

УХОД ЗА МОЛОДНЯКАМИ

ЦЕЛИ, ТЕХНОЛОГИИ И ЗАТРАТЫ

ТИМО САКСА, ЯРИ МИЙНА И КАРРИ УОТИЛА



METSÄKUSTANNUS

Бофори

KARELIA

СВС // Проект ПС



УХОД ЗА МОЛОДНЯКАМИ

ЦЕЛИ, ТЕХНОЛОГИИ И ЗАТРАТЫ

ТИМО САКСА, ЯРИ МИЙНА И КАРРИ УОТИЛА



METSÄKUSTANNUS



Копирование этой книги, даже частичное, на основании закона об авторских правах (404/61, с последующими изменениями) запрещено без специального разрешения. Разрешение, в т. ч. на частичное копирование книги, выдаёт уполномоченное авторами и издателем «KOPIOSTO ry». Разрешение для иного использования необходимо запрашивать у каждого обладателя прав на книгу.

© Metsäkustannus, Luonnonvarakeskus (Luke)

Уход за молодняками: цели, технологии и затраты

Тимо Сакса, Яри Мийна и Карри Уотила

Редактор: Паси Пойконен

Перевод: Людмила Лейнонен

Обложка: Туомо Парикка

Фото на обложке: Институт природных ресурсов Финляндии (Luke) /

Эрки Оксанен, Яри Мийна

Оформление: Vitale Ay

Издатели: Метсякустаннус, Институт природных ресурсов Финляндии (Luke)

ISBN 978-952-338-091-2 (PDF)

2020

К читателю

Ежегодно в Финляндии под рубки ухода в молодняках отводится около 150 000 га и под рубки реконструкции – около 60 000 га лесных земель. В течение последних пяти лет ежегодно на реализацию этих мероприятий расходовалось 80–90 млн. евро. На подготовку лесокультурных площадей и создание лесных культур за это время было потрачено около 100 млн. евро в год. Таким образом, расходы на работы, связанные с уходом за молодняками, составляют почти половину всех затрат на полный цикл лесовыращивания и две трети совокупных затрат, сформированных по всем видам работ лесохозяйственного назначения.

Уход за молодняком – важнейший этап лесовыращивания, от которого зависит успешность инвестиций в лесное хозяйство, и который в будущем должен обеспечить продуктивность выращиваемых древостоев. Грамотный подход к этому вопросу, как в отношении сроков, так и качества выполнения работ, гарантирует хороший результат. Период бездействия, во время которого хвойный подрост вынужден конкурировать с угнетающим его листовым древостоем, способствует ухудшению условий роста выращиваемых деревьев, вследствие чего стоимость работ по уходу за молодняком неоправданно увеличивается. Каждый приём рубки ухода, от осветления до прочистки, призван подготовить молодняк к следующему мероприятию. Отсюда становится понятно, насколько важно обеспечить достаточное жизненное пространство для выращиваемых деревьев и предвидеть последствия межвидовой конкуренции в листово-хвойном древостое.

Технологии ухода за молодняком разрабатываются и постоянно совершенствуются по мере накопления знаний о биологических особенностях лесных деревьев, в частности, о их способности к возобновлению и росту. В этой книге рубки ухода рассматриваются с биологической позиции, а также обсуждаются аспекты практического применения и эффективности того или иного метода. В заключительной части описан ряд оптимальных технологий, направленных на формирование молодняков сосны, ели и берёзы повислой. Для молодняков сосны существуют различные сценарии ведения лесного хозяйства, при оценке эффективности которых необходимо принимать во внимание то, какой способ лесовосстановления применялся и какой результат он показал. Однако немаловажное значение при выборе оптимального решения имеет цель выращиваемого насаждения.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Уход за молодняком и его цели	8
	<i>Уход за молодняком.....</i>	<i>9</i>
2	Лесовозобновление и уход за молодняком:	
	биологические основы	13
2.1	Возобновление лиственных пород семенным путём	13
2.2	Возобновление лиственных деревьев вегетативным путём.....	16
	<i>Факторы, влияющие на порослеобразование.....</i>	<i>25</i>
2.3	Сравнение хвойных и лиственных пород относительно скорости роста в высоту	26
3	Меры, способствующие сокращению потребности	
	в уходе за молодняком	32
3.1	Подготовительные мероприятия.....	32
3.2	Мероприятия по лесовосстановлению и их сроки.....	35
4	Начальный уход за молодняком	38
4.1	Ограничение развития живого напочвенного покрова.....	38
4.2	Дополнение культур	42
5	Первичный уход	44
5.1	Цели мероприятия	44
	<i>Молодняк ели под пологом древостоя.....</i>	<i>48</i>
5.2	Методы первичного ухода и технические средства.....	49
	<i>Сроки проведения ухода за молодняками</i>	<i>56</i>
5.3	Влияние первичного ухода на развитие деревьев хвойных пород.....	59
6	Основной уход за молодняком	66
6.1	Цели основного ухода	66

