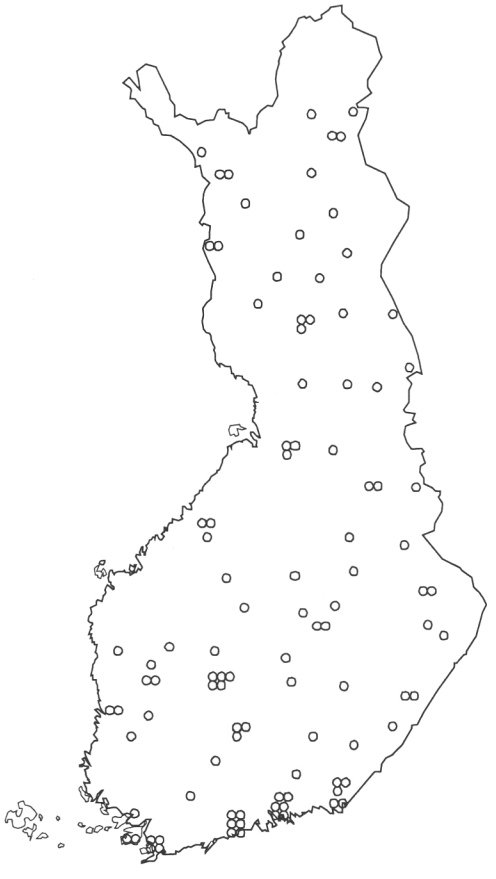


Рисунок 6. Расположение сосновых насаждений семенного учета в Финляндии.

Леса семенного учета

Для мониторинга и прогнозирования урожаев семян НИИЛФ заложил леса семенного контроля. Таких массивов имеется около 280 в разных концах страны, начиная от южного побережья до границы леса на севере. На рисунке 6 показано расположение массивов семенного контроля по сосне. В каждом массиве стационарными номерами отмечены обычно 50 деревьев доминирующего яруса. По ним при помощи бинокля ежегодно производятся наблюдения за цветением и плодоношением. Наблюдатель подсчитывает или оценивает, сколько соцветий или шишек имеется на каждом пронумерованном дереве, и определяет количественный класс. Шкала включает шесть или семь классов в зависимости от породы дерева. При оценке применяется следующая классификация:

Количественный класс	Тычиночных соцветий / берёза	Тычиночных соцветий или шишек / хвойное дерево
1	0	0
2	1–20	1–20
3	21–200	21–50
4	201–1000	51–100
5	1001–5000	101–200
6	более 5000	201–500
7		более 500

У берёзы объектом учета являются тычиночные серёжки, количество которых оценивается осенью вскоре после опадения листьев в октябре–ноябре. Подсчет пестичных соцветий у берёзы невозможен, т.к. они появляются по мере распускания листьев. У ели количество пестичных соцветий оценивается в пери-

од цветения в конце мая или в июне, а шишки подсчитывают в июле. У сосны пестичные соцветия оцениваются во время цветения в июне, а шишки – в июле–августе. Пик цветения ели приходится в южной и средней Финляндии на период, когда сумма эффективных температур (сумма среднесуточных температур выше +5 °C) достигает значений 130–150 °C·d и по сосне при значениях 220–240 °C·d (Sarvas 1962, 1968 и Kellomäki 1987).

Кроме сотрудников института леса в полевых наблюдениях участвуют многочисленные компаньоны, представляющие Лесная Служба Финляндии, частный лесной сектор (Центр развития лесного хозяйства Тапио), сельско- и лесохозяйственные учебные заведения и лесопромышленные предприятия. Примерно половина учетов по цветению и плодоношению выполняется силами компаньонов.

Исследования почки

Составляемые на базе лесов семенного учета прогнозы можно дополнять данными изучения почек. При этом предварительная оценка будущих урожаев семян сосны и ели вырабатывается примерно на полгода раньше, чем на основании данных по цветению. Изучение почек начинается в октябре, когда на делянках с поваленных деревьев собирают пробы ветвей для микроскопирования почек. Пробные деревья должны быть в зрелом возрасте и представлять доминирующий ярус, т.е. речь идет об рубках осветления или сплошных. Из массива отбирается 30 пробных деревьев. По времени рубка не должна быть отдаленной, т.к. в начале осени почки могут быстро усохнуть на поваленных деревьях. Если деревья повалены в сентябре-октябре, то пробы можно собрать примерно в течение двух недель после валки. С позже поваленных деревьев пробы можно брать в течение всей зимы.

Для пробы выбираются ветви в верхней части кроны, не ниже 2 м от верхушки. У сосны берут 10 веток с дерева, у ели достаточно 3–5 шт./дерево, если на каждой ветке имеется не менее 10 конечных почек. С собранных веток конечные почки анализируются под микроскопом, подсчитываются зачатки соцветий и шишки различных возрастов. Метод довольно трудоемок и требует много времени, что мешает применять его в широких масштабах. Для регионального прогноза обычно достаточно 4–5 учетных массивов по каждой породе, если речь идет о Лесном центре или более мелкой территории.

Зрелость урожая семян

При составлении прогнозов оценивается не только объем урожаев, но и зрелость семян, встречаемость насекомых-вредителей и грибных заболеваний и их риск для урожая шишек.

Формирование обильного и качественного урожая семян у сосны предполагает повторяемость подряд трех умеренно теплых вегетационных периодов. В северной Финляндии созревание семян часто является минимальным фактором возобновления сосны. Если в год дозревания лето холодное и дождливое, всхожесть семян останется низкой. Тогда не имеет смысла собирать даже богатый урожай семян для возобновления леса. Поэтому в прогнозы включены данные о всхожести семян, основывающиеся на региональных значениях суммы эффективных температур. Кроме того, Лесная Служба и семенной центр Тапио, отвечающие в Финляндии за снабжение се-

менами лесных пород деревьев, оказывают помощь при оценке качества урожая семян, предоставляя для прогнозов данные рентгеноскопии и проращивания семян.

Значение 600–700 °C·d суммы эффективных температур является своеобразным порогом, выше которого доля созревших семян начинает резко увеличиваться. Максимальные значения по дозреванию получены в диапазоне 900–1 100 °C·d (Henttonen и др. 1986). По данным Sarvas (1967) из семян дозревает 50 %, если местная сумма эффективных температур составляет не менее 85 % от средней суммы температур региона.

Поражения семян

В отдельные годы вредители семян и шишек и ржавчинные грибы способны наносить ощутимый урон урожаям семян. В Финляндии наибольшую тревогу вызывают вредители семян и шишек ели. У сосны воздействие насекомых-вредителей существенно слабее. Самыми опасными вредителями шишек ели являются шишковая листовертка (*Cydia strobilella*), шишковая огневка (*Dioryctria abietella*) и еловая шишковая муха (*Lasiomma anthracina*). Значительный ущерб наносят проникающие в семена еловые галлицы-семееды (*Plemeliella abietina*) и пихтовые наездники-семееды (*Megastigmus strobilobius*). Прогнозирование поражений затрудняется тем, что многие виды насекомых-вредителей могут до нескольких лет выжидать в состоянии диапаузы формирования более обильного урожая.

Прогнозирование поражений предполагает хорошее знание процессов смены популяций у насекомых-вредителей и связанных с ними факторов. С точки зрения практического лесного хозяйства поражения шишек вредителями можно достаточно надежно прогнозировать постоянным мониторингом плодоношения и выборочной проверкой вредителей в июле–сентябре. Лучший по качеству урожай семян получается тогда, когда после двух или больше неурожайных лет ель цветет обильно (Rummukainen 1960, Annila 1979, 1981).

Из грибных заболеваний наибольшее значение имеют черемуховая и грушанковая ржавчина ели (*Thekopsora areolata, Chrysomyxa pyrolatum*), появляющиеся особенно в дождливые годы. Ржавчинные грибы заражают пестичные соцветия в мае–июне в период цветения ели. Черемуховая ржавчина обычна на плодородных участках, на краях полей и выгонов, где имеются заросли черемухи. Черемуховая ржавчина вызывает деградацию семян или исключает совсем их образование. При широком распространении ржавчинные грибы значительно сокращают семенную продуктивность ели особенно в северных широтах.

В любом случае, вопросы качества семян ограничивают и сдерживают решение проблем возобновления, т.к. достоверную картину качества урожая можно получить лишь осенью перед осыпанием семян.

Литература

Annila, E. 1979. The life cycles of the cone-infesting Dioryctria species (Lepidoptera, Pyralidae) in Finland. Notulae Ent. 59: 69–74.

Annila, E. 1981. Kuusen käpy- ja siementuholaisten kannanvaihtelu. Резюме: Fluctuations in cone and seed insect populations in Norway spruce. Commun. Inst. For. Fenn. 101. 32 с.

Heikinheimo, O. 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä I. Резюме: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume I. Commun. Inst. For. Fenn. 17.3. 61 c.

Heikinheimo, O. 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä II. Резюме: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume II. Commun. Inst. For. Fenn. 24.4. 67 c.

Heikinheimo, O. 1948. Metsäpuiden siementämiskyvystä III. Резюме: On the seeding capacity of forest trees III. Commun. Inst. For. Fenn. 35.3. 15 c.

Henttonen, H., Kanninen, M., Nygren, M. & Ojansuu, R. 1986. The maturation of Scots pine seeds in relation to temperature climate in Northern Finland. Scand. J. For. Res. 1: 243–249.

Kellomäki, S. 1987. Metsäekologia. Joensuun yliopisto. Silva Carelica 7. 297 c.

Koski, V. & Tallkvist, R. 1978. Tutkimuksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mittauksista metsäpuilla. Резюме: Results of longtime measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees. Folia For. 364. 60 c.

Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Резюме: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of Southern Finland. Acta For. Fenn. 66.2. 106 c.

Leikola, M., Raulo, J. & Pukkala, T. 1982. Männyn ja kuusen siemensadon vaihteluiden ennustaminen. Резюме: Prediction of the variations of the seed crop of Scots pine and Norway spruce. Folia For. 537. 43 c.

Pukkala, T. 1987. Kuusen ja männyn siemensadon ennustemalli. Резюме: A model of predicting the seed crop of Picea abies and Pinus sylvestris. Silva Fenn. 2: 135–144.

Raulo, J. & Hokkanen, T. 1989. Harmaa- ja tervalepän karikesato. Резюме: Litter fall of Alnus incana and Alnus glutinosa. Folia For. 738: 1–25.

Rummukainen, U. 1960. Kuusen siementuhojen runsaudesta ja laadusta. Резюме: Über Reichlichkeit und Art der Samenschäden bei der Fichte. Commun. Inst. For. Fenn. 52.3. 83 c.

Sarvas, R. 1952. On the flowering of birch and quality of seed crop. Commun. Inst. For. Fenn. 40.7. 38 c.

Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of Pinus silvestris. Commun. Inst. For. Fenn. 53(4):1–198.

Sarvas, R. 1967. The annual period of development of forest trees. Proceed. Finnish Academy of Science and Letters 1965. c. 211–231.

Sarvas, R. 1968. Investigations on the flowering and seed crop of Picea abies. Commun. Inst. For. Fenn. 67.5. 84 c.

Географические культуры сосны обыкновенной в Российской Карелии

Б.В. Раевский

Институт леса Карельского НЦ РАН, ул. Пушкинская 11, Петрозаводск, Республика Карелия, 185610, Россия

Введение

В 1960–1970-е годы в развитых странах Европы при координирующей роли ИЮФРО осуществлялись масштабные международные программы по закладке географических культур важнейших лесных пород. Советский Союз в тех опытах не участвовал, но самостоятельно осуществлял ряд аналогичных программ. В частности, по сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в 1974–1977 гг. закладывалась серия географических культур с общим участием 113 происхождений на 33 участках, расположенных по всей территории бывшего СССР (Shutyaev и Giertych 1997). В Карелии было заложено два участка географических культур сосны: в северной подзоне тайги (Амбарнское лесничество Чупинского лесхоза, 12 га, 29 провениенций) и в средней подзоне (Кумсинское лесничество Медвежьегорского лесхоза).

В настоящей статье представлены данные по сохранности и росту провениенций сосны обыкновенной на участке № 5 указанной серии, в районе г. Медвежьегорска (63°00’ с.ш., 34°03’ в.д., 100 м над уровнем моря).

Культуры созданы под научно-методическим руководством сотрудников института леса в 1977 г. на раскорчеванной вырубке из-под сосняка вересково-брусничного, IV класса бонитета. Обработка почвы не производилась за исключением огневой очистки в 1976 г. Площадь культур – 15,2 га, в том числе полезная – 13,9 га. Двухлетние сеянцы из открытого грунта высаживались по вариантам в блоки 0,10 и 0,15 га с размещением 0,8х2,5 м, густотой около 5 000 шт./га. Всего было высажено 45 происхождений в трехкратной повторности с диапазоном от Мончегорска (67°01’ с.ш.) до Смоленска (54°00’ с.ш.) по широте и от Эстонии (26°28’ в.д.) до Якутии (130°00’ в.д.) по долготе (табл. 1, рис. 1). В период наблюдений на участке осуществлялись почвенно-химические и лесопатологические обследования (Марьин 1979, Крутов 1981). Учет сохранности и замеры биометрических показателей до 1989 г. проводились ежегодно, а затем через 5 лет (Малышев и Щербакова 1993). Исследования в культурах велись в соответствии с методикой ВНИИЛМ (Проказин 1972). Статистические данные обрабатывались методами биометрии с использованием корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализов (Плохинский 1970).

Сохранность, рост и развитие географических культур анализировались как отдельно по вариантам, так и путем объединения последних в группы. Сравнение отдельных происхождений проводилось по отношению к варианту 14, как к местному (Медвежьегорский район), а сравнение групп – по отношению к группе II, принятой в качестве контроля. Данная группа представляет среднюю подзону тайги Европейского Севера

Таблица 1. Группы происхождений сосны обыкновенной в географических культурах Медвежьегорского лесхоза.

№ групп происх., подвид	№ варианта	Наименование зон	Географические координаты	
			с.ш.	в.д.
I *lapponica*	1,2,3,12,18	Северная подзона тайги Европ. Севера России	67°51'–64°45'	34°30'–33°00'
II *sylvestris*	4,9,14,15,16,17	Средняя подзона тайги Европ. Севера России	62°54'–60°00'	43°00'–30°28'
III *sylvestris*	19,21,22,23,24	Южная подзона тайги Северо-Запада европ. части России	60°00'–56°23'	32°28'–26°28'
IV *sylvestris*	8,41,42,43,44,45, 47,48	Центральные области европ. части России	59°20'–54°00'	44°28'–33°00'
V *sylvestris*	10,13,67,68,73,74	Северо-Восток европ. части России, Северный и Средний Урал	64°40'–57°03'	57°00'–50°06'
VI *sibirica*	77,78,81,82,88,91	Западная Сибирь	61°25'–52°50'	84°27'–60°24'
VII *sibirica*	93,94,102,103, 104,109,117,118	Средняя и Восточная Сибирь	66°00'–58°00'	130°00'–88°00'

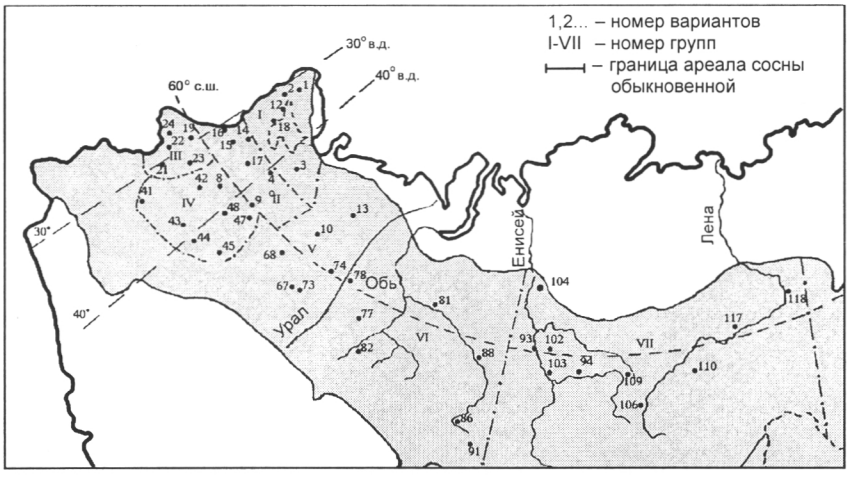


Рисунок 1. Происхождения сосны обыкновенной в географических культурах.

России, сам же участок культур заложен на границе северной и средней подзон тайги проходящей в Карелии в районе г. Медвежьегорск.

На вересково-паловых вырубках главными лесокультурными особенностями почв является их бедность питательными веществами, слабая водоудерживающая

способность, значительные суточные колебания температур на поверхности субстрата. Посаженные сеянцы оказываются в очень жестких почвенно-гидрологических условиях.

Результаты

В год посадки средняя приживаемость по культурам составила 70,1 %. Контрольная группа II занимала только пятое место (71,1 %), а местный вариант 14 только двадцатое (74,4 %). Самые низкие показатели сохранности оказались у групп III и IV (южная подзона тайги Северо-Запада РФ и Центр России). В числе лидеров – группы V, VII, I, VI, т.е. главным образом с Северо-Востока европейской части России и из Сибири, из районов с континентальным климатом, где весной засушливый период достаточно ярко выражен. Исключение составляла только группа I (рис. 2).

По данным Крутова (1981) в последующие три года одной из основных причин отпада во всех вариантах были насекомые, ответственные за 55% от всего отпада. Наибольшая гибель растений была вызвана восточным майским хрущом (*Melolontha hippocastani* Fabr.) и большим сосновым долгоносиком (*Hylobius abietis* L.) – 90–95 % всего отпада от насекомых. Определенное влияние имела и заболеваемость снежным шютте (*Phacidium infestans*) – 22 % всего отпада. Сильнее всего пострадали по данной причине группы III и IV, 27,7 и 29,3 % от всего отпада соответственно. Происхождения остальных групп были в 2–3 раза устойчивее. Прочие причины главным образом абиотического характера составили 23 % от общего отпада. На пятый год участие всех видов насекомых и грибных болезней в отпаде культур существенно снизилось.

В первое пятилетие жизни культур значительной переранжировки климатипов по сохранности еще не произошло, но определенные тенденции уже наметились (рис. 2). Отпад в культурах происходил в течение всего наблюдаемого периода у большинства происхождений 2–3 %, а у некоторых 5–7 % в год. В целом ранжировка по степени сохранности, на-

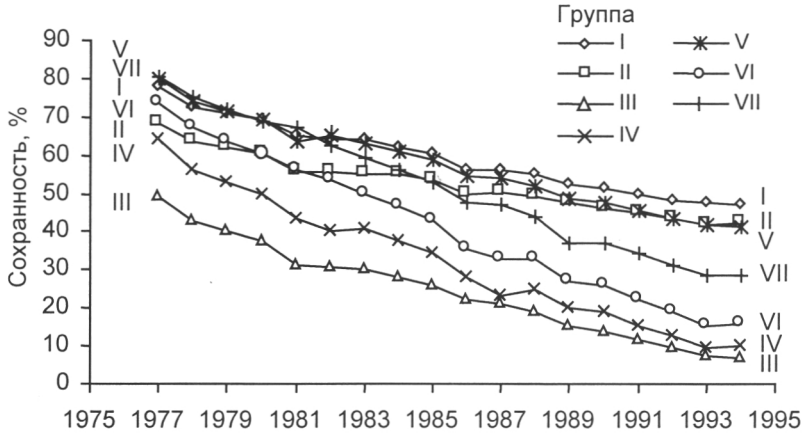


Рисунок 2. Динамика сохранности географических культур сосны, Чёбино.

блюдаемая в настоящее время, сложилась в 15-летнем возрасте и вряд ли кардинально изменится в будущем.

К 18-летнему возрасту относительно хорошо сохранился вариант 14 из местных семян (53,5 %). Теперь уже только 8 вариантов в той или иной мере превосходили его по этому показателю. Контрольная группа II при сохранности 42,6 % уступала лишь на 4,6 % группе I из северной подзоны тайги. Обе эти группы за счет меньшего ежегодного отпада постепенно заняли лидирующее положение. Сразу за контролем следует группа V (41,3 %), имеющая практически равную с ним сохранность. Самая низкая сохранность отмечена в группах III, IV и VI (южная подзона тайги Северо-запада РФ, Центральные области европейской части России и Западная Сибирь). Происхождения из Восточной и Средней Сибири занимают промежуточное положение (рис. 2). В целом по культурам сохранность в 1994 г. составила 26,3% (в 1977 – 70,1 %), что соответствует падению показателя за истекший период более чем в два раза. Различия по сохранности, обусловленные фактором географического происхождения, очевидны. Как и следовало ожидать, в данных условиях провениенции из северной и средней подзон тайги Севера европейской части России в итоге оказались наиболее выносливыми и адаптированными, а некоторые северные происхождения подвида *lapponica* (Мурманская область, север Архангельской области, север Карелии) превосходили по сохранности даже местный контрольный вариант.

В исследуемых культурах обнаружена тесная положительная корреляция между широтой происхождения семян и сохранностью вариантов (r = 0,92), описываемая уравнением логистической кривой при полном отсутствии корреляции между долготой происхождения и сохранностью (рис. 3). Таким образом, полученные в культурах данные по показателю сохранности в принципе хорошо согласуются с существующим лесосеменным районированием (Лесосеменное... 1982) и подтверждают, что для Центральнокарельского семенного подрайона Карельского семенного района (63°–64°30’ с.ш., Карелия) в принципе весь Европейский Север России в полосе 60°–68° с.ш. может служить поставщи-

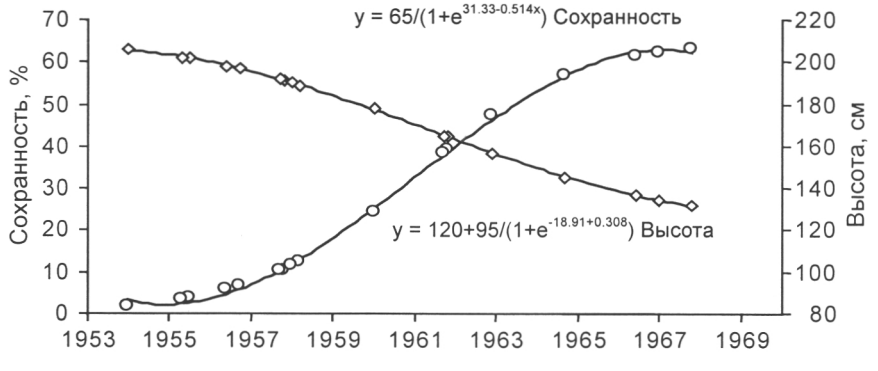


Рисунок 3. Географические культуры сосны. Регрессия сохранности и высоты происхождений в градиенты.

ком семян. При этом, на широте 63° использование сосновых семян из северной подзоны тайги, например, 63°–66°40' с.ш. способно увеличить сохранность культур максимум на 13,6 %, в то время как использование семян с южного предела (63°–60°40' с.ш.) снизит этот показатель на 17,8 %. Таким образом, перемещение семенного материала даже в пределах границ республики Карелия (60°40'–66°40' с.ш.) в широтном направлении способно существенно изменить показатели сохранности культур.

Анализ хода роста культур в высоту по группам провениенций (рис. 4) дает картину практически обратную динамике сохранности. Группы северного происхождения (I и V) – в числе самых медленно растущих. Переранжировка климатипов по данному показателю происходила до самого последнего времени и в 15-летнем возрасте окончательной картины еще не сложилось. Происхождения из средней подзоны тайги (контрольная группа II) демонстрируют относительно хорошую сохранность и рост по сравнению с остальными группами. Следует отменить, что показатели роста отдельных происхождений существенно различались. Сравнения частных средних в однофакторном дисперсионном комплексе показывает, что с местным вариантом (14) имели существенную разницу: по высоте – 29 вариантов, из них только 2 в большую сторону; по диаметру у корневой шейки – 24 и 9 вариантов соответственно. Генотипическая обусловленность дисперсии биометрических показателей составила около 13 % от общего влияния всех факторов. Контрольная группа II имела достоверное превосходство перед группами I, V и VII по высоте и диаметру, с группами III, IV и VI достоверных различий по высоте не имела. Наиболее медленно растущими оказались происхождения из северной подзоны тайги (группа I). Они уступают группе II по высоте и диаметру 31,3 и 21,4 % соответственно. При сравнительном анализе успешности развития групп происхождений через произведение их доли сохранности (A) на среднюю высоту (B), последние распределяются следующим образом (табл. 2).

Явное преимущество имела контрольная группа II (ранг 1), за ней с неболь-

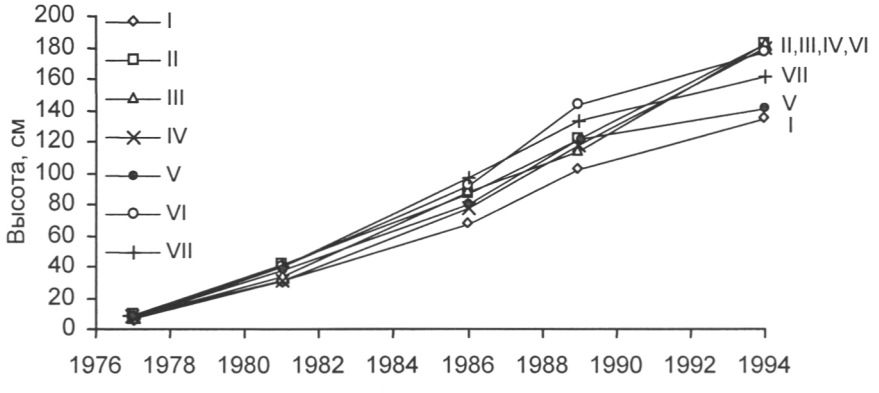


Рисунок 4. Ход роста в высоту географических культур сосны.

Таблица 2. Ранжирование групп происхождений с учетом сохранности и роста в высоту.

№ группы	Сохранность (A)	Высота, см (B)	A*B	Ранг
I	0,47	134	63,0	2
II	0,39	181	70,6	1
III	0,07	182	12,7	7
IV	0,09	181	16,3	6
V	0,36	142	51,1	3
VI	0,17	177	30,1	5
VII	0,28	161	45,1	4

шим отставанием следует группа I (северная подзона тайги). Группы III и IV вследствие плохой сохранности имели самые низкие ранги, несмотря на показатели роста близкие к контрольной группе.

В исследуемых культурах корреляционная связь роста вариантов в высоту с долготой происхождения отсутствовала. В то же время, обнаружена тесная обратная корреляция скорости роста в высоту в градиенте широты (r = -0,67), описываемая также уравнением логистической кривой (рис. 3). Согласно данной регрессионной модели, перемещение семян сосны от северной границы Карелии к 63 параллели может снизить среднюю высоту культур на величину до 13,1 %, а от южных границ к указанной линии поднять этот показатель на величину до 10,6 % по сравнению с контролем.

Таким образом, определились две схожие по форме, но взаимопротивоположные по существу тенденции в сохранности и росте происхождений сосны обыкновенной. В таежной зоне происхождения сосны из северной подзоны тайги при перемещении в южном направлении сохраняются лучше, но растут медленнее местных вариантов. Для происхождений более южных, по отношению к месту испытаний, характерно обратное. В Центральнокарельском семенном подрайоне Карельского семенного района (64°30'–63°00' с.ш.) на сухих, бедных песчаных и супесчаных почвах (типы леса – верещатник, брусничник), где сосна обыкновенная фактически не испытывает конкуренции со стороны других хвойных и лиственных пород и сама находится в условиях не самого благоприятного гидрологического режима, предпочтение, конечно, следует отдавать семенам местного происхождения из сходных условий местопроизрастания. Следует признать возможным использование здесь семян из Северокарельского подрайона Карельского семенного района (Карелия севернее 64°30' с.ш.) из широтного диапазона 63°–66° с.ш. В последнем случае положительный эффект от повышенной сохранности растений может компенсировать их несколько замедленный рост. Использование же семян сосны из самых южных районов Карелии (южнее 62° с.ш.), в принципе, нежелательно, хотя и допускается существующими положениями.

В средней и северной подзонах тайги, особенно в эдафических условиях не обеспечивающих быстрого роста деревьев, надежные оценки в географических культурах возможны не ранее 15–18-летнего возраста. Что касается внутривидовой генэкологической изменчивости сосны обыкновенной, то данные по одному участку позволяют только отметить статистически достоверные различия показателей роста большинства происхождений и их групп с контролем, наличие статистически существенной генотипической составляющей в дисперсии

признаков изученных категорий, показать общую картину клинальной изменчивости. В исследованных культурах достаточно четко обособились северные варианты (группа I). Это согласуется с многочисленными данными, свидетельствующими в пользу существования ssp. *lapponica*. По нашему мнению, южную границу распространения этой географической расы на территории Карелии следовало бы провести, где-то между 64°–65° с.ш.

Как указывают Shytyaev и Giertych (1997) последние научные отчеты о географических культурах от организаций-соисполнителей поступили в координационный центр (Центральный НИИ лесной генетики и селекции, г. Воронеж) в 1990 г. Это означает, что централизованное финансирование данного масштабного опыта прекращено. Конечно, с описанного выше участка основная часть информации уже получена. Но подобные исследования требуют развития, углубления и продолжения. Было бы интересно создать 3–4 эксперимента, например на территории Карелии, в диапазоне 60°–67° с.ш., где провести испытание 20–40 провениенций сосны из таежной зоны Европейско – Уральской части России не стремясь охватить весь ареал сосны обыкновенной сразу. Такие опыты позволили бы более детально изучать внутривидовую структуру вида.

Литература

Крутов, В.И. 1981. Влияние лесопатологических факторов на приживаемость и сохранность географических культур сосны в Карельской АССР. В кн.: Всесоюз. совещ. по вопросам адаптации древесных растений к экстремальным условиям среды. Тез. докл. Петрозаводск. С. 68–70.

Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР. 1982. Москва. 368 с.

Малышев, И.И. & Щербакова, М.А. 1993. Сравнительная оценка экотипов сосны и ели разного происхождения и выделение из них наиболее перспективных для Карелии. В кн.: Селекция и лесное семеноводство в Карелии. Петрозаводск. С. 5–26.

Марьин, Е.М. 1979. Географические культуры сосны обыкновенной в Карелии. В кн.: Селекция и лесное семеноводство в Карелии. Петрозаводск. С. 47–59.

Плохинский, Н.А. 1970. Биометрия. Москва. 367 с.

Проказин, Е.П. 1972. Изучение имеющихся и создание новых географических культур. Пушкино. 52 с.

Shutyaev, A.M. & Giertych, M. 1997. Height growth variation in a comprehensive Eurasian provenance experiment of Pinus sylvestris L. Silvae Genetica 46(6): 332–348.

Опыт создания семенных плантаций сосны обыкновенной в Российской Карелии

А.А. Мордась

Институт леса Карельского НЦ РАН, ул. Пушкинская 11, Петрозаводск, Республика Карелия, 185610, Россия

Создание семенных плантаций

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) – один из основных и наиболее ценных лесообразующих видов. Древостои с преобладанием сосны в Карелии составляют около 60 % всей покрытой лесом площади, ей принадлежит ведущее место в лесовосстановлении. Однако потребность в семенах местной репродукции за счет сборов в высокопродуктивных естественных древостоях не удовлетворяется из-за периодичности урожаев и низкого качества семян, обусловленных экстремальными климатическими факторами, особенно в подзоне северной тайги. Это вынуждало использовать привозные семена, нередко с нарушением принципов лесосеменного районирования, что приводило к широкому распространению грибных болезней и гибели культур (Крутов и Шубин 1983).

С 1982 г. географические и экологические перемещения семян древесных пород для целей лесовыращивания регламентируются на основе Лесосеменного районирования... (1982), в соответствии с которым в республике выделен Карельский лесосеменной район с подразделением на три подрайона: Северокарельский (севернее 64°30′ с.ш.), Центральнокарельский (между 63° и 64°30′ с.ш.) и Южнокарельский лесосеменной район (южнее 63° с.ш.).

Для массового получения семян с ценными наследственными свойствами и высокими посевными качествами в Карелии с начала 1970-х годов создается постоянная лесосеменная база, основной формой организации которой признана закладка семенных плантаций привитым посадочным материалом (Воробьев 1981), как наиболее целесообразным направлением лесного семеноводства.

Первая опытная прививочная семенная плантация сосны площадью 4 га заложена в начале 1960-х годов Институтом леса. Тогда же отобрано около 90 плюсовых деревьев и установлены критерии их оценки (Щербакова и др. 1979), изучено внутривидовое разнообразие сосны обыкновенной с выделением географических рас (подвидов), разновидностей и биологических форм (Козубов 1962).

Первые производственные плантации начали создавать в 1975 г. по проектам института Союзгипролесхоз в Южнокарельском лесосеменном районе (Заонежский, Лахденпохский, Олонецкий и Петрозаводский лесхозы) в зоне устойчивого вызревания семян (Лаур и Щурова 1987). Их закладке предшествовали селекционная инвентаризация лесов, отбор плюсовых деревьев и насаждений, вегетативное размножение плюсовых деревьев. Интенсивный отбор плюсовых деревьев проводился Петрозаводской и Олонецкой семеноводческими станциями и институтом Союзгипролесхоз в черничном (75 %), брусничном (17 %) и

кисличном (6 %) типах леса. Небольшая часть деревьев (2 %) отобрана в менее производительных типах – вересковом, долгомошниковом и беломошниковом (Щурова 1998).

По данным Государственного комитета по лесу Республики Карелия на 01.01.1996 г. в древостоях, пройденных селекционной инвентаризацией, плюсовых деревьев сосны отобрано 1 451 шт., плюсовых насаждений – 395 га. Заложено прививочных семенных плантаций сосны 421,5 га, в том числе аттестовано и зачислено в постоянную лесосеменную базу 204,5 га, других пород (ель, береза карельская, лиственница, сосна сибирская) всего – 139,4 га (Царев и др. 1996).

Репродуктивные свойства привитых саженцев изучались Институтом леса Карельского НЦ РАН и Петрозаводской лесной опытной станцией СПбНИИЛХ на примере одной из плантаций сосны первого поколения, заложенной в лесорастительных и почвенно-климатических условиях, характерных для Южнокарельского лесосеменного района (Олонец).

Результаты

Как известно, синхронность цветения географически и экологически отдаленных клонов в синтетических популяциях является обязательным условием для реализации перекрестного опыления. Нашими наблюдениями не выявлено существенных фенологических барьеров в сроках цветения северных и южных экотипов, выращиваемых на юге Карелии, благодаря чему возможность спонтанной отдаленной внутривидовой гибридизации вполне реальна. Среди представителей популяций северной, средней и южной Карелии оказались сравнительно рано- и позднораспускающиеся клоны, с коротким и длинным периодом развития макро- и микростробилов, поэтому при совместном их размещении более-менее благоприятный пыльцевой режим поддерживается в течение всего периода цветения.

Цветение сосны на плантациях начинается при сумме эффективных температур (выше 5 °С) 180–190 °С·d и при отсутствии погодных аномалий обычно приходится на конец мая – начало июня. В сухую и теплую погоду развитие женских стробилов (от раскрытия отдельных семенных чешуек до их смыкания) длится 10–12 дней, а массовое пыление мужских колосков 3–4 дня. Часто неблагоприятные погодные условия (дожди, заморозки и др.) вносят существенные коррективы в нормальный ход репродуктивных процессов, сроки их начала и продолжительность, а иногда вызывают массовую гибель соцветий и завязей.

Периодичность цветения и плодоношения, свойственная естественным насаждениям, отмечается и на плантациях, однако семенные годы здесь чаще и даже в межсеменные периоды не бывает полного неурожая. За восемь лет наблюдений на одном из участков, представленном южными клонами, обильное женское цветение (в среднем 3,5–4,0 балла по шестибальной шкале) отмечалось каждый третий год. Значительные межклоновые различия по обилию цветения стабильно сохраняются в течение ряда лет. В то же время случались прецеденты, когда слабоцветущие клоны с середины второго десятилетия повышали свой статус.

Достоверно установлена высокая генетическая обусловленность репродуктивной деятельности семенных деревьев. Обилие женского цветения контролируется генотипом на 30–40 %, мужского –

37 %, незначительно изменяясь по годам в зависимости от семенных периодов, погодных и других факторов. В связи с высокой степенью наследуемости указанных признаков, они могут служить одним из критериев отбора высокоурожайных клонов.

На молодых плантациях преобладает женское цветение и при отсутствии фоновых источников ощущается недостаток пыльцы, особенно среди северных экотипов. В условиях эксперимента искусственное доопыление повысило сохранность завязей на 16–20 %. Определенная сбалансированность женского и мужского цветения и благоприятный пыльцевой режим складывается в начале второго десятилетия; тогда же начинается регулярное плодоношение. В этом возрасте стабилизируются межклоновые различия по типу сексуализации, урожайности, выходу семян из шишек, продолжительности межсеменных периодов, форме и строению кроны и др.

Максимальная семенная продуктивность достигнута в семенном году на одном из участков 15-летней плантации и составила 18,3 кг/га, причем 58 % урожая получено за счет четырех (из 15-ти) наиболее продуктивных клонов. С возрастом урожайность этого участка снизилась в результате смыкания крон из-за сравнительно густой посадки (5х5 м), отмирания нижних ветвей и локализации женского генеративного яруса только в верхней трети кроны. В межсеменные периоды средний урожай 12–16-летних плантаций колеблется в пределах от 2,3 до 9,3 кг/га в зависимости от состава и происхождения клонов, густоты стояния, регулярности уходов и т. п.

По данным массовых наблюдений за ростом и развитием 7–11-летних географически отдаленных экотипов выявлена отрицательная корреляция между широтой местности и показателями роста (r выс.= -0,73, r диам.= -0,66) и тесная положительная связь (r=0,99) между широтой и средним баллом плодоношения (табл. 1). Эти данные подтвердили отмечавшуюся ранее закономерность, что повышение температуры воздуха на несколько градусов выше нормы в период закладки генеративных почек вызывает у сосны обыкновенной более интенсивное цветение и приводит к резкому повышению всхожести семян.

Показатели роста и репродуктивной способности 11-летних климатических экотипов сосны в Южной Карелии.

Средний выход семян северных клонов, находящихся в окружении южных экотипов, составил 1,9–2,1 %, от массы шишек, а количество пустых семян 4,8–3,1 % от общего их числа, тогда как в ес-

Таблица 1. Рост, цветение и плодоношение 7–11-летних географических экотипов.

Лесосеменной район, подрайон	Высота прививки, см	Диаметр на 1,3 м, см	Диаметр кроны, м	Цветение, балл		Плодоношение, балл
				жен.	муж.	
Северокарельский	341	5,7	1,8	4,8	1,1	3,2
Центрально-карельский	422	7,9	2,4	3,8	1,4	2,6
Южнокарельский	453	8,5	2,7	3,5	2,3	2,2
Московский	523	9,3	2,8	1,0	3,1	0,6

тественных древостоях северотаежной подзоны – 0,4–0,6 и 20–50 % соответственно (Волков и Зябченко 1966). Можно предположить, что в результате свободного опыления северных клонов пыльцой южного происхождения, их семенное потомство окажется более приспособленным для выращивания в районах Севера, чем потомство клонов южного происхождения. Некоторым основанием для этого может служить известное утверждение о том, что гибридное поколение обнаруживает значительно меньшую требовательность к различным почвенным и климатическим условиям, так как обладает более широкой амплитудой приспособляемости, последнее, однако, требует экспериментального подтверждения.

Реальная селекционная ценность плюсовых деревьев и семян с плантаций тестировалась на трех участках 8–15-летних испытательных культур сосны общей площадью 19 га. Оказалось, что из 31 семьи 39 % полусибсовых потомств отличались повышенной энергией роста в высоту, примерно половина семей (45 %) росла на уровне контроля, остальные (16 %) – хуже. В зависимости от возраста культур и лесорастительных условий участков селекционный эффект сравнительно быстрорастущих потомств изменялся от 5 до 22 %. Высокая энергия роста семей этой группы проявлялась, как правило, на разных экологических фонах, что свидетельствует об их высокой адаптационной способности (норме реакции) к различным условиям среды. Исходя из задачи повышения эффективности искусственного лесовосстановления, именно эти потомства должны использоваться в первую очередь при создании лесных культур. Однако предварительные результаты испытаний пока не дают повода к выбраковке материнских деревьев, дающих медленно растущие потомство, так как в последующие этапы онтогенеза темп роста может увеличиться. Кроме того, как показали результаты контролируемого скрещивания, использование пыльцы таких деревьев иногда приводит к ярко выраженному эффекту гетерозиса в гибридном потомстве первого поколения.

Таким образом, при соблюдении технологий закладки и эксплуатации, семенные плантации сосны обыкновенной могут служить стабильным источником высококачественного и генетически улучшенного посевного материала для лесовосстановительных работ в Республике Карелия, в том числе в ее северных районах. Однако для полного удовлетворения потребности в семенах объем существующих плантаций недостаточен.

Кроме основной функции, создание плантаций следует рассматривать как важную составную часть мероприятий по сохранению ценного генетического потенциала местных лесообразующих видов и перспективных интродуцентов.

Одной из главных предстоящих задач является повышение генетического эффекта и урожайности семенных плантаций сосны и переход к качественно новому этапу плантационного семеноводства – созданию плантаций второго порядка. Для ее решения следует продолжить оценку и отбор наиболее перспективных клонов на действующих плантациях, исследовать имеющиеся испытательные культуры и заложить новые участки в районах произрастания материнских (плюсовых) деревьев.

Для практического семеноводства актуальными остаются вопросы механизации сбора шишек, особенно с увеличением возраста и размера деревьев. Из-за отсутствия подъемных механизмов или

их несовершенства, часть урожая остается несобранной.

Определенные проблемы для плантаций периодически создают энтомовредители (шишковая смолевка, большой сосновый долгоносик, жуки – усачи и др.), грибные болезни (сосновый вертун), мышевидные грызуны (полевки), парнокопытные (лось).

Создание и использование постоянной лесосеменной базы на селекционно-генетической основе осуществляется согласно нормативным требованиям «Основных положений по лесному семеноводству в Российской Федерации» (1993), «Лесосеменного районирования основных лесообразующих пород в СССР» (1982), «Положения о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах СССР» (1982), «Указаний по разработке проектов организации обьектов постоянной лесосеменной базы на селекционной основе» (1986), «Указаний о порядке отбора и учета лесосеменных объектов в Российской Федерации» (1995) с учетом действующих государственных стандартов, правил, инструкций.

По рассматриваемым проблемам изданы также региональные практические и методические рекомендации: «Выращивание селекционного посадочного материала в базисных питомниках Карелии» (1977), «Лесосеменные плантации хвойных пород на севере Европейской части РСФСР» (1984), «Методические указания по лесному семеноводству на Европейском Севере» (1985), «Создание семенных плантаций северных экотипов сосны» (1986).