6.2	Методы основного ухода за молодняком и технические средства	68
	<i>Рекомендованные показатели густоты</i>	69
6.3	Роль рубок прочистки в формировании древостоя	72
	<i>Лесохозяйственные мероприятия, нацеленные на выращивание молодняков по сезонам года</i>	82
7	Расчистка лесосеки от нецелевого подроста перед прореживанием	83
7.1	Цель мероприятия	83
7.2	Необходимость в предварительной расчистке	86
7.3	Предварительная расчистка: технология выполнения работ	89
8	Уход за молодняками и связанные с этим затраты	94
8.1	Уход за молодняками с применением ручного труда	94
8.2	Рентабельность механизированного ухода за молодняком.....	98
9	Сценарии интенсивного ведения лесного хозяйства	102
9.1	Главная порода и способ лесовозобновления	102
9.2	Сравнение сценариев ведения лесного хозяйства	105
	<i>Сравнение сценариев ведения лесного хозяйства с применением инструмента МОТТИ</i>	110
10	Основные правила целевого лесовыращивания	113
	Ориентировочное сопоставление русских и финских типов леса (наиболее распространенных в Республике Карелии)	115
	Литература справочника по уходу за молодым лесом	116

1

УХОД ЗА МОЛОДНЯКОМ И ЕГО ЦЕЛИ

В лесном хозяйстве, направленном на эффективное производство древесины, особое внимание должно уделяться лесовосстановлению и созданию нового древостоя. Меньше всего инвестиций потребуют те объекты, на которых под пологом древостоя уже успел появиться пригодный для выращивания подрост. С учётом мероприятий по сохранению подроста при сплошных рубках затраты на возобновление возрастут, что в свою очередь повысит себестоимость финальной рубки. Активное содействие естественному возобновлению подразумевает расходы на подготовку почвы и сохранение обсеменителей или защитных насаждений. Почву на объекте естественного возобновления обрабатывают с целью улучшения условий прорастания семян и оставленный древостой, служащий источником обсеменения и защитой для подроста, выращивают на 5–20 лет дольше, чем предусматривает нормальный оборот рубки. Общие затраты при искусственном лесовосстановлении включают кроме затрат на семена и саженцы также затраты на создание лесных культур. В зависимости от способа лесовосстановления величина расходов на создание культур колеблется в диапазоне от двухсот до одной тысячи евро на гектар.

После закладки искусственного или естественного молодняка агротехнический и лесоводственные уходы должны быть спроектированы таким образом, чтобы отдача от инвестиций сохранилась на максимально высоком уровне. В соответствии с условиями местопроизрастания выбираются целевые породы деревьев. Уход на ранней стадии развития молодняка и первый приём осветления должны обеспечивать подросту целевой породы жизненно необходимые пространство и ресурсы путём снижения конкуренции со стороны живого напочвенного покрова и других древесных пород. На более поздних стадиях ухода за молодняком разреживание должно быть нацелено на формирование хозяйственно-ценного древостоя и на повышение прироста древесины лучших по качеству стволов.

Уход за молодняком является частью комплекса мероприятий, которые направлены на обеспечение рентабельности первого коммерческого проре-

УХОД ЗА МОЛОДНЯКОМ

Ранний уход: удаление нежелательной растительности, главным образом травянистой и кустарниковой и, при необходимости, дополнение культур.

Первичный уход (осветление): удаление нежелательной древесной растительности, обычно лиственных пород, негативно влияющей на рост деревьев целевой породы.

Основной уход (прочистка): разреживание с целью улучшения условий роста целевой части древостоя и удаление нежелательной части древостоя.

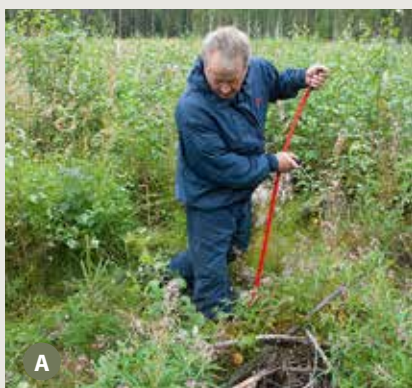


Фото 1.1. Если на плодородных почвах агротехнический уход проводился в течение первых лет после создания культур, то молодой древостой будет успешно развиваться (А). При первичном уходе удаляют нежелательную древесную растительность, негативно влияющую на развитие выращиваемого древостоя (Б). При основном уходе регулируют его густоту и удаляют нежелательные деревья (В). Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эррки Оксанен.

живания. В насаждении, пройденном некоммерческими рубками ухода, должны быть созданы условия для формирования полноценного древостоя. Меры ухода должны обеспечить такую густоту, при которой сомкнувшиеся кроны будут препятствовать развитию лиственной поросли. С другой стороны, выращиваемый древостой не должен быть слишком густым, иначе первую коммерческую рубку ухода придётся проводить достаточно рано, что невыгодно с экономической точки зрения. Первая коммерческая рубка ухода, как лесоводственное мероприятие, при оптимальном стечении обстоятельств может проводиться сразу после прочистки. Тем не менее, чтобы повысить рентабельность рубки, на лесосеке часто приходится удалять нецелевой подрост. Полный цикл выращивания молодняка хвойных пород длится примерно 15 лет. Выращивание берёзового молодняка занимает немного меньше времени.

От того, насколько эффективно ведётся лесное хозяйство, существенно зависит доход на единицу площади в будущем. Уход за молодняками способствует повышению экономического эффекта. Так, ухоженный древостой уже готов к первой коммерческой рубке ухода через 15–25 лет в березняках, через 20–30 лет в ельниках и через 25–35 лет в сосняках после лесовозобновительных мероприятий. На объекте, не пройденном уходом, проводят прореживание позднее или прибегают к реконструкции, если молодой древостой не приносит лесовладельцу желаемого дохода.

Влияние мер ухода за молодняками можно проследить на основании выхода древесины с гектара в течение всего периода оборота рубки (рис. 1.2). В ухоженном ельнике текущий прирост запаса ликвидной древесины на 20% выше аналогичного показателя по ельнику, в котором уход не проводился. Особенно эта закономерность прослеживается в отношении крупномерных сортиментов. При интенсивной модели ведения лесного хозяйства выход пиловочника в ельниках увеличивается на 60%.

Сравнение значений чистой приведённой стоимости (ЧПС) показало, что в ельнике на плодородных почвах интенсивное ведение лесного хозяйства позволит увеличить доход на 50% и, соответственно, более чем на 80% в сосновых насаждениях на малопродуктивных почвах (рис. 1.3).

Уходы после создания культур – ранний, первичный и основной – являются элементами цикла лесовыращивания, которые обеспечивают эффективность инвестиций в лесовосстановление (таблица 1.1). Если каждое из приведённых мероприятий выполнять целенаправленно и своевременно, то можно достичь высоких экономических результатов. От сроков и качества выполнения этих работ зависят производительность насаждения и уровень доходов от лесопользования в будущем.