Контроль за качеством селекционной инвентаризации создаваемых объектов постоянной лесосеменной базы существляет Карельский проектный селекционно-семеноводческий центр Государственного комитета по лесу Республики Карелия.

Литература

Волков, А.Д. & Зябченко, С.С. 1966. О вызревании семян сосны в условиях Севера. В кн.: Сборник научно-исследовательских работ по лесному хозяйству. Москва. Вып. 10: 298–312.

Воробьев, Г.И. 1981. Генетика, селекция и семеноводство как основа создания высокопродуктивных лесов. В кн.: Научные исследования для лесов будущего. Москва. С. 6–14.

Козубов, Г.М. 1962. Внутривидовое разнообразие сосны обыкновенной (Pinus silvestris L.) в Карелии и на Кольском полуострове. Автореферат диссерт. канд. с.-х.н. Ленинград. 16 с.

Крутов, В.И. & Шубин, В.И. 1993. О районировании семян в северной подзоне тайги. В кн.: Селекция и лесное семеноводство в Карелии. Петрозаводск. С. 26–33.

Лаур, Н.В. & Щурова, М.Л. 1987. Лесосеменные плантации Карелии. В кн.: Селекционно-генетические исследования древесных пород в Карелии. Петрозаводск. С. 130–134.

Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР. 1982. Москва. 368 с.

Царев, А.П., Лаур, Н.В. & Щурова, М.Л. 1996. Состояние и проблемы развития постоянной лесосеменной базы в Республике Карелия. В кн.: Труды лесоинженерного факультета Петр.ГУ. Петрозаводск. Вып. 1: 100–103.

Щербакова, М.А., Ермаков, В.И. & Малышев, И.И. 1979. Из опыта отбора плюсовых деревьев сосны и создания первой в Карелии прививочной лесосеменной плантации. В кн.: Селекция и лесное семеноводство в Карелии. Петрозаводск. С. 59–70.

Щурова, М.Л. 1998. Отбор плюсовых деревьев сосны в Карелии. В кн.: Научные основы селекции древесных растений Севера. Петрозаводск. С. 143–147.

Создание лесосеменных плантаций сосны обыкновенной второго порядка

В.Я. Попов и Д.Х. Файзулин

Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, ул. Никитова 13, Архангельск, 163062, Россия

Введение

Генетические свойства и качество семян в значительной мере определяют успех искусственного лесовосстановления. Поэтому перед лесным хозяйством стоит первоочередная задача по созданию лесосеменных плантаций второго порядка, которые должны быть высокоурожайными и производить семена с ценными наследственными свойствами.

В общем комплексе селекционных работ, направленных на повышение продуктивности искусственно создаваемых лесных насаждений, отбор плюсовых деревьев по фенотипу является лишь первым этапом, так как многочисленные исследования показывают, что не всегда от высокопродуктивных «родителей» получается хорошее потомство. По нашим данным (Попов и др. 1985), только 30 % плюсовых деревьев относятся к элитным, 50 % являются средними по наследственным задаткам и 20 % обладают неудовлетворительными наследственными свойствами. Селекционный эффект плантаций, созданных черенками от непроверенных по наследственным свойствам плюсовых деревьев, является относительно небольшим (5–8 %).

Для повышения эффективности лесосеменных плантаций необходимо использовать такие плюсовые деревья, которые обладают высокой комбинационной способностью и имеют хорошие потенциальные возможности в репродуктивной сфере. Обычно оценку наследственных свойств плюсовых деревьев по скорости роста потомства рекомендуют проводить на основании длительных наблюдений в испытательных культурах. Однако, большая продолжительность испытаний, вероятность допущения ошибок в оценке наследственных свойств плюсовых деревьев по скорости роста потомства из-за изменчивости почвенных условий на участках испытания и другие факторы заставляют ученых и практиков искать способы преодоления этих трудностей путем разработки и использования методов ранней диагностики.

Испытательные культуры

Наибольший интерес представляют методы ранней диагностики, отличающиеся доступностью, объективностью и высокой производительностью. К их числу относится метод ранней диагностики по числу семядолей, разработанных СевНИИЛХ (Попов и Жариков 1973, 1978). В его основу были положены выявленные закономерности расщепления потомства отдельных деревьев и популяций по числу семядолей у всходов (семян) и роста этого потомства в течение первых 10 лет жизни растений. В настоящее время возраст разносемядольных деревьев сосны обыкновенной в испытательных культурах составляет 20–29 лет. Изучение особенностей роста и развития разносемядольных особей со-

сны в этом возрасте позволяет более надежно судить о потенциальных возможностях растений с 4, 5, 6, 7 и 8 семядолями и получать объективную информацию о генетических свойствах плюсовых деревьев.

Испытательные культуры сосны были заложены в 1972, 1976, 1977 и 1979 годах в средней и южной подзонах тайги Европейского Севера России на вырубках из-под сосняков кисличного, брусничного, черничного и верескового на общей площади 11 га. В качестве посадочного материала использовали 2–3-летние сеянцы, выращенные из семян репродукции 1965, 1966, 1973, 1974 и 1976 гг. Семена заготавливали в местных популяциях постоянных лесосеменных участках (ПЛСУ). Культуры созданы в 2–4 повторностях.

Во всех испытательных культурах, созданных потомством разных происхождений (популяция, ПЛСУ) и репродукций на разных экологических фонах, лучшей энергией роста по-прежнему обладают деревья 6–8-семядольных линий. В 20–29-летнем возрасте они превосходят деревья 4–5-семядольных линий по объему ствола в среднем на 15–38 % (табл.1).

Стабильное превосходство 6–8-семядольных деревьев над 4–5-семядольными растениями по росту и развитию обеспечивается за счет более быстрого и дружного прорастания семян, лучше развитых ассимиляционного аппарата растений, проводящей системы корня, смоляной системы хвои и дуба. На первом году жизни у этих растений больше семядолей. Начиная со второго года жизни, они превосходят 4–5-семядольные растения по количеству пучков с 2 и 3 хвоинками, по количеству особей с признаком треххвойности и, в итоге, по количеству хвоинок, приходящихся на 1 см осевого побега. В разные годы 6–8-семядольные деревья превосходили по этому показателю 4–5-семядольные особи на 6–19 %. В хвое и дубе осевого побега они имеют наибольшее количество смоляных каналов (табл. 2). Все это свидетельствует о генетической природе обусловленности признака числа семядолей. Поэтому его надо использовать в ранней диагностике наследственных свойств плюсовых деревьев и популяций сосны обыкновенной.

Признак числа семядолей в потомстве отдельных деревьев хвойных пород определяется генотипом материнского и отцовского деревьев. Основную роль в формировании признака числа семядолей потомства играет генотип матери. Несмотря на определенное влияние опылителей маточники устойчиво сохраняют свой ранг в популяции по данному признаку в любой репродуктивный год (Попов и Жариков 1978, 1990). Следовательно, определив представленность 6–8-семядольных особей сосны в потомстве деревьев и популяции, мы в любой репродуктивный год с большой достоверностью определим по данному признаку место, занимаемое деревьями в популяции.

К деревьям сосны с хорошими наследственными свойствами относятся те особи, в потомстве которых представленность 6–8-семядольных всходов превышает на 13 % и более представленность таких всходов в потомстве популяции этой же репродукции. Семена, заготовленные с таких деревьев, относятся к категории отборных, сортовых. В популяциях эта гибридная группа деревьев составляет 10–12 % деревьев.

Метод ранней диагностики наследственных свойств, основанный на закономерностях расщепления потомства сосны обыкновенной по числу семядолей,

Таблица 1. Размеры деревьев сосны обыкновенной в семядольных группах испытательных культур 1972–1979 гг., созданных в средней и южной подзонах тайги Европейского Севера России.

Годы закладки культур	Бывший тип леса на участке культур	Наименование объекта заготовки семян	Годы репродукции семян	Возраст деревьев, лет	Семядольные группы деревьев					
					4-5			6-7		
					Высота, м	Диаметр, см	Объем, $м^3$	Высота, м	Диаметр, см	Объем, $м^3$
Средняя подзона тайги										
1972	Черничный IV бонитета	Популяция и постоянный лесосеменной участок (ПЛСУ)	1965	29	6,9±0,08	8,6±0,18	0,0247	7,4±0,19	9,3±0,37	0,0304
			1966	29	7,0±0,27	8,7±0,53	0,0255	7,8±0,15	9,8±0,40	0,0351
Южная подзона тайги										
1976	Кисличный II бонитет	Популяция	1973	23	9,4±0,11	13,0±0,09	0,0741	9,8±0,07	13,5±0,01	0,0850
1977	Брусничный III бонитета	Популяция ПЛСУ	1974	23	9,3±0,19	10,1±0,13	0,0429	10,0±0,17	10,5±0,15	0,0492
			1974	23	9,5±0,14	10,2±0,16	0,0436	10,1±0,15	10,6±0,19	0,0505
1979	Вересковый IV бонитета	Популяция	1976	20	6,9±0,08	7,6±0,07	0,0193	7,1±0,09	8,1±0,05	0,0224

Таблица 2. Динамика развития 23-летних разносемядольных деревьев сосны обыкновенной в испытательных культурах 1976 г.

Показатели	Семядольная группа деревьев			
	4	5	6	7
	2-летние сеянцы			
Количество пучков с 2 хвоинками, шт.	37±4,2	46±2,1	58±2,8	62±3,7
Количество пучков с 3 хвоинками, шт.	0,6±0,2	1,2±0,2	1,8±0,3	2,1±0,3
Длина хвои в двуххвойных пучках,мм	41±2,8	45±1,2	63±1,9	61±1,7
Количество ксилемофлоэмных групп в корне, шт.	3,1±0,08	3,1±0,03	3,2±0,03	3,2±0,04
Количество сеянцев с признаком треххвойности, %	40	46	59	57
	8-летние деревья			
Количество особей с признаком треххвойности, %	50	62	68	84
	11-летние деревья			
Площадь ассимиляционной поверхности, $дм^2$		930	1130	1230
	23-летние деревья			
Количество хвоинок на 1 см осевого побега 1994 г., шт.	8,3±1,0	9,8±0,4	10,5±0,5	10,6±0,4
Количество хвоинок на 1 см осевого побега 1995 г., шт.	9,4±1,1	9,9±0,5	10,3±0,5	10,4±0,6
Количество пучков с 3 хвоинками на осевом побеге 1994 г., %	29	40	45	60
Количество пучков с 3 хвоинками на осевом побеге 1995 г., %	8	26	29	37
Количество деревьев с 50 и более треххвойными пучками на осевом побеге 1995 г., %	12	38	50	65
Количество смоляных каналов в хвое 1994 г., шт.	14,1±0,1	14,3±0,1	14,8±0,1	15,2±0,1
Количество смоляных каналов в хвое 1995 г., шт.	14,9±0,1	15,2±0,1	15,7±0,1	16,3±0,1

роста разносемядольных особей и их устойчивости к неблагоприятным факторам среды, позволяет уже в первый урожайный год оценить наследственные свойства плюсовых деревьев, не закладывая испытательных культур, и создать такие лесосеменные плантации, потомства которых будут на 15–20 % продуктивнее естественных насаждений (Попов и Жариков 1978).

Известно (см. Основные положения по лесному семеноводству в Российской Федерации 1994), что генетическую ценность плюсовых деревьев определяют по их комбинационной способности, то есть способности сохранять селекти-

руемые признаки (свойства) в семенном потомстве. Плюсовые деревья, обладающие высокой комбинационной способностью, выделяют в качестве элитных.

По нашему мнению, такое определение является односторонним. К элитным надо относить такие деревья, которые наряду с высокой комбинационной способностью, обладают и хорошими задатками по урожайности. Плантации сосны второго порядка, создаваемые вегетативным потомством элитных деревьев, должны быть высокоурожайными.

Индивидуальная изменчивость деревьев хвойных пород по семенной продуктивности в значительной степени обуславливается их различными наследственными задатками по обилию шишек и выходу полнозернистых семян. Как правило, эти наследственные задатки деревьев реализуются независимо друг от друга, и по величине одного из указанных признаков нельзя достоверно судить о величине другого. В связи с этим при оценке семенной продуктивности деревьев надо обязательно использовать оба признака: обилие шишек и выход полнозернистых семян (Попов и Тучин 1982, Тучин и Попов 1982).

Семенную продуктивность плюсовых деревьев и клонов определяют в урожайные годы по прямому признаку, а в неурожайные по косвенному – углу ветвления. Высокоурожайные деревья, как правило, имеют прямой или близкий к нему угол прикрепления боковых побегов первого порядка (Попов и др. 1994).

При оценке семенной продуктивности плюсовых деревьев по прямому признаку у плюсовых и окружающих их 40–50 учетных деревьев глазомерно подсчитывают количество шишек и находят среднее число шишек, приходящихся на одно плодоносящее дерево данного насаждения. В том случае, когда количество шишек у плюсового дерева превосходит средний показатель для насаждения не менее чем в 1,5 раза его считают обильноплодоносящим (Попов и Тучин 1982).

Для определения потенциальных возможностей деревьев сосны по семенной продуктивности (в неурожайные годы) наиболее подходящим признаком является угол ветвления кроны. Наши многолетние наблюдения показали, что особи с прямым углом (90°) прикрепления боковых побегов первого порядка более активно вступают в репродуктивную фазу, цветут и плодоносят обильнее, чем деревья, у которых угол прикрепления боковых побегов составляет 75° и тем более, по сравнению с деревьями, имеющими острый угол (60°) прикрепления боковых побегов. Особи с прямым углом ветвления производят более крупные шишки и семена и являются наиболее урожайными (табл. 3).

В средней подзоне тайги разница по интенсивности цветения и плодоношения между деревьями с прямым и острым ветвлением больше, чем на лесосеменных объектах в южной подзоне тайги. По интенсивности мужского «цветения» она больше в 2,7–5,0 раза, женского «цветения» – в 1,5–10,0 раз и плодоношения – в 2,3–4,2 раза. Это обусловлено тем, что в средней подзоне тайги часто ощущается недостаток тепла для нормального оплодотворения и вызревания семян и поэтому здесь большую роль играет лучшая прогреваемость боковых побегов у особей с прямым ветвлением при попадании на них солнечных лучей.

Преимущество деревьев с прямым ветвлением над особями, у которых угол прикрепления боковых побегов первого порядка составляет 75° и 60°, по обилию

Таблица 3. Динамика семеношения форм сосны обыкновенной по углу ветвления на ПЛСУ 1982 г., созданного в южной подзоне тайги Европейского Севера России.

Годы наблюдений	Формы сосны по углу ветвления			
	60°	75°	90°	Среднее для всех форм
	Количество деревьев с шишками, %			
1988	100	100	100	100
1989	69	76	100	77
1990	44	54	63	52
1991	75	97	100	94
1992	100	99	100	99
1993	100	100	100	100
1994	33	51	86	56
1995	93	97	100	97
	Количество шишек, приходящихся на 1 плодоносящее дерево, шт.			
1988	41±8	57±8	77±20	56±7
1989	16±5	26±5	39±16	26±4
1990	17±6	31±8	47±36	29±7
1991	119±36	126±12	193±60	130±11
1992	141±30	165±14	241±45	167±12
1993	313±43	341±20	540±111	350±19
1994	18±5	20±3	29±4	21±3
1995	79±17	120±16	203±103	120±14
	Семенная продуктивность 15-20-летних деревьев, г			
1988	4,96	6,35	9,08	6,38
1989	1,34	2,48	3,37	2,42
1990	0,77	1,45	2,41	1,34
1992	19,48	24,40	28,54	23,84
1993	44,32	48,07	55,11	48,67

цветения, плодоношения, массе шишек и семян и в итоге по урожайности обусловлено характером расположения побегов. Деревья с прямым ветвлением имеют более редкую крону, чем особи остальных форм. Поэтому женские генеративные органы этих деревьев лучше освещены, быстрее развиваются и являются более доступными для проникновения пыльцы.

Использование рекомендаций СевНИИЛХ по отбору высокоурожайных плюсовых деревьев и клонов сосны по прямому и косвенному (угол ветвления кроны) признакам позволяет повысить семенную продуктивность плантаций в 1,5–1,7 раза (Попов и Тучин 1982, Тучин и Файзулин 1990).

Деревья сосны обыкновенной с разным углом ветвления мало различаются по представленности в потомстве быстрорастущих особей. Это свидетельствует о том, что в общей системе селекции сосны обыкновенной, селекция на урожайность должна производится только после селекции на продуктивность потомства.

Выявленные Северным научно-исследовательским институтом лесного хозяйства закономерности наследования хозяйственно ценных признаков и свойств сосны обыкновенной, разработанные методы ранней диагностики наследственных свойств плюсовых деревьев на быстроту роста потомства, урожайность и выход семян, предложения по отбору прививочных компонентов сосны позволяют специалистам лесного хозяйства вплотную приступить к созданию лесосеменных плантаций сосны второго порядка.

Литература

Основные положения по лесному семеноводству в Российской Федерации. 1994. Москва. 23 с.

Попов, В.Я. & Жариков, В.М. 1973. Методы отбора и ранней диагностики наследственных свойств плюсовых деревьев сосны и ели (Методические рекомендации). АИЛиЛХ. Архангельск. 40с.

Попов, В.Я. & Жариков, В.М. 1978. Ранняя диагностика наследственных свойств плюсовых деревьев сосны и ели (Методическое пособие). АИЛиЛХ. Архангельск. 14 с.

Попов, В.Я. & Тучин, П.В. 1982. Методические рекомендации по селекционной оценке семенной продуктивности плюсовых деревьев сосны и ели. АИЛиЛХ. Архангельск. 9 с.

Попов, В.Я., Тучин, П.В., Жариков, В.М. & Барболин, Н.А. 1986. Комплексная селекционная оценка плюсовых деревьев сосны и ели на Европейском Севере. Научно-исслед. работы за 1981–1985 гг. Лесная промышленность. Москва. С. 101–106.

Попов, В.Я. & Жариков, В.М. 1990. Селекционные основы семеноводства на Европейском Севере. Селекция и семеноводство хвойных пород на Европейском Севере. АИЛиЛХ. Архангельск. С. 3–17.

Попов, В.Я., Тучин, П.В. & Файзулин, Д.Х. 1994. Селекционные приемы повышения урожайности на плантациях и постоянных лесосеменных участках сосны обыкновенной. Антропогенное вляние на Европейские таежные леса России. АИЛиЛХ. Архангельск. С. 123–137.

Тучин, П.В. & Попов, В.Я. 1982. О взаимовлиянии маточников и опылителей на выход полнозернистых семян сосны обыкновенной. Материалы научной сессии по итогам научно-исслед.работ за 1981 г. АИЛиЛХ. Архангельск. С. 47–49.

Тучин, П.В. & Файзулин, Д.Х. 1990. Динамика плодоношения сосны на плантациях вегетативного и семенного происхождения. Селекция и семеноводство хвойных пород на Европейском Севере. АИЛиЛХ. Архангельск. С. 18–23.

Семенное районирование в Финляндии

В. Коски

Научно-исследовательский инититут леса Финляндии, Научный центр Вантаа, Йокиниеменкуя 1, ФИН-01300 Вантаа, Финляндия

Введение

Лесоразведение призвано обеспечивать здоровый, быстро растущий и качественный древостой. Для достижения этой цели нужна лучшая альтернатива двух факторов: генетических признаков и лесоводства (фото 15). Важность этого основания можно проиллюстрировать следующей схемой:

	Хороший уход	Плохой уход
Хорошая генетика	Положительный результат	Отрицательный результат
Плохая генетика	Отрицательный результат	Отрицательный результат

Здесь под уходом понимаются широко все отборы и мероприятия, начиная от выбора мест произрастания до прореживаний. Разделение на хорошие и плохие условно. Любой из двух факторов может быть оценен относительно значениями между 0 и 1. Совместное воздействие генетики (G) и лесоводства (S) можно отобразить формулой:

$$P = G \times S$$

По правилам умножения произведение тем меньше, чем ближе к нулю приближается один из сомножителей. Другими словами, ошибки в одном факторе не компенсируются дополнительными усилиями в другом (как и при сложении).

Среди генетических факторов на первом уровне идет выбор происхождения, имея в виду географическое происхождение. В бореальном поясе с происхождением первично связаны популяции и адаптация их потомства к местным климатическим условиям. Лишь потом идут прочие признаки. Местное происхождение при лесоразведении напрашивается само собой. Тем более, что ныне под флагом «естественности» местные клоны признаются единственной приемлимой альтернативой. При этом «местные» толкуются весьма узко, ограничивая диапазон выбора несколькими километрами. На практике такой метод не может работать, так как таких семян обнаруживается очень мало. До абсурда усложнится производство семян и посадочного материала, если сотни мелких партий придется обрабатывать и хранить отдельно друг от друга. Всеми популяционными исследованиями и пробными культурами доказано, что местное происхождение намного шире. В условиях Финляндии диапазон переноса составляет ±1° по широте и 500 км по направлению восток-запад.

Перенос семян

Заложенными с первой половины столетия опытами по наследственности получен прочный фундамент для наставлении по переносу семян. В умеренном поясе (центральная Европа) адаптация к климату ставит менее маргинальные требования, чем в бореальном поясе, где климатические условия должны учитываться. Долгое время правилом по сосне было использование местного (в широком

смысле) материала и по ели перенос на два-три градуса севернее. В последние годы, особенно в Швеции, рекомендуется перенос сосны на юг на крайнем севере. Впрочем, указание весьма прямолинейно.

Семена для посева, прежде всего на лесопитомниках, уже много лет получают с семенных плантаций (фото 16). Семенные плантации представляют собой искусственные популяции, а районы применения собранных с них семян устанавливаются иначе, чем по семенам лесного сбора. На одной и той же плантации собраны клоны с плюсовых деревьев весьма обширной территории. Часто семенные плантации заложены для повышения продуктивности в более благоприятных условиях, чем естественные условия материнских деревьев. Такой перенос привел через фоновое опыление к скрещиванию между климатическими расами. В Финляндии для каждой плантации устанавливается район применения семян (рис. 1). При его определении используют среднюю сумму эффективных температур периода вегетации. Формула рассчета учитывает:

1. сумма эффективных температур мест нахождения плюсовых деревьев,
2. количества привоев с клона,
3. сумма эффективных температур места семенной плантации.

Для практических работ по определению районов применения семян Nikkanen и Karvinen (1998) разработали следующие схемы, в которых:

Z = вычисленный по сумме эффективных температур район применения,

TS_A = средняя сумма эффективных температур клонов плюсовых деревьев,

TS_B = сумма эффективных температур места семенной плантации,

C = северная поправка (если TS_A › 1100 °C·d, C = 0),

$TS_M = 0{,}75 \times TS_A + 0{,}25\ TS_B + C$.

По сосне и ели район применения определяется следующим образом:

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.)

Z = TS_M - 100 °C·d ↔ TS_M + 100 °C·d/ максимальный перенос

Ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) Karsten)

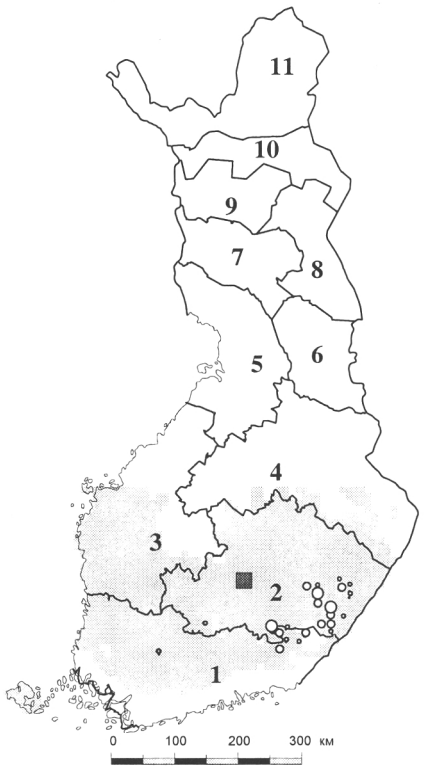
Z = TS_M - 130 °C·d ↔ TS_M + 70 °C·d

В предыдущие десятилетия руководства по переносу семян и районы применения плантационных семян составлялись на скудных генетических данных и часто с большим оптимизмом. Генетические исследования значительно расширили прикладную информацию. Мощные компьютеры и разработанные программы рассчетов позволили выжать из старых опытов по наследственности новые данные. Ниже даны примеры о данных, влияющих на выбор происхождений.

Влияние переноса клона на результат не безусловно и не постоянно, а зависит от географической широты (Beuker 1994, Persson 1998). Выше 60° с.ш. это имеет значение и особенно важно выше 65° с.ш. Без сомнения, явление обусловленно воздействием фотопериода, на что указывают различные исследования.

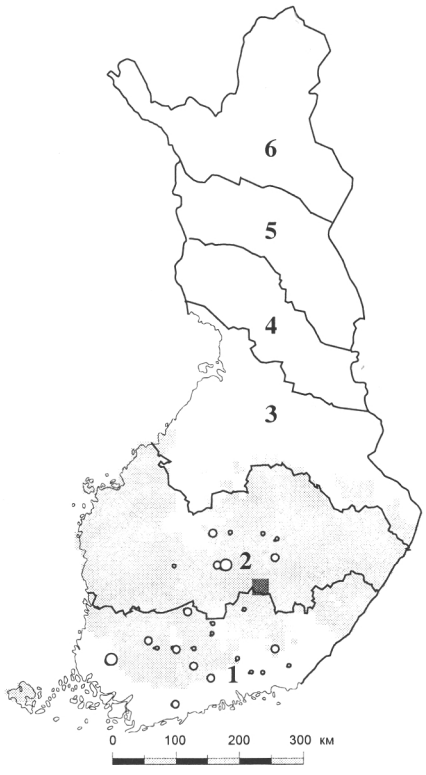
У сосны происхождение существенно отражается на качестве ствола и свойствах древесины (Ståhl 1998). Южные сосны дают больше балансов, но их форма ствола, сучковатость и плотность древесины плохие. Северные дают меньший выход кубометров, но доля высококлассных стволов большая. Выбор альтернативы определяется целями лесовыращивания.

Семенная плантация 61 Хухтапуро



Порода: Сосна обыкновенная *Pinus sylvestris*
Владелец: Лесная Служба Финляндии
Год основания: 1967
Местоположение: Тойвакка
62°02′N, 26°14′E, 160 м н.у.м.
Суммы эффективных температур:
Место плантации 1125°C·d
Местонахождение плюсовых деревьев 1224°C·d
Район применения 1090–1290°C·d
Площадь: 8,7 га
Количество клонов: 73 шт.
Количество привоев: 1248 шт.
Густота: 143 шт./га
Растояние при посадке: 5x5 м

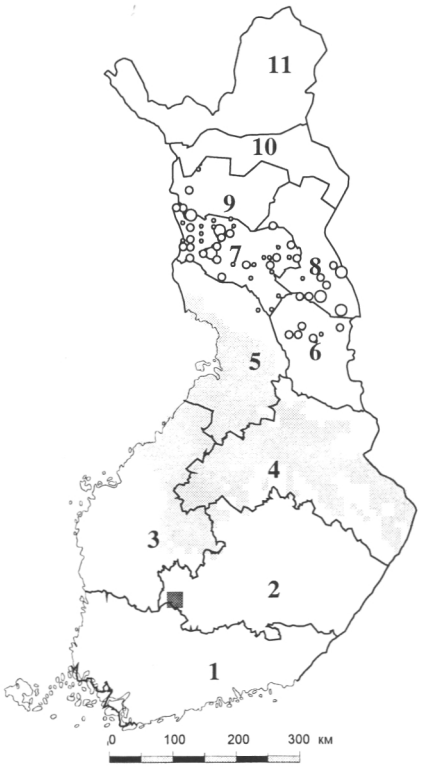
Семенная плантация 111 Леппяниеми



Порода: Ель обыкновенная *Picea abies*
Владелец: Центр развития лес. хоз. Тапио
Год основания: 1966
Местоположение: Кангасниеми
61°56′N, 26°41′E, 100 м н.у.м.
Суммы эффективных температур:
Место плантации 1184°C·d
Местонахождение плюсовых деревьев 1199°C·d
Район применения 1060–1260°C·d
Площадь: 9,8 га
Количество клонов: 57 шт.
Количество привоев: 3231 шт.
Густота: 330 шт./га
Растояние при посадке: 5x5 м

Рисунок 1. Примеры районов применения семян семенных плантации сосны и ели. Одна семенная плантация обеих древесных пород находится на районе применения (сосна № 61, ель № 111) и вторая плантация гораздо южнее местонахождения. Тогда район применения семян находится на середине (сосна № 125 и ель № 365). Границы и номера демонстрируют селекционные районы обеих пород. (Рисунок продолжается на следующей странице).

Семенная плантация 125 Ристаниеми



Порода: Сосна обыкновенная
Pinus sylvestris
Владелец: Центр развития лес. хоз. Тапио
Год основания: 1973
Местоположение: Оривеси
61°42′N, 24°15′E, 160 м н.у.м.

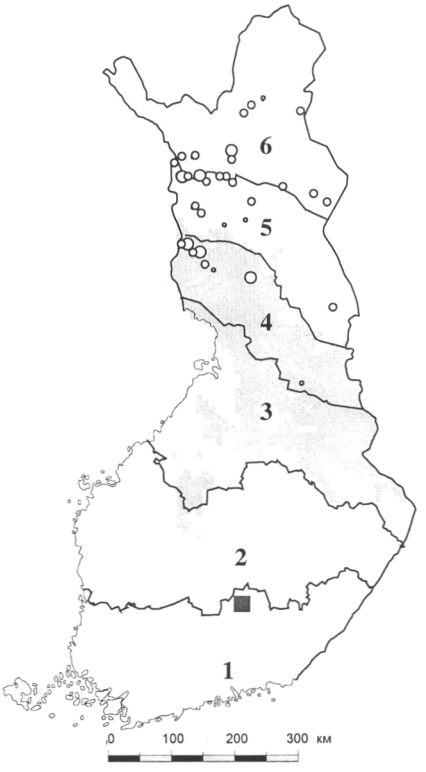
Суммы эффективных температур:

Место плантации	1169°C·d
Местонахождение плюсовых деревьев	838°C·d
Район применения	970–1080°C·d

Площадь:	22 га
Количество клонов:	173 шт.
Количество привоев:	6380 шт.
Густота:	290 шт./га
Растояние при посадке:	5x5 м

■ Семенная плантация
Район применения
• Плюсовое дерево
° 2-5 плюсовых деревьев
○ Более 5 плюсовых деревьев
1–11 Селекционный район

Семенная плантация 365 Паронен



Порода: Ель обыкновенная
Picea abies
Владелец: Лесная Служба Финляндии
Год основания: 1970
Местоположение: Йоутса
61°39′N, 26°17′E, 130 м н.у.м.

Суммы эффективных температур:

Место плантации	1217°C·d
Местонахождение плюсовых деревьев	820°C·d
Район применения	850–1030°C·d

Площадь:	28,3 га
Количество клонов:	122 шт.
Количество привоев:	9001 шт.
Густота:	318 шт./га
Растояние при посадке:	3,5x7 м

■ Семенная плантация
Район применения
• Плюсовое дерево
° 2-5 плюсовых деревьев
○ Более 5 плюсовых деревьев
1–6 Селекционный район

Выявлена ошибочность представления об узости и статичности адапционных свойств деревьев. Они обладают большими возможностями адаптироваться к новым условиям. Но эти возможности различны у различных пород деревьев и различных клонов. Даже генетические изменения оказываются значительными в рамках одного поколения. Самым замечательным наблюдением было то, что расположение семенной плантации ели влияет на годовой ритм получаемого материала и через него на климатическую стойкость (Johnsen и Skrøppa 1996, 1997, Johnsen и др. 1996, Skrøppa и Kohmann 1997). Точно также одно поколение ельника, выросшее в новых условиях, дает иные семена, чем ельники первоначальных мест произрастаний.

Механизмы этих явлений ещё не известны, но они могут изменить наши представления о наследственности. Снова и снова приходиться констатировать необходимость дальнейших исследований в этой области. Задача облегчается тем, что исследователи имеют в своем распоряжении большое количество заложенных ранее опытов по наследственности и новые приборы и методы для более эффективного использования различных материалов. Также сотрудничество, выходящее за пределы государственных границ, улучшит предпосылки практически важных исследований.

Литература

Beuker, E. 1996. Implictions of climate adaptability in provenance trials with Scots pine and Norway spruce in Finland for the possible effects of climate warming. Диссертация, Университет Йоэнсуу, Факультет лесных наук. 33 с. ISBN 951–708–400–5.

Johnsen, Ø. & Skrøppa, T. 1996. The adaptive properties of Picea abies rogenies are influenced by environmental signals during sexual reproduction. Euphytica 92: 67–71.

Johnsen, Ø., Skrøppa, T., Junttila, O. & Dæhlen, O.G. 1996. Influence of the female flowering environment on autumn frost hardiness of Picea abies progenies. Theor. Appl. Genet. 92: 797–802.

Johnsen, Ø. & Skrøppa, T. 1997. Parents of Norway spruce adjust the performance of their progeny according to changes in climate and weather during female flowering. В кн.: Mohren, G.M.J. et al. (ред.) Impact of global change on tree physiology and forest ecosystems. Kluwer. Dordrecht. С. 159–163.

Nikkanen, T. & Karvinen, K. 1998. Männyn ja kuusen siemenviljelykset Suomessa. Научно-исследовательский институт леса Финляндии, Научный центр Вантаа.

Persson, B. 1998. Will climate change affect the optimal choice of Pinus sylvestris provenances? Silva Fenn. 32: 121–128.

Skrøppa, T. & Kohmann, K. 1997. Adaptation to local conditions after one generation in Norway spruce. Forest Genetics 4: 165–171.

Ståhl, E. 1998. Changes in wood and stem properties of Pinus sylvestris caused by provenance transfer. Silva Fenn. 32: 163–172.

5. Производство посадочного материала

Производство посадочного материала в Финляндии

Р. Рикала

Научно-исследовательский инититут леса Финляндии, Научная станция Суоненйоки, ФИН-77600 Суоненйоки, Финляндия

Введение

Цель производства сеянцев лесных древесных пород – получить на базе умеренных затрат доброкачественные, отвечающие морфологическим и физиологическим требованиям сеянцы для создания лесных культур. Окончательным показателем качества всей цепи лесоразведения является приживаемость саженцев на участках возобновления. На основе характера посадочного материала и его изменений процесс лесоразведения можно разделить на три фазы: выращивание сеянцев в лесопитомнике, перевозка посадочного материала и посадка, и адаптация саженцев к условиям участка возобновления (рис. 1).

Качество сеянцев в лесопитомнике формируется под общим воздействием генотипа семян, условий роста и мероприятий по выращиванию. Регулированием условий роста и выбором мероприятий по выращиванию формируются желаемые свойства посадочного материала. После выращивания успех возобновления в решающей мере зависит от перевозки, хранения и выполнения посадки. Посадочный материал должен выдержать с минимальными потерями стрессы перевозки и быстро адаптироваться к условиям участка возобновления.

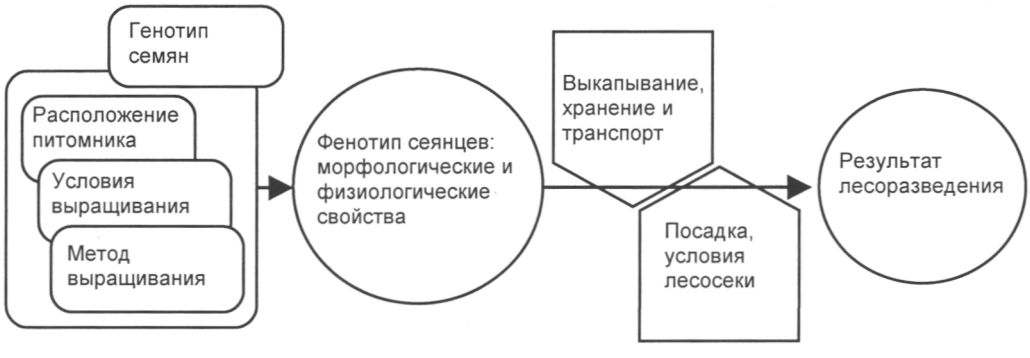


Рисунок 1. Принципиальная схема факторов, воздействующих на свойства сеянца и результативность посадки.

Развитие способов производства посадочного материала

Выращивание лесопосадочного материала опиралось в Финляндии на среднеевропейские традиции вплоть до начала 1950-х годов. В 1930-х годах выращивались преимущественно сеянцы ели, а в 1950-х годах резко возросла доля сеянцев сосны. Ежегодный выпуск достиг пика (около 250 млн. штук) в начале 1970-х годов (рис. 2). Наряду с сосной и елью в 1970-х годах начали выращивать берёзу. В 1997 году в выпуске посадочного материала Финляндии было 38 % сосны, 45 % ели, 13 % берёзы и 3 % прочих пород, в основном лиственницы и сосны скрученной.

Размеры лесопитомников увеличились и в 1950-х годах в Финляндии началась механизация производства сеянцев с открытой корневой системой. Были разработаны машины для вышколивания, обрезчики корней и механизмы для выкопки (Harstela и Tervo 1983). Тепличная технология появилась в 1960-х годах. Она существенно расширила использование поливочных систем, торфа–субстрата и удобрений. Но ухудшение возможностей привлечения рабочей силы, потребность в выравнивании пиков сезонной занятости и удорожание работ побудили искать пути рационализации и автоматизации производства. Быстрое изменение ситуации в Финляндии отражают следующие цифры: в 1976 году доля производства сеянцев с закрытой корневой системой была 26 %, а в 1996 году 86 %. Доля выпуска сеянцев с открытой корневой системой остается высокой в центральной Европе и США, что говорит о конкурентноспособности этого направления при определенных условиях. В структуре производства и использовании сеянцев с открытой и закрытой корневой системой имеются различия, которые стоит тщательно взвесить при планировании нового производства посадочного материала (табл. 1).

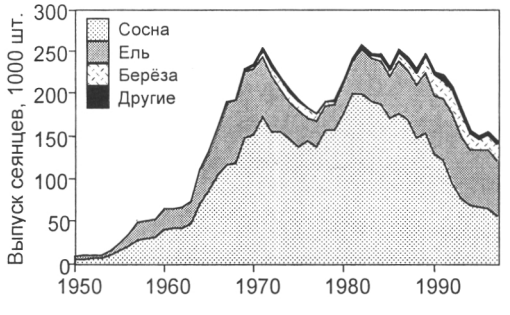


Рисунок 2. Развитие выпуска сеянцев по породам деревьев в Финляндии в 1950–1997 гг. Породные соотношения за 1953–1964 гг. имеет оценочный характер.

Семена, обработка семян и прорастание

Обработка семян перед посевом

Быстрое и ровное прорастание семян является условием получения ровных куртин сеянцев. Иногда обработка семян применяется и для выращивания сеянцев с открытой корневой системой, т.к., например, стратификация улучшает всхожесть именно в прохладных условиях (Daniels и Simpson 1990). При производстве сеянцев с закрытой корневой системой, особенно при односемянном посеве, важно прорастание всех семян. Но не всегда все жизнеспособные семена дают всходы в течение требуемого периода. Такие семена находятся в спячке. Спячка вызывается многими факторами. Всхожесть и скорость прорастания семян можно увеличить удалением невзошедших семян или ускорением прорастания отдельных семян снятием спячки физическими или физиологическими методами. Физическим методом является, на-

Таблица 1. Сопоставление производства сеянцев с закрытой и открытой корневой системой.

Факторы	Производство с ЗКС в сравнении с производством ОКС
Длительность периода вегетации: расположение	Лучше подходит к условиям короткого периода вегетации (северность / возвышенные места)
Необходимые площади и качество земель	Требуются меньшие площади без особых требований к качеству почвы
Начальные инвестиции	Строения и оборудование дороже, чем для ОКС, где затраты варьируют в зависимости от степени механизации работ
Количество и качество воды	Потребность в воде ниже, а ее качество можно улучшить фильтрами. Для производства с ОКС обязательна качественная вода
Рабочая сила	Потребность меньше и пики работ ниже, но требует большего числа специалистов (в зависимости от степени механизации)
Строения, механизмы и оборудование	Варьируют от открытых площадок до специальных строений, специального оборудования и автоматики
Эффективность использования семян	Подготовка семян позволяет добиться высокой эффективности (почти 100 %), тогда как в производстве с ОКС она лишь 10–30 %
Сроки выращивания и размеры сеянцев	Сроки короче (от 6 месяцев до 2 лет), мелкие сеянцы и колебания размеров меньше. При ОКС сроки долгие (2–4 года, крупные сеянцы и колебания больше)
Пригодность по породам деревьев	ЗКС: породы с мелкими семенами, медленно прорастающие и растущие с доминированием стержневого корня. ОКС: породы широколиственные, сеянцам которых требуется много места
Поражения	Меньший риск поражений из-за безпатогенного субстрата, закрытых контролируемых условий роста и более короткого периода выращивания
Зимнее хранение	При хранении на откытом воздухе корни подвержены замерзанию. Емкость холодных складов должна быть больше, чем для сеянцев с ОКС
Обработка сеянцев	Более стойкие к засухе и механическим стрессам, чем сеянцы с ОКС
Перевозка	Требуют больших емкостей и имеют большую массу
Условия посадки	Меньше страдают от посадочного шока
Период посадки	Дольше, но предполагает обязательную подготовку почвы
Посадка	Прозводится быстрее, меньше подвержена влиянию ошибок
Приживаемость	Различия в среднем небольшие, но на отдельных бгц могут быть большими

пример, сортировка по массе и размерам (Bonner и др. 1974). По разработанному и применяемому в Швеции методу Prevac и IDS разделение живых и мертвых семян основывается на их различной водоудерживающей способности (Bergsten 1993). Физиологическими методами являются охлаждение или стратификация, а также обработка светом и гормонами (Bonner и др. 1974).

Прорастание и его условия

Главными начальными факторами прорастания семян являются влажность и тепло. Впитывание влаги семенем для прорастания можно разделить на три фазы (Bewley 1997). В первой фазе сразу после посева семя впитывает много влаги, и важно поддерживать высокую влажность почвы. Эта фаза длится у сосны при оптимальных условиях 12–24 часа и она обратима. Во второй фазе

(длится 3–5 суток) начинается обмена ферментов и веществ, требующий кроме воды кислород. Эта фаза необратима. Если семя усохнет, оно погибнет. В третьей фазе начинается деление клеток, и первичный корень выходит за пределы оболочки. На лесопитомниках прорастание продолжается у берёзы менее недели, у сосны 1–1,5 недели и у ели 1,5–2 недели.

Обычно семена высевают в открытый грунт весной, когда почва прогревается до +10 °С. В теплицах на стадии проращивания семян поддерживается температура от 20 до 25 °С в зависимости от породы и клонов деревьев (Landis и др. 1992). В это время всходы весьма чувствительны к очень низким и высоким температурам. Даже кратковременные понижения (‹5 °С) температуры могут остановить рост всходов на долгое время. Ель рекомендуется поливать, если температура на поверхности почвы повышается выше +27 °С (Daniels и Simpson 1990).