Уход за молодняком можно осуществлять различными способами. При выборе оптимального для данного объекта решения учитывают особенности лесорастительных условий, а также цели выращивания древостоя и возможность лесовладельца проводить мероприятия на объекте собственными

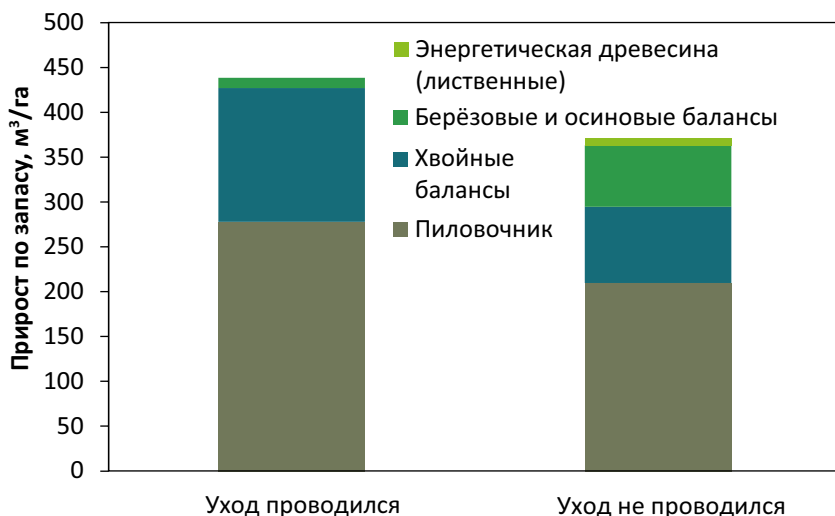


Рис 1.2. При интенсивном ведении лесного хозяйства выход пиловочника в ельниках увеличивается. Примером может послужить ельник черничный, созданный методом посадки в Центральной Финляндии (Суоненйоки, САТ (более +5 С) 1 120 С). Первый вариант предполагает ранний уход в пятилетнем возрасте и ещё через пять лет – первый приём осветления. Во втором варианте уход не проводится и первым мероприятием после посадки ельника являлась реконструкция молодого насаждения. В обоих сценариях выход деловой древесины рассчитан на 68-летний период от момента создания лесных культур. Разреживания выполняются согласно моделям рубок ухода. Сравнительный анализ проведён по результатам, полученным с помощью программы МОТТИ.

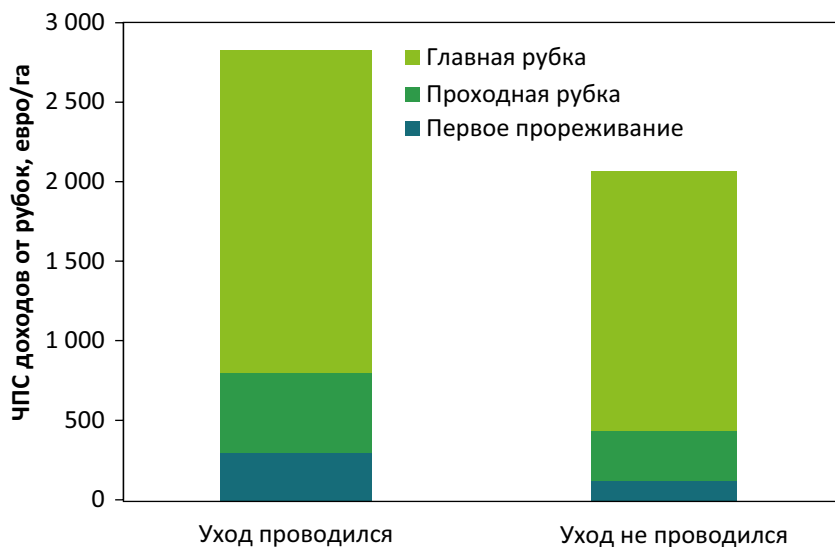


Рис. 1.3. Чистая приведённая стоимость доходов от рубок в еловом насаждении при интенсивном и экстенсивном ведении хозяйства. Расчёты сделаны на примере рис. 1.2.