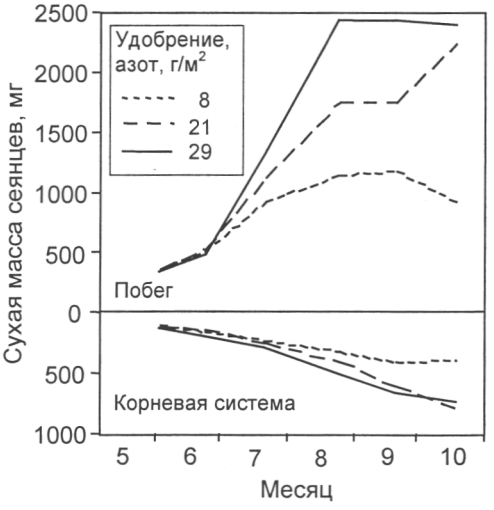


Рисунок 3. Динамика изменения сухой массы побега и корневой системы во второй год выращивания у различно удобренных сеянцев сосны с закрытой корневой системой (Rikala и Huurinainen 1990). Сеянцы подкармливались раствором комлексных удобрений.

Удобрения

Воздействие удобрений на сеянцы

Подкормка сеянцев является одним из главных способов воздействия на их качество при выращивании. Удобрения обычно увеличивают размеры сеянцев, их сухую массу и содержание питательных веществ, а также влияют на их аллокацию, снижая, например, соотношение корень/побег (Duryea 1984) (рис. 3). Избыточное внесение удобрений может вызвать отклонения, например, периоды вторичного роста (van den Driessche 1991). У сеянцев сосны слабое питание снижает морозостойкость во время закаливания (Rikala и Repo 1997). Не обнаружено четкого воздействия удобрений на приживаемость саженцев, но высокие концентрации питательных веществ, ускоряют рост саженцев в высоту (Rikala и Huurinainen 1990).

Определение потребности в удобрениях

Потребность сеянцев в удобрениях складывается из поглащаемых сеянцами питательных веществ, из удерживаемых субстратом, вымывающихся и накапливающихся, а также потребляемых сорняками питательных веществ (Armson и Sadreika 1974, Proe 1994). На практике внесение удобрений связано со следующими вопросами: сколько, в каких отношениях, в какой форме и когда удобрения следует вносить.

Раньше удобрения производили, опираясь на опыт или на среднерассчетные данные о потреблении питательных веществ. Более достоверную картину со-

стояния дают анализы почвы и растений. При производстве сеянцев с закрытой корневой системой уровень плодородия субстрата контролируется часто измерениями электропроводности почвенного раствора и содержания питательных веществ на основании контрольных значений (напр. Landis 1989a). Условием корректности результатов анализа является то, что рассмотренные пробы реально представляют изучаемый объект. Поэтому важное значение имеет система сбора проб (Youngberg 1984, Jalkanen и Rikala 1995).

Способы внесения удобрений

Внесение питательных веществ часто разделено на заправку торфа–субстрата, удобрение при выращивании и осеннее удобрение. Заправка субстрата означает примешивание в торф питательных веществ, часто и извести, до посева семян или вышколивания (Donald 1991, Proe 1994). Потребность в заправке рекомендуется определять на основании анализа почвы и применять медленно растворяющиеся удобрения.

Удобрением при выращивании поддерживается плодородие субстрата. Легкорастворимые питательные вещества вносятся в течение периода вегетации либо растворенными в поливочной воде, либо в виде гранул на поверхность субстрата или направленно между рядами сеянцев. Совершенствование поливочного оборудования позволяет более точно дозировать удобрения в соответствии с потребностью. Например, при т.н. методе Ингестад удобрения дозируются в соответствии со скоростью роста сеянцев, чтобы поддержать содержание питательных веществ в сеянцах постоянным в течение периода вегетации (Ingestad и Lund 1986). Подкормку можно сделать и за один прием, используя медленно растворяющиеся удобрения. Из них на рынке имеются в т.ч. соединения мочевины и другие азотные соединения и т.н. пролангированные многоэлементные удобрения (напр. Осмокот и Натрикот).

Осенние удобрения означают внесение питательных веществ, обычно азота, при замедлении роста сеянцев или после его прекращения. При этом содержание в сеянцах питательных веществ может повыситься, не отразившись на росте или закаливании (Donald 1991). Раньше осеннее удобрение было достаточно редким, но последние положительные результаты его применение, по-видимому, расширят их использование (Timmer и Munson 1991).

В Финляндии при производстве сеянцев как с открытой, так и закрытой корневой системой почти половина питательных веществ дается при заправке субстрата. Для подкормок при выращивании используются многоэлементные удобрения, а доза вносимого азота варьирует от 10 до 20 г/м^2. При рассчете на сеянец различия получаются существенными в зависимости от типа производственных линий, породы деревьев и густоты выращивания.

Производство сеянцев с открытой корневой системой

Подготовка субстрата и посев

При этом способе производства материал для вышколивания выращивается на поле обычно за два года, а в теплицах за один год. В зависимости от условий различные питомники по-разному подготавливают субстрат и проводят посев. До формирования грядки в почву могут вноситься органические компоненты, известь и удобрения для создания оптимальных условий роста. В ходе основной мелиорации разравниваются просевшие

участки и разрыхляются почвоуглубителем уплотнившиеся места (Warkentin 1984). Субстрат для посева тщательно перемешивается и грядки нарезаются чуть выше поверхности почвы, особенно на плотных почвах для улучшения водопропускной способности. Ширина грядок обычно 1,0–1,3 м, и семена высеваются вразброс, лентами или строчками. Посев вразброс и лентами применяется чаще всего при выращивании материала для вышколивания, а точный строчной посев тогда, когда предполагается операция обрезки корней.

При посеве лентами семена высыпают полосами шириной 5–10 см, между которыми оставляют около 15 см. При разбросном посеве должно получиться 500–800 сеянцев сосны и 800–1 000 сеянцев ели на $м^2$. Густота строчного посева определяется при помощи рассчета, основанного на распределении морфологических признаков сеянцев и анализе доли потерь (Parviainen 1980). Обычно благополучным считается 40–60 всходов на метре строчки.

Мульчирование семян ускоряет прорастание и уменьшает подвижки семян под воздействием дождей или полива. В Канаде применяется правило, согласно которому слой мульчи равен длине семени (Daniels и Simpson 1990). В Финляндии положительный результат получен при мульчировании грубым песком (фракции 1–3 мм) слоем 2–5 мм. Большая толщина слоя мульчи сдерживает прорастание. Посевы можно укрывать марлеподобной тканью, повышающей температуру и влажность (Heiskanen и Raitio 1992). Ткань ускоряет развитие сеянцев и уменьшает риск повреждений от насекомых.

Вышколивание

Вышколивая сеянцы, увеличивают их жизненное пространство, что способствует сгущению корневой системы и укреплению сеянцев (Mason 1994a). Вышколивание производится либо весной до начала роста корней или во второй половине лета, по окончании роста в высоту. Ширина грядок школы около 1 м. Сосну вышколивают обычно через 5 см, ель через 6–7 см и берёзу через 10–15 см в ряду. Междурядья составляют 20–25 см. Вышколенные сосны выращивают чаще всего до возраста 2+1 года, ели 2+2 года и берёзы 1+1 года. Если материал для вышколивания выращен в теплице, то срок до вышколивания сокращается на год. В последние годы для вышколивания начали применять выращенные в теплице мелкие сеянцы с закрытой корневой системой (Hahn 1984). Такой тип материала часто обозначают как p+1 (plug+1). Кроме выигрыша во времени сеянцы p+1 дают лучшую форму корней по сравнению с вышколенными сеянцами с открытой корневой системой.

Обрезку корней сеянцев применяют для замены вышколивания. Обрезка сгущает корни, стимулируя рост новых корневых волосков, но она не укрепляет сеянцы в той же мере, как вышколивание, т.к. густота выращивания обрезанных сеянцев остается выше, чем вышколенных (Parviainen 1980, Mason 1994b). Строение обрезанной корневой системы чаще лучше, чем у вышколенных сеянцев (Duryea 1984), а сама обрезка по затратам дешевле вышколивания (Harstela и Tervo 1983). Обрезка корней предполагает строчной посев. Обрезку производят либо до начала роста в высоту, когда она сдерживает этот рост, или по окончании роста в высоту, когда этот прием сдерживает рост хвоинок в длину, что может

отразиться на росте в высоту сеянца следующим летом (Parviainen 1980).

Производство сеянцев с закрытой корневой системой

Типы прикорневых комов, густота выращивания и сроки выращивания

Сеянцы с закрытой корневой системой выращивают в весьма разнообразных ячейках (Landis 1990a). В Финляндии производство началось с паперпотов и торфяных горшочков. Ячейки из стирокса распространились в 1970-х годах и продолжают преобладать в Канаде. В Северных странах все большее распространение находят различные кассеты из жесткой пластмассы (напр. Плантек, ВСС) (фото 17). Против скручивания и уродливых образований корней вдоль стенок ячеек есть планки и щели. Строение прикорневого кома имеет существенное значение для развития корневой системы. Ком Вапопаакку с обрезанными корнями был разработан для исключения деформации корней (Parviainen и Tervo 1989). Сеянцы растут в торфяной пластине и когда они достигают определенной высоты то корни и торф обрезаются вертикально с четырех сторон вокруг сеянца. Так получаются кубовидные комы, скрепленные сгущающимися корнями без дополнительных стенок.

Густота выращивания и объем кома влияют существенно как на затратность производства в теплицах, так и на качество сеянцев (Landis 1990a). Диаметр ствола, плотность и сухая масса сеянцев увеличиваются, а их физиологическое состояние улучшается по мере увеличения пространства для роста (Duryea 1984, Rikala и Aphalo 1998) (рис. 4). Густоту посадки необходимо связать с дли-

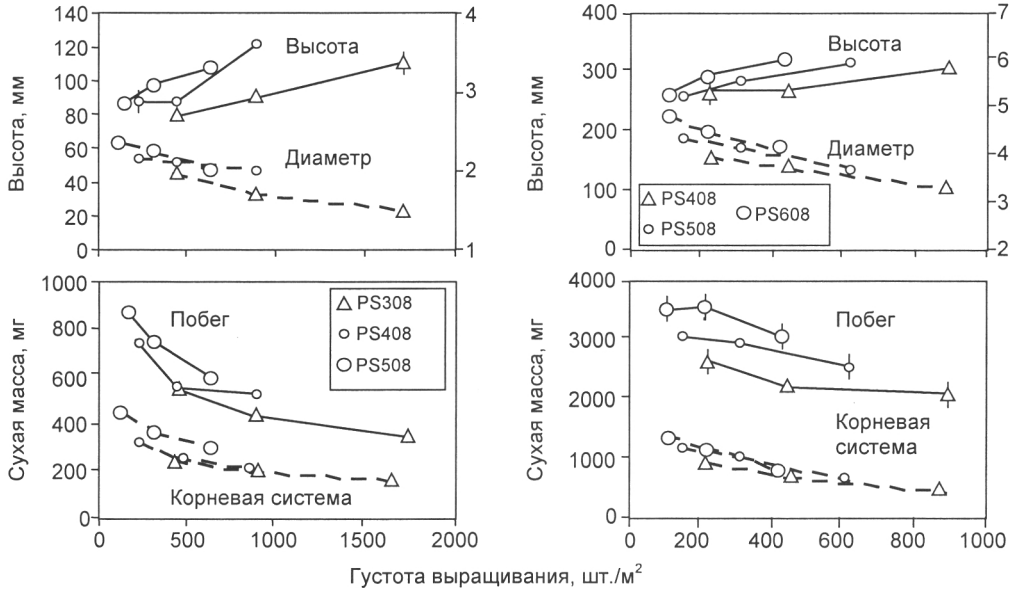


Рисунок 4. Зависимость высоты, диаметра корневой шейки, сухой массы побега и корней сеянцев сосны и ели от густоты выращивания и объема прикорневого кома (обработки с различной густотой сеянцев в одинаковых ячейках соединены линией) после выращивания в питомнике. Объемы ячеек Экопот: PS308 = 45 см^3, PS408 = 75 см^3, PS508 = 103 см^3, PS608 = 152 см^3. Вертикальные отрезки показывают среднюю погрешность среднего значания.

тельностью выращивания, т.к. после посадки выращенные при большой густоте слишком крупные саженцы плохо приживаются. В Финляндии густота выращивания сеянцев сосны и ели с закрытой корневой системой колеблется от 400 до 900 шт./м^2, а объем кома соответственно от 70 до 180 см^3 (Decision... 1992). В северной Финляндии густота выращивания сосны может доходить до 3 000 шт./м^2 при объеме кома не менее 45 см^3. Берёзу и лиственницу выращивают более просторно (140–300 шт./м^2) и в более крупных ячейках (230–400 см^3). Кроме того, кассеты с берёзой приходится раскладывать на удалении 15–20 см друг от друга начиная с середины вегетационного периода, чтобы сеянцы достаточно окрепли и для активизации вентиляции и для снижения риска заболеваний.

Берёзу с закрытой корневой системой выращивают обычно один вегетационный период, сосну – один или полтора периода и ель – один или два периода. В зависимости от всхожести в ячейки высевается 1–5 семян и через несколько недель после посева всходы прореживают так, чтобы в каждой ячейке остался один сеянец. Наряду с прямым посевом, особенно при производстве сеянцев берёзы, применяется т.н. метод втыкания, когда густо посеянные всходы вышколивают в возрасте двух недель в ячейки. Таким способом полнее используется семенной материал.

Подложка

В Северных странах сеянцы с закрытой корневой системой выращиваются почти исключительно в светлом сфагновом торфе. В Северной Америке для повышения воздушности и водопропускной способности в торф примешивается часто 20–30 % перлита, вермикулита или, в последнее время, опилок (Landis 1990b). Примесь мелких минеральных компонентов улучшает водопропускную способность от подложки по Örlander и Due (1986), но до сих пор не выявлено четкого улучшения приживаемости саженцев благодаря примеси (Heiskanen и Rikala 1998).

В светлом сфагновом торфе сеянцы сосны и ели лучше всего растут при pH в диапазоне 4–5, достигаемом внесением 0,5–2,0 кг извести на м^3 торфа (Rikala и Jozefek 1990). Для берёзы подобного оптимума нет, она одинаково хорошо растет в очень широком диапазоне pH (3,5–8,0). Кроме доломитовой извести кислотность торфа можно нейтрализовать древесной золой. Но состав питательных веществ в золе различается по партиям, а в промышленной золе могут быть вредные примеси для сеянцев даже при низких концентрациях. Равномерность примешивания добавляемых в торф извести и удобрении влияет на равномерность качества сеянцев, особенно при малой ячее (Landis 1990b). Крупными промышленными агрегатами удобрения и известь удается смешать с торфом равномерно (Rikala и Heiskanen 1995). В Финляндии удобрений вносится 0,8 кг и извести 2–3 кг на м^3 торфа. В Швеции и Канаде отказались от заправки торфа.

Среда выращивания и оборудование

При производстве с закрытой корневой системой развитие сеянцев направляется в нужную сторону путем регуляции внешних условий. Для этого теплицы оборудуют вентиляцией, подогревом, освещением, затемнением, системами полива и внесения удобрений. Сеянцы берёзы выращивают в теплице 1–2 месяца до достижения ими высоты 10–15 см и затем выносят на улицу. Сосну выносят из теплиц обычно в конце июля, т.к.

она лучше всего закаливается при низких ночных температурах (+5 °C) (Dormling 1993). У ели формирование почки требует достаточно тепла в период, когда сеянцы уязвимы к заморозкам. Поэтому в первый год ель держат в теплице до осени (Colombo 1997). Во второй год выращивание происходит на площадке.

Теплицы оборудованы вентиляцией, а также обогревателями для получения нескольких урожаев. Эффективная вентиляция нужна для поддержания внутри нужной температуры, влажности и концентрации углекислого газа. Если начать выращивание первого урожая рано, напр. в марте, то для ели может потребоваться дополнительное освещение, препятствующее образованию почки сразу после прорастания.

В теплицах важно обеспечить равномерный полив, т.к. часто удобрения вносятся через поливочную воду. Поскольку условия испарения различны в разных местах теплиц, важно иметь возможность регуляции поливочной системы. Полив движущимися поливочными рамами равномернее, чем через форсунки или дождевальные аппараты на стационарных трубах. В ходе выращивания потребность в поливе определяется либо по испарению взвешиванием кассет (Rikala 1985, Landis 1989b) или измерением содержания влаги в субстрате влагомером TDR (Lambany и др. 1996). Взвешивание просто и дешево. В теплице выбирается 5–10 кассет, которые взвешиваются еженедельно. Кассеты поливают до верхнего предела оптимальной массы (влажность торфа около 50 % объема), когда их масса снижается до нижнего предела оптимальной массы (влажность торфа около 35 % объема).

В теплицах и на площадках применяется песчаное, щебневое, матерчатое или асфальтное покрытие. Все шире сеянцы с закрытой корневой системой выращиваются приподнятыми на настилы для предотвращения отрастания корней за пределы кома. Кассеты устанавливают на высоте 10–80 см от поверхности земли на различных подпорках или крупных настилах, служащих единицами обработки. Чтобы надежно исключить отрастание корней, отрыв от земли должен быть достаточным и обеспечивать беспрепятственный проход воздуха. На зиму сеянцы опускают на землю из-за опасности замерзания корней (Sutinen и др. 1996).

При выращивании сеянцев различных происхождений с обширной географической территории, трудно обеспечить каждой партии своевременную остановку роста и запуск закаливания. Особенно, если питомник находится северней места расположения клона, осеннее дозревание сеянцев запаздывает, и они подвержены поражениям от осенних заморозков. Сокращение светового дня до 8–12 часов на три недели останавливает рост в высоту сеянцев всех клонов и стимулирует закаливание многих пород деревьев, напр. ели (Dormling 1993), лиственницы (Colombo и Raitanen 1993) и берёзы (Luoranen и Rikala 1997). У сосны сокращенный световой день ускоряет закаливание, но предполагает попутно низкие ночные температуры (Dormling 1993). У однолетней сосны сокращенный световой день используется для формирования двойных хвоинок. Когда посеянные рано в апреле сеянцы затеняются в конце мая или начале июня, они формируют верхушечную почку, раскрывающуюся в течение нескольких недель, и из нее развивается в то же лето второй побег с двойными хвоинками.

Поражения сеянцев и борьба с ними

Обеспечивая быстрый рост густо выращиваемых сеянцев, условия лесопитомников благоприятны также для многих вредителей (напр. Sutherland и др. 1989, Lilja и др. 1997). Первые поражения причиняются выпреванием, вызываемым различными грибами, губящим семена и всходы многих древесных пород. Серая плесень (*Botrytis cinerea*) легко рапространяется во влажных и густых куртинах, и поэтому обычна в производстве посадочного материала. Из вызывающих корневую гниль хвойных пород самыми опасными являются грибы рода ризоктония (*Rhizoctonia*). У сосны часты побеговый рак (*Gremeniella abietina*), ржавчина побегов (*Melampsora pinitorqua*), шютте (*Lophodermium seditiosum*) и снежное шютте (*Phacidium infestans*). Самыми обычными болезнями берёзы являются ржавчина листьев и вызываемая различными грибами пятнистость побегов и листьев.

Часто в борьбе с болезнями хорошо помогает общая гигиена на питомнике, т.е. удаление источников заражения из окружения, прочистка кассет, поддонов и настилов. Важными профилактическими мероприятиями могут быть достаточное проветривание теплиц, исключение слишком густых куртин и часто повторяющихся поливов, применение настилов, удаление мертвых и зараженных сеянцев. Также слишком сильная или неравномерная подкормка может ослабить стойкость сеянцев к заболеваниям. С некоторыми болезнями приходиться бороться химическими средствами. Разрабатываются биологические препараты против грибных заболеваний (Gromovykh и др. 1997).

Беспозвоночные, типа тлей, клопов, долгоносиков, клещей и личинок многих бабочек, способны нанести серьезный ущерб сеянцам (Sutherland и др. 1989). Поскольку встречаемость насекомых периодична, то важно обнаружить их визуально или при помощи различных ловушек (напр. липких пластинок) для своевременного принятия мер. Заметный ущерб на питомнике способны наносить многие птицы и млекопитающие. Птицы из отряда куриных поедают всходы и хвоинки, а мелкие птички семена. Полёвки уничтожают целые куртины сеянцев или складированные сеянцы.

Серьезные проблемы, особенно в производстве сеянцев с открытой корневой системой, связаны с сорняками (Owston и Abrahamson 1984). Механически можно удалять некоторые сорняки, но чаще всего прополка дорога и малоэффективна. Приходится использовать гербициды, хотя не для всех видов сорных растений имеются действенные и безопасные препараты. При производстве с закрытой корневой системой трудную проблему способны создать мхи и лишайники, появляющиеся на субстрате из-за влажности и повышенного содержания питательных веществ. Борьба с ними должна строится прежде всего на профилактических мероприятиях (промывки и дезинфекция сооружений и кассет) и на соблюдении правил выращивания, напр. мульчирование грубым и равномерным по фракциям (1–3 мм) песком или иным быстро высыхающим материалом, своевременный полив и проветривание. Ныне для борьбы с мхами имеются гербициды.

Из абиотических факторов поражений самыми существенными являются морозы, жара, засуха и влажность. Морозоустойчивость сеянцев зависит от времени года. Наиболее уязвимы корни, кото-

рые могут замерзнуть осенью даже при температуре -5 – -10 °C (Lindström и Nyström 1987). Корни сеянцев с закрытой корневой системой особенно подвержены воздействию низких температур, когда снег не укрыл сеянцы. Побеги могут пострадать при летних заморозках, когда они выдерживают всего -2 – -5 °C (Rikala и Repo 1987). Ранней весной сеянцы могут усохнуть в период, когда снег сошел частично, но земля ещё не оттаяла. Зимой снег может сгибать сеянцы и даже обламывать их, когда снежный покров начинает двигаться при оттаивании и замерзании. Летом жара (›45 °C) может напрямую погубить сеянцы (Kauppi 1984) или ослабить их рост (›35 °C) (Landis и др. 1992).

Качество сеянцев

Для контроля хода выращивания и для сортировки необходимы показатели развития сеянцев и их приживаемости. Совершенствованием методов оценки качества выясняется воздействие производственных мероприятий на формирование свойств сеянцев и на то, как эти свойства прогнозируют будущую приживаемость (Duryea 1984). Качество сеянцев описывается многочисленными показателями их свойств. Различные системы показателей и их пригодность рассмотрены во многих литературных обзорах (Ritchie 1984) и публикациях материалов съездов (Mason и др. 1989, Colombo и Noland 1997).

Из морфологических признаков сеянцев наилучшими предвестниками будущей приживаемости считаются диаметр и устойчивость (Duryea 1984). Хотя морфологические признаки признаются и далее надежными показателями качества (Puttonen 1997), при тестировании качества начали применять другие показатели жизнеспособности, такие как морозостойкость и потенциал роста корней (Dunsworth 1997). Физиологические показатели пока не нашли распространения (Mohammed 1997).

В Финляндии качество сеянцев определено постановлениями властных структур (Decision... 1992), соблюдение которых контролируется инспекторами министерства выборочными проверками питомников в весенний период. По действующим правилам продавец обязан сообщать происхождение сеянцев и плантационный клон и по клонированному материалу район использования, способ, сроки и место выращивания, сроки выкопки и отправки. Сеянцы должны быть здоровыми и жизнеспособными. В постановлениях перечислены те дефекты, на основании которых сеянцы бракуются. Кроме того, сеянцы сосны, ели и берёзы должны соответствовать требованиям габаритов по медианной высоте. Для сеянцев с открытой корневой системой на основании медианной высоты партии установлена минимальная высота и диаметр отдельного сеянца. Максимальная допустимая медианная высота партии сеянцев с закрытой корневой системой определяется по густоте выращивания, минимальная высота отдельного сеянца по медианной высоте партии. Идея отбраковки слишком мелких сеянцев по отношению к медианной высоте партии исходит из того, что оставшиеся под пологом куртины сеянцы слабее других наследственно или под воздействием окружающих условий. Требования по габаритам определены на основании измерений, выполненных на лесопитомниках (Räsänen и Kaila 1980), и опытных посадках (Rikala 1989).

Применяемые в Финляндии требования к качеству отличаются от практики в других Северных странах и Канаде. По

вступлении в силу директив ЕС официальный контроль в Финляндии в основном прекратится, а качество сеянцев станет по-видимому объектом интереса продавцов и покупателей.

Литература

Armson, K. & Sadreika, V. 1974. Forest tree nursery soil management and related practices. Ministry of Natural Resources. Ontario. 179 c.

Bergsten, U. 1993. Removal of dead-filled seeds and invigoration of viable seeds – a review of a seed conditioning concept used in conifers in Sweden. В кн.: Edwards, E.G.D. (ред.) Dormancy and barriers to germination. Proceedings of an international symposium if IUFRO Project Group P2.04–00 (Seed problems). Victoria, B.C. Forestry Canada, Pacific Forestry Centre. C. 7–15.

Bewley, J.D. 1997. Seed germination and dormancy. The Plant Cell 9: 1055–1066.

Bonner, F.T., McLemore, B.F. & Barnett, J.P. 1974. Presowing treatment of seed to speed germination. В кн.: Seeds of woody plants in the United States. USDA Forest Service. Agriculture Handbook 450: 126–135.

Colombo, S.J. 1997. Frost hardening spruce container stock for overwintering in Ontario. New Forests 13: 449–467.

Colombo, S.J. & Raitanen, E.M. 1993. Frost hardening in first-year eastern (Larix laricina) container seedlings. New Forests 7: 55–61.

Colombo, S.J. & Noland, T.L. (ред.) 1997. Making the Grade. Proceedings of an international symposium on planting stock performance and quality assessment held in Sault Ste. Marie, Ontario, Canada. September 11–15, 1994. New Forests 13: 1–514.

Daniels, T.G. & Simpson, D.G. 1990. Seedling production and processing: bareroot. В кн.: Lavender и др. (ред.) Regenerating British Columbia's Forests. University of British Columbia Press. Vancouver. C. 207–225.

Decision of the Ministry of Agriculture and Forestry on the Trade of Forest Reproductive Material. 1992. 1533/92.

Donald, D.G.M. 1991. Nursery fertilization on conifer planting stock. В кн.: van den Driessche, R. (ред.) Mineral nutrition of conifer seedlings. CRC Press Press. Boca Raton – Ann Arbor – Boston. C. 135–168.

Dormling, I. 1993. Bud dormancy, frost hardiness, and frost drought in seedlings of Pinus sylvestris and Picea abies. В кн.: Li, P.H. & Christersson, L. (ред.) Advances in cold hardiness. CRC Press. Boca Raton – Ann Arbor – London – Tokyo. C. 285–298.

Dunsworth, G.B. 1997. Plant quality assessment: an industrial perspective. New Forests 13: 439–448.

Duryea, M.L. 1984. Nursery cultural practices: Impacts on seedling quality. В кн.: Duryea, M.L. & Landis, T.D. (ред.) Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, The Hague – Boston – Lancaster. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis C. 143–164.

Gromovykh, T.I., Malinovsky, A.L., Gukasyan, B.M., Tulpanova, B.A. & Golovanova, T.I. 1997. The application of microbiological antagonism for biological control of damping-off in nurseries. В кн.: James, R.L. (ред.) Proceedings of the third meeting of IUFRO Working Party S7.03–04 Diseases ja insects in forest nurseries USDA Forest Service, Northern Region, Forest Health Protection. Report 97–4: 138–144.

Hahn, P.F. 1984. Plug+1 seedling production. В кн.: Duryea, M.L. & Landis, T.D. (ред.) Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, The Hague – Boston – Lancaster. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis. C. 165–181.

Harstela, P. & Tervo, L.1983. Technology of the production of bare-root seedlings. Commun. Inst. For. Fenn. 110. 51 c.

Heiskanen, J. & Raitio, H. 1992. Influence of polypropylene gauze covering on soil temperature in nurseries. For. Ecol. Manage. 53: 319–328.

Heiskanen, J. & Rikala, R. 1998. Influence of different nursery container media on rooting

of Scots pine and silver birch seedlings after transplanting. New Forests 16: 27–42.

Ingestad, T. & Lund, A. 1986. Theory and techniques for steady state mineral nutrition and growth of plants. Scand. J. For. Res. 1: 439–453.

Jalkanen, A. & Rikala, R. 1995. Foliar chemical composition and sampling intensity in bareroot Pinus sylvestris nursery crops. New Forests 10: 225–237.

Kauppi, P. 1984. Stress, strain, and injury: Scots pine transplants from lifting to acclimation of the planting site. Acta For. Fenn. 185. 49 с.

Lambany, G., Robidas, L. & Ballester, P. 1996. Measurement of soil water content in a peat-vermiculite medium using time domain reflectometry (TDR): A laboratory and field evaluation. Tree Planters' Notes 47(3): 88–93.

Landis, T.D. 1989a. Mineral nutrients and fertilization. В кн.: Landis, T.D., Tinus, R.W., MacDonald, S.E. & Barnett, J.P. (ред.) The container tree nursery manual. Vol. 4. USDA Forest Service. Agriculture Handbook 674: 1–67.

Landis, T.D.1989b. Irrigation and water management. В кн.: Landis, T.D., Tinus, R.W., MacDonald, S.E. & Barnett, J.P. (ред.) The container tree nursery manual. Vol. 4. USDA Forest Service. Agriculture Handbook 674: 69–118.

Landis, T.D. 1990a. Containers: Types and functions. В кн.: Landis, T.D., Tinus, R.W., MacDonald, S.E. & Barnett, J.P. (ред.) The container tree nursery manual. Vol. 2. USDA Forest Service. Agriculture Handbook 674: 1–39.

Landis, T.D. 1990b. Growing media. В кн.: Landis, T.D., Tinus, R.W., MacDonald, S.E. & Barnett, J.P. (ред.) The container tree nursery manual. Vol. 2. USDA Forest Service. Agriculture Handbook 674: 41–85.

Landis, T.D., Tinus, R.W., McDonald, S.E. & Barnett, J. P.1992. Atmospheric environment. Vol. 3. The container tree nursery manual. USDA Forest Service. Agriculture Handbook 674. 145 с.

Lilja, A., Lilja, S., Kurkela, T. & Rikala, R. 1997. Nursery practices and management of fungal diseases in forest nurseries in Finland. A Review. Silva Fenn. 31: 79–100.

Lindström, A. & Nyström, C. 1987. Seasonal variation in root hardiness of container-grown Scots pine, Norway spruce, and lodgepole pine seedlings. Can. J. For. Res. 17: 787–793

Luoranen, J. & Rikala, R. 1997. Growth regulation and frost hardening of silver birch seedlings with short day treatment. Tree Planters' Notes 48(3-4): 65–71.

Mason, W.L. 1994a. Production of bare-root seedlings and transplants. В кн.: Aldhous, J.R. & Mason, W.L. (ред.) Forest nursery practice. The Forestry Authority. London HMSO. Forestry Commission Bulletin 111: 84–103.

Mason, W.L. 1994b. Production of undercut stock. В кн.: Aldhous, J.R. & Mason, W.L. (ред.) Forest nursery practice. The Forestry Authority. London HMSO. Forestry Commission Bulletin 111: 112–121.

Mason, W.L., Deans, J.L. & Thompson, S. (ред.). 1989. Producing uniform conifer planting stock. Forestry Supplement 62. 313 с.

Mohammed, G.H. 1997. The status and future of stock quality testing. New Forests 13: 491–514 .

Owston, P.W. & Abrahamson, L.P. 1984. Weed management in forest nurseries. В кн.: Duryea, M.L. & Landis, T.D. (ред.) Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, The Hague – Boston – Lancaster. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis. С. 193–201.

Parviainen, J. 1980. Juurten leikkaaminen männyn paljasjuuristen taimien kasvatus-menetelmänä. Резюме: Wurzelschnitt als Anzuchtsmethode bei wurzelnackten Kiefernpflanzen. Commun. Inst. For. Fenn. 98.2. 131 с.

Parviainen, J. & Tervo, L. 1989. A new approach for production of containerised coniferous seedlings using peat sheets coupled with root pruning. В кн.: Mason, W.L., Deans, J.L. & Thompson, S. (ред.) Producing uniform conifer planting stock. Forestry Supplement 62 VN: 87–94.

Proe, M.F. 1994. Plant nutrition. В кн.: Aldhous, J. & Mason, W. (ред.) Forest nursery practice. The Forestry Authority.

London HMSO. Forestry Commission Bulletin 111: 37–65.

Puttonen, P. 1997. Looking for the "silver bullet" – can one test do it all? New Forests 13: 9–27.

Rikala, R. 1985. Paakkutaimien kastelutarpeen määrittäminen haihdunnan perusteella. Резюме: Estimating the water requirements on the basis of evapotranspiration. Folia For. 627. 18 с.

Rikala, R. 1989. Planting performance of size graded Scots pine seedlings. В кн.: Mason, W.L., Deans, J.L. & Thompson, S. (ред.) Producing uniform conifer planting stock. Forestry Supplement 62 VN: 29–37.

Rikala, R. 1992. Taimitarhalannoituksen vaikutus männyntaimien jälkikasvuun ja istutuksen jälkeiseen menestymiseen. Резюме: Effect of nursery fertilization on incidence of summer shoots and field performance of Scots pine seedlings. Folia For. 794. 19 с.

Rikala, R. & Repo, T. 1987. Frost resistance and frost damage in Scots pine (Pinus sylvestris L.) seedlings during shoot elongation. Scand. J. For. Res. 2: 433–440.

Rikala, R. & Jozefek, H.J. 1990. Effect of dolomite lime and wood ash on peat substrate and development of tree seedlings. Silva Fenn. 24: 323–334.

Rikala, R. & Huurinainen, S. 1990. Lannoituksen vaikutus kaksivuotisten männyn paakkutaimien kasvuun taimitarhalla ja istutuksen jälkeen. Резюме: Effect of fertilization on the nursery growth and outplanting success of two-year old containerized Scots pine seedlings. Folia For. 745. 16 с.

Rikala, R. & Heiskanen, J. 1995. Variation in the electrical conductivity and acidity of peat growth media used in Finnish tree nurseries. Scand. J. For. Res. 10: 161–166.

Rikala, R. & Repo, T. 1997. The effect of late summer fertilization on the frost hardening of second-year Scots pine seedlings. New Forests 14: 33–44.

Rikala, R. & Aphalo, P. 1998. Kasvatustiheyden ja paakkukoon vaikutus taimien ominaisuuksiin taimitarhalla ja menestymiseen istutuksen jälkeen. Metsäntutkimusl. tied. 696: 21–35.

Ritchie, G.A. 1984. Assessing Seedling Quality. В кн.: Duryea, M.L. & Landis, T.D. (ред.) Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, The Hague – Boston – Lancaster. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis. С. 243–259.

Räsänen, P.K. & Kaila, S. 1980. Männyn ja kuusen taimien kokoluokitus. Helsingin yliopisto, Metsänhoitotiet. lait. tied. 26. 111 с.

Sutherland, J.R., Shrimpton, G.M. & Sturrock, R.N. 1989. Diseases and insects in British Columbia forest seedling nurseries. Forestry Canada, British Columbia Ministry of Forests. Victoria. FRDA Report 065. 85 с.

Sutinen, M.-L., Mäkitalo, K. & Sutinen, R. 1996. Freezing dehydration damages roots of containerized Scots pine (Pinus sylvestris) seedlings overwintering under subartic conditions. Can. J. For. Res. 26: 1602–1609.

Timmer, V.R. & Munson, A.D. 1991. Site-specific growth and nutrition of planted Picea mariana in the Ontario Clay Belt. IV. Nitrogen loading response. Can. J. For. Res. 21: 1058–1065.

van den Driessche, R. 1991. Effects of nutrients on stock performance in the forest. В кн.: van den Driessche, R. (ред.) Mineral nutrition of conifer seedlings. CRC Press. Boca Raton – Ann Arbor – Boston. С. 229–261.

Warkentin, B.P. 1984. Physical properties of forest-nursery soils: Relation to seedling growth. В кн.: Duryea, M.L. & Landis, T.D. (ред.) Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, The Hague – Boston – Lancaster. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis. С. 53–61.

Youngberg, C.T. 1984. Soil and tissue analysis: Tools for maintaining soil fertility. В кн.: Duryea, M.L. & Landis, T.D. (ред.) Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, The Hague – Boston – Lancaster. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis. С. 75–80.

Örlander, G. & Due, K. 1986. Location of hydraulic resistance in the soil-plant pathway in seedlings of Pinus sylvestris L. grown in peat. Can. J. For. Res. 16(1): 115–123.

Производство посадочного материала и повышение продуктивности лесов на Севере России

Б.А. Мочалов

Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, ул. Никитова 13, Архангельск, 163062, Россия

Введение

Продуктивность искусственно создаваемых лесов и экономическая эффективность их выращивания определяется соответствием способа создания культур лесорастительным условиям, правильным сочетанием культуртехнических, мелиоративных и технологических приемов, использованием достижений лесной селекции и другими приемами. В условиях Европейского Севера России (Архангельская и Вологодская области, Республика Коми) на значительной части площадей, вовлекаемых в лесокультурное производство, более эффективны культуры, создаваемые посадкой.

При развитии искусственного лесовосстановления на зонально-типологической основе и многообразии лесорастительных условий для лесокультурного производства необходим различный посадочный материал по породному составу и по размерам. Так, на вырубках зеленомошной группы типов леса в культурах более интенсивно растет сосна, чем ель, что значительно повышает их продуктивность. На вырубках быстро зарастающих травяной растительностью и порослью лиственных пород необходимы укрупненный и крупномерный посадочный материал, позволяющий уменьшить количество агротехнических и лесоводственных уходов за культурами. Данное условие особенно важно в таежных условиях Севера при слабом развитии дорожной сети. При этом в любом случае посадочный материал должен отвечать требованиям стандарта и быть высококачественным в биологическом отношении, т.е. иметь высокую приживаемость и в короткие сроки восстанавливать высокую энергию роста в культурах.

Для создания лесных культур в регионе выращиваются в основном сеянцы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели европейской (обыкновенной) (*Picea abies* (L.) Karst.). В северо-восточной части региона преобладает ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) и гибридные формы ели европейской и ели сибирской. Сеянцы сосны составляют 15–20 % от общего количества посадочного материала, ели 79–83 %. Остальная доля приходится на сеянцы лиственницы сибирской и Сукачева (*Larix sibirica* Ledeb. и *Larix sukaczevii* Djil) и сосны кедровой сибирской (*Pinus cembra* subsp. *sibirica* (Du Tour) Krylov).

Небольшие объемы выращивания сосны и лиственницы и создания их культур объясняются, в основном, недостатком семян, хотя по лесорастительным условиям и по интенсивности роста в регионе необходимо в 2–3 раза увеличить долю культур сосны и значительно расширить воспроизводство лиственницы (Попов и др. 1992).

Производство посадочного материала в регионе развивается по двум направ-

лениям – в открытых питомниках, где выращивается 88–92 % сеянцев и саженцев, и в теплицах с полиэтиленовым покрытием. Из общего количества посадочного материала основная доля (до 90 %) приходится на сеянцы, остальной объем составляют саженцы ели. По лесоводственно-экологическим и экономическим условиям в регионе целесообразно увеличение доли использования укрупненного и крупномерного посадочного материала (саженцев) до 20–30 %. Это позволит перенести значительную часть затрат по уходу за культурами на этапы выращивания саженцев и их посадку.

В последние годы в одном из лесхозов Архангельской области начато выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой по финской технологии. Однако для более широкого распространения данного направления необходима проверка по ряду параметров биологического, технического и экономического направлений.

Почвенно-климатические условия

Климатические условия региона суровые, отличаются коротким периодом вегетации растений, возвратами холодов и заморозками в летний период. В южной части региона (Вологда) заморозков не бывает только в июле, в северной части (Архангельск) – отрицательные температуры могут быть в любой месяа летнего периода. Так, на питомнике Архангельского лесхоза (в 45 км от Архангельска) по нашим наблюдениям в 1998 году каждую декаду июня, июля и августа отмечались заморозки от -1,0 до -4,7 °С.

Почвы, на которых заложены лесные питомники, по механическому составу от супесчаных до суглинистых, слабоокультуренные. Содержание гумуса в пахотном слое на большей части посевных отделений составляет 1–2 % и менее. Преобладают средне- и слабокислые разности, с очень низкой и низкой степенями обеспеченности подвижными формами азота, фосфора и калия. Слабоокультуренные суглинистые почвы имеют высокую плотность, заплывают осенью, пересыхают в летние периоды. Супесчаные почвы имеют неудовлетворительный режим влажности.

Многолетние наблюдения в питомниках показали, что при достаточно большом количестве осадков за период вегетации (100–200 мм за июнь – август) характерна неравномерность их выпадения как по годам так и в течении сезона. Практически ежегодно бывают двухтрехнедельные периоды, когда осадков выпадает всего 3–10 мм и влажность верхнего слоя почвы достигает критического предела для прорастания семян и нормального обеспечения сеянаев влагой. Поэтому в такие периоды в питомниках необходимы поливы.

Выращивание сеянцев в открытом грунте

Сеянцы сосны и лиственницы в открытых питомниках региона выращиваются 2–3 года, ели и кедра сибирского 3–4 года. Неблагоприятные почвенно-климатические условия обуславливают снижение грунтовой всхожести семян, замедленный рост сеянцев, снижение выхода и качества посадочного материала. На слабоокультуренных суглинистых и супесчаных почвах с близким залеганием суглинков и высоким уровнем грунтовых вод сеянцы подвергаются вымоканию и выжиманию морозом.

В связи с этим были разработаны и научно обоснованы основные положения

региональной технологии. Они включают технологию подготовки парового поля и собственно агротехнику выращивания сеянцев, обеспечивающие формирование оптимальных физико-химических характеристик почвы, высокую сохранность семян и сеянцев, интенсивный рост и пропорциональность развития растений (Мочалов и др. 1991).

Для снижения гибели всходов и сеянцев от абиотических факторов (вымокания, выжимания морозом) проводится планировка и выравнивание поверхности полей, обеспечивается сток излишней влаги в осенний и весенний периоды, на суглинистых почвах нарезаются гряды. Без проведения данных операций в понижениях и западинах выжимание и гибель сеянцев в отдельные годы могут достигать 50–90 %, а интенсивность их роста снижается в 1,2–4,1 раза (Мочалов 1988).