Таблица 1.1. Лесохозяйственные мероприятия и их цели

Предварительные мероприятия	МЕРОПРИЯТИЯ			ЦЕЛЬ: формирование высокопродуктивного молодняка
	Ранний уход	Первичный уход	Основной уход	
Борьба с травянистой растительностью и лиственными деревьями, образованными семенным и вегетативным путём на площади возобновления	Ограничение развития живого напочвенного покрова Дополнение культур	Удаление нежелательной древесной растительности и обеспечение пространства и доступности ресурсов для развития молодняка	Отбор деревьев, выращиваемых для первой коммерческой рубки ухода	Порода (породы) Соотношение пород Густота Распределение по площади Качество Рост Риск повреждений

силами. Например, агротехнический уход можно проводить как механическим способом, так и с помощью химических средств. На лесохозяйственной площади можно проводить или сплошную расчистку от нежелательной поросли лиственных пород или только вокруг выращиваемых деревьев. Если пни удаляемых деревьев обработать арборицидами с целью предотвращения порослевого возобновления, то необходимость в дополнительных уходах в дальнейшем отпадает. Обычно уход за молодняком проводят вручную, но на практике применяется также и механизированное осветление. Суть способа заключается в том, что на правильно выбранном объекте нежелательные деревья вырываются с корнем. Это существенно сдерживает рост поросли лиственных пород и, следовательно, снижает необходимость в поздних уходах за молодняком.

2

ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЕ И УХОД ЗА МОЛОДНЯКОМ: БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

2.1 Возобновление лиственных пород семенным путём

Общее количество и темпы развития семенных деревьев лиственных пород, зависят от того, насколько обильным был урожай семян и насколько удачно сложились условия для их прорастания. В свою очередь урожай семян зависит от таких факторов, как количество и густота деревьев-семенников в насаждении и от того, является ли этот год семенным или нет. На всхожесть семян и ювенильный этап развития растения влияют условия место-произрастания, характеристики почвообразующей породы и содержание влаги в почве, а также видовой состав растений напочвенного покрова и метеорологические факторы.^{210, 202} Обработка почвы на объекте лесовосстановления способствует улучшению лесорастительных условий, но не только в отношении выращиваемого молодняка. Достаточно часто эта мера приводит к разрастанию нежелательных лиственных пород. Их всходы, появившиеся вскоре после рубки возобновления, берут начало из семян почвенного запаса, а также из семян, попавших в минеральный слой грунта вследствие лесозаготовительных работ и обработки почвы на вырубке.

Берёза, как повислая, так и пушистая, отличается обильным семенением. Исключительный неурожай – явление для берёзы крайне редкое, и даже в неблагоприятные годы урожай семян берёзы высок по сравнению с хвойными породами.^{66, 211, 190} Вылет семян берёзы начинается в июле и заканчивается в октябре, но основная масса семян опадает в период август-сентябрь.^{66, 45, 110} Исходя из этого, обработка почвы, проведённая в конце лета, не оказывает существенного влияния на количество берёзового подростка, образовавшегося в бороздах.⁴⁵ Две берёзы на гектаре на начальной стадии спелости уже способны производить более 300 семян на 1 кв. метре.⁴⁵ От сезонного урожая семян берёзы небольшая доля почвенного запаса сохраняется в состоянии всхожести в течение нескольких лет.⁵¹ Ветер разносит семена берёзы на дальние расстояния. Так, в 200 метрах от стен леса в почве может содержаться более ста штук семян на 1 м².⁴⁵

На сотни метров от материнского дерева ветер разносит также очень маленькие и лёгкие семена осины. Одна осина способна производить миллионы штук семян. Семена осины прорастают легко, но у них слабая способность развиваться до состояния полноценного растения, поэтому более 90% появившихся из семян проростков погибают в течение первого года.¹³² Предпосылками успешного возобновления осины семенным путём являются исключительно благоприятные условия для прорастания семян, которые сложились под воздействием абиотических факторов. На вырубках осина имеет в основном вегетативное происхождение.