Оптимальные условия роста и развития сеянцев создаются на хорошоокультуренных почвах при плотности пахотного слоя не более 1,2 г/см^3 и высоких показателях пористости и аэрации за весь срок их выращивания, а также при содержании гумуса 3 % и более. Нашими исследованиями установленно, что формирование таких условий возможно при единовременном внесении в почву высоких (100–500 т/га) доз низинного, хорошо разложившегося торфа, с равномерной заделкой его в пахотном слое (Мочалов и Мочалова 1996). Показатели объемной массы, пористости и аэрации почвы при этом сохраняют оптимальные значения и в конце третьего года выращивания сеянцев. Кроме того, в почве повышаются показатели полной влагоемкости, гигроскопичности, диапазона активной влаги, влажности завядания, но вместе с тем возрастают дефицит влаги и нормы полива. Только за счет изменения водно-физических свойств почвы и повышения содержания органики прирост сеянцев в высоту увеличивался на 20–50 %, а выход стандартных возрастал на 10–40 % (Мочалов 1988).

Для повышения плодородия почвы и обеспечения сеянцев подвижными элементами питания разработаны нормы и сроки внесения минеральных удобрений и компостов из торфа или дробленной коры хвойных пород с куриным пометом (торфо- и коропометных удобрений). При использовании компостов в дозах от 25 до 75 т/га размеры сеянцев увеличиваются на 20–40 %, выход стандартных на 30–37 %, а содержание подвижных элементов в почве в конце ротации остается более высоким, чем при внесении минеральных удобрений.

В комплексе собственно агротехнических приемов, обеспечивающих сохранность и интенсивный рост сеянцев, разработаны и апробированы сроки и способы мульчирования посевов, нормы и сроки полива и подкормок минеральными удобрениями, профилактические меры предупреждения поражения сеянцев болезнями с использованием фунгицидов (Мочалов и др. 1991). Для борьбы с сорняками получены положительные результаты при использовании гербицидов раундап, фосулен, арсенал, лэндмастер в паровых полях и препарата гоал в посевах. Однако полного уничтожения сорняков не происходит, поэтому необходима разработка комплексной системы с применением механических и химических способов. При этом должно обеспечиваться сохранение структуры и плодородия почвы и минимальное отрицательное влияние на окружающую среду.

Выращивание саженцев сосны и ели

При производстве культур укрупненным и крупномерным посадочным материалом (саженцами) отпадает необходимость в проведении агротехнических уходов. В данном случае в общем объеме затрат на выращивание древостоя значительная доля их переносится с лесокультурной площади на питомник и на начальный этап создания культур. Кроме того, в период выращивания саженцев, когда у растений начинается процесс дифференциации по размерам, есть возможность провести селекционный отбор быстрорастущих особей по прямым признакам и равномерно высадить на лесокультурной площади ту часть саженцев, которые сформируют первый ярус древостоя.

Исследования по разработке технологии выращивания саженцев (фото 18) проводили в питомниках северной и средней подзон тайги Архангельской области на слабоокультуренных суглинистых и супесчаных почвах. Установленно, что в годы с похолоданиями и заморозками в летний период прирост саженцев в высоту снижается в 1,5–3 раза, а в целом в северной подзоне тайги он в 1,5–2 раза меньше чем в средней. В связи с этим в отдельные ротации возникает необходимость увеличения сроков выращивания саженцев с 2–3 лет до 3–4 лет для получения стандартного и, тем более, крупномерного посадочного материала.

Анализ совокупного и раздельного влияния агрофизических и агрохимических свойств почвы, а также размеров используемых сеянцев на рост саженцев показал, что наиболее сильное влияние оказала плотность почвы и связанные с ней водно-физические показатели пахотного слоя. При снижении объемной массы почвы с 1,36 г/см^3 до оптимальных значений размеры и масса саженцев ели в конце четвертого года выращивания увеличились в 1,2–2,5 раза, при внесении минеральных – в 1,1–1,9 раза, а при различных средних размерах сеянцев разница составила 20–30 %. Наиболее высокая энергия роста саженцев ели и сосны получена при сочетании оптимальных параметров всех рассматриваемых факторов – низкая плотность сложения почвы, высокое содержание органики, достаточная обеспеченность элементами питания и крупные сеянцы, отобранные по группам размеров из одной партии. При этом у саженцев отмечено хорошее развитие корневой системы и низкие показатели отношения массы надземной части к массе тонких корней, что обеспечивало приживаемость их в культурах на уровне 90–100 %.

Опыты показали, что у саженцев в школе протекает естественный процесс саморегуляции организма, заключающийся в выравнивании соотношения отдельных частей растения. В тоже время изменяя физико-химические условия в почве можно, в определенной мере, влиять на данный процесс, обеспечивая более интенсивное развитие надземной части или корневой системы, изменять тем самым соотношение их массы и улучшать качество посадочного материала. Другим важным моментом является то, что при посадке в школьное отделение сеянцев одной партии, но разделенных на группы размеров, у них сохраняются различия в средних размерах, т.е. сохраняется ранговое распределение как в школе, так и в первые годы роста в культурах.

Выращивание сеянцев в теплицах с полиэтиленовым покрытием

Использование теплиц для выращивания сеянцев в условиях региона, особенно в районах с частым возвратом холодов и заморозками, является наиболее эффективным направлением. В них на 1–2 года сокращается срок выращивания сеянцев, в 3–5 раза увеличивается их выход с единицы площади.

Многолетние исследования позволили теоретически обосновать и разработать технологию выращивания сеянцев в закрытом грунте с учетом климата региона. Определены параметры теплиц по объему воздуха на единицу площади, при которых снижается амплитуда колебания суточных температур и увеличивается сумма тепла за период вегетации. Разработаны конкретные положения по выбору и подготовке места под теплицы, по конструктивным особенностям строительства и эксплуатации теплиц, по подготовке и использованию субстратов, по всему комплексу агротехнических приемов выращивания сеянцев с открытой корневой системой (Синников и др. 1982, Синников и др. 1983, Синников и др. 1986).

В производственных предприятиях региона используются стационарные теплицы с различными видами несущих конструкций (арочные, блочного типа, однопролетные и многопролетные) в деревянном (брусья, круглые бревна, клееные деревянные элементы) и металлическом исполнении как промышленного изготовления так и собственной постройки (фото 19). Все они выдерживаются по объему воздуха на единицу площади, закрываются синтетической (полиэтиленовой) плёнкой, по продолжительности эксплуатации – весенне-летние с естественным микроклиматом без подогрева.

Для приготовления субстрата используется, в основном, хорошоразложившийся торф низинных и, реже, переходных болот. Исследованиями было установлено, что после 4-х-6-ти лет использования в субстрате стабилизируются водно-физические свойства, оставаясь в оптимальных пределах для роста и развития сеянцев. На основании этого разработана и используется в практике технология многократного (более 14 лет) использования субстратов, что позволяет снизить затраты на их подготовку (до 40 %) и в целом на выращивание сеянаев (до 15 %). Кроме торфа очень высокий эффект по росту и развитию сеянцев получен при использовании в качестве субстрата компостированного гидролизного лигнина (Мочалов и др. 1991).

Основой эффективности выращивания сеянцев в теплицах является определенная перестройка физиологических и биохимических процессов в растении, связанная с изменением микроклимата. Наши опыты показали, что температурный оптимум фотосинтеза у сеянцев в теплицах смещен в сторону высоких температур. В тоже время, с условиями микроклимата довольно тесно связаны ритмичность роста и развития сеянцев за период вегетации. Продолжительность прохождения каждой фазы развития, интенсивность увеличения линейных размеров и накопления органического вещества определяются, наряду с другими условиями, суммой среднесуточных температур и определенным количеством времени (часов) с определенными среднесуточными температурами. Так, на одном из промежуточных этапов фазы линейного роста у однолетних сеянцев сосны при сумме среднесуточных температур 200–220 °С и более сильно

развивается надземная часть, а при сумме 240 °С и более – корневая система. Введением установленных параметров микроклимата в программу автоматического регулирования среды возможно целенаправленное воздействие на рост и развитие сеянцев.

С повышением температуры и влажности воздуха и почвы в теплицах усиливается микробиологическая активность субстратов и, благодаря защитному действию пленки, увеличивается концентрация углекислого газа в воздухе. Содержание углекислоты в воздухе теплиц в утренние и вечерние часы в 2–7 раз выше, чем в естественных условиях, что наряду с другими факторами, увеличивает интенсивность фотосинтеза сеянцев в 1,5–2,5 раза (Мочалов 1976). В тоже время, естественное содержание углекислоты под пленкой не является оптимальным. При удобрении сеянцев углекислым газом через воздух и через почву интенсивность фотосинтеза увеличивается в 1,5–3 раза, а размеры сеянцев на 30–80 % (Синников и др. 1986).

Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой

Использование посадочного материала с закрытой корневой системой (ПМЗК) является одним из перспективных направлений искусственного лесовосстановления. Преимуществами данного метода являются значительное удлинение сроков посадки лесных культур, высокая приживаемость ПМЗК в культурах и др. Однако при этом возникает необходимость перемещения значительной массы ПМЗК в процессе транспортировки на лесокультурные площади и при посадке, поэтому для развития данного направления необходимо наличие соответствующей материально-технической базы.

Широкое применение ПМЗК находит во многих странах, в меньшей мере он используется в России (Маслаков и др. 1985) и до последнего времени в производственных масштабах не применялся в нашем регионе. В 1980-х годах в Архангельской области были выполнены небольшие исследования по выращиванию саженцев с закрытыми корнями в рулонах из полиэтиленовой пленки (Синников и Новосельцева 1986). Опыты дали положительные результаты по качеству посадочного материала и приживаемости его в культурах, но не нашли широкого применения из-за трудоемкости заготовки и подготовки субстрата, формирования рулонов, перевозки их на лесокультурную площадь.

С 1997 года в Архангельской области начато производство сеянцев с закрытой корневой системой в сотах «Пант» по финской технологии. Первые посадки таких сеянцев в культуры дали положительные результаты по их приживаемости и росту в первый год.

В тоже время, широкое распостранение данной технологии в регионе будет зависеть от того насколько она будет применительна к местным условиям и, в частности, к использованию местных торфов и отечественных удобрений, срокам выращивания под пленкой и доращивания на полигоне и т.д. При этом качество ПМЗК должно быть не ниже, а затраты на его выращивание не выше, чем при выращивании в теплицах сеянцев с открытыми корнями по принятой технологии.

Кроме того, некоторые исследования в ряде регионов страны показали, что в культурах на бедных почвах у ПМЗК наблюдается явление хемотропизма, когда корни слабо выходят из брикета (плодородного субстрата) в окружающую почву. В результате этого культуры из

ПМЗК в возрасте 4–10 лет имеют меньший прирост в высоту, чем культуры из сеянцев с открытыми корнями (Родин 1978, Майсеенок и Копытков 1993).

Поэтому многие вопросы требуют дополнительного всестороннего изучения и научного обоснования химического состава субстрата брикета с учетом почвенно-грунтовых условий и биологических особенностей древесных пород.

Заключение

В целом разработанные для региона технологии выращивания сеянцев и саженцев в открытом грунте и в теплицах позволяют получать посадочный материал различных размеров и высокого качества. Он удовлетворяет требованиям лесокультурного производства, соответствует широкому диапазону лесорастительных условий, обеспечивает повышение продуктивности будущих лесов. В тоже время необходимо дальнейшее развитие питомнического дела в регионе. Оно должно идти в направлении совершенствования технологий с целью повышения качества посадочного материала и снижения затрат на его выращивание и на производство лесных культур, организации теплично-питомнических комплексов с лесосеменными плантациями на селекционной основе, долгосрочного планирования по определению объемов выращивания сеянцев и саженцев с открытыми и закрытыми корнями и по породному составу.

Литература

Майсеенок, А.П. & Копытков, В.В. 1993. Рост культур сосны, созданных различным посадочным материалом. Лесное хозяйство 3: 32–33.

Маслаков, Е.Л., Огиевский, Д.В. & Гомельский, Ю.Н. 1985. Производство посадочного материала с закрытой корневой системой. В кн.: Обзорная информация. Лесоразведение и лесомелиорация. ЦБНТИ Гослесхоза СССР. Москва. 40 с.

Мочалов, Б.А. 1976. Содержание углекислого газа в полиэтиленовых теплицах и влияние его на рост сеянцев сосны и ели. В кн.: Вопросы лесовосстановления на Европейском Севере. Архангельск. С. 116–126.

Мочалов, Б.А. 1988. Совершенствование агротехники выращивания посадочного материала в лесных питомниках. В кн.: Леса и лесное хозяйство Архангельской области. Архангельск. С. 39–50.

Мочалов, Б.А. & Мочалова, Г.А. 1996. Окультуривание почв в лесных питомниках Севера. В кн.: Почвенные исследования на Европейском Севере. Архангельск. С. 149–154.

Мочалов, Б.А., Мочалова, Г.А. & Новосельцева, Т.И. 1991. Рекомендации по выращиванию посадочного материала хвойных пород в лесных питомниках средней и северной подзон тайги Европейского Севера. Архангельск. 80 с.

Попов, В.Я., Мочалов, Б.А., Сунгуров, Р.В., Беляев, В.В. & Тучин, П.В. 1992. Проблемы искусственного лесовосстановления на Европейском Севере. В кн.: Повышение продуктивности лесов Европейского Севера. Архангельск. С. 79–91.

Родин, А.Р. 1978. Явление хемотропизма при создании культур хвойных пород саженцами с закрытой корневой системой. В кн.: Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Межвузовский сборник научных трудов ЛТА. Ленинград. Вып. 7: 98–102.

Синников, А.С. & Новосельцева, Т.И. 1986. Выращивание саженцев сосны и ели в рулонах. В кн.: Вопросы искусственного лесовосстановления на Европейском Севере. Архангельск. С. 40–44.

Синников, А.С., Мочалов, Б.А., Драчков, В.Н. и др. 1982. Нормативы по выращиванию посадочного материала хвойных по-

род в условиях контролируемой среды в зональном разрезе. Архангельск. 24 с.
Синников, А.С., Мочалов, Б.А. & Драчков, В.Н. 1986. Выращивание сеянцев хвойных пород в полиэтиленовых теплицах. Агропромиздат. Москва. 126 с.
Синников, А.С., Мочалов, Б.А., Смирнов, Н.А. и др. 1983. Лесотехнические требования на полиэтиленовые теплицы для выращивания лесного посадочного материала. Москва. 6 с.

6. Лесные культуры

Подготовка почвы для лесовозобновления

Х. Маннеркоски[1] и Э. Мялкёнен[2]

[1] Университет г. Йоенсуу, Факультет лесных наук, Юлиопистокату 7, ФИН-80100 Йоенсуу, Финляндия
[2] Научно-исследовательский институт леса Финляндии, Научный центр Вантаа, Йокиниеменкуя 1, ФИН-01300 Вантаа, Финляндия

Необходимость и цели

Улучшение лесорастительных свойств почв при естественном и искусственном лесовосстановлении в большинстве случаев обязательно для обеспечения результативного и достаточно быстрого возобновления леса.

Сплошные рубки вызывают существенные изменения свойств лесной почвы, что отражается на появление сеянцев. Температура почвы повышается, и её суточные колебания усиливаются (Kubin и Kemppainen 1991). Повышение температуры способствует минерализации порубочных остатков и органического вещества почвы. В результате сплошной рубки увеличивается количество попадающей в почву влаги и сокращается испарение. Эти изменения повышают уровень грунтовых вод и соответственно снижают влагоемкость почвы. Повышение объема почвенной воды означает одновременно сокращение воздушного пространства и уплотнение почвы (Соколовская и др. 1977, Иванов 1980). На участках, где после рубки уровень грунтовых вод повышается, тепловой режим и аэрация почвы ухудшаются. Сток и вымывание питательных веществ усиливаются до появления на участке возобновления растительности, задерживающей влагу и питательные вещества.

В зависимости от характера места произрастания вызываемые сплошными рубками изменения экологических факторов отражаются на условиях возобновления леса как положительно, так и отрицательно. Мешающие возобновлению факторы можно существенно ослабить подходящей для каждого конкретного случая подготовкой почвы. Подготовка почвы призвана:
– обеспечить успешность лесовозобновления,
– улучшить долговременно лесорастительные свойства почвы.

Способы достижения этих целей определяются преобладающими свойствами мест произрастания и имеющимися почвообрабатывающими орудиями (рис. 1). Для прорастания семян и появления сеянцев ключевыми являтся температура и влажность почвы. В свою очередь развитие молодняка зависит от многих физических и химических свойств почвы. Водный режим и аэрация являются ведущими, т.к. для дыхания корней нужен кислород и для транспортировки питательных веществ – влага. Долгосрочное



Рисунок 1. Факторы, связанные с подготовкой почвы.

мелиорирующее воздействие подготовки зависит прежде всего от водного режима и высвобождения питательных веществ из органических соединений.

Способы подготовки почвы

Способ подготовки почвы следует выбирать на основании свойств места произрастания.

Покровосдирание обнажает из-под гумусового слоя минеральную почву и подходит для бедных, владопроницаемых почв для содействия естественному возобновлению или подготовки посевных мест.

Боронование дает примерно полуметровые по ширине неглубокие прерывистые борозды. При ней минерализация достигает около 20 % площади. Боронование – самый распространенный в южной Финляндии способ, связанный с посевом и посадкой. Но оно не годится на местах, слабо пропускающих воду и подверженных зарастанию напочвенной растительностью.

Создание микроповышений предназначено для подготовки посадочных мест на увлажненных и мокрых почвах (Маркова и др. 1978). Микроповышения приподнимают посадочные места выше средней поверхности, а при их создании можно попутно произвести осушение. Места микроповышений выбираются по особенностям каждого участка так, чтобы для саженцев можно было выбрать оптимальные места (фото 20).

Плуговая вспашка была преобладающим способом в северной Финляндии. Плугом через 5 м нарезают борозды глубиной 30–50 см. Места посева и посадки выбирают на бровке и отвале борозды. Но из-за ландшафтных соображений и прочих негативных последствий вспашка практически прекращена.

Воздействие подготовки почвы на ее свойства

Пористость

Аэрация и водный режим почвы в значительной степени зависят от пористости и её характера. Доля порового пространства увеличивается значительно лишь тогда, когда органическое вещество перемешивается с минеральными слоями и когда структура поверхностного слоя нарушается (Ritari и Lähde 1978). Вследствие подвижек изменяется и распределение порового пространства. На рисунке 2 показаны средние кривые влагоудержания на вспаханных суходольных и торфяных пробных участках в восточной Финляндии (Mannerkoski 1998). В мелком песке крупных пор (диаметр › 50 мкм; -6,2 кПа, pF 1,8) очень мало, из-за чего почва остается влажной продолжительное время после дождя. Крупных пор на отвалах явно больше, благодаря подвижкам и переворачиванию слоев.

Кривые, характеризующие влагоудерживающую способность на морене, типично плавно снижаются. В таких почвах крупных пор больше на отвалах, чем в необработанных местах. Обработка увеличила долю крупных пор также в торфянистых почвах на отвалах и кочках по сравнению с необработанными местами. Это видно в уменьшении числа мелких крупных пор (50–10 мкм) и иногда также средних пор (10–2 мкм), так как общий объем пор не менялся. Доступное для растений количество влаги значительно не снижалось.

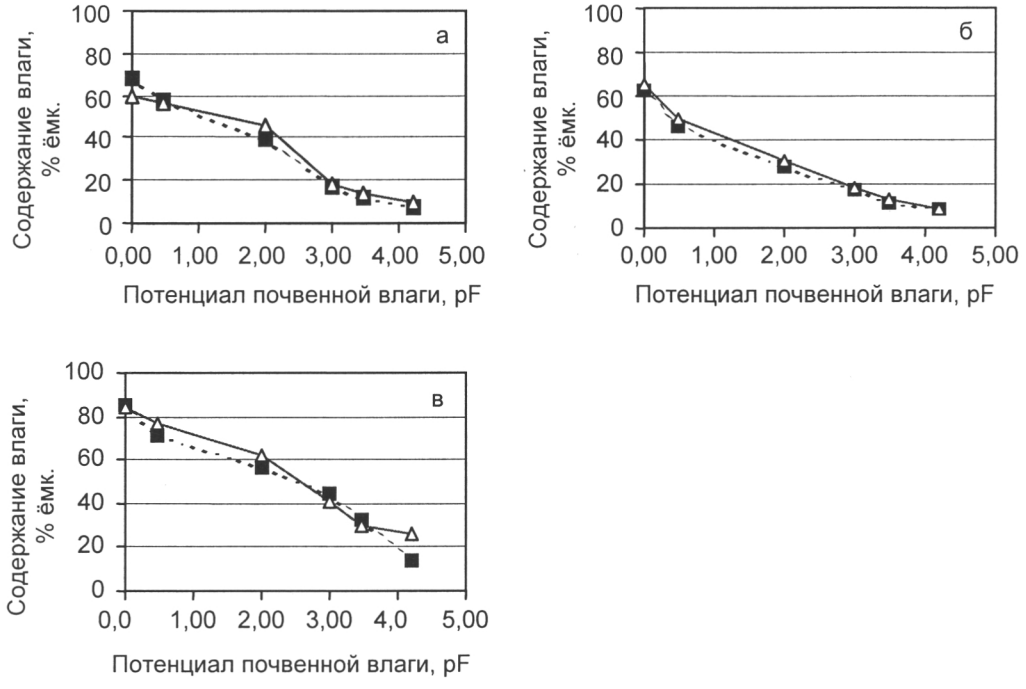


Рисунок 2. Примеры кривых влагоудержания почвы: а) мелкие пески, б) песчаные морены, в) отвал борозды на торфянике и необработанном участке. На рисунке отмечены диаметры пор, соответствующие различным потенциалам почвенной влаги.

Водный режим

Водный режим почвы можно характеризовать влагоемкостью или потенциалом почвенной влаги и влагопроницаемостью почвы. Важно знать, есть ли угроза пересыхания обработанной почвы, и в каких случаях она реальна. С другой стороны, при наполнении влагой или при приближении водного потенциала к нулю и даже до положительных значений усвоение кислорода прекращается, если такие условия продержатся долго. На рисунках 3–5 показаны примеры динамики водного потенциала почвы на некоторых участках вспашки, создания микроповышений и боронования в восточной Финляндии. Потенциал почвенной влаги в среднем явно самый низкий в отвалах и на микроповышениях (Ritari и Lähde 1978, Mannerkoski и Möttönen 1990). На объектах исследований потенциал почвенной влаги не снизился ни разу за три года (1987–1989) ниже шкалы тензиометра (около -80 кПа). Это означает, что отвалы и микроповышения (на глубине 10 см) отнюдь не были для молодняка слишком сухими, т.к. граница увядания находится на уровне около -1 400 кПа. С другой стороны, вероятно, усыхание поверхности почвы эффективно сдерживает усыхание более глубоких слоев.

Дождевая влага быстро впитывается в отвалы и микроповышения из-за их более рыхлой структуры и большего порового пространства, а на минерализованных пятнах намного медленней (Ritari и Lähde 1978). Быстрое впитывание дождевой влаги проявляется на суходольных почвах в виде резкого скачка потенциала почвенной влаги до уровня и даже выше уровня необработанных мест между следами обработки (Mannerkoski и Möttönen 1990). После дождя потенциал на микроповышениях резко падает, образуя значительные колебания. На заболоченных участках и торфяниках потенциал почвенной влаги в микроповышениях не поднимается до уровня необработанных мест, т.к. близость уровня грунтовых вод поддерживает необработанные места всегда более влажными, чем микроповышения. Боронованная почва обычно чуть более влажная, чем необработанная, в которой органический слой аккумулирует часть дождевой влаги и испарение напочвенной растительности подсушивает почву.

Аэрация почвы

Для почвенного газообмена решающее значение имеет то, насколько долго корни деревьев способны выдерживать такие условия аэрации, которые ниже минимальных значений. Даже несколько дней дефицита кислорода останавливают рост корней, хотя более старые корни способны выживать довольно долго. Значение имеет и время воздействия недостатка кислорода. Если корни затопляются до начала активного роста, они выдерживают дефицит кислорода до нескольких недель.

В минеральных почвах на глубине 10 см объем воздуха снижался лишь кратковременно во время дождей ниже 10 %, что является порогом уровня объема воздуха для развития корней. Но на плотных суглинках вероятны случаи, когда такой уровень достигается лишь при более низкой влажности, чем полевая влагоемкость. На необработанных суглинистых почвах объем воздуха может быть почти постоянно ниже этого предела. Необработанная почва на заболоченных участках и торфяниках остается, несмотря на борозды и микроповышения, более влажной, превышая полевую влагоемкость. Это говорит о том, что уровень грунтовых вод даже после обра-

ботки остается настолько высоким, что капиллярный подъем влаги перекрывает испарение. В таких условиях аэрация почвы определяется глубиной залегания грунтовых вод и распределением порового пространства почвы. На микроповышениях торфяников и заболоченных участков объем воздуха выше минимального уровня в течение большей части времени.

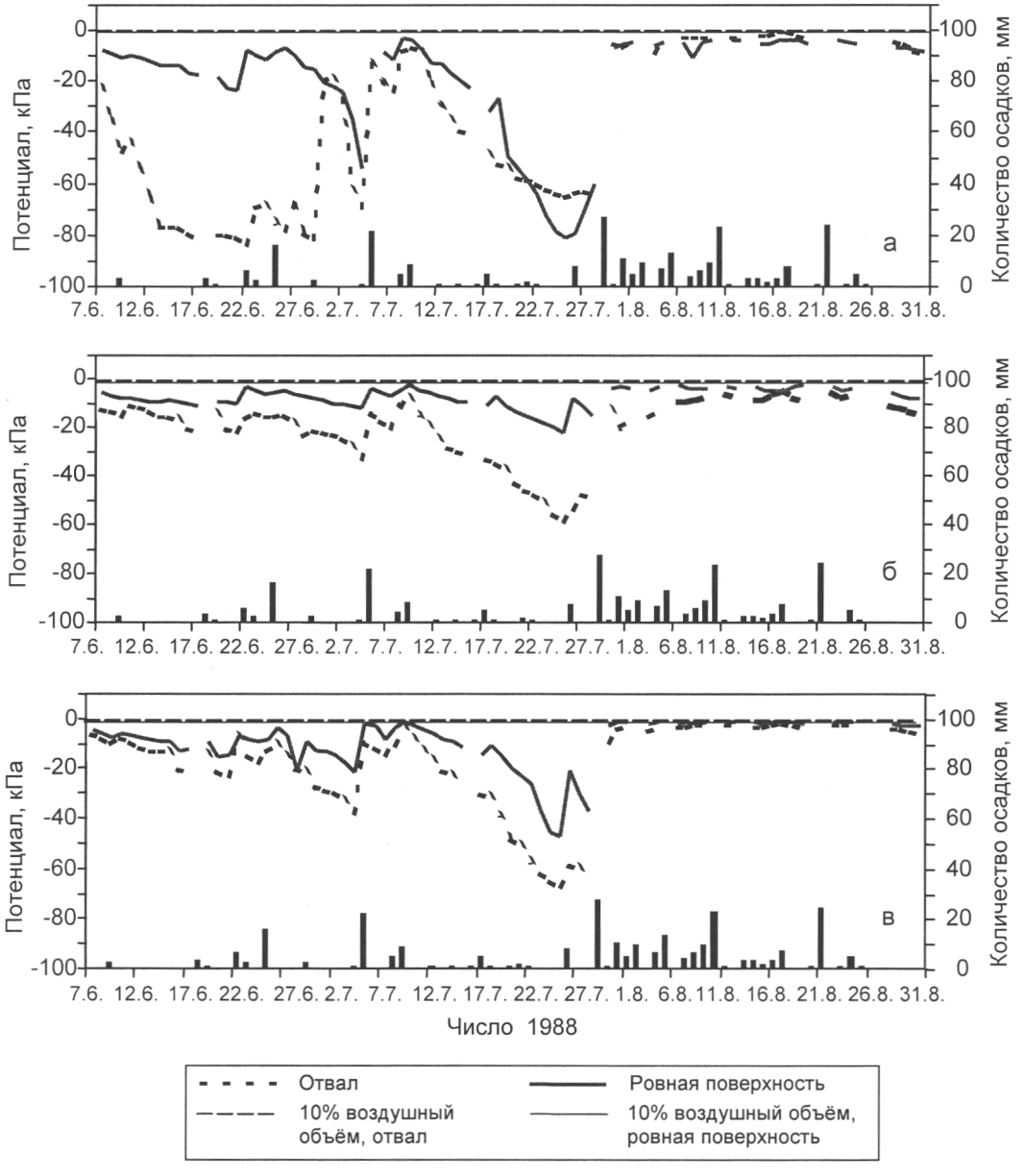


Рисунок. 3. Динамика изменения потенциала почвенной влаги в отвале на участке вспашки и на необработанном участке: а) легкий суглинок, б) заболоченная почва, в) торфяник. Отмечены количества осадков за период измерений и уровни потенциалов, соответствующие 10 %-ному объему воздуха в почве. Контиолахти, восточная Финляндия.

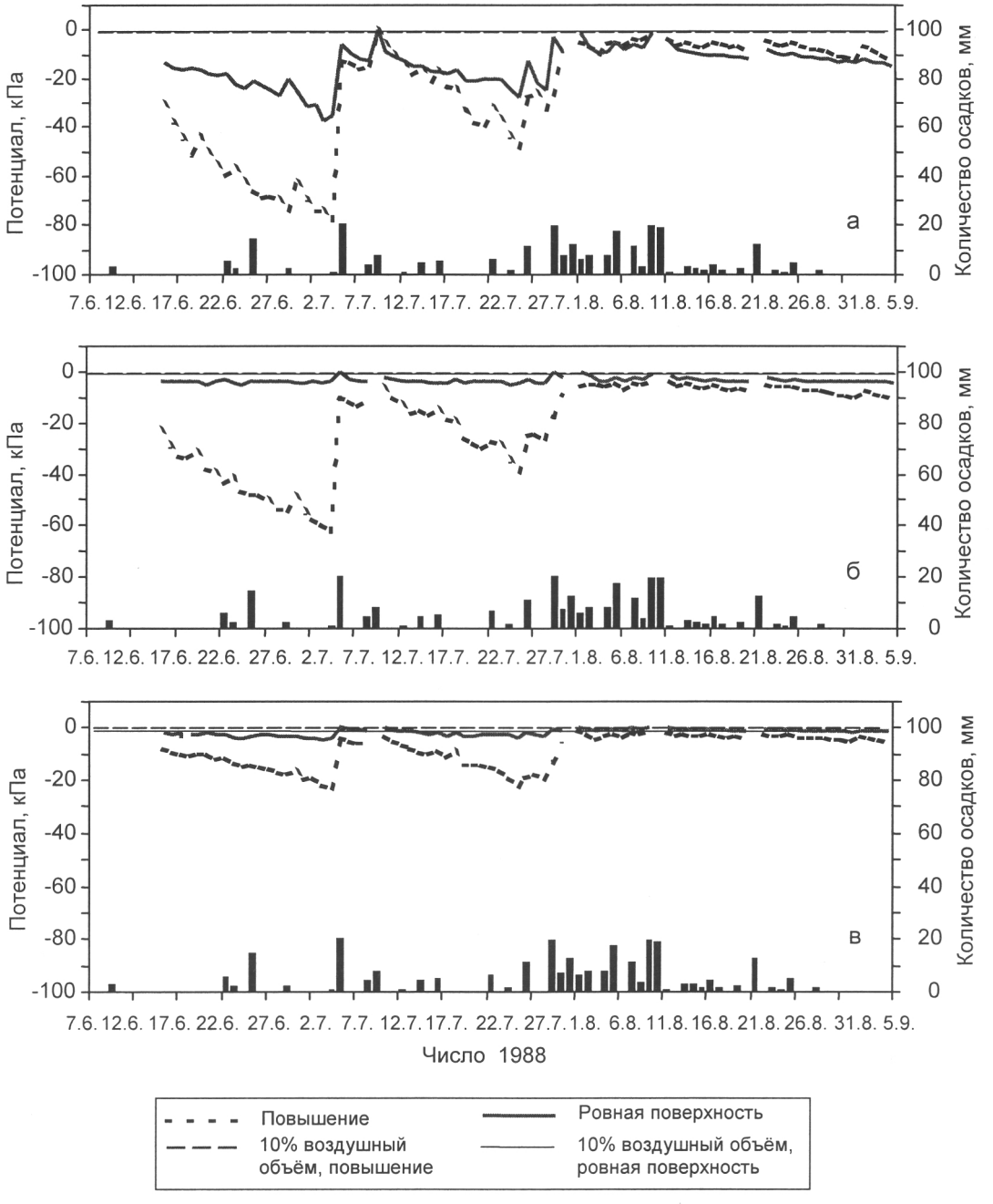


Рисунок. 4. Динамика изменения потенциала почвенной влаги на участке микроповышений и на необработанном участке: а) суглинистая почва, б) заболоченная почва, в) торфяник. Отмечены количества осадков за период измерений и уровни потенциалов, соответствующие 10 %-ному объему воздуха в почве. Кийхтелюсваара, восточная Финляндия.

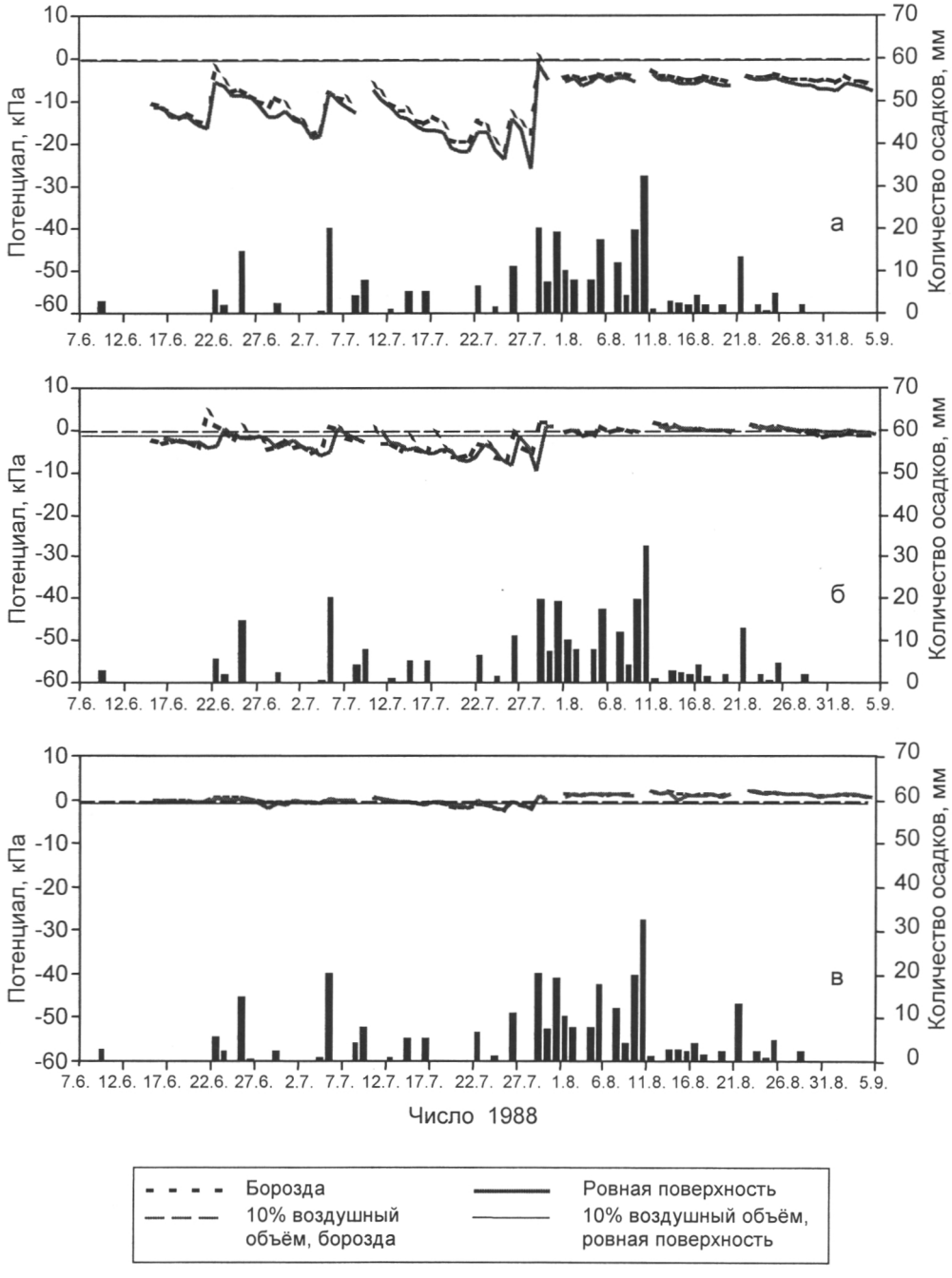


Рисунок. 5. Динамика изменения потенциала почвенной влаги в борозде на участке боронования и на необработанном участке: а) легкий суглинок, б) заболоченная почва, в) торфяник. Отмечены количества осадков за период измерений и уровни потенциалов, соответствующие 10 %-ному объему воздуха в почве. Кийхтелюсваара, восточная Финляндия.

Температурный режим

Подготовкой почвы обычно удаляют изолирующий органический слой с поверхности минеральной почвы или формируют микроповышения, прогревающиеся лучше, чем ровная поверхность. Для роста корней сеянцев и усвоения ими влаги и питательных веществ повышение температуры полезно на всех типах мест произрастания. В микроповышениях годовая сумма эффективных температур на глубине 5 см была на 30–60 % выше, чем на необработанных местах (табл. 1). Различия температур достигают пика в середине лета и в засушливые периоды. Также минимальные температуры в микроповышениях чуть выше, чем на необработанных местах. Наибольшее значение вызываемое подготовкой почвы повышение температуры имеет на севере и вообще в прохладных условиях. По мере роста саженцам все же приходится адаптироваться к постепенному снижению температуры почвы.

На суглинистых почвах проблемы возникают из-за подвижек почвы на микроповышениях при замерзании, способных погубить саженцы. Кроме того, микроповышения могут зимой промерзать сильнее, т.к. снежный покров на них тоньше, чем на ровных местах (Pohtila 1977).

Минимальные температуры воздуха у поверхности земли могут быть у микроповышений на 2–3 °C выше, чем над необработанными местами. Таким образом, подготовка почвы в какой-то мере снижает риск поражений от заморозков.

Питательный режим

Кислотность поверхностного слоя почвы снижается вследствие сплошных рубок. Вызываемые подготовкой почвы повышение температуры, улучшение аэрации и перемешивание органического вещества с минеральными компонентами активизируют деятельность почвенных микроорганизмов. На сухих почвах нецелесообразно ускорять разложение органических соединений, ведущее к потере питательных веществ и снижающее влагоудерживающую способность почвы.

Среди высвобождаемых питательных веществ наибольший интерес вызывает азот, имеющий ключевое значение для роста деревьев и усваиваемый в форме растворов нитратов. Например, в юго-восточной Финляндии на моренном участке возобновления кислично-черничного ельника общие концентрации азота в почвенном растворе были под микроповышениями почти вдвое выше, чем на необработанных местах (Smolander и др. 1999, рис. 6). Повышение концентрации

Таблица 1. Воздействие обработки почвы на сумму эффективных температур лесной почвы в 1972 году. Замеры на глубине 5 см (Leikola 1974, Mälkönen 1976). Куру, западная Финляндия; Рованиеми и Соданкюля, северная Финляндия.

Способ обработки	Куру		Рованиеми		Соданкюля	
	°C·d	Относит.	°C·d	Относит.	°C·d	Относит.
Без обработки	1022	100	888	100	602	100
Отвал вспашки	1374	134	1245	140	1040	173
Боронование	1157	113	1013	114	-	-
Фрезерование	1080	106	970	109	932	155

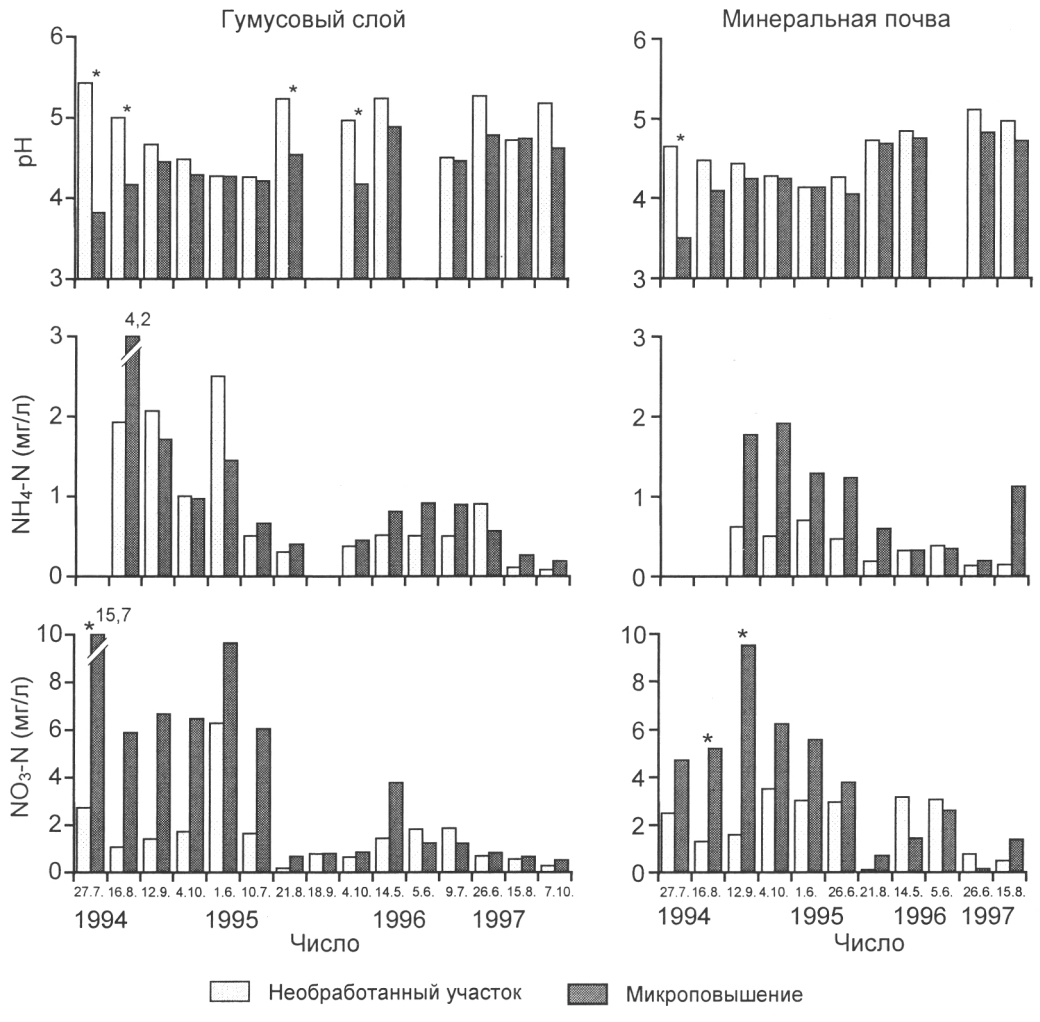


Рисунок 6. Уровень pH и концентрации аммиачного и нитратного азота в пробах почвенного раствора из-под необработанного гумусового слоя и из-под микроповышений на участке возобновления кислично-черничного ельника (Smolander и др. 1999). Обработка почвы в октябре 1993. Пункахарю, юго-восточная Финляндия.