Очень сложно оценить динамику численности лиственных деревьев на площади возобновления на основе широко используемых лесоводственно-таксационных признаков, которые описывают условия местопроизрастания, особенности древостоя до рубки, метод обработки почвы и так далее.^{245, 2, 156, 157, 233, 234} Чтобы составить прогноз, касающийся параметров лиственного насаждения, необходимо изучить особенности примыкающих к нему древостоев^{245, 2}, а также метеорологические условия на период прорастания семян. Во всяком случае, на минеральных заболоченных почвах и на торфяниках возобновление берёзы осуществляется намного успешнее, чем в более сухих условиях.^{45, 215}

Естественное возобновление лиственных пород на минеральных почвах проходит успешнее всего в условиях, соответствующих влажным и плодородным суходолам, и, соответственно, количество подроста уменьшается по мере улучшения или ухудшения условий произрастания.^{215, 216} На сосновых вырубках количество подроста лиственных пород увеличивается по мере улучшения почвенных условий,^{245, 156} и относительно ели наблюдается противоположное явление: чем хуже лесорастительные условия, тем больше подроста лиственных пород образуется на вырубке.¹⁵⁸



Фото 2.1. После корчевания пней на объекте проведена посадка ели. Спустя три года наблюдается обильное зарастание вырубki семенным потомством берёзы. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Тимо Сакса



Фото 2.2. Удаление лесной подстилки способствует обильному заселению лиственных деревьев, которые конкурируют с саженцами ели (А). На микроповышениях лиственные породы появляются значительно реже и саженцы ели имеют преимущество в конкуренции благодаря более быстрому темпу роста в высоту (Б). Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрки Оксанен

Если на площади возобновления проведена сплошная минерализация почвы, то на ней появляется больше семенного подроста лиственных пород, чем на необработанном участке.^{192, 110, 111, 233, 216} Особенно много подроста берёзы появляется на вырубке после корчёвки пней.^{105, 202} Через 5–10 лет после сплошной обработки почвы¹⁹² и корчёвки пней²⁰³ на объекте насчитывается до 20 000–100 000 шт./га берёзового подроста. Для необработанных площадей этот показатель соответствует нескольким тысячам штук на гектаре.^{210, 192} Также было замечено, что сбор порубочных остатков на вырубке способствует увеличению семенного потомства берёзы.¹¹¹ Напочвенная растительность распространяется на минерализованной части почвы в зависимости от интенсивности обработки через 5–10 лет после проведения мероприятия, вслед за тем процесс возобновления ослабевает.^{117, 13, 178} Однако основная часть лиственного насаждения появляется в течение первых лет после рубки и подготовки участка.^{245, 173}

Из-за того, что микроповышения легко пересыхают, в первые годы после обработки почвы семена прорастают плохо.¹³⁴ Позднему появлению самосева лиственных пород способствуют образовавшаяся на микроповышениях растительность и установившийся благоприятный микроклимат. Тем не менее, густота лиственного молодняка после создания микроповышений остаётся низкой (по сравнению с объектом, где удалялась лесная подстилка).^{233, 142}

2.2 Возобновление лиственных деревьев вегетативным путём

После финальной рубки и расчистки лесосеки появляется поросль от пней и корней лиственных деревьев. Точно также пни лиственных пород начинают образовывать поросль после рубки осветления, и поэтому как наблюдение за развитием молодняка, так и мониторинг потребности в уходе не теряют своей актуальности. Появление и развитие пнёвой поросли и корневых отпрысков зависит от древесной породы, способа появления родительского дерева (семенной или вегетативный), периода и способа рубки осветления, высоты и диаметра пня, а также от условий местопрорастания.

Древесная порода, возраст и происхождение

Лиственные породы способны размножаться вегетативным путём, образуя побеги на пнях, на корнях и на комлевой части дерева.²¹² Побеги образуются из спящих (превентивных) и придаточных (адвентивных) почек. Спящие почки закладываются при росте дерева и остаются в состоянии покоя, но сохраняют при этом способность к вегетации. Например, у берёзы пушистой спящие почки просыпаются вследствие повреждений ствола или гибели надземной части.¹¹² От пня срубленного дерева образуются комлевые побеги, которые обычно называют пнёвой порослью. Формирование и развитие придаточных почек начинается только после поранения или рубки дерева. Так, при вырубке или повреждении корневой системы осины на корнях материнского дерева образуется множество придаточных почек, которые дают начало развития корневой поросли.^{33,23}



Фото 2.3. Пнёвая поросль берёзы пушистой на следующее лето после рубки возобновления. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Яри Мийна.

Распускание спящих и придаточных почек начинается вследствие нарушения фитогормонального баланса, вызванного поранением или рубкой дерева.^{194, 218, 226} Рост здорового дерева регулируется апикальным доминированием: вырабатываемый верхушечными почками фитогормон ауксин подавляет развитие спящих почек, которые расположены в нижней части ствола. Одновременно цитокинины, вырабатываемые в корневой системе дерева, оказывают влияние на деление клеток. Когда дерево срубают, содержание ауксина в комле и корнях падает, а содержание цитокининов увеличивается. Изменение фитогормонального баланса вызывает пробуждение спящих почек и рост комлевых и корневых побегов.

Количество спящих почек и образованных из них комлевых побегов у берёзы сильно варьирует.^{113, 95} У одно-двухлетнего деревца уже имеется несколько спящих почек.⁴¹ Со временем их количество возрастает и на крупной особи может достигать нескольких сотен.¹¹³

Активизация первых спящих почек начинается через две недели, и основной их части – через месяц после рубки дерева в период вегетации. Густота побегов зависит не столько от количества спящих почек, сколько от их распределения в комле.¹¹³ И хотя около 90% спящих почек у берёзы расположены под поверхностью почвы, треть всех ростков развивается из надземной части растения. Спящие почки могут быть размещены одиночно и группами. Побегов, образовавшихся в местах крупного скопления спящих почек, обычно живут не долго.

Как правило, у старых деревьев спящие почки собраны в группы, чем частично объясняется разница в порослевой активности между 40-летней и 20-летней особями берёзы пушистой.¹¹³ У берёзы пушистой семенного происхождения спящие почки представлены в основном в группах и их количество не так велико, как у берёзы пушистой порослевого происхождения. Таким образом, деревья семенного происхождения дают более интенсивную поросль, чем деревья вегетативного происхождения. У берёзы пушистой, произрастающей на торфяниках, больше спящих почек и обильнее поросль, в отличие от деревьев этой породы, произрастающих на минеральных почвах.¹¹³

Предполагается, что ряд факторов способствуют ухудшению порослевой способности по мере увеличения возраста и размера дерева. С возрастом деревья лиственных пород постепенно переходят на генеративный тип размножения, т.е. возобновление осуществляется преимущественно семенами. Также в комле вырабатывается меньше фитогормонов, способствующих побегообразованию, а утолщённая кора препятствует пробуждению и росту спящих почек. Этим также объясняется высокая порослевая способность берёзы пушистой – в отличие от берёзы повислой, её кора в комлевой части ствола тоньше. Кроме того, побеги на пнях большого диаметра не получают в достаточном количестве воду и питательные вещества из-за разложения корневой системы.⁴¹



Фото 2.4. Спящие почки на берёзе активизируются и начинают развиваться в побеги через месяц после срезания дерева (А). Пень берёзы диаметром 2 см (Б). Появившиеся на нём побеги догоняют в диаметре материнское дерево уже в следующем году. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрkki Оксанен

Лабораторные исследования показали, что почти все пни берёзы дают поросль, и, несмотря на то, что в течение одного вегетационного периода поросль удаляли три раза, количество вновь образованных побегов оставалось на прежнем уровне.⁴¹ Тем не менее многократное воспроизводство побегов приводит к замедлению их роста и сказывается на развитии корневой системы. Так, ежегодное удаление поросли в естественных условиях приводило к снижению активности порослеобразования.⁷⁷

Порослевая способность лиственных пород после рубки – это переменная величина, которая существенно зависит от условий произрастания. Доля берёзовых пней, которые производят поросль, варьирует в пределах 50–90%.^{32, 6} Было замечено, что в одних и тех же условиях берёза пушистая даёт больше поросли, чем берёза повислая.^{160, 6, 96, 99, 143} Однако сравнительный анализ относительно порослевой способности данных пород деревьев не имеет большого значения для практики.