нитратного азота отразилось в низких значениях pH почвенного раствора, т.к. нитрификация подкисляет почву. Но нетрудно догадаться, что при одной и той же активности разложения в микроповышениях с двойным слоем гумуса образуется в два раза больше минерального азота по сравнению с необработанным слоем гумуса. Кроме того, напочвенная растительность поглощает азота на необработанных местах явно больше, чем на микроповышениях, остающихся почти голыми в течение нескольких лет.

Чем интенсивнее почва обрабатывается, тем больше риск потери питательных веществ (Kubin 1998). Но такие потери можно уменьшить подготавливая почву только на части участка возобновления. Так делается обычно при создании микроповышений. Конечно, кратковремен-

ное усиление вымывания питательных веществ неизбежно и допустимо, если молодняк произрастёт достаточно быстро.

Начальный этап развития молодняка

Лесовозобновление должно быть надежным, т.к. промахи ведут к новым затратам, к появлению низкокачественных древостоев и снижению доходов от заготовки леса. Густота молодняка является одним из важнейших показателей успешности возобновления. Естественным возобновлением или посевом получают обычно достаточно густые молодняки на бедных почвах. На участках посадки требуемая густота достигается при помощи самосева. В южной Финляндии след подготовленная почва остается пригодной к облесению чаще всего в течение 3–4 лет, в северной Финляндии – дольше. Естественную примесь берёзы, появляющуюся быстро после обработки почвы, следует считать желательной как

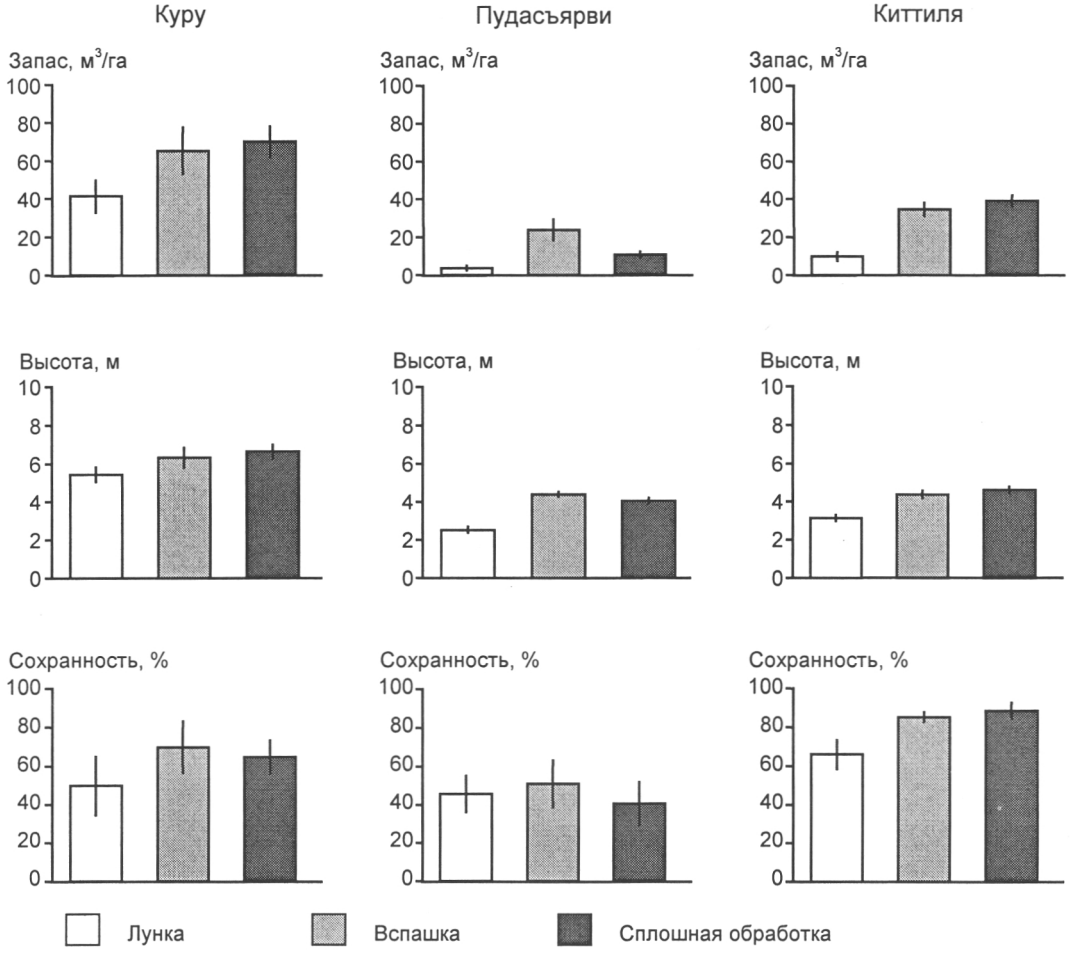


Рисунок 7. Средняя высота, стволовой запас и сохранность сосен через 18 лет после посадки на различно обработанных участках: а) в Куру, западная Финляндия, б) в Пудасъярви и в) в Киттиля, северная Финляндия.

в сосновых, так и в еловых молодняках. Берёза улучшает свойства почвы, вносит разнообразие и способствует устойчивости молодняка.

Правильный выбор способа подготовки почвы имеет решающее значение для начального развития лесных культур (рис. 7). Качество быстро растущих посаженных сосен может оказаться хуже, чем возобновленных естественно или посевом.

Литература

Иванов, Б.Н. 1980. Влияние влажности почвы на вырубках на ее плотности. Лесоведение 5: 29–36.

Маркова, И.А., Матюхина, З.Ф., Шалыгина, Т.А. & Верт, А.Е. 1978. Значение микроповышений при создании лесных культур. Лесоведение 6: 25–32.

Соколовская, Н.А., Ревут, И.Б., Маркова, И.А. & Шевляков, И.Р. 1977. Роль плотности почвы при лесовосстановлении. Лесоведение 2: 44–51.

Kubin, E. 1998. Leaching of nitrate nitrogen into the groundwater after felling and site preparation. Boreal Environ. Res. 3: 3–8.

Kubin, E. & Kemppainen, L. 1991. Effects of clearcutting of boreal spruce forest on air and soil temperature conditions. Acta For. Fenn. 225. 42 c.

Leikola, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Резюме: Effect of soil preparation on soil temperature condition of forest regeneration areas in Northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 84.2. 64 c.

Mannerkoski, H. 1998. The effect of site preparation on soil water and air conditions. Ninth North American Forest Soil Conference, August 9–14, 1998, Tahoe City, California. Abstracts.

Mannerkoski, H. & Möttönen, V. 1990. Maan vesitalous ja ilmatila metsäaurausalueilla. Резюме: Soil water conditions and air-filled porosity on ploughed reforestation areas. Silva Fenn. 24(3): 279–301.

Mälkönen, E. 1976. Markberedningens ekologi och inverkan på planteringsresultatet. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse 6: 11–15.

Pohtila, E. 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland. Commun. Inst. For. Fenn. 91.4. 98 c.

Ritari, A. & Lähde, E. 1978. Effect of site preparation on physical properties of soil in a thickhumus spruce stand. Commun. Inst. For. Fenn. 92.7. 37 c.

Smolander, A., Paavolainen, L. & Mälkönen, E. 1999. C and N transformations in forest soil after mounding for regeneration. For. Ecol. Manage.

Финляндская техника создания лесных культур

М. Хюппёнен
Лапландский лесной центр, Халлитускату 22, ФИН-96100 Рованиеми, Финляндия

Лесовозобновление в Финляндии

В Финляндии обычно применяются следующие способы лесовозобновления: 1) естественное возобновление через рубки верхнего полога или рубки семенников, 2) посев собранными семенами и 3) посадка выращенных в лесопитомнике сеянцев. При естественном возобновлении сосны и берёзы повислой чаще всего применяют рубки семенников и при возобновлении ели – рубки верхнего полога. Лесные культуры типичны после сплошных рубок.

Кроме перечисленных способов при лесовозобновлении применяются сочетания различных способов, например посев на участке семенников (Luonnonläheinen... 1994). Часто насаждение возобновляется при помощи жизнеспособного подроста без особых мероприятий (Moilanen и Saksa 1998). В 1990-х годах две трети финляндских лесов возобновлено культурами. Доля посадки от площади культур составляет 75 % (Metsätilastollinen... 1997).

При различных способах возобновления рубки и последующие работы образуют т.н. цепь возобновления с вытекающими друг из друга задачами (Kaila 1984). Способ возобновления во многом определяется местом произрастания (Nygren и др. 1997) (табл. 1). После рубок участок возобновления обычно расчищается от остатков древостоя и почва подготавливается машинами (покровосдирателями, боронами, плугом или экскаватором). Угнетенные водами участки подготавливаются чаще всего путем создания микроповышений с отводом вод. На самых бедных и слабогумусных суходолах естественное возобновление часто не требует никакой подготовки. Тем не менее, даже естественно возобновляемые участки подготавливаются легкой обработкой для содействия возобновлению. Результативность создания культур предполагает, что все работы на разных этапах выполняются тщательно.

Посев

Диапазон применения посева

В последние годы в Финляндии сосны высевается около 30 000 га в год, берёзы и ели лишь по 1 000 га (Metsätilastollinen... 1997). Посев удается лучше всего по сосне. С другой стороны, посев ели не рекомендуется, т.к. всхожесть семян в естественных условиях низка и подходящие для ели участки подвержены зарастанию травой (Kellomäki 1992, Saarenmaa 1997). Эти факторы мешают всхожести семян и начальному развитию сеянцев. Берёзу повислую можно высевать на плодородных и влажных участках при достаточной минерализации почвы. Без нее задернение и естественная поросль будут заглушать сеянцы (Luonnonläheinen... 1994). По берёзе повислой посадка тоже считается самым надежным способом возобновления (Kellomäki 1992).

Таблица 1. Рекомендуемые способы лесовозобновления на различных местах произрастания в южной Финляндии (Nygren и др. 1997).

Место произрастания	Основная/ дополнительная порода	Естественный потенциал возобновления		Потребность в подготовке почвы	Потребность в создании культуры
		По основной породе	По дополнительной породе		
Сухой бор	Сосна	Обычно достаточен	Естественно чистые сосняки	Чаще всего не требуется	Вообще не требуется
Суховатый бор	Сосна/ берёза, ель	Достаточен, если обильный урожай семян	Достаточен при подготовке почвы	Требуется	Посев/ посадка сосны
Влажный бор	Ель/берёза, сосна	Редко достаточен	Достаточен при подготовке почвы	Требуется	Посадка ели
Плодородный бор	Ель, повислая берёза/ прочие породы	Редко достаточен	Достаточен при подготовке почвы	Требуется	Посадка ели/ берёзы повислой

Посев применяется преимущественно в случаях отсутствия предпосылок для естественного возобновления и как его альтернатива. Сосну сеют на бедногумусных и среднегрубых по механическому составу сухих и суховатых почвах, не подверженных замерзанию и зарастанию травой (Pohtila и Pohjola 1985, Kinnunen 1992). Посев предпочтителен весной, в конце мая – начале июня после оттаивания почвы (Heikinheimo 1940, Kangas 1940, Pohtila и Pohjola 1985, Kinnunen 1992). Осенний посев обычно не надежен (Heikinheimo 1940, Kangas 1940, Kinnunen 1992). Слабый результат дает слишком ранний весенний посев, по крайней мере разбросной. Посев в снег дал худший результат, чем посев в оттаявшую почву (Pohtila и Pohjola 1985).

Посев сосны предваряют обычно расчистка участка возобновления при помощи кусторезов и практически всегда механизированная подготовка почвы. Из способов подготовки почвы для посева предпочтительны палы с подготовкой или просто минерализация покровосдирателем или бороной (Pohtila и Pohjola 1985).

Способы посева и инструменты

Способы посева можно разделить на три группы по характеру разброса семян: 1) при разбросном посеве семена рассредотачивают максимально широко вручную или различными приспособлениями или даже с летательного аппарата, 2) при направленном разбросноном посеве семена рассыпают равномерно по ширине следа обработки почвы, 3) при кустовом посеве семена рассыпают в подготовленные с определенными интервалами посевные места.

Разбросной посев ныне мало применяется для лесовозобновления, что объясняется значительным расходом семян из-за попадания части семян на необработанные места и частично ненадежностью результатов (Pohtila и Pohjola 1985). Одной из причин ненадежности результата является то, что семена остаются незаделанными. Заделка семян воздействует на результат двумя путями:

она укрывает семена от семеедов и выравнивает температурный режим и влажность окружения всходов (Heikkilä 1977, Kinnunen 1992). На основании произведенных в Лапландии опытов при разбросном посеве на суходольных участках с преобладанием сосны расход семян составляет 0,5–1,0 кг/га, на участках с преобладанием ели – 2–6 кг/га (Pohtila и Pohjola 1985). Конечно, требуемый объем семян зависит и от всхожести.

Направленный посев на полосе обработки почвы распространен ныне шире других способов и почти полностью вытеснил традиционный разбросной посев. При ручном посеве семена разбрасывают по следу обработки либо рукой из мешочка или из бутылки с продырявленной под нужный размер пробкой. Обычно семена не заделываюся, но их можно придавливать ногой, что чуть улучшает результат посева (Yli-Vakkuri и Räsänen 1971, Kinnunen 1982).

Все чаще направленный посев выполняется механизированно. В середине 1990-х годов доля механизированного посева была более половины площади посева (Saarenmaa 1997). Лесные концерны и Лесная Служба Финляндии произвели большинство посевов в 1996 году механизированно в ходе подготовки почвы (Hämäläinen 1997). Для механизированного посева разработаны эффективные сеялки (фото 21). Среди них можно назвать TTS/Palonen, TTS/Sigma, TTS/SeedGun, Top-100 коммандитного общества Marttinen, Tume MKL-2 фирмы Turengin Metalli и шведская Bräcke фирмы Robur Maskin Ab (Tervo 1998).

Чаще всего сеялки устанавливаются на почвообрабатывающих машинах (бороны, покровосдиратели) и даже на ковше экскаватора. Сеялки действуют либо механически через передачу вращения от тарелок, либо пневматически. Семена направляются через регулируемые форсунки, отверстия и шланги в след обработки (Hyppönen 1998). При направленном разбросном посеве необходимо получить 4 000–5 000 сеянцев на гектаре. Ручным направленным посевом в Финляндии получены хорошие результаты при малом расходе семян (0,3–0,4 кг/га) (Kinnunen 1992). При механизированном посеве расход семян составляет 0,15–0,3 кг/га в зависимости от всхожести (Tervo 1998).

Согласно данным Pohtila и Pohjola (1985) результат посева тем хуже, чем дольше промежуток между подготовкой почвы и посевом. Механизированный направленный посев выполняется синхронно с подготовкой почвы. Тогда почва рыхлая и влажная, и семена попадают в благоприятные условия по температуре и влажности и по крайней мере часть семян заделывается от семеедов. Другими преимуществами механизированного посева являются: попадание семян в след обработки равномерно (не образуя подверженных поражениям пучков всходов), ослабление негативного воздействия напочвенной растительности, малые затраты и выравнивание пиков сезонных работ. По механизированному посеву сосны накоплен преимущественно положительный опыт (Korhonen и Kumpare 1994, Kinnunen 1997, Hyppönen 1998).

Возможности механизированного посева ограничиваются особенно в северной Финляндии сжатыми сроками работ. Подготовка почвы начинается в начале лета после оттаивания и подсыхания почвы до проходимой для техники. К этому моменту оптимальное время посева уже заканчивается, а остаток годного для посева времени незначителен (Hyppönen 1998).

Наряду с направленным разбросным посевом широко применяется ручной

посев, при котором семена вносятся кустами через определенные интервалы. Для такого посева были разработаны различные инструменты (Kinnunen 1992) (рис. 1). Ныне шире всего производится строчной посев. На земле с определенными интервалами деревянной палкой чертят строчки, в которые семена рассыпают рукой из мешочка или из бутылки. Затем строчка закрывается тонким слоем земли. Строчной посев соответствует применявшемуся раньше квадратно-бороздчатому посеву, при котором мотыгой или другим инструментом обнажался посевной квадрат и в нем чертили мелкие борозды. Семена рассыпали в борозды рукой или семенной лейкой (Kaila 1984).

Семена можно разбросать рукой или из бутылки на небольшой обработанной площади. После этого семена можно легко вдавить в почву ногой. Такой посев называется точечным. Точечный посев соответствует квадратному, при котором семена рассыпают в подготовленный посевной квадрат (Kaila 1984). При точечном посеве создается 4 000–5 000 посевных мест на га и расход семян составляет около 0,3–0,4 кг/га в зависимости от всхожести.

При ручном или инструментальном укрытом посеве точечно высеянные семена прикрывают маленьким пластмассовым, прозрачным и разлагающимся за пару лет колпачком (рис. 1). Этот метод использовался широко в 1970-х и 1980-х годах в холодных условиях северной Лапландии (напр. Lähde и Tuohisaari 1976). Ныне такой посев больше не применяется, так же как большинство других ручных способов, связанных со специальными приспособлениями и инструментами. При укрытом посеве расход семян сокращается наполовину по сравнению с неукрытым посевом (Kinnunen 1992).

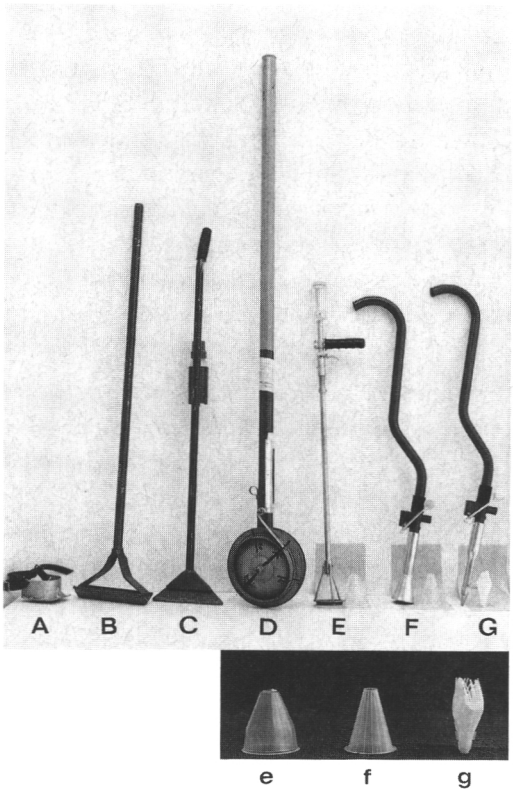


Рисунок 1. Инструменты для ручного посева (Kinnunen 1992).

A. Подпятник
B. Бороздник
C. Лопатка Мяннистё
D. Сеялка Jalko
E. Финское приспособление для укрытого посева и колпачок (e).
F. Шведское приспособление для укрытого посева и колпачок (f).
G. Шведское воронковидное приспособление для укрытого посева и колпачок (g).

Для посева разработаны приспособления, разбрасывающие семена по одному с определенными интервалами на полосе обработки почвы. Например, сеялка Jalco представляет собой вращающуюся тарелку с рукояткой. Толкая ее, тарелка вращается на полосе нарезая сплошную бороздку для семян, в которую семена высыпаются с заданным интервалом из бачка на рукоятке или на поясе (Kaila 1984). Выполненный таким инструмен-

том посев представляет собой промежуточную форму между направленным разбросным и точечным посевом. Но такой посев не получил распространения.

Выбор посевных мест

При разбросном посеве отбор мест невозможен: семена падают случайно на участок возобновления. Часть семян попадает на обработанную и часть на необработанную подложку. При ручном направленном разбросном посеве посевные места можно отобрать довольно точно. При механизированном посеве выбор мест ограничивается тем, что семена нацеливают на след подготовки почвы. На неровных и каменистых участках, где почвообрабатывающая машина переваливается с боку на бок, часть семян может попасть на неминерализованную полосу.

При ручном точечном посеве посевные места выбирают среди минерализованных частей полосы обработки. После бороны посевные места выбирают обычно по краям полосы обработки, но не на дне борозды (рис. 2а). Хотя бы часть семян следует поместить на минерализованных возвышениях полосы. Также после покровосдирателя следует избегать попадания семян в ямки или другие собирающие влагу понижения с дефицитом кислорода и угрозой замерзания (Kaila 1984). Если такой угрозы нет, то семена лучше прорастают в небольших углублениях и понижениях (Winsa и Bergsten 1994). Важно поместить семена изначально в такую микросреду, которая ускорит прорастание. Чем короче перерыв между посевом и прорастанием, тем больше всходов появится (Yli-Vakkuri 1961, Pohtila и Pohjola 1985).

Затраты на посев

Затраты на посев складываются из цены семян и работы на посеве. Доброкачественные семена сосны лесного сбора с всхожестью 95% стоят 2 500 FIM/кг, а такие же по всхожести плантационные семена 2 900 FIM/кг. Доля семян составляет 70 % в посевных затратах (Kinnunen 1997), которые были в 1996 году в среднем 863 FIM/га (Metsätilastollinen... 1997). В механизированном посеве доля семян повышается до 80–90 % от общих. Удельные затраты на посевные работы снизились в первой половине 1990-х годов ниже половины уровня конца 1980-х годов. Снижение было вызвано механизацией посева. За этот же период затраты на семена удвоились (Kinnunen 1997). Ныне удельные затраты на механизированную посевную работу составляют приблизительно 30–40 % от уровня затрат на ручной посев.

Общие затраты на лесовозобновление через посев составляли в середине 1990-х годов в Финляндии около 1 900 FIM/га. В них доля расчистки участка возобновления была около 18 %, доля подготовки почвы 35 % и посева около 46 % (Metsätilastollinen... 1997). При механизированном посеве общие затраты на всю цепь были чуть ниже среднего уровня, а при ручном посеве – чуть выше среднего.

Посадка

Диапазон применения посадки

В последние годы в Финляндии лес высаживали на площади 80 000–90 000 га в год. Посадки ели составляют менее половины, сосны – около трети и берёзы – около пятой части (Metsätilastollinen... 1997). Посадка подходит для всех отечественных пород при учете их требований к местам произрастания. Чаще всего за-

саживаемые участки плодородны, имеют мелкозернистые почвы, легко задерняются, зарастают порослью, часто имеют мощный слой гумуса или заболочены, т.е. по условиям не поддаются естественному возобновлению или посеву, по крайней мере в рамках умеренных затрат. Также облесяемые поля обычно засаживаются (Luonnonläheinen... 1994). Обычно сосна приурочена к местам произрастания, соответствующим по плодородию влажным суходолам и более бедным типам. Ель и берёзу высаживают на влажных суходолах и более богатых участках.

Посадки выполняются преимущественно весной, но сеянцы с закрытой корневой системой можно садить и осенью. Ель с открытой корневой системой широко садится также в конце лета и осенью (Kaila 1984).

Густота посадки сосны обычно 2 000–2 500 шт./га, ели – 1 400–2 000 шт./га, берёзы повислой – 1 200–1 600 шт./га и берёзы пушистой – 1 600–2 000 шт./га. Посадке предшествуют расчистка участка возобновления кусторезами и механизированная подготовка почвы. Минерализация почвы под посадку интенсивнее, чем под посев. Типичные способы обработки почвы: боронование, создание микроповышений (специальным покровосдирателем или экскаватором), создание микроповышений с отводом вод и в северной Финляндии плуговая вспашка. Согласно данным исследований вспашка лучше подходит под посадку, чем под посев (Pohtila и Pohjola 1985).

Подавляющую часть высаживаемых ныне сеянцев представляют одно- или двухлетние сеянцы с закрытой корневой системой, вытесняющие все больше сеянцы с открытой корневой системой (Metsätilastollinen... 1997). Но и открытая корневая система не потеряла ещё своей специфической сферы применения. До сих пор на самых плодородных участках и на облесяемых полях высаживают двух-, трех- и четырехлетние вышколенные сеянцы ели с открытой корневой системой. В будущем закрытая корневая система вытеснит открытую по-видимому полностью по мере развития технологии. Обобщая можно сказать, что чем плодороднее место произрастания, тем более крупный посадочный материал требуется. Нормальный уход за сеянцами после периода лесопитомника и до посадки является залогом успешности культур.

Способы и инструменты посадки

Большая часть сеянцев в Финляндии высаживается до сих пор вручную. Сеянцы сосны и ели с закрытой корневой системой высаживают специально разработанной посадочной трубой, диаметр которой варьирует в зависимости от размеров прикорневого кома (Kaila 1984). В какой-то мере особенно для посадки крупномерных сеянцев с закрытой корневой системой применяется специальная лункоделательная мотыга. Сеянцы с открытой корневой системой высаживаются обычно желобчатой мотыгой. При посадке трубой сеянцы переносят либо в боковой корзинке или иной посуде. Высаживаемые мотыгой сеянцы с открытой корневой системой и крупные сеянцы берёзы с закрытой корневой системой переносят в лукошке или ведре. Разработаны также крошни для переноски сеянцев на участок посадки (Kaila 1984).

Хотя посадочные работы выполняются в основном вручную, сконструированы и посадочные машины (фото 22). Их можно разделить на три группы: 1) мелкие машины с частичной механизацией, 2) поэтапно работающие машины, которые передвигаются, останавливаются и

засаживают небольшую площадь и 3) непрерывно работающие машины (Hallonborg и др. 1997). Посадочные машины Северных стран относятся к первой группе Hevotrack, Silviplant, вторую группу представляют Bräcke-Planter, Eco-Planter и Ilves, третью группу представляет Silva Nova (Tervo 1998).

Использование посадочных машин пока весьма незначительно, т.к. подготовка почвы и ручная посадка по затратам дешевле, чем механизированная посадка (Rummukainen 1993, Hämäläinen 1997, Kautto 1997, Tervo 1998). Лесопосадки будут продолжаться и в будущем, поэтому полезно продолжить разработку техники и быть готовым для применения различных альтернатив (Tervo 1998). По-видимому, в будущем расширится доля механизированной посадки, т.к. привлечение рабочей силы на лесопосадки может затрудниться.

Выбор мест посадки

Обычно посадку производят на подготовленных участках. После боронования сеянцы высаживают на минерализованную полосу, по краям, на самых возвышенных от дна борозды местах (рис. 2б). На таких местах саженцы не окажутся в воде даже во влажные периоды и меньше подвержены воздействию замерзания почвы (Kaila 1984). После создания микроповышений и плуговой вспашки сеянцы высаживают на возвышениях, в укрытые и теплые места и на отвалах (Kaila 1984) (рис. 2в и 2г). При посадке на кочке или отвале место сначала уплотняют, чтобы саженец не усох в слишком рыхлой почве и не повалился по воздействием дождей или ветровой эрозии.

Затраты на посадку

Общие затраты на посадку составили в Финляндии в 1966 году около 3 225 FIM/га (Metsätilastollinen... 1997). При мизерной доле механизированной посадки основными объектами затрат были работа на посадке и сеянцы. Рабочие затраты включали все побочные расходы,

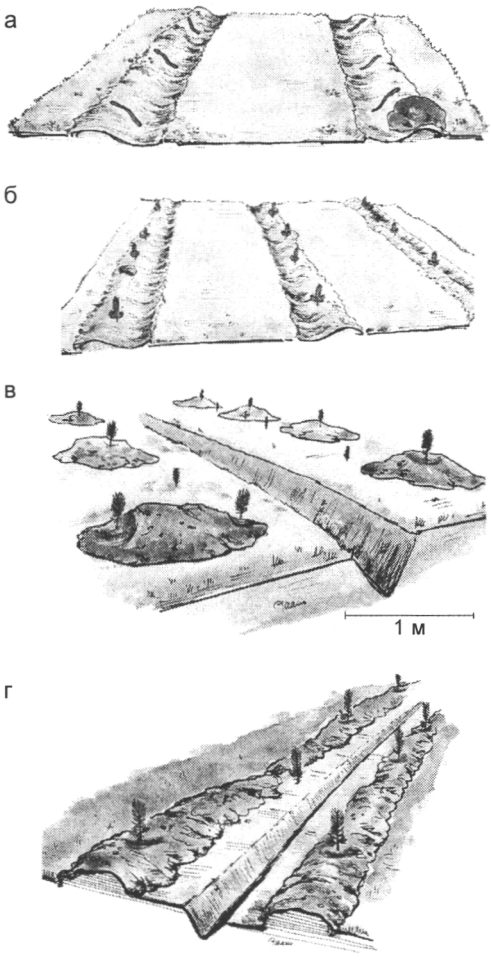


Рисунок 2. Места посева и посадки при различных способах подготовки почвы: а) Посев и б) посадка после бороны. в) Посадка на микроповышениях. Расстояние между саженцами на одном микроповышении должно быть 1 м. г) Посадка после вспашки. Рисунки Пааво Симола.

не считая руководства работами. Удельная цена зависит от многих факторов трудности работ, среди которых главные это условия работы и тип сеянцев. В затратах на посадку доли работы и сеянцев близки друг к другу. Удельные затраты на посадочные работы в последние годы чуть снизились при неизменной доле затрат на посадочный материал (Kinnunen 1997).

Затраты на лесовозобновление через посадку составили в Финляндии в середине 1990-х годов около 4 400 FIM/га, в которых доля расчистки была около 8 %, подготовки почвы – 18 % и посадки с сеянцами – 74 % (Metsätilastollinen... 1997). При использовании легкой подготовки почв и мелких сеянцев затраты на цепь составляют примерно 3 500 FIM/га. С другой стороны, при создании микроповышений и посадке крупных сеянцев с открытой корневой системой затраты на цепь составляют около 5 500 FIM/га.

Итоги и выводы

В начале 1990-х годов в Финляндии лесные культуры создавались на площади около 120 000 га в год. Доля посева по площади была 25 % и посадки 75 %. Доля посева возрастает особенно в южной Финляндии. Подавляющая часть посевов выполняется механизированно в ходе подготовки почвы. Механизированный посев зарекомендовал себя надежным идешевым способом лесоразведения, имеющим и другие преимущества по сравнению с ручным посевом. Но его препятствием является короткий период исполнения. Ручные способы посева продолжают применяться. Методы и инструменты ручного посева упрощаются.

Посадка выполняется преимущественно вручную. Пока не удалось разработать машину, способную конкурировать по затратности с ручной посадкой. Но поиск необходимо продолжать, т.к. в будущем может быть трудно найти достаточно рабочей силы для работ в лесу. Подавляющая часть высаживаемых ныне сеянцев представляет закрытую корневую систему и ее доля будет, по-видимому, возрастать.

При лесоразведении выбор правильной цепи мероприятий определяет успех возобновления. Способ лесоразведения, порода дерева, способ подготовки почвы, сроки возобновления и выбор посевных и посадочных мест определяют наряду с добросовестностью выполнения работ результат возобновления.

Литература

Metsätilastollinen vuosikirja 1997. Metsäntutkimuslaitos. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. ISBN–951–40–1585–1. 348 с.

Luonnonläheinen metsänhoito 1994. Metsänhoitosuositukset. Metsäkeskus Tapio. ISBN–951–96739–9–7. 72 с.

Hallonborg, U., von Hofsten, H., Mattsson, S. & Thorsen, Å. 1997. Planteringsmaskiner i skogsbruket – en beskrivning av metoder och maskiner. Резюме: Forestry planting machines – a description of the methods and the machines. SkogForsk. Redogörelse 7. 24 с.

Heikinheimo, O. 1940. Metsäpuiden taimien kasvatus taimitarhassa. Реферат: Versuch ins Baumschulen. Commun. Inst. For. Fenn. 29.1. 97 с.

Heikkilä, R. 1977. Eläimet kylvetyn männyn ja kuusen siemenen tuhoojina Pohjois-Suomessa. Резюме: Destruction caused by animals to sown pine and spruce seed in north Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 89.5. 35 с.

Hyppönen, M. 1998. Koneellisen männynkylvön onnistuminen Länsi-Lapissa. Metsätieteen aikakauskirja – Folia For. 1: 65–74.

Kaila, S. 1984. Metsänviljelyn suunnittelu ja toteutus. Metsäteho. Painovalmiste Ky, Helsinki. ISBN 951–673–049–3. 36 с.

Kangas, E. 1940. Tuloksia Pohjankankaan ja Hämeenkankaan metsänviljelyksistä. Реферат: Ergebnisse der Waldkulturen auf den Heiden Pohjankangas und Hämeenkangas. Acta For. Fenn. 49.4. 64 c.

Kautto, K. 1997. Koneellisen istutuksen tuottavuus, työnjälki ja kustannukset. Työtehoseuran metsätiedote 5. 4 c.

Kellomäki, S. Metsänhoito. Silva Carelica 8. 501 c.

Kinnunen, K. 1982. Männyn kylvö karuhkoilla kangasmailla Länsi-Suomessa. Резюме: Scots pine sowing on barren mineral soils in western Finland. Folia For. 531. 24 c.

Kinnunen, K. 1992. Kylvöalustan, ajankohdan ja menetelmän vaikutus männyn kylvön onnistumiseen. Резюме: Effect of substratum, date and method on the post-sowing survival of Scots pine. Folia For. 785. 45 c.

Kinnunen, K. 1997. Uudistamisen tekniikka ja talous. В кн.: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (ред.) Kannattava puuntuotanto. Metsäntutkimuslaitos ja Tapio. Metsälehti Kustannus. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. ISBN–952–5118–06–1. c. 34–44.

Korhonen, P. & Kumpare, T. 1994. Koneellisesti kylvettyjen uudistusalojen taimettumistulokset hyviä. Metsähallitus, Kehittämisyksikkö. Tiedote 2. 5 c.

Lähde, E. & Tuohisaari, O. 1976. An ecological study on effects of shelters on germination and germling development of Scots pine, Norway spruce and Siberian larch. Commun. Inst. For. Fenn. 88.1. 37 c.

Moilanen, M. & Saksa, T. (ред.) 1998. Alikasvokset metsänuudistamisessa – Varjosta valoon. Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos. ISBN 952–5118–19–3. 123 c.

Nygren, M., Ahonen, M., Koskinen, R., Kubin, E. & Mälkönen, E. 1997. Monimuotoinen metsänuudistaminen. Uudistamismenetelmien perustan tarkastelua. Metsäntutkimuslaitoksen tied. 636. 40 c.

Pohtila, E. & Pohjola, T. 1985. Maan kunnostus männyn viljelyssä Lapissa. Резюме: Soil preparation in reforestation of Scots pine in Lapland. Silva Fenn. 3: 245–270.

Rummukainen, A. 1993. Ilves-metsänistutuslaite maataloustraktorissa. Резюме: Louder–mounted Ilves planting device. Työtehoseuran metsätiedote 7. 4 c.

Saarenmaa, L. 1997. Metsän uudistaminen. В кн.: Häyrynen, M. (ред.) Tapion taskukirja. Metsälehti Kustannus. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. ISBN–5118–08–8. c. 188–203.

Tervo, L. 1998. Taimituotannon ja metsän uudistamisen tekniikka. Рукопись. 13 c.

Yli-Vakkuri, P. 1961. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensikehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. Резюме: Experimental studies on the emergence and initial development of tree seedlings in spruce and pine stands. Acta For. Fenn. 75.1. 122 c.

Yli-Vakkuri, P. & Räsänen, P.K. 1971. Siementen peittämisen ja kylvökohdan polkaisun vaikutus männyn ruutukylvön tulokseen. Резюме: The influence of covering and of tramping the seeds into the soil on the success of spot sowing of pine. Silva Fenn. 5.1: 1–10.

Winsa, H. & Bergsten, U. 1994. Direct seeding of Pinus silvestris using microsite preparation and invigorated seed lots of different quality: 2-year results. Can. J. For. Res. 1: 77–86.

Искусственное лесовосстановление и проблемы лесозащиты в Российской Карелии

В.И. Крутов и А.И. Соколов

Институт леса Карельского НЦ РАН, ул. Пушкинская 11, Петрозаводск, Республика Карелия, 185610, Россия

Лесные культуры в Республике Карелия

Одна из главных задач лесного хозяйства Республики Карелия – ускоренное и качественное воспроизводство истощаемых сплошными рубками лесных ресурсов, предусматривающее рациональное сочетание естественного возобновления и искусственного облесения вырубок хвойными породами. На это нацеливает и принятая в 1993 г. Государственная программа лесовосстановления в России, в которой приоритет отдается лесным культурам.

Первые лесные культуры на вырубках Карелии были заложены в 1904 г.; к 1938 г. их общая площадь, созданных преимущественно посевом сосны (*Pinus sylvestris* L.), достигла 1 115 га (Шубин и Казаков 1985). Почву обрабатывали, как правило, сельскохозяйственными конными орудиями: плугами, боронами, окучниками и редко вручную. Перед обработкой обычно применяли сплошной пал. По примеру южных районов России использовали высокие нормы семян: от 1,2 до 4,8 кг/га. Поэтому культуры сосны этого периода, особенно созданные на вырубках из-под сосняков брусничных и лишайниковых, были исключительно густыми.

С 1948 г. широкое распространение получила механизированная заготовка древесины. Несколько ранее была введена обязательная огневая очистка лесосек. Произошедшее в результате этого резкое увеличение площадей вырубок, уничтожение подроста и семенных деревьев вследствие огневой очистки вызвали необходимость существенного увеличения объемов работ по искусственному лесовосстановлению. До 1959 г. почву под культуры подготавливали преимущественно вручную площадками, а на вырубках с песчаными почвами – конными плугами. Посев, посадки и уход за лесными культурами осуществлялись вручную. Преобладали культуры сосны на легких песчаных почвах.

В 1960–1966 гг. характеризуются широким применением для обработки почвы орудий на тракторной тяге – якорных покровосдирателей различных конструкций, покровосдирателя-сеялки ПСТ-2А. В результате механизация обработки почвы достигла 80 %. Это способствовало использованию вырубок с богатыми почвами и наращиванию объемов лесных культур – с 17 000 до 45 500 га, с 1967 по 1977 гг. – до 46 000–53 000 га в год. Соответственно изменилось соотношение главных пород – удельный вес культур ели в отдельные годы составлял от 30 до 60 % общего объема создаваемых культур. Такие колебания объясняются наличием семян. Это положение продолжает оставаться и до настоящего времени. С 1960 г. ежегодно нарастают объемы посадки леса, к 1983 г. их удель-

ный вес достигал 42 % общего объема культур, к 1990 г. – 58 %.

В 1960-е годы с созданием Института леса Карельского филиала АН СССР (сейчас Карельский научный центр РАН) в Карелии расширяются научные исследования в области лесовосстановления. Была разработана типология вырубок, тесно связанная с типами леса. Все вырубки, близкие по лесорастительным условиям, характеру напочвенного покрова и требующие одинаковых лесохозяйственных мероприятий, объединены в пять групп типов вырубок без воздействия огня и три группы из числа пройденных палом (Воронова 1964, Ронконен 1975). Институтом леса в содружестве с Петрозаводской лесной опытной станцией ЛенНИИЛХа с учетом зонально-типологических условий были разработаны агротехника и технология создания лесных культур посевом и посадкой на вырубках, обоснованы типы лесных культур и составлены технологические карты на их производство (Синькевич и Шубин 1969, Шубин 1975, Шубин и др. 1986).

В последующие годы этими организациями велись многолетние комплексные исследования по оценке лесоводственно-экологических последствий воздействия на лесные экосистемы различных лесохозяйственных мероприятий (химического метода борьбы с сорной и нежелательной древесной растительностью, внесения минеральных удобрений, разреживания лесных культур и других). По их результатам издан ряд монографий, сборников научных работ и практических рекомендаций.

В настоящее время лесовосстановление в Республике Карелия осуществляется естественным, искусственным и комбинированным методами в соответствии с «Руководством по лесовосстановлению в гослесфонде Республики Карелия» (1995). В данном руководстве приведены критерии для выбора оптимального метода лесовосстановления. Лесные культуры рекомендуется создавать в тех случаях, когда возобновление хозяйственно ценными породами не может быть обеспечено естественным путем в течение 10 лет после рубки. Комбинированный метод применяется на участках с неравномерным размещением подроста. Естественное лесовозобновление является основным. Оно включает сохранение подроста, оставление обсеменителей и обработку почвы. По данным Института леса, в республике лесовозобновление хвойными за счет сохранения подроста может быть обеспечено на 27 % площади годичной лесосеки, последующее возобновление – на 47 % площади и на 26 % должны создаваться лесные культуры (Методические...1983).

В последние годы, в связи со снижением площади годичной лесосеки и неполным ее освоением (в среднем до 60 %) из-за кризисной ситуации в экономике, уменьшились и объемы лесовосстановительных работ. Если в 1993–1994 гг. они осуществлялись на площади 50 000–55 000 га ежегодно, то в 1996 г. – на 36 100 га, из них созданием культур на 13 600 га, в 1997 г. – на 28 900 га и 10 400 га, соответственно. К 1998 г. общая площадь созданных за все годы лесных культур на территории Карелии составляет 1,186 млн. га, или 12,8 % от лесопокрытой площади (Государственный... 1998) (табл. 1). Вырубки Карелии характеризуются сильнопересеченным рельефом, преобладанием дренированных песчаных и супесчаных почв с сильной степенью завалуненности. В целом по республике каменистые почвы занимают 54 % площади. Это обуславливает специфичность вопросов агротехники

Таблица 1. Лесовосстановление в Республике Карелия (по данным Госкомлеса РК).

Показатели	Годы учета					
	1973	1978	1983	1988	1993	1996
	1000 га					
Покрытая лесом площадь	8175,3	8331,6	8816,3	8965,6	8983,2	9156,2
В том числе:						
1. Сомкнувшиеся лесные культуры (% от лесопокрытой площади)	167,7 (2,1)	322,9 (3,9)	518,4 (5,9)	723,0 (8,0)	829,1 (9,0)	953,5 (10,4)
2. Несомкнувшиеся лесные культуры	305,0	326,1	363,1	315,2	294,7	226,4
3. Не покрытая лесом площадь	1160,9	951,0	432,0	343,9	378,6	290,6

создания культур, в первую очередь обработки почвы. Наибольшее распространение здесь получила частичная обработка почвы полосами путем удаления подстилки (фото 23 и 24). При обосновании этого способа основными задачами были повышение грунтовой всхожести семян и ослабление отрицательного влияния травянистой растительности. С этой целью широко применяют дисковые навесные покровосдиратели конструкции Института леса: ПДН-1, ПДН-2 и покровосдиратель-лункоделатель-сеялку ПЛС-2. Первые два орудия позволяют проводить механизированный посев семян одновременно с обработкой почвы, ПЛС-2, кроме того, готовит лунки под посадку.

Обработка почвы с использованием указанных орудий весьма энергоемка, нарушает естественное сложение почвы, способствует возобновлению лиственных пород. В последние годы учеными Петрозаводского университета и Института леса для вырубок с дренированными почвами разработаны технология создания культур крупномерными саженцами в лунки, подготовленные лункообразователями Л-2 или Л-22. Такой способ посадки позволяет снизить техногенное воздействие на почву и повысить производительность труда сажальщиков в два раза (фото 25). Обнадеживающие для этих лесорастительных условий результаты получены при производстве культур ели крупномерным посадочным материалом в микроповышения высотой 10–15 см. При таком способе посадки создаются лучшие условия для заделки корневых систем, более равномерного размещения культур на вырубках с каменистыми почвами, улучшается тепловой режим верхнего слоя почвы, что способствует ускорению роста саженцев и за счет этого повышается их конкурентоспособность с травянистой растительностью и лиственными породами (табл. 2; фото 26).

Главной культивируемой породой на севере республики является сосна, на юге – сосна и ель. В южной части в небольших объемах создают также культуры лиственницы, кедра, березы карельской. Культуры сосны создают посевом и посадкой. Посевы в основном применяют на легких и на сильнокаменистых, слабо зарастающих травянистой растительностью почвах. Норма высева семян – 0,5 кг/га. В остальных случаях рекомендуется посадка, хотя имеются случаи создания культур ели посевом. Густота культур сосны и ели колеблется от 3 000

Таблица 2. Биометрические показатели пятилетних культур ели при разных способах обработки почвы.

Показатели	Способ обработки почвы		
	Удаление подстилки	Лунками	Микроповышения
Высота, см	77,1 ± 2,5	82,9 ± 2,7	108,6 ± 2,7
Диаметр, мм	17,4 ± 0,3	16,1 ± 0,5	21,1 ± 0,5
Ширина кроны, см	50,3 ± 1,3	49,3 ± 1,5	65,9 ± 1,4
Протяженность кроны,см	67,4 ± 2,2	71,8 ± 2,5	97,9 ± 2,7

до 4 500 шт./га. Такая густота обеспечивает быстрое смыкание культур и повышение продуктивности насаждений с помощью рубок ухода по низовому методу. При использовании крупномерных саженцев и посадочного материала с закрытой корневой системой начальная густота культур может быть уменьшена на 25 %.

При создании культур посадкой в основном применяют двухлетние сеянцы сосны и трехлетние ели, выращенные в открытом грунте, и однолетние тепличные сеянцы с открытой корневой системой. В республике функционируют 9 базисных лесных питомников открытого грунта и 5 тепличных комплексов. В четырех тепличных комплексах, приобретенных в Финляндии, выращивают посадочный материал с закрытой корневой системой. При посадке сеянцами с открытой корневой системой на злаковых вырубках требуется не менее трех ручных или механизированных уходов. В этих условиях оправдано применение химического ухода. Он может проводиться путем опрыскивания нежелательной растительности растворами гербицидов или контактным способом, но последний наиболее безопасен (Рекомендации... 1997). Имеющийся опыт показывает, что на вырубках с богатыми почвами рационально использовать крупномерный посадочный материал, что позволяет свести потребность в агротехнических уходах к минимуму.

Проблемы искусственного лесовосстановления

Одна из острых проблем искусственного лесовосстановления в республике – повышение сохранности и улучшение качества создаваемых культур, повышение выхода посадочного материала в лесных питомниках.

Как свидетельствует многолетний опыт ведения лесопитомнического хозяйства, в ряде питомников выход посадочного материала с 1 га составлял 50–70 % от установленного. С одной стороны, это – следствием низкого агротехнического уровня ведения питомнического хозяйства, с другой – неудовлетворительного фитосанитарного состояния питомников и гибели значительной части (до 90 %) посевов сосны от грибных болезней, в первую очередь от снежного шютте (*Phacidium infestans*) (фото 27). Спорадически, при использовании инорайонных семян, наблюдались вспышки шютте обыкновенного сосны (*Lophodermium pinastri*). В полиэтиленовых теплицах при нарушении гидротермиче-

ского режима и загущенных посевах заметный отпад сеянцев (до 12 %) вызывала серая плесень (*Botrytis cinerea*).

Исследования, проведенные в разные годы на вырубках Карелии, показывают, что значительная часть посевов (в меньшей степени посадок) прошлых лет имеет недостаточную для формирования хвойных молодняков густоту, заглушается сорняками и лиственными породами. В 1970-е годы допускались грубые нарушения правил переброски семян. Из-за отсутствия собственных семян подавляющая часть культур сосны в этот период в северных районах Карелии создавалась привозными семенами из других областей России, резко отличающихся от Карелии климатическими условиями. В результате – массовое поражение и гибель таких культур от грибных болезней: снежного и обыкновенного (*L. pinastri*) шютте, побегового рака, или склеродерриоза (*Gremmeniella abietina*).

Огромные площади концентрированных вырубок, некачественная их очистка создают благоприятные предпосылки для возрастания вреда, причиняемого снежным шютте в посевах и посадках первого 10-летия, а также большим сосновым долгоносиком (*Hylobius abietis*) при производстве культур посадкой на свежих вырубках.

К 11–15-летнему возрасту только от грибных болезней в культурах, созданных посевом, погибает в среднем около половины растений (или треть посевных мест), в посадках – до 10 %.

На основе проведенных исследований и опытно-производственной проверки нами разработана региональная «Система защитных мероприятий в лесных питомниках и культурах Мурманской области и Карельской АССР» (1988). В питомниках она предусматривает сочетание фитосанитарных мероприятий (изоляция от стен леса, санитарные уходы, борьба с сорняками и т.д.) и химических мер борьбы на фоне высокой агротехники, при создании культур – сочетание лесохозяйственных и лесокультурных приемов с увеличением удельного веса специальных защитных мероприятий и применения удобрений по мере интенсификации лесовыращивания (увеличение удельного веса посадки крупномерными саженцами, использование местных семян, уход за составом насаждений, ускорение роста культур и т.д.). Данная система защитных мероприятий в течение ряда лет успешно внедрялась в питомниках и при лесокультурном освоении вырубок в Карело-Кольском регионе.

Заключение

В последние годы исследования Института леса в области искусственного лесовосстановления направлены на разработку экологически безопасных технологий, которые ориентированы на применение биологических методов защиты растений, отказ от энергоемких операций, снижение потребления химических средств, использование отходов местного производства в качестве удобрений. На основании полученных нами результатов они могут включать: дискретную обработку почвы, которая обеспечивает минимальное повреждение напочвенного покрова и наименее энергоемка; использование крупномерных саженцев с целью повышения сохранности и улучшения роста культур; защиту культур от повреждения насекомыми, преимущественно нехимическими методами; выборочное подавление нежелательной растительности с помощью контактной обработки гербицидами системного дей-

ствия; повышение плодородия почв и ускорение роста культур с помощью растений-азотфиксаторов.

Главной целью лесовосстановления остается своевременное восстановление лесов, повышение их продуктивности и устойчивости. Задачи, которые необходимо решать на перспективу, не ограничиваются только воспроизводством древесины. Лесовосстановление должно обеспечивать многоцелевое лесопользование, стабильную работу основных отраслей экономики, снижение техногенного воздействия на лесные экосистемы, охрану окружающей среды и сохранение биоразнообразия. Круг объектов лесовосстановления в республике будет расширяться. Особые подходы к лесовосстановлению потребуются при рекультивации техногенных земель, нарушенных различными горнодобывающими предприятиями, на специализированных лесных плантациях, в рекреационных зонах, охотничьих хозяйствах и других объектах, функционирование которых связано с использованием ресурсов леса.

Литература

Воронова, В.С. 1964. К вопросу о классификации растительности вырубок Карелии. В кн.: Возобновление леса на вырубках и выращивание сеянцев в питомниках. Петрозаводск. С. 22–32.

Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 1997. 1998. Петрозаводск. 220 с.

Методические указания по планированию лесовозобновительных работ в Карельской АССР. 1983. Составители: Зябченко, С.С., Иванчиков, А.А. & Медведева, В.М. Петрозаводск. 14 с.

Рекомендации по контактной обработке нежелательной растительности гербицидами в лесных питомниках и культурах. 1997. Составители: Соколов, А.И. & Крышень, А.М. Петрозаводск. 16 с.

Ронконен, Н.И. 1975. Вырубки и естественное возобновление на них. В кн.: Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области. Петрозаводск. С. 36–65.

Руководство по лесовосстановлению в гослесфонде Республики Карелия. 1995. Петрозаводск. 85 с.

Синькевич, М.С. & Шубин, В.И. 1969. Искусственное восстановление леса на вырубках Европейского Севера. Петрозаводск. 180 с.

Шубин, В.И. 1975. Лесные культуры В кн.: Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области. Петрозаводск. С. 66–121.

Шубин, В.И. & Казаков, Л.А. 1985. Культуры сосны обыкновенной на северо-западе таежной зоны Европейского Севера. В кн.: Система лесохозяйственных мероприятий в сосновых лесах Карелии. Петрозаводск. С. 48–58.

Шубин, В.И., Кузьмин, И.А., Соколов, А.И. & Чистякова, Т.И. 1986. Создание культур сосны на вырубках Северо-Запада европейской части СССР. Петрозаводск. 25 с.

Основные факторы успешного роста лесных культур на Северо-Западе России

И.А. Маркова

Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия, Институтский пер. 5, Санкт-Петербург, 194018, Россия

Введение

Широко используемые в таежной зоне сплошные рубки леса нарушают экологическое равновесие окружающей среды: крупные лесные ландшафты коренным образом трансформируются, а существовавшие ранее лесные экосистемы разрушаются. При последующем естественном или искусственном восстановлении леса на таких площадях исходные экосистемы воспроизводятся лишь частично, во многом оставаясь обедненными из-за смены пород, снижения плодородия почвы и ликвидации части зооценоза.

Используемые в практике лесхозов таежной зоны примитивные технологии закладки и выращивания лесных культур, как правило, не дают им преимуществ по сравнению с молодняками естественного происхождения и даже не останавливают процесс смены хвойных пород осиной и березой. По темпам роста такие культуры в два-три раза уступают насаждениям, созданным по интенсивным технологиям.

Факторы успешного роста

Основными факторами, обеспечивающими высокую сохранность и ускоренный рост искусственных насаждений, являются следующие.

1) **Закладка культур на площадях с достаточно плодородными почвами** в условиях, отвечающих биологическим требованиям выращиваемых пород. Вести интенсивное лесовыращивание на бедных почвах дело невыгодное, тем более что на вырубках с такими почвами при наличии естественного источника семян процесс возобновления леса идет достаточно успешно (Чертовский и др. 1974, Мартынов и др. 1994).

2) **Дифференцированная по регионам и лесорастительным условиям агротехника обработки почвы.** Экспериментально доказано, что в таежной зоне на преобладающих здесь переувлажненных почвах (60–70 % площадей лесокультурного фонда) нельзя добиться желаемой эффективности других агротехнических приемов без оптимизации водно-воздушного и теплового режимов почвы посадочных мест. При сравнительно высоком потенциальном плодородии (содержание органического вещества по углероду 70–260 т/га) почвы региона, как правило, имеют низкую биологическую активность, следствием чего является слабая обеспеченность культур усвояемыми соединениями азота и фосфора.

Максимальный мелиоративный эффект дает устройство гряд высотой 30–35 см, шириной 60–100 см из смеси аккумулятивных и подзолисто-иллювиальных горизонтов, сочетаемое с прокладкой сточных борозд глубиной 25–40 см на расстоянии 70–100 см от посадоч-

ных мест. На автоморфных почвах высота, диаметр ствола культур увеличиваются на 30–80 %, в переувлажненных условиях, где создание микроповышений сочетается с осушительными мероприятиями, – в два-три раза (табл. 1 и 2). Для предотвращения негативных экологических последствий сброс воды из магистральных водоотводящих каналов рекомендуется осуществлять через отстойники. Там, где нет необходимости сбрасывать избыток воды (кисличные, черничные свежие условия, небольшие участки черничников влажных) перспектив-

Таблица 1. Динамика показателей роста лесных культур ели по годам выращивания на вырубке ельника кислично-черничного (эдатоп C_{2-3}) в подзоне южной тайги (Ленинградская область).

Вариант обработки почвы	Возраст культур, лет							
	2 (1977)	5 (1980)		10 (1985)			15 (1990)	
	Приж., %	$Д_0$, мм	Н, см	Сохр., %	$Д_0$, мм	Н, см	$Д_{1,3}$, мм	Н, см
	Посадка сеянцами, Н=24±0,3 см, $Д_0$=4,3±0,1 мм							
1. Целина – контроль без обработки почвы	69	10±0.3	54±1,4	26	24±1,2	113±4	23±2,2	273±14
2. Гряда из A_{0A1} высотой 25 см	81	17±0.6	75±5,3	51	34±1,4	172±8	45±2,8	394±20
3. Гряда плуга ПШ -1 на расчищенной корчевкой 3 м полосе	94	18±0,2	89±1,4	87	38±0,9	195±6	55±1,6	506±12
4. Пласт плуга ПЛ-2-50 после фрезерования надземной части пней	95	15±0,3	81±0,4	76	37±1,1	192±7	43±1,8	412±14
5. Сплошная вспашка на глубину 23-25 см после корчевки пней: ровная поверхность свальный гребень	83 90	15±0,3 18±0,2	78±1,6 98±1,5	72 87	24±1,2 37±0,9	115±5 180±4	22±1,5 38±1,2	244±10 378±8
	Посадка саженцами, Н=38±0,5 см, $Д_0$=8,4±0,1 мм							
1. Целина – контроль без обработки почвы	39	15±0,3	63±1,4	36	29±1,4	113±7	26±1,9	259±15
2. Гряда из A_{0A1} высотой 25 см	96	22±0,9	109±5,4	88	41±1,6	205±8	53±2,1	441±15
3. Гряда плуга ПШ -1 на расчищенной корчевкой 3 м полосе	81	28±0,5	113±2,5	75	51±1,3	252±8	63±2,0	539±14
4. Пласт плуга ПЛ-2-50 после фрезерования надземной части пней	68	19±0,4	85±1,9	74	44±2,0	203±10	50±2,1	440±17
5. Сплошная вспашка на глубину 23-25 см после корчевки пней в 30-метровой полосе – ровная поверхность	84	21±0,3	88±1,5	81	28±5,9	131±3	26±1,4	263±10

Примечание. Разреживание культур выполнено в 1989 году.

Таблица 2. Характеристика среднего (модельного) дерева ели в 17-летних культурах (вырубка ельника травяно-таволжного, густота культур 2 000 шт./га), Ленинградская область.

Вариант обработки почвы	$Д_{1,3}$, см	Н, м	Общая масса, кг	В том числе				Соотношение массы корней и надземной части
				Ствол и ветви	Хвоя	Итого надз. часть	Корни	
Целина – контроль	4,5	3,0	8,7	4,3	2,7	7,0	1,7	1 : 4,1
Гумусовый вал	5,5	3,7	10,8	5,2	3,5	8,7	2,1	1 : 4,1
Дискретное микроповышение	5,4	3,9	11,9	5,5	3,8	9,3	2,6	1 : 3,6
Пласт плуга ПЛ-2-50	7,3	4,9	12,4	6,3	3,2	9,5	2,9	1 : 3,3
Гряда плуга ПШ-1	8,0	6,7	19,5	11,0	3,7	14,7	4,8	1 : 3,1
Пласт плуга ПЛО-400	8,9	6,5	17,0	9,7	3,2	12,9	4,1	1 : 3,1
Пласт канавокопателя ЛКН-600	7,7	5,9	17,7	8,8	4,5	13,3	4,4	1 : 3,0

на подготовка дискретных микроповышений (холмиков) диаметром 0,7–1,5 м с посадкой в каждое 1–3 саженцев. Роль холмиков особенно важна в первые два месяца вегетационного периода, когда при хорошем прогревании почвы ель и сосна растут особенно интенсивно.

Дискретный способ обработки почвы не увеличивает выноса легкорастворимых химических соединений с лесокультурной площади, требует меньших затрат машинного времени и топлива по сравнению с плужным, но показатели роста культур на холмиках все же на 30–50 % ниже, чем на грядах, размещенных вдоль сточных лесокультурных борозд (табл. 3 и 4). Это связано с более слабым прогреванием почвы, пересыханием верхнего слоя мелких холмиков в засушливый и подтоплением с глубины 15 см во влажный период года (рис. 1), интенсивным зарастанием травой.

Глубина распространения и степень концентрации корней по почвенным слоям, на северо-западе таежной зоны также зависят от уровня дренированности и прогревания почвы. В культурах первого класса возраста корни, составляющие несущую конструкцию дерева, сосредоточены вокруг улучшенного механической обработкой посадочного места. Плужная и дискретная обработки почвы увеличивают объем корнеобитаемой зоны и глубину проникновения корней в полтора – два раза (рис. 2). Основная масса физиологически активных корней ели и сосны размещается в слое 0–20 см. На линии уреза воды корни культур отмирают (рис. 3 и 4). Увеличение глубины лесокультурных борозд вместо системного осушения вырубки повышает ветровальность посадок. По мелкой сточной борозде корни переходят в соседний пласт (рис. 5), что уменьшает асимметрию в их размещении.

3) **Использование селекционно-улучшенного крупномерного посадочного материала** с компактной, мочковатой корневой системой, выращенного на высоком агрофоне.

Коэффициент вариации 3–6-летних саженцев по высоте составляет в среднем 20–35 %, по диаметру корневой шейки – 15–25 %, по массе – 50–70 %. В одной и той же партии посадочного материала крупные экземпляры превосходят

Таблица 3. Показатели роста культур ели в зависимости от способа обработки почвы на свежей вырубке ельника кислично-черничного.

Вариант обработки почвы	Возраст культур, лет						
	5 (1984)		15 (1994)				
	$Д_0$, мм	Н, см	Сохранность, %	$Д_{1,3}$, мм	Н, см	$Д^2_{1,3}Н$, $дм^3$	%
	С агротехническим и лесоводственным уходом						
Целина – контроль	11±0,6	56±3,6	42	38±2,7	386	5,6	100
Дискретные микроповышения (ОРМ-1,5)	13±0,4	62±2,0	84	42±2,8	432	7,6	136
Гряда плуга ПШ-1	16±0,4	63±1,8	95	55±0,9	548	16,6	296
	Без ухода						
Целина – контроль	нет данных		49	13±1,9	186	0,3	1
Дискретные микроповышения (ОРМ-1,5)	11±0,3	57±0,3	94	31±1,0	338	3,3	60
Гряда плуга ПШ-1	17±0,4	72±0,4	96	49±1,7	470	11,3	200

Таблица 4. Показатели роста культур ели при разных способах обработки почвы на свежей вырубке ельника черничного влажного, осушенного.

Вариант обработки почвы	Возраст культур, лет					
	5 (1985)		15 (1995)			
	$Д_0$, мм	Н, см	Сохранность, %	$Д_{1,3}$, мм	Н, см	$Д^2_{1,3}Н$, $дм^3$
	Посадка сеянцами, Н=25 см, $Д_0$=4,7 мм					
Целина – контроль	12±0,3	65±2,0	83	25±1,7	293	1,8
Дискретные микропвышения (КЛМ-1)	13±0,3	74±2,1	83	38±1,2	380	5,5
Пласт плуга ПКЛН-500	19±0,5	91±2,4	97	58±1,1	546	18,4
	Посадка саженцами «Брикет», Н=32 см, $Д_0$=4,8 мм					
Целина – контроль	16±0,4	86±1,9	81	34±1,3	352	4,1
Дискретные микропвышения (КЛМ-1)	16±0,3	92±2,2	90	46±0,9	424	9,0
Пласт плуга ПКЛН-500	19±0,5	98±2,8	98	64±1,5	638	26,1

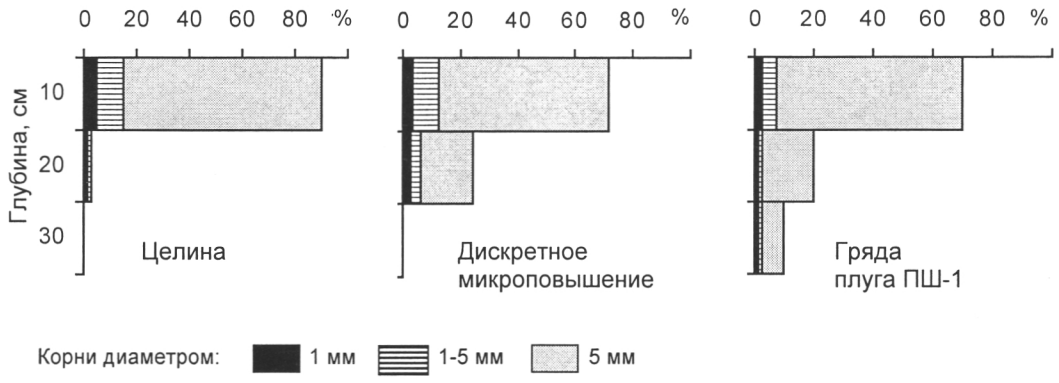


Рисунок 1. Распределение массы корней среднего модельного дерева 17-летних культур ели в глубину в зависимости от способа обработки почвы в травяно-таволжных лесорастительных условиях.

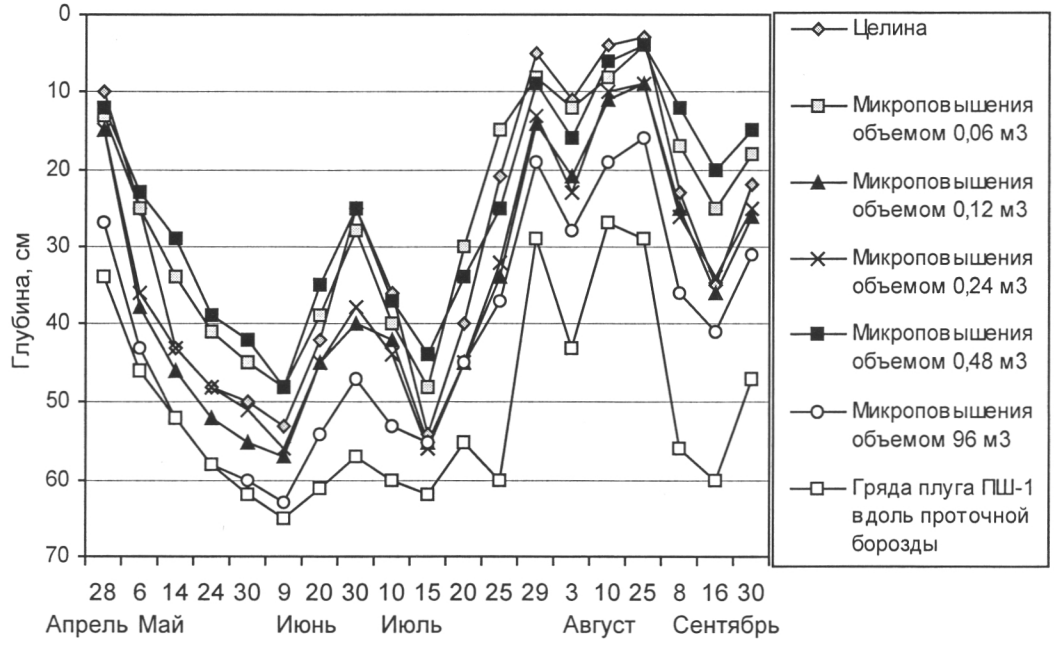


Рисунок 2. Глубина почвенно-грунтовых вод в течение периода вегетации в 1993 году на вырубке ельника кислично-черничного в подзоне южной тайги (опасное для роста ели подтопление почвы имело место в конце июля - августе месяце).

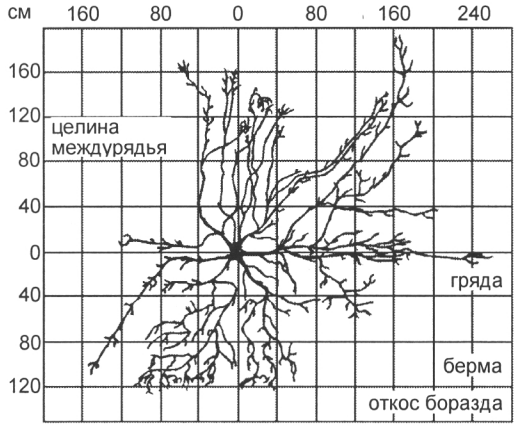


Рисунок 3. Горизонтальная проекция корневой системы ели в 17-летних культурах по грядам, подготовленным плугом ПШ-1. На линии уреза воды корни культур отмирают.

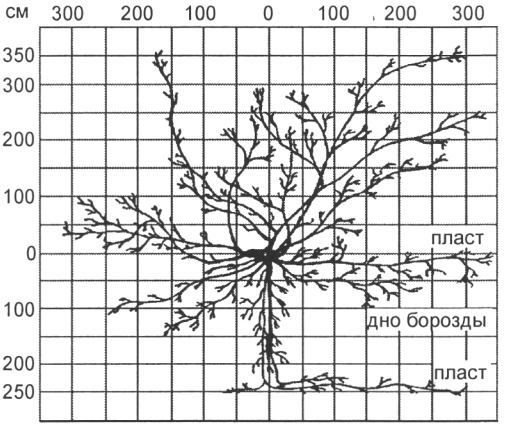


Рисунок 5. Горизонтальная проекция корневой системы 17-летних культур сосны на осушенном переходном болоте. При отсутствии застоя воды в борозде глубиной 30-40 см корни осваивают дно, откос борозды и переходят в соседний пласт.

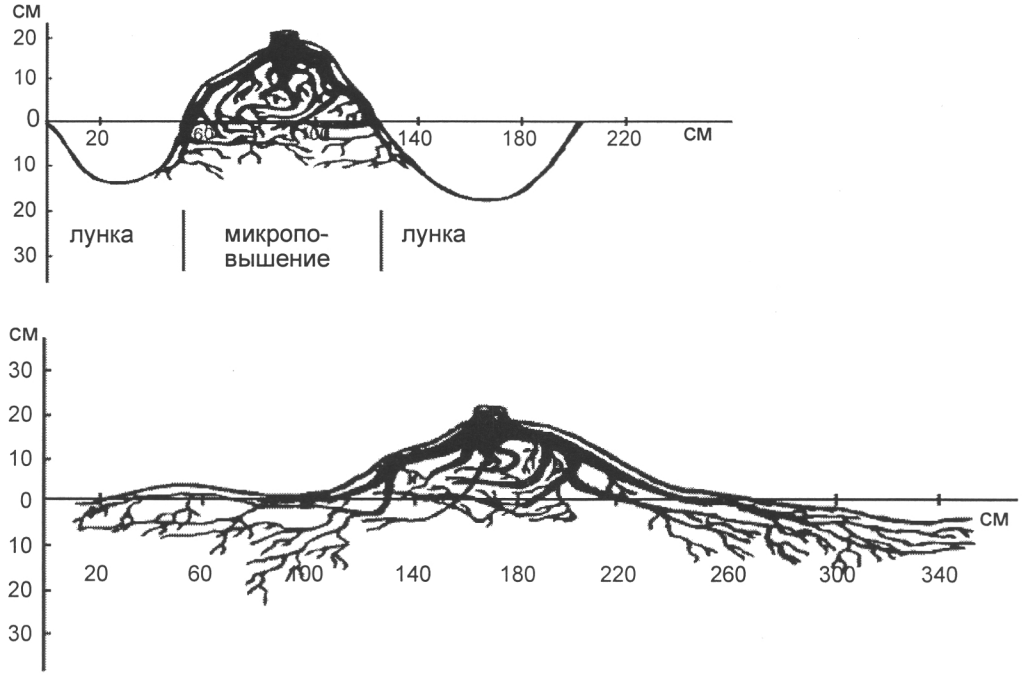


Рисунок 4. Распределение корневой системы 17-летних культур ели в профиле микроповышения при дискретном способе механической обработки почвы по целинной поверхности вырубки ельника травяно-таволжного. (В первые годы корни ели стремятся разместиться внутри холмика).

мелкие по линейным размерам в два, по массе – в три раза. Общая, оцениваемая по внешним признакам изменчивость (фенотип), обусловлена двумя основными компонентами: влиянием на биогруппу или особь условий среды и генетическими свойствами. В наших опытах отличные результаты показал отбор особей быстрого роста из партий посадочного материала местных климатипов, в массовых количествах выращиваемых на питомнике. Эффект отбора по общей массе растений в культурах ели первого класса возраста составил 130–200 % и зависел от интенсивности отбора (табл. 5).

Поэтапное (25 % лучших сеянцев для посадки в школу, 50 % лучших саженцев для закладки культур) выделение наиболее крупных по массе особей с учетом комплекса признаков быстрого роста позволяет увеличить в культурах представленность деревьев в генетически обусловленной высокой потенцией роста и сократить время послепосадочной депрессии.

Обобщение данных ряда исследователей позволяет сформулировать комплекс признаков для диагностики особей быстрого роста на ранних этапах онтогенеза:

Ель – увеличение высоты в два раза и более, позднее начало и окончание роста, интенсивное образование ветвей второго и третьего порядков, гребенчатый тип ветвления, четко выраженная мутовчатость.

Сосна – ранние сроки разверзания почек и поздние сроки из заложения, почки крупные, числом более 5, длиной более 1,5 см, трехвойность, длина хвои свыше 6 см.

Ошибки (20–30 %), допущенные при отборе на стадии посадочного материала, можно легко исправить во время первого разреживания культур.

Из таблицы 5 также видно, что чем больше масса посадочного материала (при оптимальном соотношении масс тонких корней и надземной части), тем быстрее растут культуры. Эта закономерность правомерна для всех видов се-

Таблица 5. Влияние массы саженцев ели на параметры лесных культур 13-летнего возраста.

Вариант опыта по массе саженцев (г) и интенсивности отбора (%)	Возраст, лет	H, см	$Д_{1,3}$, см	$Д^2_{1,3}H$, $дм^3$
Опыт с заданной массой				
5	2+2	427	4,9+0,17	10,2
10	2+2	475	5,7+0,20	15,4
30	2+2	537	6,5+0,24	22,7
в т.ч. с августовским приростом	2+2	575	7,0+0,29	28,2
60	2+2+2	600	7,1+0,20	30,2
в т.ч. с августовским приростом	2+2+2	659	7,8+0,24	40,1
Опыт с разной интенсивностью отбора по массе				
100	2+2	481	5,6+0,19	15,1
50	2+2	537	6,0+0,18	19,3
25	2+2	572	6,7+0,20	25,7
10	2+2	611	7,1+0,16	30,8
1	2+2	620	7,4+0,19	34,0

янцев и саженцев, в том числе из теплиц и с закрытой корневой системой.

4) **Превентивная защита от конкурирующей растительности, вредителей и болезней.** Улучшение почвенного климата посадочных мест сопровождается усилением роста травяной растительности. Наибольшая масса травостоя (200–400 г/м^2 в абсолютно сухом состоянии) отмечена на третий – пятый годы после механической обработки почвы. Это в 1,3–2,5 раза выше норматива, при котором отмечается торможение роста культур. Применение раундапа (ель) и велпара (сосна) надежно защищало наши посадки от нежелательной растительности, а использование инсектицидов из группы пиретроидов при подготовке посадочного материала к реализации – от большого соснового лубоеда.

5) **Реализация режимов оптимальной густоты**, обеспечивающих формирование основной массы древесины за счет деревьев с повышенной энергией роста. Изучение динамики пространственной и социальной структуры искусственных древостоев показало (Маслаков 1984), что лучшие быстрорастущие деревья составляют примерно 1/3 численности исходной популяции. По массе они растут быстрее средних в 1,5–1,8 раза и производят в течение жизни древостоя 2/3–3/4 его общей биологической и древесной массы.

Следовательно, чтобы к возрасту главной рубки иметь 800–1000 стволов на га, исходная густота посадки должна составлять 2 500–3 000 шт./га.

Ранговый статус деревьев определяется в 8–10 лет, а затем на уровне высокой (0,8–0,9) вероятностной детерминации устойчиво сохраняется. Жесткая внутривидовая конкуренция при избыточной густоте сводит на нет эффективность прочих лесохозяйственных мероприятий, а негативный эффект проявляется тем сильнее, чем быстрее растут культуры.

Из-за длительности цикла производства один участок леса выращивает не одно поколение специалистов. В связи с этим важнейшее значение приобретает поэтапная оценка состояния выращиваемых насаждений. Показатели разработанного нами стандарта (Культуры... 1986) позволяют эффективно контролировать и корректировать исполнение технологического регламента работ в критические для роста культур периоды.

25-летние наблюдения на больших площадях показали высокую сохранность и устойчивость интенсивно выращиваемых древостоев. В 10-летнем возрасте высота ели в средней тайге 1,8–2,2 м, в южной тайге 2,5–3,5 м, в зоне смешанных лесов 3,5–5 м. Возраст главной рубки при ориентации на балансы 50–60 лет (260–350 м^3/га), пиловочник 70–80 лет (400–500 м^3/га).

Заключение

Интенсификация лесного хозяйства полностью отвечает интересам охраны окружающей среды, так как многоярусная система лесного фитоценоза характеризуется высокой интенсивностью поглощения атмосферного углерода. Если учесть, что на формирование 1 м^3 древесины требуется 0,3 т CO_2, то глобальное экологическое значение повышения продуктивности лесов станет очевидным.

Литература

Культуры плантационные лесные и площади для их закладки. 1986. Оценка качества. Введ. С 01.01.87. ЦБНТИлесхоз. Москва. 22 с.

Мартынов, А.Н., Сеннов, С.Н. & Грязькин, А.В. 1994. Естественное возобновление леса. Текст лекций. С.-Петербург. ЛТА. 44 с.

Маслаков, Е.Л. 1984. Формирование сосновых молодняков. Лесн. пром-ть. Москва. 165 с.

Чертовский, В.Г., Мелехов, И.С. и др. 1974. Таежное лесоводство. Лесн. пром-ть. Москва. 232 с.

Опыт выращивания ели под пологом леса при плавной смене поколений древесных пород

А.Ф. Чмыр

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Институтский пр. 21, Санкт-Петербург, 194021, Россия

Введение

Идея создания и выращивания подпологовых и предварительных культур заключает в себе намерение осуществить процесс лесовосстановления в формах приближенных к циклам возобновления и развития естественных насаждений. Первые исследования в этом направлении были начаты в России преподавателем кафедры лесных культур Ленинградской лесотехнической академии Н.И. Рубцовым. По его инициативе и личном участии в 1963–1965 гг. были заложены первые объекты таких культур. Один из таких объектов преобразован в стационар, период наблюдений в котором превышает 30 лет (Рубцов 1964, 1968, Рубцов и др. 1985, Чмыр и Скиба 1984, Чмыр и Ониськив 1987).

Опыт создан в Лисинском учебно-опытном лесхозе, первоначально на площади 3 га, которая затем была увеличена до 10 га. Состав материнского древостоя к началу работ по созданию лесных культур: 10Б, ед. С, Е, Ос, класс возраста IV, средняя высота 19 м, средний диаметр 18 см, полнота 0,5–0,6, II класс бонитета.

В пределах участка под пологом насаждения, на его вырубке (1964 г.) и на примыкающей рядом поляне посажены рядовые культуры ели. В опыте использовались двух- и трехлетние сеянцы ели из местных питомников и 4–5-летние саженцы из Эстонии. Посадка производилась в пласты и борозды (всвал) подготовленные плугом ПЛН-53/63. Между пластами на вырубке и под пологом леса была произведена обработка почвы площадками 1×1 м.

В каждую площадку «конвертом» по 5 экз. высаживались двухлетние сеянцы ели.

Таким образом, на этом опытном объекте изучался рост рядовых и групповых культур ели, созданных посадочным материалом разного возраста, при разных способах обработки почвы в следующих вариантах:

– на открытых площадях – на вырубке 1964 г. и на поляне (луговой фитоценоз),

– под пологом леса – в сосновом и березовом насаждениях,

– под пологом березы до возраста 13 лет, а затем его полном удалении (в 1977 г. предварительные культуры) и под пологом березы до 13 лет, а затем его разреживании (в 1977 г. частичное удаление).

В целом опыт носил сложный многофакторный характер. Здесь рассмотрены только его некоторые основные, но самые результативные элементы по росту, полученные спустя 32 года после закладки культур.

Посадочный материал

В таблице 1 по данным сплошного перечета деревьев в культурах ели в возрасте

Таблица 1. Средние размеры по диаметру посадок под пологом сосны, на вырубке 1964 года и на поляне.

Виды посадок	Диаметр, мм		
	Под пологом сосны	На вырубке 1964 г.	На поляне
Посадка в пласт 2-летних сеянцев:			
а) 1[ая] повторность	7,8±0,5		15,0±0,4
б) 2[ая] повторность	7,2±0,7		18,7±0,9
Посадка в сдвоенный пласт 3-летних сеянцев	8,3±0,8		11,1±0,5
Посадка в сдвоенный пласт с изоляцией 4-летних саженцев	7,0±0,6	12,6±0,6	11,6±0,7
Посадка в пласт 5-летних саженцев	8,4±0,7	17,0±1,2	17,8±1,0
Посадка в площадки 1×1 м	5,6±0,5	10,5±0,5	
Средний размер первых деревьев в площадках	8,6±0,9	15,6±0,4	

32 лет приводим их средние размеры по диаметру – раздельно по рядам, видам посадочного материала и способам обработки почвы.

До возраста 13 и даже 18 лет лучшие показатели роста имели посадки, созданные более крупным (и старшим по возрасту) материалом, но затем в период большого роста к 32 летнему возрасту эти соотношения частично изменились, хотя преимущества в росте крупномерных саженцев, в определенной мере, сохранились. Изменения в этих соотношениях, скорее всего, объясняются разной густотой и социальной структурой посадок в локально разных местоположениях в пределах опытного объекта.

Явно отстают в росте посадки созданные 4-летними саженцами в сдвоенные пласты с изоляцией от корней материнских деревьев по их периферии, что связано с избытком влаги в осенний и весенний период в таких посадочных местах.

Заметно отстают по средним показателям групповые культуры в площадках 1×1 м. Однако из-за очень большой вариации в размерах по диаметру деревьев в площадках (коэффициент вариации 60–70 %) средние значения здесь значительно занижаются, поэтому в таблице 1 приводятся значения среднего диаметра первых (самых крупных) деревьев в группах. Хорошо видно, что они мало статистически отличаются от средних по размерам деревьев в рядовых культурах, как под пологом леса, так и на открытых площадях.

Рост и прирост по вариантам опыта

На рисунках 1 и 2 показаны кривые хода роста культур ели в сравнении на открытой площади вырубки 1964 г., на вырубке частичной 1977 г. (под пологом разреженного березняка) и полной вырубке 1977 г. (предварительные культуры), а также под пологом березового и соснового насаждений.

Посадки под пологом насаждений непрерывно отстают в росте от посадок на вырубке и разбег между кривыми роста

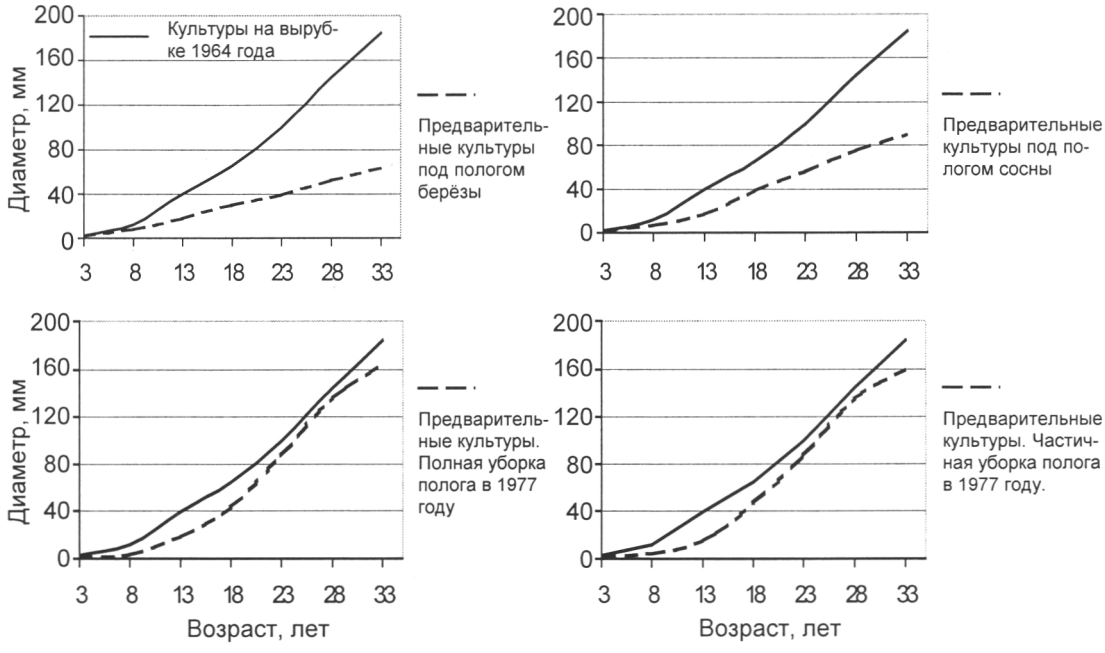


Рисунок 1. Ход роста по диаметру культур ели по вариантам опыта.

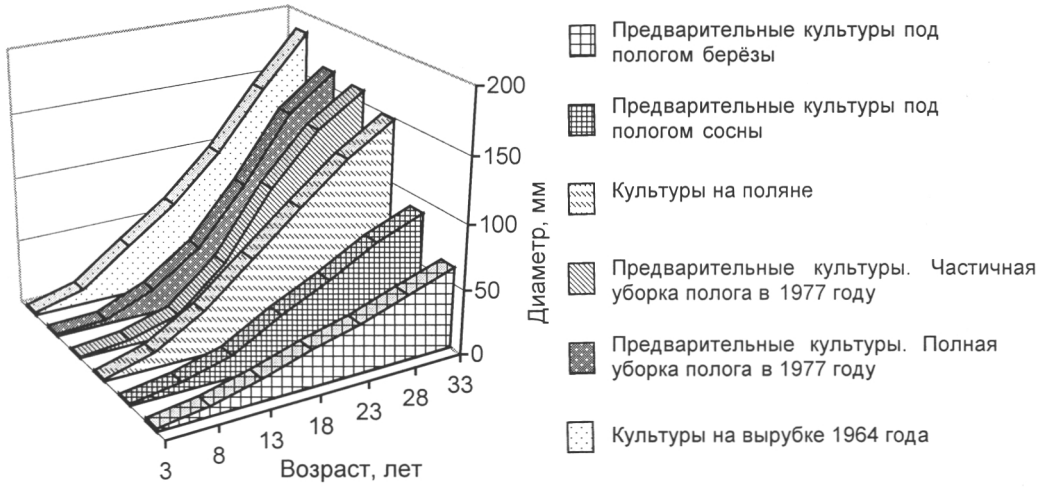


Рисунок 2. Ход роста по диаметру культур ели по вариантам опыта.

быстро возрастает. Наоборот, посадки на вырубках 1977 г. в росте по диаметру сближаются с посадками на вырубке 1964 г. Правда, в конце периода намечается снова небольшое расхождение, но оно скорее всего имеет уже другую природу и носит сезонный характер.

Предварительные культуры, освобожденные от верхнего полога спустя 13 лет после посадки, в росте по диаметру к возрасту 23–28 лет сближаются с посадками на открытой площади.

На рисунке 3 показано распределение деревьев по диаметру под пологом сосны и березы и на вырубках 1977 г. по сравнению с контролем (вырубки 1964 г.).

Здесь также хорошо видно как разделены распределения популяций деревьев на открытой вырубке и под пологом насаждений и, наоборот, сближены с контролем на вырубках 1977 г.

На рисунке 4 показан прирост по диаметру этих же культур. Прежде всего следует отметить наличие для всех вариантов опыта хорошо выраженных сезонных по типу (падений и подъемов) прироста, которые не синхронны с подобными колебаниями на открытой площади, что свидетельствует о существенных различиях в условиях среды и микроклимата на этих площадях. Хорошо также заметно, что прирост в культурах под пологом сосны возрастал быстрее и был все время по своим значениям выше чем в культурах под пологом березы, т.е. «конкурентный прессинг» первой значимо меньше чем второй.

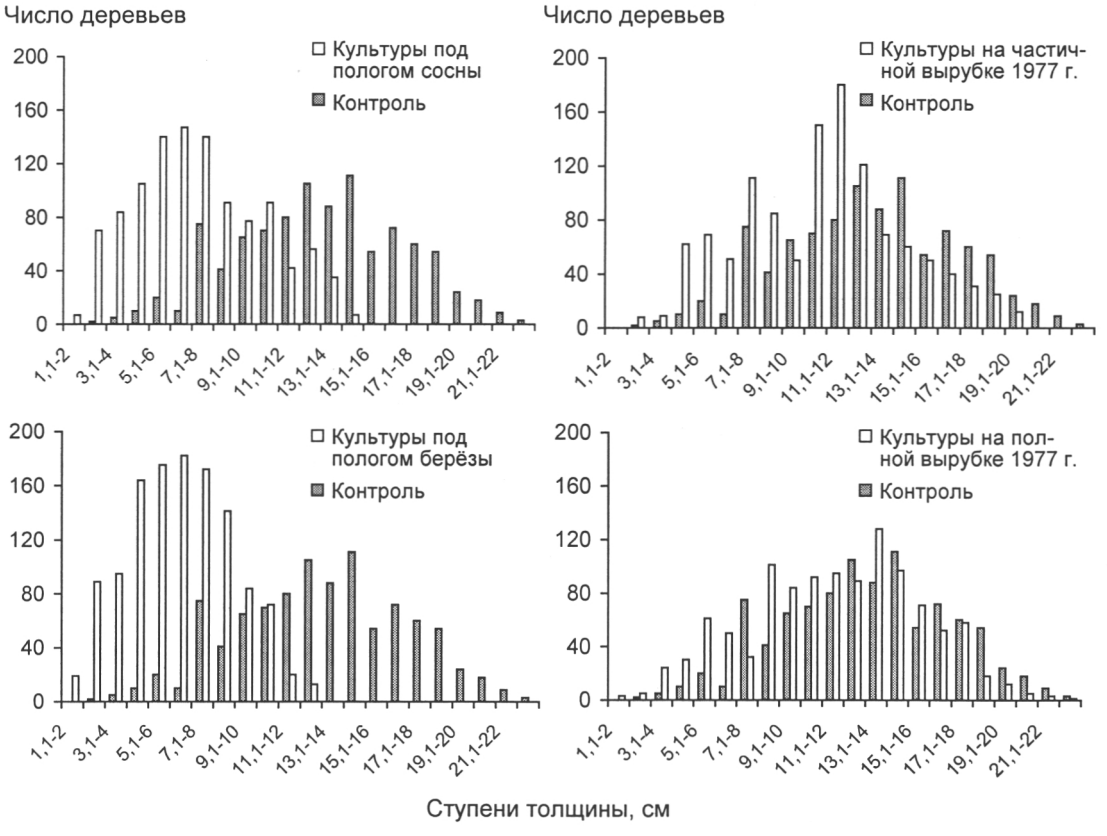


Рисунок 3. Распределение деревьев по диаметру в культурах ели по вариантам опыта (контроль – культуры на вырубке 1964 г.).

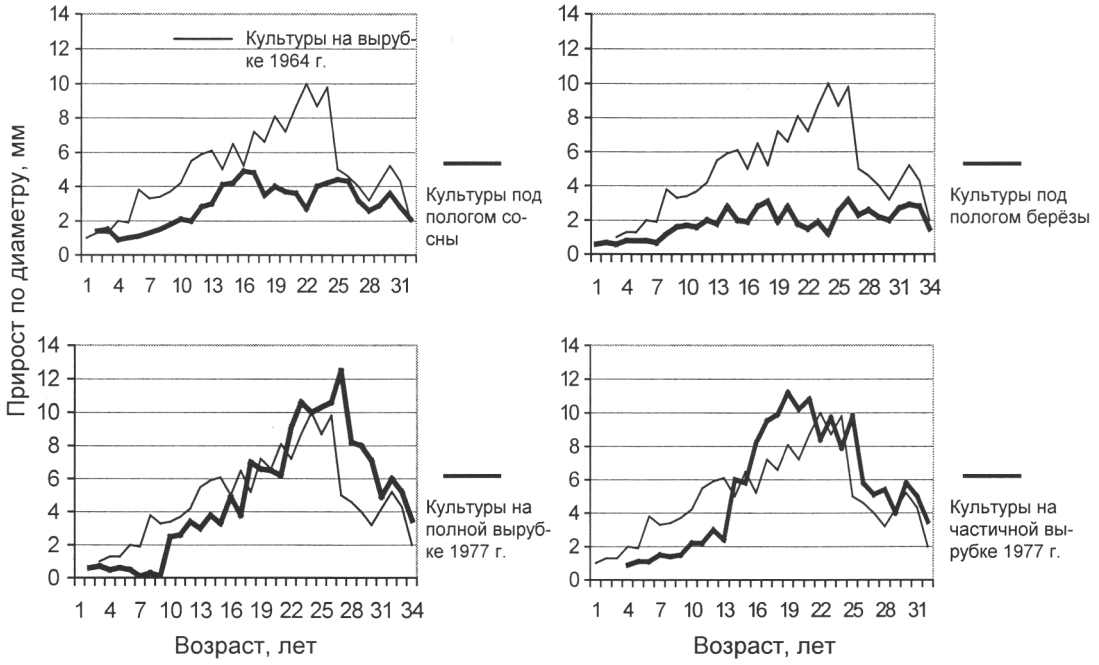


Рисунок 4. Прирост по диаметру культур ели по вариантам опыта.

И самое главное: на рисунке хорошо видно, как освобожденные от верхнего полога культуры форсированно догоняют по размерам прироста аналогичные посадки на открытой площади, а затем в пик большого роста обгоняют их. Это замечательное свойство ели (особенно ее подроста), при освобождении от конкурентов резко увеличивать свой прирост, присущеи подпологовым культурам, в данном случае даже в масштабах компенсирующих потери в приросте, которые они имели до 13 лет.

На рисунке 5 приведен и показан ход роста по высоте культур ели по вариантам опыта. Здесь, также, как и по диаметру, культуры на вырубках 1977 г. в росте по высоте сближаются с культурами на открытых площадях. К результирующей в наибольшей мере оценке опыта следует отнести ход роста культур ели по запасу.

На рисунке 6 представлены и показаны эти данные. Здесь уже в абсолютной форме, которую воплощает в себе запас древостоя, подтверждается сближение в росте по массе древесины предварительных культур после освобождения их спустя 13 лет от верхнего полога с культурами на открытых площадях.

Кривые хода роста по запасу культур на вырубке 1964 г., на поляне и на вырубке 1977 г. очень сближены, несколько медленнее шла кумуляция запаса на частичной вырубке 1977 г. (он здесь был изначально меньшим). Запас в культурах под пологом березы и сосны составляет всего 11 и 14 % от запаса культур на контроле (вырубке 1964 г.). Из данных таблиц, а также и из графиков на рисунках следует, что как на открытой площади, и в предварительных культурах прирост с 13–18 лет носит «взрывной» характер.

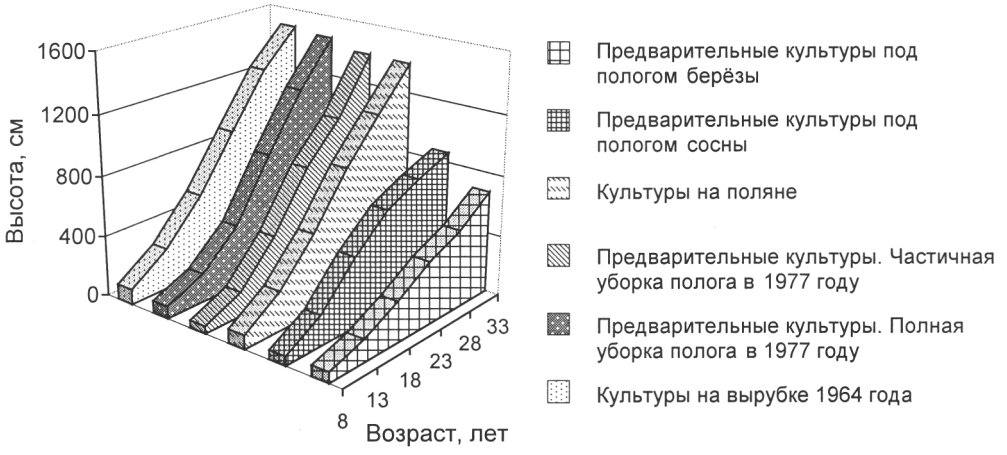


Рисунок 5. Ход роста культур ели по высоте по вариантам опыта.

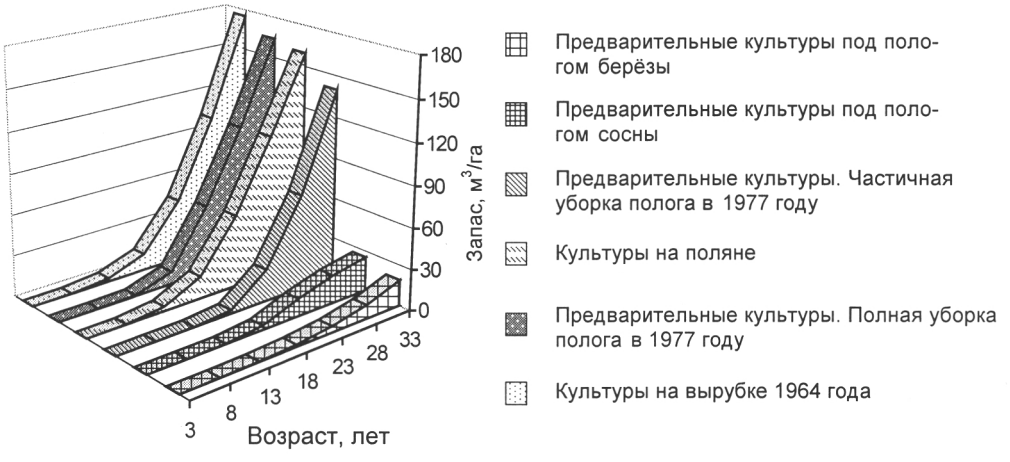


Рисунок 6. Ход роста по запасу стволовой древесины культур ели по вариантам опыта.

С этого времени начинается период большого роста и во всех сравниваемых режимах выращивания основная часть запаса древесины в быстром подъеме уровня прироста кумулируется именно с этой фазы их онтогенеза.

С другой стороны, данные этого опыта свидетельствуют, что первичная фаза роста предварительных и подпологовых культур в закрытом ценозе может «безболезненно», без потерь в скорости роста и в приросте древостоя длиться до 12–15 лет. Даже наоборот, посадки лучше приживаются, адаптируются в условиях более благоприятного и «мягкого», по многим параметрам среды микроклимата в условиях закрытого ценоза (Егорова 1984, Рубцов 1964, Чмыр и Скиба 1984).

Если сплошная рубка древостоя для многих составляющих лесной экосисте-

мы, в известной мере, ведет к катастрофическим изменениям или радикальной трансформации их жизнедеятельности (смена живого напочвенного покрова, минерализация подстилки и глубокие изменения в верхних почвенных горизонтах, в составе и жизнедеятельности зоо- и микроценозов, наконец смена пород и многие другие радикальные изменения растительности, как, например, задернение), то в режиме предварительного или подпологового лесовосстановления, формирования нового поколения леса методами лесных культур, процесс смены старого поколения протекает в устойчивой форме поддержания почти всех жизненных экологических функций лесного ценоза и его постоянного преобразования в возрастной динамике в стабильно и приемственно развивающуюся коренную экосистему.

Литература

Егорова, В.А. 1984. Регулирование взаимовлияний древесных пород в культурах ели под пологом леса. Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. Фонды ЛТА. Ленинград.

Рубцов, Н.И. 1964. Предварительные культуры хозяйственно-ценных пород. Лесное хозяйство 12: 41–45.

Рубцов, Н.И. 1968. Выращивание лесных культур под пологом древостоя в таежной зоне. ЛТА. Ленинград. 16 с.

Рубцов, Н.И., Чмыр, А.Ф. & Мелешин, П.И. 1985. Предварительные культуры ели в таежной зоне. ЦБНТИ лесного хозяйства. Москва. 179 с.

Сироткин, Ю.Б. & Турлюк, В.Д. 1982. Фитоклиматические особенности произрастания культур ели под пологом березовых насаждений. Ботаника. Минск. Наука и техника, Вып. 24: 73–79.

Чмыр, А.Ф. & Ониськив, Н.И. 1987. Лесные культуры под пологом леса. ЛТА. Ленинград. 54 с.

Чмыр, А.Ф. & Скиба, А.А. 1984. Водорегулирующая роль материнского полога на участках подпологовых культур. ЛТА. Ленинград. 64 с.

Групповые культуры ели под пологом насаждений и на открытых площадях

А.Ф. Чмыр и Е.Л. Маслаков

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Институтский пр. 21, Санкт-Петербург, 194021, Россия

Введение

Групповые культуры, благодаря особенностям горизонтальной структуры, весьма перспективны для создания предварительных и подпологовых насаждений. Кратко в данном контексте можно отметить следующее. При групповом размещении лесных культур резко уменьшается площадь обработки почвы. Например, при создании 1 000 площадок 1×1 м обрабатываемая площадь в расчете на 1 га составляет 1 000 м^2 (т.е. только 10 % от культивируемой площади). При других современных способах, где превалирует плужная вспашка, даже полосными способами, обработкой затрагивается гораздо большая площадь (до 40 % и больше). В экологическом представлении здесь очень важен тот факт, что при создании групповых культур и дискретных способах обработки почвы минимизируется техногенное воздействие на лесную среду, сохраняется естественное сложение почвы ее генетических горизонтов, естественный ход почвообразовательного процесса.

В лесоводственной литературе отмечается более высокая устойчивость групповых культур в конкуренции с мощным травяным покровом и лиственными породами на вырубках, а также их высокая продуктивность (Антонов 1990, Колпиков 1968, Маслаков 1971, Прудников 1987).

Благодаря большей густоте в посадочных местах, групповые культуры характеризуются особым характером конкурентных отношений между деревьями в них, своеобразной динамикой своей социальной структуры и всем ходом возрастного развития (онтогенеза).

Здесь, в анализе продуктивности, социальной структуры и связи различных показателей и структурных элементов 32-летних групповых культур ели рассмотрены различные аспекты их роста и развития (онтогенеза) в различных режимах выращивания: на открытых площадях, под пологом насаждений, после освобождения их от верхнего полога (Карпов 1969, Еремин 1974, Сироткин и Тулюк 1982, Чмыр и Ониськив 1987).

Эти культуры были созданы в 1964 г. на опытном объекте в Лисинском учебно-опытном лесхозе на сплошной вырубке и в междурядьях рядовых предварительных культур, заложенных под руководством и по идее Н.И. Рубцова (Рубцов 1964, Рубцов и др. 1985).

В целом опыт на данном объекте по своему содержанию имел сложный комплексный характер. По своей пространственной структуре посадки представляли собой своеобразный ансамбль в сочетании рядовых и групповых культур под пологом спелых насаждений сосны и березы и на открытых площадях вырубки и поляны (луговой ценоз).

Групповые культуры создавались в междурядьях линейных посадок ели двухлетними сеянцами в площадки или посевом в них. Цель опыта заключалась в создании посадочных мест, в которых бы, по-возможности, ограничивалось конкурентное воздействие корневых систем деревьев материнского насаждения. Одновременно испытывались разные способы обработки почвы. Но главная цель эксперимента имела в виду изучение роста таких культур в разном режиме их выращивания, как под пологом насаждений, так и на открытых площадях.

Культуры ели закладывались в площадках 1×1 м в рандомизированных повторностях по следующей схеме обработки в них почвы:

– Площадки «без обработки». Это своего рода контрольный, «естественный» вариант.

– Площадки «насыпка без изоляции». В площадку насыпался грунт преимущественно из гумусового горизонта соседнего местоположения. Создавалось, своего рода, искусственное микроповышение с двойным гумусовым горизонтом.

– Площадки «изоляция без насыпки». Они по периферии окапывались канавками глубиной 25 см, в которых перерубались одновременно корни деревьев верхнего полога. Почва в площадке перештыковалась лопатой.

– Площадки «изоляция с насыпкой». Этот вариант как бы совмещает два предыдущих путем создания двойного гумусового горизонта и канавок, которые ограничивают проникновение в посадочное место корней других деревьев и одновременно «мелиорируют» микроповышение. К сожалению, как в дальнейшем показал опыт, в весенний или в дождливые периоды влага застаивалась в канавках, подтопляя посадочное место, что существенно ухудшало гидрорежим в площадке.

В каждую площадку высаживались двухлетние сеянцы ели по 5 экз. «конвертом».

В сезон 1995–1996 гг. в возрасте посадок 32 года в них проведен сплошной учет и картирование сохранившихся деревьев. У всех деревьев измерялись: высота, диаметр у шейки корня и на высоте 1,3 м. Оценивалось также общее жизненное состояние каждого растения.

В таблице 1 приводятся данные о числе сохранившихся площадок и деревьев в них по вариантам опытов на сплошной вырубке 1964 г.

Прежде всего необходимо отметить высокую сохранность площадок с наличием в них жизнеспособных растений – 92,6 %.

Площадок с пятью растениями в них не сохранилось но с четырьмя имеется – 37 из 68 (54,4 %), с тремя – 13 (19,1 %), с двумя – 8 (11,8 %) и по одному – 5 (7,8 %), т.е. в 3/4 площадок сохранилось 3 или 4 растения, что свидетельствует о высокой сохранности групповых культур. В целом в опыте на вырубке сохранилось 208 растений из 340 высаженных (61,2 %), что для 32-летних культур – высокий результат.

В таблице 2 приводятся средние размеры по диаметру деревьев в групповых культурах ели по вариантам опытов. Помимо этих средних показателей роста приводятся средние размеры по диаметру первых (самых крупных) деревьев в группе, вторых (следующих по крупности) деревьев в них, затем, соответственно, третьих и четвертых.

Для средних данных по вариантам опыта характерно очень большое

Таблица 1. Число сохранившихся площадок и деревьев в них по вариантам опытов.

Число деревьев в площадке, экз.	Варианты опыта							
	Контроль (без обработки)		Насыпка		Изоляция		Насыпка и изоляция	
	Число площадок, шт.	Число деревьев, экз.	Число площадок, шт.	Число деревьев, экз.	Число площадок, шт.	Число деревьев, экз.	Число площадок, шт.	Число деревьев, экз.
4	6	24	11	44	11	44	9	36
3	3	9	2	6	3	9	5	15
2	2	4	2	4	1	2	3	6
1	3	3	1	1	1	1	-	-
0	3	-	1	-	1	-	-	-
Всего	17	40	17	55	17	56	17	57
Сохранность, %	82,4	47,1	94,1	64,7	94,1	65,9	100,0	67,1

Таблица 2. Размеры по диаметру деревьев в групповых культурах ели по вариантам опыта.

Порядок по размерам диаметра дерева в группе	Средний диаметр по вариантам опыта, см				
	Контроль (без обработки)	Насыпка	Изоляция	Изоляция и насыпка	Средний
1	16,3	17,4	13,6	15,3	15,6
2	8,6	12,1	9,2	10,4	10,1
3	6,2	9,2	5,6	8,3	7,4
4	5,7	6,8	4,4	5,3	5,6
Средний	10,3±1,1	12,0±0,9	9,3±0,9	10,5±0,8	10,5±0,5
Стандартное отклонение	6,6	6,4	6,7	5,8	6,4
Коэффициент вариации, %	64,1	53,3	72,0	55,2	61,9
Критерий т при сравнении с контролем		1,2	0,7	0,2	
Табличное значение критерия т на доверительном уровне 0,95		2,01	2,01	2,01	

значение стандартного отклонения и, соответственно, коэффициента вариации, а также ошибки среднего. Сравнение с контролем всех средних по вариантам опыта по критерию т-Стьюдента не выявляет на 95% доверительном уровне статистически достоверных различий между ними.

Поэтому дополнительно к приведенному в таблице 3 сделан дисперсионный анализ, в котором сравнивались и оценивались различия по диаметру между первыми, вторыми, третьими и четвертыми деревьями в группах по вариантам опыта.

Дисперсионный анализ позволяет заключить, что только по первым, самым крупным деревьям в группах выявляются различия в росте по диаметру между вариантами опыта. Существеннее ниже средний диаметр первых деревьев в варианте «изоляция» (см. табл. 2).

На рисунке 1 показано распределение по диаметру первых деревьев в 32-

Таблица 3. Показатели дисперсионного анализа различий между вариантами опыта.

Статистические оценки	Оценки дисперсии между деревьями			
	1 рангового порядка	2 рангового порядка	3 рангового порядка	4 рангового порядка
Оценка дисперсии внутри варианта опыта S^2_r	43,8	24,6	19,8	10,3
Оценка дисперсии между вариантами опыта S^2_m	419,7	1,7	38,3	0
Дисперсионное отношение $F = \frac{S^2_m}{S^2_r}$	9,6	0,07	1,93	0
Табличное значение критерия F на уровне 95%	2,75	2,78	2,81	-

летних групповых культурах ели на вырубке 1964 г. По своим параметрам оно отвечает критериям нормальности и поэтому может правомерно использоваться в статистических расчетах и выводах.

Правомерность выбора диаметра первого дерева в качестве лучшей оценки продуктивности всех деревьев группы подтверждается анализом корреляционных связей этого показателя с другими показателями, характеризующими продуктивность групп. Так коэффициент корреляции между диаметром первого дерева ($Д_1$) и суммой площадей сечения всех деревьев группы ($\sum Ди^2$) р = 0,884. На рисунке 2 показано корреляционное поле этой связи между $Д_1$ и суммой площадей сечения первых двух деревьев в группе р = 0,944. На рисунке 3 показано корреляционное поле данной связи.

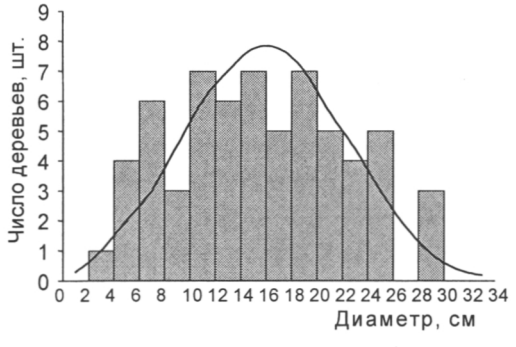


Рисунок 1. Распределение по диаметру деревьев первого рангового порядка в группах на вырубке 1964 г.

Более рельефно выражена разница между показателями роста деревьев в групповых культурах ели по запасу стволовой древесины в разных вариантах опыта. Эти данные приведены в таблице 4.

Как следует из нее, наиболее продуктивные культуры, по всем своим составляющим (первые – четвертые деревья в группе), в варианте «насыпка», где обработка почвы велась с созданием в площадках микроповышений с двойным гумусовым горизонтом. Запас древесины здесь самый большой (167,9 % к контролю).

За этим вариантом по продуктивности следует “насыпка и изоляция” (запас 140 % к контролю). Здесь также эффект, видимо в основном, обусловлен микроповышением. Изолирующие канавки игра-

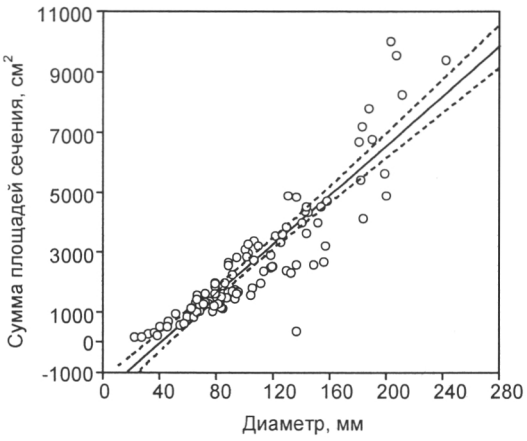


Рисунок 2. Связь в корреляционном поле между диаметрами первых деревьев и суммой площадей сечения диаметров деревьев в группах.

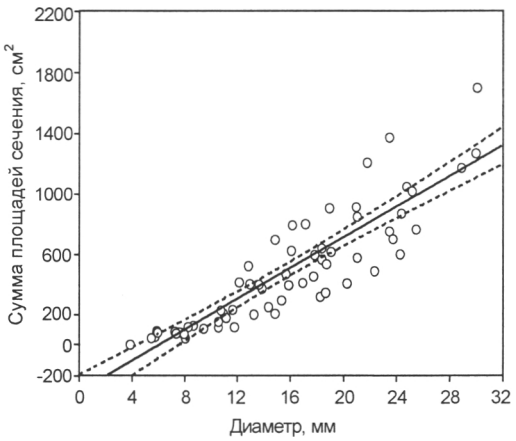


Рисунок 3. Связь в корреляционном поле между диаметрами первых деревьев и суммой площадей сечения первых двух деревьев в группах.

ют дренирующую роль, вместе с тем способствуя, возможно в дождливый период, также подтоплению посадочных мест.

Самым низкопродуктивным, по всем компонентам, оказался вариант «изоляция». Изолирующие канавки скорее всего играли отрицательную роль, способствуя подтоплению площадок длительное время весной в период снеготаяния и затяжных дождей осенью (Рубцов и др. 1985, Чмыр и Ониськин 1987).

Знаменательно также, что 2/3 запаса в группах и больше образуют первые деревья в них. Они растут в среднем в 2–3 раза быстрее вторых и многократно третьих и четвертых (рис. 4).

В таблице 5 приведены показатели роста по диаметру деревьев групповых культур ели в разных режимах их закладки и выращивания.

Безусловно, под пологом насаждений культуры растут медленнее, чем на от-

Таблица 4. Запас стволовой древесины по вариантам опыта в групповых культурах ели на вырубке 1964 г.

Категории деревьев по крупности в группах	Запас по вариантам опыта							
	Контроль		Насыпка		Изоляция		Насыпка и изоляция	
	дм³	%	дм³	%	дм³	%	дм³	%
Первые	3924	72,0	5096	59,6	2936	61,6	4294	60,2
Вторые	796	15,6	2006	23,5	1385	24,1	1759	24,7
Третьи	264	5,2	1078	12,6	328	6,9	921	12,9
Четвертые	108	2,2	371	4,3	120	2,3	276	2,2
Итого	5092	100,0	8551	100,0	4769	100,0	7126	100,0
В % к контролю	100,0		167,9		93,7		140,0	

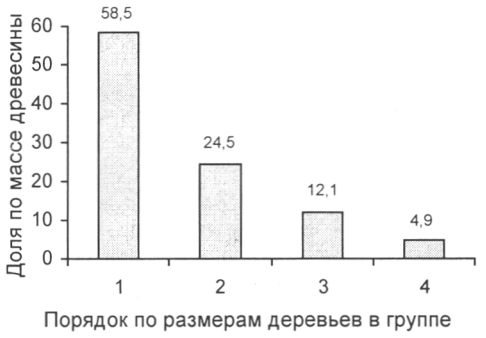


Рисунок 4. Соотношение по массе древесины деревьев разного порядка в группах.

крытых площадях, но в опыте на вырубке 1977 г. они были в возрасте 13 лет освобождены от верхнего полога (березы) и к возрасту 32 года практически сравнялись по своим параметрам роста с культурами на открытой площади (вырубка 1964 г.).

По технологическим элементам закладки культур групповые существенно отличаются от рядовых. Прежде всего это относится к обработке почвы, которая здесь, как правило, является в противовес рядовым культурам, дискретной. Дискретные способы обработки почвы под пологом насаждений позволяют отойти от жесткой линейной схемы размещения посадок и гибко учитывать внутреннюю структуру размещения по площади деревьев материнского насаждения. При создании подпологовых культур дискретный, «площадный» метод обработки почвы и размещения посадок, несомненно, наиболее перспективен при ведении выборочных рубок и хозяйства.

Поэтому здесь так много уделено внимания способам обработки почвы в площадках. В условиях Северо-Запада, где в фонде лесовосстановления превалируют насаждения на избыточно-увлажненных почвах способ «насыпка» т.е. создание микроповышений с двойным гумусовым горизонтом оказывается самым продуктивным, о чем свидетельствуют настоящие многолетние исследования.

Следует указать также еще на одно обстоятельство, очень важное в таких

Таблица 5. Показатели роста по диаметру деревьев в групповых культурах ели в разных режимах их закладки и выращивания.

Режим закладки и выращивания	Средний диаметр по вариантам опыта, см				
	Контроль	Насыпка	Изоляция	Насыпка и изоляция	Средние по всем вариантам
Под пологом березового насаждения	5,9	8,3	7,1	6,8	7,0
В том числе первые деревья в группе	6,7	12,0	9,2	9,6	9,4
Под пологом соснового насаждения	5,6	6,5	4,8	7,7	5,6
В том числе первые деревья в группе	7,2	8,9	6,9	10,9	8,6
На вырубке 1964 г. в	10,3	12,0	9,3	10,5	10,5
В том числе первые деревья в группе	16,3	17,4	13,6	15,3	15,6
На вырубке 1977 г. в	10,7	11,3	8,4	10,1	10,0
В том числе первые деревья в группе	13,2	17,6	9,8	15,0	13,9

условиях, имея в виду режим выращивания подпологовых и предварительных культур. На сплошных вырубках в нашей зоне, как правило возникает, развивается и при медленном возобновлении интенсифицируется процесс заболачивания (Маслаков 1971, Прудников 1987). Часто, в естественном ходе он становится необратимым. На таких вырубках, при искусственном возобновлении, требуются большие затраты на мелиорацию. Подпологовое и предварительное возобновление позволяет предотвратить этот нежелательный процесс не прибегая к специальным дорогостоящим мерам по осушению вырубок.

В заключении, в таблице 6 приводим данные, по сравнению средних показателей роста по диаметру 32-летних рядовых и групповых культур ели, заложенных одновременно.

В росте по диаметру групповые культуры несколько уступают рядовым, но первые деревья в группах существенно превышают средние значения в них и по своим параметрам роста близки к рядовым.

Выводы

Групповые культуры ели на вырубке, под пологом насаждений березы и сосны созданы посадкой в площадки 1×1 м, имели высокую сохранность в возрасте 32 года, на уровне свыше 90 %.

Наибольший эффект по продуктивности (свыше 160 %) дала посадка в варианте опыта «насыпка» – где обработка почвы велась путем создания площадок – микроповышений со сдвоенным гумусовым горизонтом.

Подпологовые и предварительные культуры в площадках характеризуются очень высоким уровнем дифференциации деревьев в них. Коэффициент вариации деревьев по диаметру составляет 60–70 %. Первые деревья в группах растут в 2–3 раза быстрее вторых и в несколько раз третьих – четвертых, образуя в них от 60 до 70 % древесной продукции.

Следует обратить внимание на эту особую специфику групповых культур: концентрацию запаса древесины на одном, первом дереве в группе и очень сильной дифференциации деревьев по размерам на большинстве площадок. Как правило на большей части площадок (около 80 %) выделяется одно самое крупное дерево – лидер. Оно образует от

Таблица 6. Показатели роста культур ели по диаметру в разных вариантах опыта.

Варианты опыта	Средний диаметр, см		
	В рядовых культурах	В групповых культурах	
		Средний	Первых деревьев в группах
На вырубке 1964 г.	13,1	10,5	15,6
На поляне	13,7	-	-
На частичной вырубке 1977 г.	12,5	10,2	15,2
На сплошной вырубке 1977 г.	11,2	10,3	14,0
Под пологом березы	6,6	7,0	9,4
Под пологом сосны	9,2	5,6	7,3

60 до 70 % и более запаса древесины в группе. Сдедующее второе дерево в группе – спутник. По массе древесины оно в среднем более чем вдвое меньше лидера и редко выступает как его конкурент. Доля остальных – очень мала.

Изложенная специфика дифференциации деревьев в группах имеет исключительно важное значение для дискретных способов обработки почвы. В одну площадку, в одно микроповышение необходимо высаживать не менее 3х растений. В этом случае количество площадок – микроповышений может быть уменьшено до 700 – 1 000 экз./га.

При освобождении от верхнего полога в возрасте 13 лет предварительные групповые культуры по своим таксационным параметрам роста (высоте, диаметру и объему ствола) в возрасте 32 года догнали групповые культуры такого же возраста, выращенные на открытой площади сплошной вырубки с начала их закладки и приблизились по своим параметрам роста и продуктивности к рядовым культурам на открытых площадях.

Литература

Антонов, Е.И. 1990. Лесоводственная оценка формирования и технологии создания групповых культур ели на свежих вырубках в центральной части зоны хвойно-широколиственных лесов. Автореферат дис. канд. с.-х. наук. Ленинград. 19 с.

Еремин, Н.В. 1974. Новая технология создания предварительных культур ели. Лесохозяйственная информация 7: 14–16.

Карпов, В.Г. 1969. Экспериментальная фитоценология темнохвойной тайги. Наука. Ленинград. 333 с.

Колпиков, С.И. 1968. Особенности дифференциации роста деревьев в сосновых молодняках произрастающих биогруппами. Лесной журнал 3: 16–18.

Маслаков, Е.Л. 1971. Оценка роли некоторых факторов дифференциации деревьев в групповых культурах сосны. В кн.: Исследования по лесному хозяйству. Псков. С. 175–182.

Прудников, Е.А. 1987. Ценотические особенности формирования ельников при лесовосстановлении на свежих вырубках. Автореферат дис. канд. с.-х. наук. Ленинград. 19 с.

Рубцов, Н.И. 1964. Предварительные культуры хозяйственно-ценных пород. Лесное хозяйство 12: 41–45.

Рубцов, Н.И., Чмыр, А.Ф. & Мелешин, П.И. 1985. Предварительные культуры ели в таежной зоне. ЦБНТИ лесного хозяйства. Москва. 179 с.

Сироткин, Ю.Б. & Турлюк, В.Д. 1982. Фитоклиматические особенности произрастания культур ели под пологом березовых насаждений. Ботаника. Минск. Наука и техника, Вып. 24: 73–79.

Чмыр, А.Ф. & Ониськив, Н.И. 1987. Лесные культуры под пологом леса. ЛТА. Ленинград. 54 с.

Контроль за лесовозобновлением и требования к качеству молодняков

П. Путтонен

Хельсинкский университет, Кафедра лесной экологии, Унионинкату 40 Б, ФИН-00014 Хельсинский университет, Финляндия

Основания

Лесовозобновление включает все те мероприятия, которыми обеспечиваются создание на участке возобновления нового древостоя и условий его дальнейшего развития. Таким образом лесовозобновление означает цепь мероприятий по планированию, воплощению, контролю и уходу (Räsänen и др. 1985). В этой цепи важную роль играет контроль, позволяющий конкретизировать мероприятия для получения ожидаемых показателей роста и выращивания насаждения, таких как подходящая к месту древесная порода, густота древостоя, пространственное расположение и потенциал роста молодняка.

До начала текущего десятилетия лесоводство и возобновление основывалось на рекомендациях, определявших минимальный уровень нормативов по лесовозобновлению (Luonnonläheinen... 1994). Вступивший в начале 1997 года в силу новый закон о лесе заменил рекомендации и продолжает строится на принципе минимальных требований лесоводства (Maa- ja metsätalousministeriön... 1997). В таблице 1 даны примеры рекомендаций по густоте создания культур, пределам их дополнения, приживания, обновления и густоте молодняка после ухода (Luonnonläheinen... 1994).

Для получения нового древостоя законом предписано выполнение известных мероприятий, зависимых в т.ч. от способа возобновления, климатических условий и места произрастания. Главной их целью признано получение подходящего к месту и годного по состоянию для выращивания молодняка, который должен быть экономически приемлемым, а также выполнять все поставленные перед участком ландшафтные задачи и обеспечивать разнообразие лесной среды. Экономическая пригодность к выращиванию определяется на основании древесной породы, места произрастания и густоты молодняка.

Контроль за лесовозобновлением обычно осуществляется через различные наземные инвентаризации, позволяющие выявить состояние молодняка и потребность в дополнительных мероприятиях, т.е. достаточен ли молодняк или нужны дополнительная посадка или рекультивация. До инвентаризации необходимо уяснить цели проверки, т.к. это сказывается на масштабах инвентаризации, на выборке, измеряемых показателях, на затратах и достоверности результатов. Для инвентаризаций возобновления существенно и их своевременное и правильное исполнение.

Таблица 1. Рекомендуемая густота создания культур, ее пределы для дополнения, приживания, рекультивации и густота молодняка после ухода.

	Сосна, шт./га	Ель, шт./га	Берёза повислая, шт./га	Берёза пушистая, шт./га	Лиственница, шт./га
Густота культур	›2000	1400–1800	1200–1600	1600–2000	1300
Предел дополнения	1500	1300	1200	1300	1000
Предел приживания	1400	1200	1000	1000	900
Предел рекультивации	600 по всем породам в южной Финляндии 500 по всем породам в северной Финляндии				
После ухода – высота, м – деревев шт./га	4–7 1800–2000	4–5 1600–1800	4–7 1600	4–7 2000	4–7 1300

Мониторинг лесовозобновления

Потребность в информации для возобновления

Потребность в информации для определения результативности лесовозобновления связана с четырьмя сферами: 1) дееспособность лесной политики, 2) повыдельная информация для контроля за соблюдением законодательства, 3) наставления, обучение и консультации по возобновлению и 4) разработка систем контроля качеств в организациях. Таким образом, собираемые по молоднякам сведения могут касаться древостоя, территории или всей страны. Чаще всего измерениям и оценке подлежат в молодняках густота древостоя, пространственные отношения древостоя и его состояние.

Дееспособность лесной политики

Для выработки и контроля исполнения лесной политики необходимы сведения о состоянии лесовозобновления, об его соответствии поставленным целям и результативности. Эта информация нужна определяющему лесную политику Министерству сельского и лесного хозяйства, консультативным организациям типа Центра развития лесного хозяйства Тапио и погубернским Лесным центрам.

Повыдельная информация для контроля за соблюдением законодательства

Для оценки достижения законодательно установленных задач по возобновлению государственными чиновниками осуществляется повыдельный контроль исполнения законов. Сведения собираются Лесными центрами путем выборочных инвентаризаций. На основании этих сведений оценивается достижение минимального уровня задач лесоводства и возобновления.

Наставления, обучение и консультации

Развивающееся лесное хозяйство должно постоянно отслеживать и оценивать эффективность и экономичность выполнения возобновительных работ. Это пред-

полагает мониторинг результатов и затрат способов возобновления. Такая информация и специализация необходимы для составления лесоводственных наставлений, профессионального обучения кадров и лесовладельцев и их консультирования.

Разработка организациями систем контроля качества

Организации лесной отрасли разрабатывают системы контроля качества для комплексной оценки и регуляции своей деятельности. Хозрассчетное управление призвано оценивать, насколько вложенные производственные усилия соответствуют результатам. Это управление – часть системы контроля качества, выясняющая эффективность работы по инструкциям и соответствие затрат достигнутому качеству.

Цели инвентаризации молодняка

Инвентаризация должна дать сведения об успешности возобновления, необходимости мероприятий по уходу и дальнейшем развитии древостоя. При оценке успешности возобновления показатели насаждения сопоставляются с выработанными нормативами (Valkonen 1998). Оценка густоты позволяет признать молодняк пригодным и определить потребность в дополнительной посадке или рекультивации. По таким минимальным пределам существует норматив (напр. табл. 1) (Luonnonläheinen... 1994). Но многие лесные организации имеют свои более жесткие нормативы.

Если требуется получить ответ на вопрос о необходимости дополнительных мероприятий, то инвентаризация обычно принимает более широкий характер. Минимальные требования к возобновляемому молодняку дают широкий спектр приемлемых насаждений, в которых густота, пространственные соотношения, породный состав, аспекты биоразнообразия и пр. могут варьировать сильно. По выращиванию таких молодняков имеется целый ряд альтернатив на основе способов ухода.

Для получения общей картины состояния молодняка необходимо измерить и оценить множество переменных по отдельным породам: количество прижившегося молодняка, прирост, состояние (напр. поражения), густоту, пространственное расположение, конкурирующую растительность (злаки и травы, другие деревья, кусты), а также аспекты разнообразия (напр. оставляемые деревья, группы подроста, ключевые биотопы). Густота выращивания зависит от характера места, типа леса, древесной породы, размеров молодняка и его пространственных отношений (напр. Luonnonläheinen... 1994).

Добываемая в ходе инвентаризации возобновления информация должна быть количественной, достоверной, а переменные должны годиться для основания количественных прогнозов.

Сроки инвентаризации молодняка

С точки зрения пригодности данных инвентаризаций молодняка проверки важно производить своевременно. Поэтому сроки инвентаризации зависят от применяемых способов возобновления. Так, естественное и искусственное возобновление дает несколько различный молодняк, пригодность которого требуется оценить.

Естественное возобновление

Естественное возобновление ели предполагает, что примерно половина возоб-

новляемого молодняка уже имеется под пологом верхового древостоя (Räsänen и др. 1985; рис. 1). Поэтому первую оценку возможности естественного возобновления и качества будущего молодняка можно получить до верховой рубки. Вторую проверку, тоже частичную, следует производить после рубок для выяснения вероятных повреждений молодняка в ходе рубок (напр. Leinonen и др. 1989). Основная инвентаризация молодняка выполняется выборочно примерно через 5 лет после рубок.

При рубках семенников сосны подавляющая часть молодняка возникает после рубок (Räsänen и др. 1985; рис. 1). Применяя такие рубки, визуальная инвентаризация производится примерно через 2–5 лет после рубки в зависимости от географического расположения места для уточнения сроков удаления семенников. Попутно оценивается пригодность молодняка.

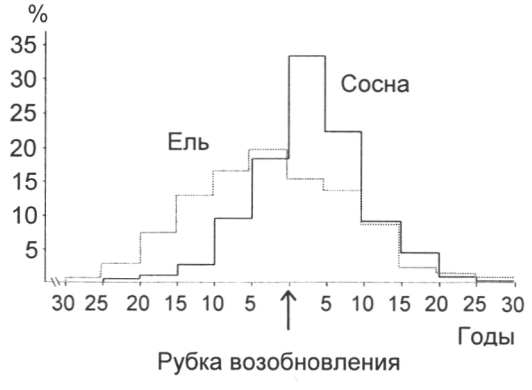


Рисунок 1. Сроки появления годного для выращивания молодняка сосны и ели от рубок возобновления (рубки семенников) на участках естественного возобновления (Räsänen и др. 1985).

Лесные культуры

Всякое искусственное возобновление сопряжено с мониторингом качества работ в ходе исполнения. Выборочно оцениваются, например, равномерность посадки или посева. Проверка посеянных участков происходит через 1–2 вегетационных периода после посева. При ней важно определить результативность посева и потребность в мерах ухода. Проверке подвергается вся засеянная площадь.

В случае посадки первые результаты и потребность в мерах ухода следует определять через 1–2 вегетационных периода после посадки. Инвентаризация производится обычно осенью или весной, когда легче обнаружить саженцы.

Естественный и искусственный закрепившийся молодняк проверяют выборочно, когда он достигает высоты более 1 м.

Методы оценки качества молодняка

Принципы методов оценки

С точки зрения исполнения проверки ее способы должны быть простыми, малозатратными, теоретически обоснованными в той мере, что модели и свойства способов известны и позволяют определить дисперсию переменных показателей массива (Penttinen 1998). Инвентаризации молодняков вообще не связаны с выяснением причинно-следственных отношений факторов, определяющих степень годности результата возобновления. Лишь некоторые причины гибели выявляются при констатации возбудителей и масштабов поражений.

Проверочные наблюдения производятся либо наземно, либо по аэроснимкам (крупно- и мелкомасштабные, спут-

никовые фотографии). Сами переменные показатели насаждения можно в принципе измерять а) количественным методом, б) подсчетом пустых пробных площадей (т.н. метод нулевых площадок) или в) дистанционно. Количественный метод, как и метод нулевых площадок применяли Räsänen и др. (1985) и Saksa (1992), а разработанный Коксином (Cox 1971) дистанционный метод – Pohtila (1977, 1980).

Наземные измерения

Выборка

Наземные измерения выполняются либо визуально, либо на основе выборки. Визуальная оценка проста и дешева, но она неточна и ненадежна хотя бы из-за групповой встречаемости молодняка и обычной субъективности оценки.

Выборочный метод представляет собой один временной срез состояния молодняка, т.е. он не позволяет выявлять причинно-следственные отношения (плохого) состояния молодняка. Для выяснения причин часть учетных площадок можно просто сделать стационарными (обозначив центры на местности и соответственно на картах).

Сетка выборки

При широких инвентаризациях лесовозобновления в Финляндии в качестве базовой сетки выборки традиционно используются базы данных частного лесного сектора и особенно регистры проектов (напр. Saksa 1992) или Лесной Службой ее регистры (напр. Saarenmaa 1992). Эти базы данных не дают полную информацию. Räsänen и др. (1985) применяли в качестве сетки выборки различные участки возобновления в сети учетных площадей седьмой общегосударственной лесной инвентаризации.

Выборки из основного списка можно разделить на парциальные по цели инвентаризации. Для выборки берут те наборы участков возобновления, на которых выясняется результат возобновления. Если, например, требуется узнать различия или схожесть разных способов возобновления, то выбираются естественные молодняки и культуры. Могут быть взяты участки возобновления различных лет. Состав выборки должен быть представительным по территории. Разные по возрасту молодняки и разные места произрастания включаются взвешенными долевым участием площади.

Способ выборки

Выборка может быть случайной или систематической. В основном применяется случайная. При ней все компоненты списка имеют равный шанс попасть в выборку, что позволяет правильно и легко вычислить ошибочные члены. Случайная выборка не очень эффективна, т.к. трудно найти случайно выбранные для проверки молодняки. В ближайшем будущем появится возможность использовать спутниковую систему привязки к местности, дающую координаты выбранных объектов и облегчающих их поиск.

Трудность нахождения пробных площадей исключается применением систематической выборки. Кроме того, она проста и эффективна. Шире всего применяются линейная круговая оценка и линейная кустовая выборка. На рисунке 2 показан пример структуры куста систематической кустовой выборки. При помощи кустовой выборки по молодняку получают локально привязанную информацию, что позволяет точно определить вариацию. По затратности кустовая выборка оправдана, если расстояния между пробными площадями велики. При

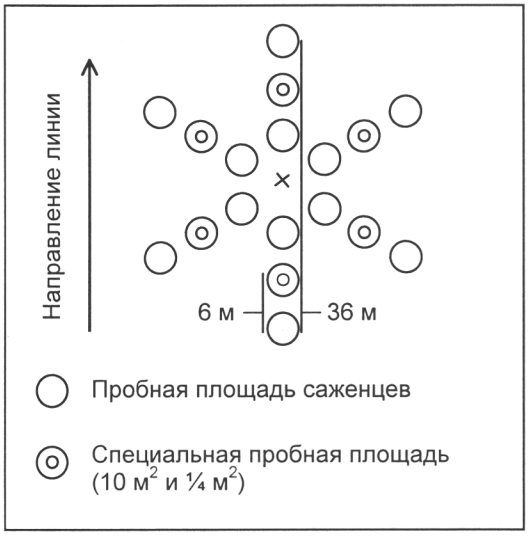


Рисунок. 2. Пример структуры куста пробных площадок при систематической линейной кустовой выборке (Räsänen и др. 1985).

нормальных инвентаризациях молодняка кустовая выборка слишком дорога.

В таблице 2 рассмотрена пригодность количественного метода, метода пустого пространства и ближайшего соседа для оценки густоты и пространственного расположения молодняка в ходе инвентаризаций.

Поскольку подсчет количества молодняка и его обмеры всегда связаны с субъективными подходами, то с исполнителями работ следует обговаривать заранее цели инвентаризации и подробные методы измерения и систематизации. Кроме того, обучение сокращает систематические и случайные ошибки, из которых систематические надо пытаться исключить (Pohtila 1977). Одновременно повышается достоверность результатов и их годность для сопоставления с другими инвентаризациями.

Пространственное расположение молодняка

Разнородность молодняка вызывается колебаниями свойств почвы, эффективности обработки почвы, способом создания культур (древесная порода, вид сеянцев, густота культур и т.п.), поражениями и болезнями, количеством естественного молодняка, количеством оставленных деревьев, влиянием стенки леса или историей лесопользования. Молодняки, возникшие в 1990-х годах в результате лесовозобновления часто весьма разнородны по многим показателям древостоя и более разнородны, чем пре-

Таблица 2. Пригодность количественного метода, метода пустого пространства и ближайшего соседа для оценки густоты и пространственного расположения молодняка при инвентаризации (Penttinen 1998).

Метод определения	Определяемый показатель	
	Густота	Пространственное расположение
Количественный	- огрубленный к погрешностям - действует	- привязанный к шкале - не действует, т.к. связан с размерами пробной площади
Пустое пространство	- легко отклоняется от распределения Пуассона - не действует	- годный, но короткая шкала - действует
Ближайший сосед	- легко отклоняется от распределения Пуассона - не действует	- годный, но короткая шкала - действует

дыдущие поколения. Сильнее всего групповому разбросу свойств молодняка содействуют вариации обработки почвы на участке возобновления и связанные с подготовкой почвы оставляемые деревья и группы подроста.

Пространственные расположения оставленных на участке возобновления березы типично отклоняются от случайных в сторону группового расположения (Pohtila 1977). Также естественный молодняк имеет групповое пространственное расположение. Разнородность молодняков вызвала много пока безответных вопросов о влиянии этой разнородности на развитие молодняков.

Для измерения группового расположения молодняка применяется два основных метода: нулевая площадка и удаленность. По методу нулевой площадки подсчитывают процентную долю пустых пробных площадок из обследованных. Получаемая рассчетная доля нулевых площадок существенно зависит от размеров пробных площадок. На маленьких пробных площадках (напр. 10 м^2, r = 1,78 м) выше вероятность пустых, чем на более крупных. Поэтому результаты разных инвентаризаций сопоставимы лишь при условии одинаковых размеров пробных площадей.

При методе удаления измеряют расстояние от центра пробной площадки до ближайшего деревца, отвечающего критериям отбора. Деревце может оказаться и за пределами круглой пробной площадки. Измерением удаления деревца от случайной точки (центр пробной площадки) определяется радиус площадки без деревьев. Такая удаленность и размеры пустых площадок варьируют в обследуемых молодняках в соответствии с господствующей пространственной структурой (Pohtila 1980). По данным измерений можно подсчитать эмпирическое распределение, сравниваемое обычно со случайным распределением Пуассона (напр. Pohtila 1980, Saksa 1998). Кроме того, можно подсчитать цифровые показатели, напр. т.н. индекс Кокса (Cox 1971, Pohtila 1980).

На рисунке 4 показан пример оформления результатов инвентаризации молодняка (Saksa 1998). Кроме обычного количества деревьев (шт./га) на рисунке даны доля пустых пробных площадей, предполагаемая случайным распределением Пуассона процентная доля пустых пробных площадей при различной густоте, а также доля тех участков возобновления, где свыше 2 000 шт./га распределяются относительно равномерно.

Аэроснимки и спутниковые снимки

На аэроснимках различимы основные виды рубок, рубки ухода и возобновления. Так, после сплошной рубки на снимке видно, подготовлена ли почва или сколько оставлено т.н. островков биоразнообразия. По снимкам можно определить, выполнено ли то или иное мероприятие (подготовка почвы, посадка), но пока по ним трудно оценить результат (густота посадки, высота молодняка).

Материалы дистанционного картирования, преимущественно спутниковые снимки, можно применять для выявления происшедших перемен в лесу и для мониторинга выполненных мероприятий (напр. Häme 1991, Varjo 1996, 1997). Лесовозобновительные мероприятия различаются на последовательных сериях спутниковых снимков достаточно надежно (Varjo 1996). Пока еще не разработаны надежные модели расшифровки для оценки результатов возобновления по спутниковым снимкам. С другой сто-

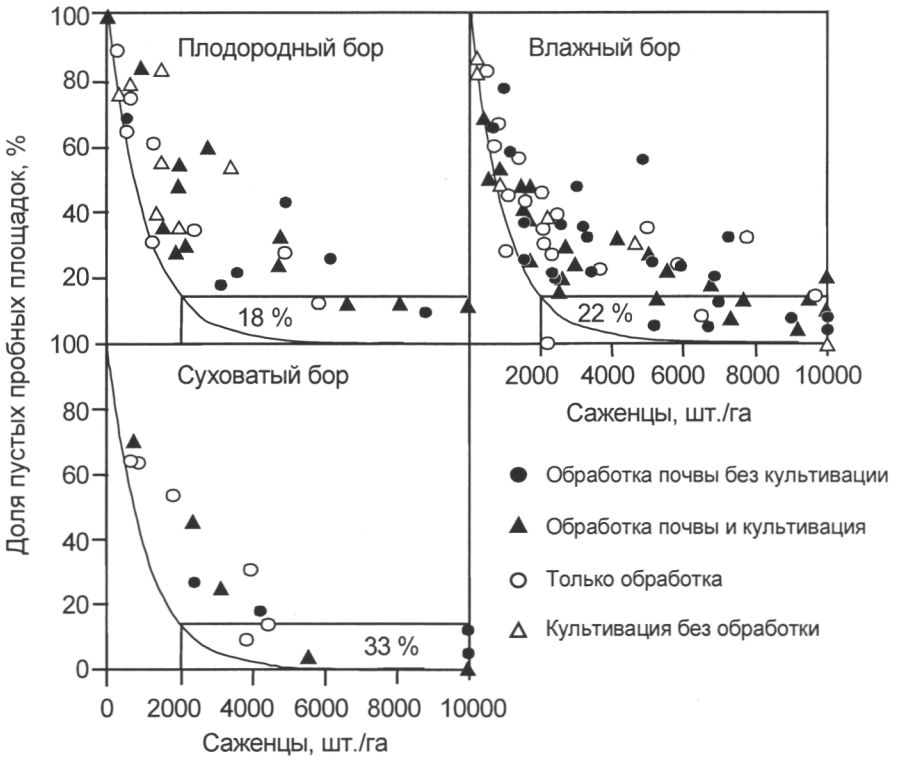


Рисунок. 4. Пример оформления результатов инвентаризации молодняка. Даны количество саженцев (шт./га), доля пустых пробных площадок, предполагаемая случайным распределением Пуассона доля пустых пробных площадок при разной густоте и доля тех участков возобновления, где свыше 2 000 шт./га распределяются относительно равномерно (Saksa 1998).

роны, спутниковые снимки служат хорошей базой для планирования сетки выборки.

Точность и затратность инвентаризации

Выбор способа инвентаризации определяется в первую очередь затратностью и требованиями точности. Точность и временную затратность способов инвентаризации выясняли в т.ч. Hämäläinen и Räsänen (1993). В таблице 3 дан пример влияния размеров пробной площадки и требования точности на количество пробных площадок при определении средней густоты молодняка.

Точность определения измеряемых показателей можно повысить применяя различные по размеру пробные площадки для деревьев разных размеров. Например, для крупного молодняка можно использовать площадки площадью 50 м^2 (r = 3,99 м). В густых молодняках применимы пробные площадки площадью 20 м^2. Для оценки мелких деревцев высотой до 10 см и всходов можно применять мелкие площадки (1 м^2). При изменчивой пространственной структуре молодняка имеет смысл закладывать более крупные пробные площадки (50 м^2).

Затратность и эффективность инвентаризации зависит от размеров и количества пробных площадок. Возрастание их

Таблица 3. Влияние размеров пробной площадки и требований точности на количество пробных площадок при определении средней густоты молодняка. Рассчитанная по выборке средняя густота отклоняется при 95 %-ной достоверности не более 10, 15 или 20 % погрешности от действительной (Hämäläinen & Räsänen 1993).

		Допустимая погрешность		
Радиус, м Площадь, м^2	Объект, га	10 % Пробных площадок / Объект	15 % Пробных площадок / Объект	20 % Пробных площадок / Объект
3,99 50	1	47	24	14
	5	58	27	15
	10	60	27	15
	20	61	27	15
2,52 20	1	60	28	16
	5	66	30	17
	10	67	30	17
	20	67	30	17
1,78 10	1	121	58	33
	5	135	61	34
	10	136	61	34
	20	137	61	34

количества требует большего времени не только на измерения, но и на переходы от площадки к другой (Hämäläinen и Räsänen 1993). Общие затраты времени при использовании площадок площадью 20 и 50 м^2 почти не различаются. Маленькие площадки площадью 10 м^2 быстро обмеряются, но общие затраты времени больше.

Годность молодняка для выращивания

Понятие «годный для выращивания» выступает как стержневое при инвентаризации молодняков. Оно подразумевает, что древесная порода подходит к данному месту, что его высота в приемлемых пределах и что оно будет развиваться до габаритов деловой древесины без ухода. Годный для выращивания молодняк предполагает соответствие породы и высоты данному месту, но для дальнейшего развития молодняку нужен уход (напр. расчистка). Молодняк высотой до 10 см считается переходным, т.е. он не учитывается при подсчете годных для развития деревцев.

Как понятие «годный для развития молодняк» весьма субъективно и при различных инвентаризациях на одной и той же территории можно получить разное количество годного для выращивания молодняка. Это препятствует сопоставимости данных различных инвентаризаций. Одной из превопричин такого положения является слабое знание необходимого молодняку пространства и конкуренции между деревьями в молодняках.

Из саженцев наибольшее число погибает в течение первых трех лет, хотя отпад продолжается и позже. Гибель саженцев вызывается многими причинами, из которых часть можно выявить на местности (напр. поражения от насекомых, лосей и заморозков). Смертность зависит сильно и от климатического пояса, т.к. при продвижении на север уязвимость

молодняка повышается (рис. 3). У саженцев на сохранение влияет их начальная высота. У самых мелких саженцев риск гибели наибольший и ещё увеличивается при продвижении на север (рис. 3). Точные данные о жизнестойкости саженцев получают с различных опытов. Но по таким данным следует заметить, что вероятные усилия по поддержанию опыта могут занижать показатели смертности.

Таким образом, «годный для развития» представляет собой весьма условный показатель (Räsänen 1985). На основании практики по расстояниям между деревцами и их высоте разработаны наставления. Между хвойными деревьями должно быть более 0,5 м и между берёзами более 1 м. Но удаленность от ближайшего/конкурирующего дерева зависит от его высоты так, что чем меньше расстояние, тем меньше должны быть различия в габаритах. Если в молодняке наблюдается групповое расположение древостоя, то между группами могут быть различия в габаритах, а внутри групп деревья должны быть относительно равновеликими.

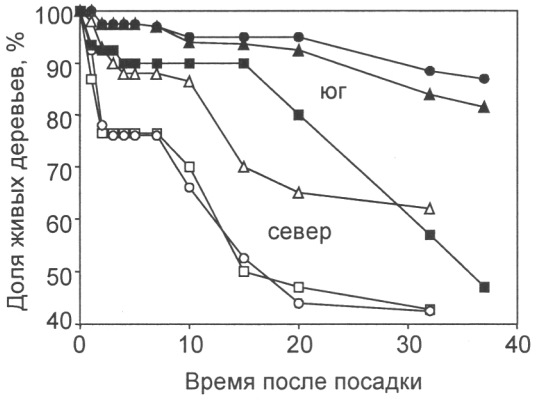


Рисунок 3. Доля живого молодняка сосны спустя 35–40 лет после посадки. Места посадки были в южной и северной Швеции и сеянцы сосны были 3 возрастов (одно- (■□), двух- (●○) и трехлетние (▲△)) (Jäghagen и Albrektson 1996).

Выводы

Лесовозобновление представляет собой цепь мероприятий по планированию, исполнению, контролю и уходу. Информация о различных фазах возобновления должна стать частью той системы контроля качества возобновления, к которой стремятся лесовладельцы, предприятия и должностные лица. Информацию по инвентаризациям молодняков можно использовать многопланово: для мониторинга дееспособности лесной политики, для контроля за соблюдением законов, для совершенствования наставлений по возобновлению, для обучения и консультаций и для разработки организациями систем контроля качества. Выполняемые изолированно и рассредоточенно инвентаризации молодняков не оправдывают затрат. Многоцелевые инвентаризации молодняков стоило бы производить таким образом, чтобы они давали сведения об результате возобновления по каждому насаждению, по регионам и для оценки их дальнейшего развития.

Методы инвентаризации лесовозобновления должны основываться на статистически представительных выборочных исследованиях, использующих материалы многоступеньчатого дистанционного картирования и наземные измерения. Унификация метода сделает результаты возобновления сопоставимыми по территориям и времени. Такой метод мог бы служить инструментом мониторинга устойчивого использования природных ресурсов на региональном, национальном и международном уровне.

Литература

Cox, F. 1971. Dichebestimmung und Sytruktuuranalyse von Pflanzenpopupationen mit Hilfe von Abstandmessungen. Mitt. Bundeforsch. Anst. Forst- und Holzwirtsch. Reibek b. Hamburg 87: 184 c.

Häme, T. 1991. Spectral interpretation of changes in forest using satellite scanner images. Acta For. Fenn. 222. 107 c.

Hämäläinen, J. & Räsänen, T. 1993. Menetelmä metsänuudistamisen varhaistuloksen mittaukseen. Metsätehon katsaus 6.

Jäghagen, K. & Albrektson, A. 1996. Induced competition among Scots pine seedlings and its effect on future timber quality. New Forests 12: 163–174.

Leinonen, K., Leikola, M., Peltonen, A. & Räsänen, P.K. 1989. Kuusen luontainen uudistaminen Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa. Acta For. Fenn. 209. 53 c.

Luonnonläheinen metsänhoito. 1994. Metsänhoitosuositukset. Metsäkeskus Tapion julkaisu 6/1994. 72 c.

Maa- ja metsätalousministeriön päätös metsälain soveltamisesta 224/1997.

Pohtila, E. 1977 Taimiston inventoinnin tarkkuus. Резюме: Accuracy of regeneration surveys. Commun. Inst. For. Fenn. 92.2. 43 c.

Pohtila, E. 1980. Havaintoja taimikoiden ja nuorten metsien tilajärjestyksen kehityksestä Lapissa. Резюме: Spatial distribution development in young tree stands in Lapland. Commun. Inst. For. Fenn. 98.1. 35 c.

Räsänen, P.K., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978–1979 inventointitulokset. Folia For. 637. 30 c.

Saarenmaa, L. 1992. Induktiivinen oppiminen metsänviljelyn tietokannan tulkinnassa. Helsingin yliopiston Metsäekologian laitoksen julkaisuja 3. 173 c.

Saksa, T. 1992. Männyn istutustaimikoiden kehitys muokatuilla uudistusaloilla. Metsäntutkimusl. tied. 418. 48 c.

Saksa, T. 1998. Metsänuudistamistulos viivästyneillä avohakkuualoilla Etelä-Savossa. Metsäntutkimusl. tied. 695. 31 c.

Valkonen, S. 1998. Miten syntyy uudistamistulos? Folia For. 2: 231–234.

Varjo, J. 1996. Controlling continously updated forest data by satellite remote sensing. Int. J. Remote Sensing 17.1: 43–67.

Varjo, J. 1997. Change detection and controlling forest information using multi-temporal Landsat TM Imagery. Acta For. Fenn. 258: 1–64.

7. Влияние лесовосстановления на состояние окружающей среды

Экологические последствия лесовозобновления для окружающей среды

Э. Кубин

Научно-исследовательский институт леса Финляндии, Научная станция Мухос, Киркkосаарентие 7, ФИН-91500 Мухос, Финляндия

Введение

В лесном хозяйстве Финляндии особое внимание уделяется сохранению разнообразия лесной среды и экологической устойчивости лесов. Ведущим принципом деятельности является то, что на всех фазах работы в лесу минимизируются по возможности их экологические последствия.

Экологические последствия лесоводства и лесопользования нашли отражение во многих международных соглашениях. Из них самое значительное принято на конференции ООН по экологии и развитию в Рио-де-Жанейро (UNCED 1992). Утвержденные на нем лесные принципы включили, в частности, устойчивое использование лесных ресурсов, их охрану и сохранение разнообразия по отношению ко всем лесам планеты. В 1993 году принципы лесного хозяйства доводились до национального уровня на совещании министров лесного хозяйства Европы и на последующих совещаниях. Для достижения поставленных целей разработаны критерии оценки состояния лесной среды (Criteria... 1997). Разработаны также индикаторы, отражающие изменения. При помощи индикаторов отслеживается, например, то, как уменьшение экологических последствий лесовозобновления воплощается практически.

Для продвижения принципов экологически устойчивого лесного хозяйства в Финляндии различные лесные организации обновили свои лесоводственные наставления (Luonnonläheinen... 1994, Hänninen и др. 1996, Environmental... 1998). Кроме того, составлены наставления по картированию ценных местообитаний и уходу за ними (Meriluoto 1995, Meriluoto & Soininen 1998) и активизированы исследования по биоразнообразию (Kouki 1993, Annila 1998). Направления развития определены Экологической программой лесного хозяйства, принятой совместно министерствами сельского и лесного хозяйства и окружающей среды.

Экологические последствия лесовозобновления охватывают биоразнообразие, условия мест произрастания и последствия для окружения участок возобновления. С этой точки зрения при рассмотрении темы обоснованно ограничиться условиями мест произрастания, воздействиями на водоёмы и способами их предупреждения.

Влияние лесовозобновления на условия мест произрастания

Воздействие лесовосстановления на условия мест произрастания зависит от применяемого способа возобновления. Резче всего условия мест произрастания изменяются вследствие сплошных рубок, через усиление падающего и отраженного излучения до крайних значений амплитуды колебаний суточных температур, особенно в течение вегетационного периода (напр. Odin 1978). Усиливающееся падающее излучение повышает прежде всего температуру надпочвенного слоя воздуха и в почве (Kubin и Kemppainen 1991). Подготовка почвы способствует повышению температуры (Mälkönen 1972, Leikola 1974, Kauppila и Lähde 1975, Kubin и Kemppainen 1994) особенно в отвалах и микроповышениях. Повышенная температура активизирует микробную деятельность, ускоряя разложение органических соединений и высвобождение питательных веществ (фото 28).

Изменение микроклимата влияет на структуру и видовой состав напочвенной растительности. Тенелюбивые виды отступают или исчезают, увеличивая массу мертвого органического компонента и высвобождая питательные вещества в биологический круговорот. Изменения освещенности и микроклимата вместе с большим запасом питательных веществ вызывают интенсивную сукцессию пионерных видов (фото 29), опирающуюся на ту же трофическую базу, что и выращиваемый молодняк. С другой стороны, за сплошными рубками следует период слабой закрепленности питательных веществ, часть из которых вымывается поверхностными и грунтовыми водами (Tamm и др. 1974, Wiklander 1974, 1983, Vitousek и Melillo 1979, Kubin 1995, 1998). Опытами установлено, что возрождение уничтоженной растительности восстанавливает баланс между закрепляющимися и вымывающимися питательными веществами за несколько лет (Borman и Likens 1979). Сроки возвращения равновесия после рубок возобновления зависят от свойств каждого отдельного места и скорости развития напочвенной растительности и молодняка.

Возобновление воздействует также на физические свойства почвы. Резкое прекращение испарения древостоем может на отдельных участках повысить уровень грунтовых вод и даже ускорить заболачивание. Кроме того, связанная с возобновлением подготовка почвы и осушение вызывают смыв твердых фракций.

Подготовка почвы изменяет и микрорельеф. Влияние боронования и покровосдирания весьма слабое и быстро преходящее. Создание микроповышений и плуговая вспашка изменяют условия намного радикальнее. На требующих регулирования водного режима объектах создание микроповышений изменяет не только микрорельеф, но окружающую среду (осушительные канавы). В последнее время подготовку почвы проводят более легкими способами.

Воздействие на водный режим

Самые старые исследования в таежном поясе по влиянию сплошных рубок на вымывание питательных веществ выполнены в Швеции в начале 1970-х (Tamm и др. 1974, Wiklander 1974). В Финляндии воздействие сплошной рубки и подготовки почвы на качество поверхностных стоков с участка возобновления изучаются с 1974 года (Kubin 1995) и на объемы вымывания питательных веществ в масштабе района водосбора с 1983 года (Ahtiainen 1988, Huttunen и др. 1990). Вымывание грунтовыми водами

изучается с 1986 года (Kubin 1998). В начале текущего десятилетия исследования по воздействию лесного хозяйства на водный режим были активизированы в рамках широкого совместного проекта (Kenttämies и Saukkonen 1996). Результаты проекта подтвердили данные об усилении стока вследствие рубок леса на суходольных почвах, длительность трофической нагрузки на поверхностные и грунтовые воды и значение буферных зон для водной экологии. Предоставленные проектом научные обоснования использовались при разработке экологической программы лесного хозяйства (New... 1994), наметившей направления развития устойчивого лесного хозяйства в Финляндии с середины 1990-х годов.

Согласно многим исследованиям вымывание питательных веществ поверхностными водами вследствие лесовозобновительных мероприятий усиливается на несколько лет, после чего концентрации снижаются до начального уровня. В результате длительных наблюдений получены новые данные о влиянии возобновления на качество грунтовых вод (Kubin 1998). Выяснено, что больше всего вымывается нитратного азота, в сравнении с которым вымывание других питательных соединений незначительно. Пики вымывания грунтовыми водами приходятся на несколько лет после рубок, но концентрации остаются повышенными более 12 лет (рис. 1). С участка вспашки нитратный азот вымывался сперва поверхностными водами и лишь позже грунтовыми.

Предупреждение воздействий на водный режим

Воздействия лесовозобновления на водный режим можно предубредить двумя принципиально разными способами: создавая буферные полосы или направляя стоки на фильтровальную площадку до их попадания в водоемы. Буферная полоса между участком возобновления и ручьем весьма эффективно препятствует изменениям качества воды (Huttunen и др. 1990, Holopainen и Huttunen 1998). Ныне ближайшие окружения родников, овражков и маленьких ламб уже отнесены к особо важным объектам с точки зрения биоразнообразия (Metsäluonnon... 1998), т.е. на них лесохозяйственные мероприятия не должны разрушать специфику местообитаний. Охрана таких объектов или их осторожная обработка призвана сохранить биоразнообразие и одновременно предотвратить воздействие на водный режим. С точки зрения разнообразия среды и наличия нуждающихся в охране видов многие влажные и эвтрофные местообитания следует оставлять в нетронутом состоянии.

Охране вод служит и направление поверхностых стоков на площадку фильтрации до их попадания в водоемы (фото 30). Получен положительный опыт использования фильтрационных площадок для очистки стоков с участков возобновления (Kubin и др. 1997). Особенно сильно площадки препятствуют смыву твердых фракций и задерживают много питательных веществ (рис. 2). Однако, требуются дополнительные исследования по длительности эффекта очистки.

Что касается поверхностных стоков, то воздействия лесовозобновительных мероприятий поддаются регулированию. Намного труднее избежать воздействий на грунтовые воды. Без материалов опытных исследований невозможно предложить какие-либо способы исключения влияния.

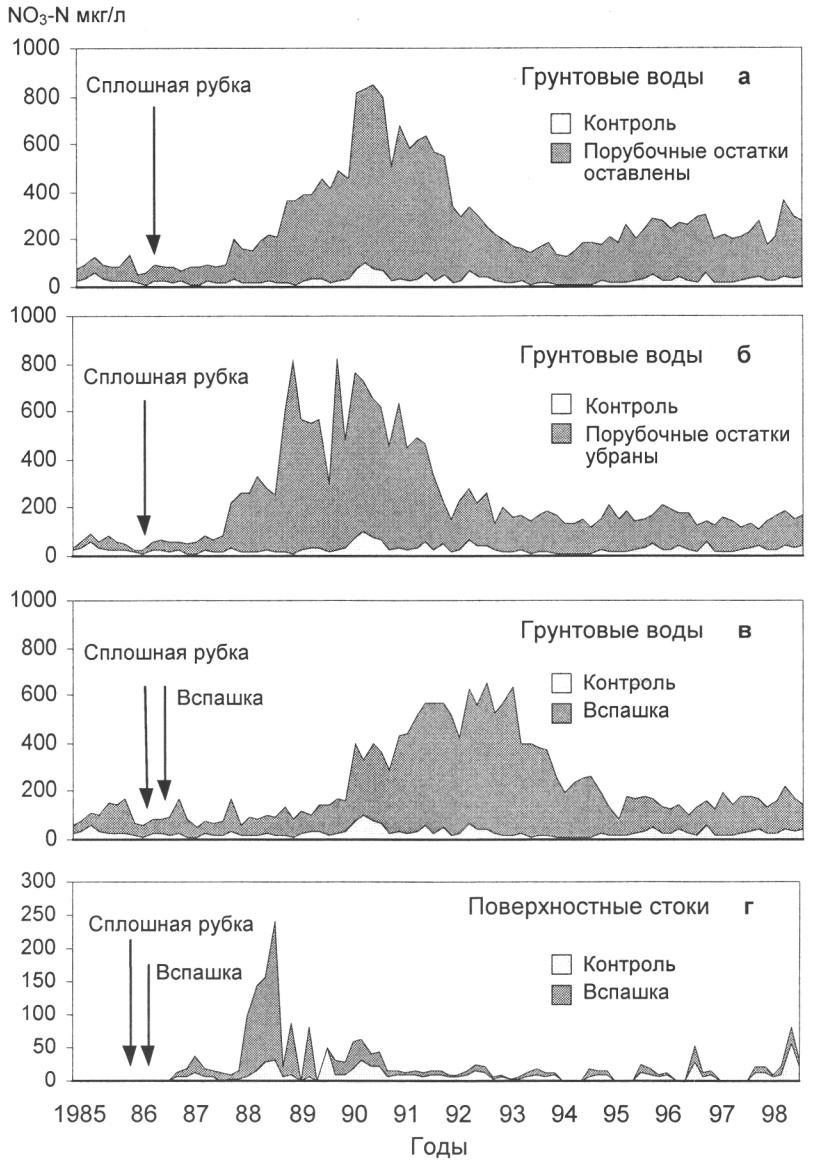


Рисунок 1. Воздействие сплошной рубки (а), сохранения порубочных остатков (б) и вспашки (в) на концентрацию нитратного азота в поверхностных и грунтовых водах на опытном участке в Палтамо, северная Финляндия. В данных по поверхностым стокам с участка вспашки (г) 0 означает период отсутствия стоков.

Потребность в исследованиях

Новые лесоводственные рекомендации закладывают прочную базу для охраны вод при лесохозяйственных мероприятиях и для сохранения биоразнообразия природы. Зная уже основные признаки воздействия на водный режим, исследования необходимо направить на разработку мероприятий предупреждения вымывания и способов его минимизации на

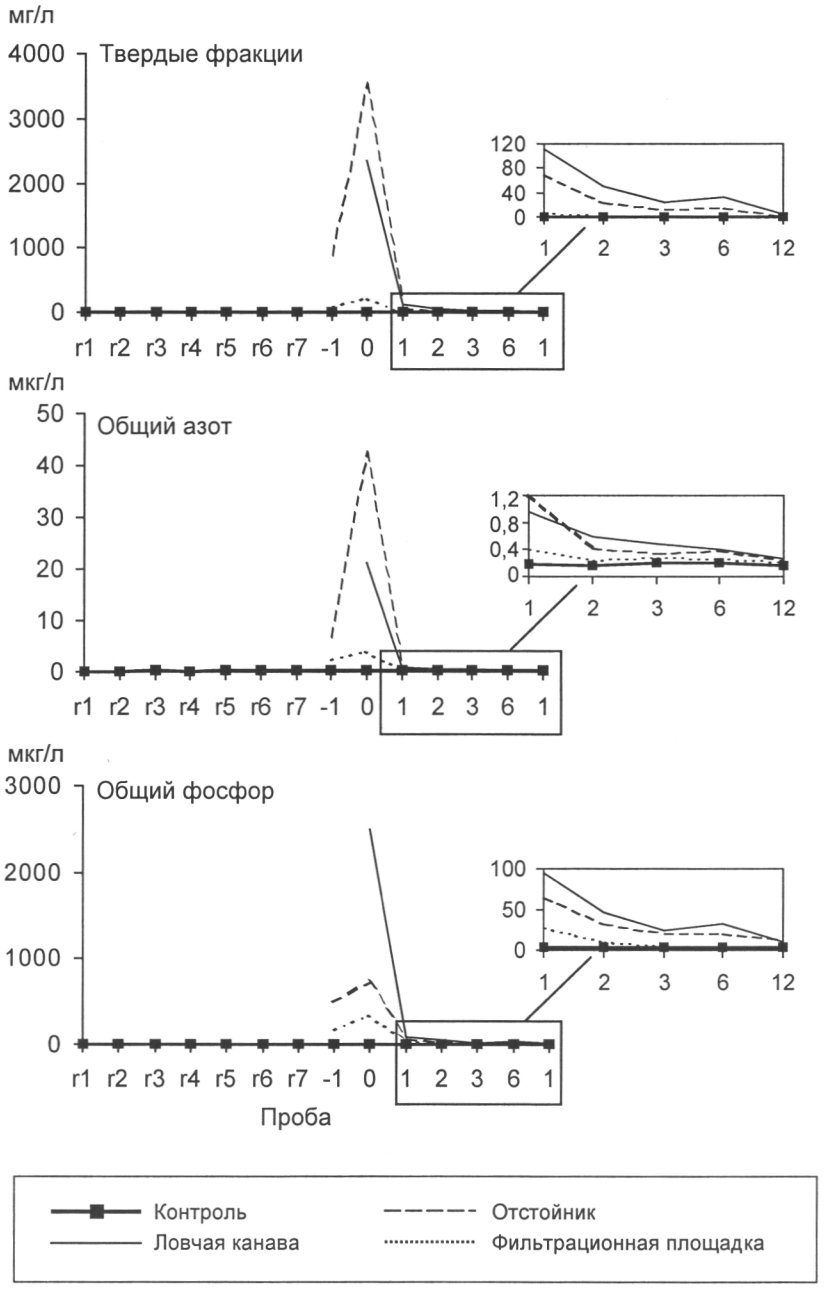


Рисунок 2. Воздействие фильтрационной площадки на вымывание твердых фракций, общего азота и общего фосфора с участка микроповышений. Контрольные пробы r1–r4 - с 1996 года, пробы r5–r7 - с 1997 года. Проба -1 с периода отрытия и проба 0 отражает качество воды сразу после осушения. Цифры 1, 2, 3, 6 и 12 показывают сутки взятия проб после осушения (Kubin и др. 1997).

различных типах участков возобновления и мест произрастания. Соответственно нужны более точные данные о длительности эффекта очистки буферными полосами и фильтрационными площадками. Следует также уточнить размеры буферных полос с точки зрения охраны вод, сохранения биоразнообразия и ведения лесного хозяйства.

Литература

Ahtiainen, M. 1988. Effects of clear cutting and forestry drainage on water quality in the Nurmes-study. Proceedings of The International Symposium on the Hydrology of Westlands in Temperate and Cold Regions. Joensuu, Finland 6–8 June, 1988. Vol. 1. Publications of Academy of Finland 1988(4): 206–219.

Annila, E. (ред.) 1998. Monimuotoinen metsä. Metsäntutkimusl. tied. 705. 335 c.

Borman, F.H. & Likens, G.E. 1979. Pattern and process in a forested ecosystem. Springer–Verlag. New York – Heidelberg – Berlin. 253 c.

Criteria and indicators for sustainable forest management in Finland. 1997. Ministry of Agriculture and Forestry. 70 c.

Environmental guidelines to practical forest management. 1998. Finnish Forest and Park Service. 124 c.

Holopainen, A.-L. & Huttunen, V. 1998. Impct of forestry practices on ecology of algal communities in small brooks in the Nurmes experimental forest area, Finland. Boreal Environ. Res. 3: 63–73.

Huttunen, P., Holopainen, A.-L. & Ahtiainen, M. 1990. Avohakkuun ja maanmuokkauksen vaikutukset purojen veden laatuun ja vesibiologiaan. Joensuun yliopisto. Karjalan tutkimuslait. julk. 91. 32 c.

Hänninen, E., Kärhä, S. & Salpakivi-Salomaa, P. 1996. Forestry and the protection of watercourses. Metsäteho. Helsinki. 23 c.

Kauppila, A. & Lähde, E. 1975. Koetuloksia maan käsittelyn vaikutuksesta metsämaan ominaisuuksiin Pohjois-Suomessa. Резюме: On the effects of soil treatments on forest soil properties in North-Finland. Folia For. 230. 29 c.

Kenttämies, K. & Saukkonen, S. (ред.) 1996. Metsätalous ja vesistöt. "METVE". Maa- ja metsätalousministeriön julk. 4/1996.

Kouki, J. 1993. Luonnon monimuotoisuus valtion metsissä – katsaus ekologisiin tutkimustarpeisiin ja suojelun mahdollisuuksiin. Metsähallitus. Sarja A(11). 88 c.

Kubin, E. 1977. The effect of clear cutting upon the nutrient status of a spruce forest in Northern Finland. Acta For. Fenn. 155. 40 c.

Kubin, E. 1995. Site preparation and leaching of nutrients. Proceedings of the Symposium Northern Silviculture and Management, August 16–22, 1987 in Lapland, Finland. Finnish Forest Research Institute. Research Papers 567: 55–62.

Kubin, E. 1998. Leaching of nitrate nitrogen into the groundwater after clear felling and site preparation. Boreal Environ. Res. 3: 3–8.

Kubin, E. & Kemppainen, L. 1991. Effect of clear cuttind of boreal spruce forest on air and soil temperature conditions. Acta For. Fenn. 225. 42 c.

Kubin, E. & Kemppainen, L. 1994. Effect of soil preparation of boreal spruce forest on air and soil conditions in forest regeneration areas. Acta For. Fenn. 244. 56 c.

Kubin, E., Ylitolonen, A., Välitalo, J. & Eskelinen, J. 1997. Prevention of nutrient leaching from a forest regeneration area by applaying overland flow. Paper presented in NATO Advanced Reserch Workshop on Environmental Reconstruction in Headwater Areas. Liberec (Czech Republic), November 24–28, 1997.

Leikola, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Резюме: Effect of soil preparation on soil temperature conditions of forest regeneration areas in Northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 84.2. 64 c.

Luonnonläheinen metsänhoito. 1994. Metsänhoitosuositukset. Metsäkeskus Tapion julkaisu 6/1994. 67 c.

Mälkönen, E. 1972. Näkökohtia metsämaan muokkauksesta. Резюме: Some aspekts

concerning cultivation of forest soil. Folia For. 137. 11 c.

Meriluoto, M. 1995. Metsäluonnon arvokkaat elinympäristöt. Tunnistaminen ja hoitosuosituksia. Metsäkeskus Tapion julkaisu 12/1995. 32 c.

Meriluoto, M. & Soininen, T. 1998. Metsäluonnon arvokkaat elinympäristöt. Metsälehti Kustannus. Helsinki. 192 c.

Metsäluonnon monimuotoisuuden turvaaminen. 1998. Maa- ja metsätalousministeriö. 160 c.

New environmental programme for forestry in Finland. 1994. Ministry of Agriculture and Forestry and Ministry of the Environment. 63 c.

Odin, H. 1978. Meteorology in forest operations. WMO Symposium on Forest Meteorology in Ottawa 21–25 August 1978. Reprint from WHO -No 527: 167–177.

Tamm, C.O., Holmen, H., Popovic, B. & Wiklander, G. 1974. Leaching of plant nutrients from soils as a consequence of forestry operations. Ambio III(6): 211–221.

UNCED 1992. YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssi. Rio de Janeiro 3.–14.6.1992. Ympäristöministeriö ja ulkoasianministeriö. 239 c.

Vitousek, P.M. & Melillo, J. 1979. Nitrate losses from disturbed forests: Patterns and mechanisms. Forest Science 25(4): 605–619.

Wiklander, G. 1974. Hyggesupptagningens inverkan på växtnäringsinnehåll i yt- och grundvatten. Summary: Effect of clear felling on the content of nutrients in surface and ground water. Sveriges Skogsvårdsförb. Tidskr. 1: 86–90.

Wiklander, G. 1983. Kväveutlakning från bördig skogsmark i södra Sverige. Summary: Loss of nitrogen by leaching from fertile forest soils in southern Sweden. Skogs- och Lantb.akad. Tidskr. 122: 311–317.

ISBN 951-40-1732-3 ИСБН 951-40-1732-3
ISSN 0358-4283 ИССН 0358-4283