Количество порослевых побегов достигает максимума через 1–2 года после рубки.³² В среднем берёзовый пень даёт 10 побегов, из них 3–8 шт. сохраняют жизнеспособность через несколько лет.^{41, 6, 96, 97} В течение первых лет наблюдаются существенные различия в динамике роста побегов. Мелкие побеги спустя определенное время погибают и со временем количество порослевин на одном пне устанавливается на уровне 2–4 штук.^{34, 41}

В отличие от других лиственных пород, порослевая способность берёзы невелика. Более интенсивно, например, даёт поросль ольха серая. Оба вида ольхи, серая и чёрная, возобновляются пнёвой порослью, но после рубки в корневых системах деревьев этой породы образуются придаточные почки,

которые дают начало корневым отпрыскам.^{40, 181, 197} Часто в результате последующих рубок процесс порослеобразования у ольхи серой активизируется и побеги появляются как на свежих, так и на старых пнях и корнях. Ива также даёт обильную поросль несмотря на многократные рубки.¹⁸⁰ Её порослевая способность снижается, если срезать главный ствол, так как больше всего новых побегов образуется из почек на самых молодых побегах.^{40, 180}

Осина хорошо возобновляется пнёвой порослью и особенно успешно – корневыми отпрысками. Относительно интенсивности порослеобразования, осина находится примерно на одном уровне с берёзой, но по скорости роста – уступает.⁹⁴ Впрочем, корневая система осины даёт сотни отпрысков, которые растут быстрее, чем пнёвая поросль у берёзы.⁹⁴ Около 70% корневых отпрысков осины появляется на расстоянии, не превышающем 10 метров от пня материнского дерева, хотя радиус распространения корней осины значительно больше.²³ Часть корневых отпрысков живут только несколько лет. Отмирая, они заменяются новыми побегами в течении продолжительного времени после рубки.²³

Время проведения рубки ухода

Принято считать, что при регулировании порослевого возобновления лиственных пород имеет значение время проведения рубки ухода, и вновь образованных побегов будет меньше, если мероприятие приурочивать к периоду минимума порослевой способности. После рубки ухода, проведённой в период вегетации, обычно образуется меньше пнёвой поросли, чем после рубки в период покоя. На это указывают и результаты исследований в отношении многих лиственных пород, произрастающих в различных лесорастительных условиях.^{219, 14, 223, 63, 26, 29, 15, 262}

Однако существенной связи между количеством поросли и сезоном рубки исследования не выявили, а результаты, касающиеся периода минимальной интенсивности порослевого возобновления, отчасти противоречивы.^{65, 34, 76, 6} Сроки наступления периода минимума меняются каждый год, а показатели скорости роста колеблются относительно сезона рубки (рис. 2.5).³⁴ Максимум интенсивности порослеобразования от сезона рубки не зависит. Так, лиственные породы равным образом дают обильную пнёвую поросль в результате ухода, проведённого вне вегетационного периода.⁷⁶

В большинстве своём пни дают поросль уже в первый год вегетации (исключение – рубки ухода, проведённые в самом конце лета). Многие исследования показали, что наименьшее количество поросли дают деревья, спеленные в июне – июле. Период минимального порослеобразования у берёзы и рябины приходится на середину июня и у ольхи – на месяц позже.¹⁹⁶ У осины, как показали исследования, период минимального порослеобразования наступает позднее, чем у берёзы.³⁴ В результате рубок, проведённых на торфяных почвах в июле–августе, берёза пушистая давала минимальное количество пнёвой поросли.³⁹

На интенсивность порослевого процесса большое влияние оказывает не только срок проведения ухода, но и погодные условия в первые недели после рубки. В сухую погоду пни дают меньше поросли, чем в период затяжных дождей.³⁴ Уход, проведённый в конце вегетационного периода, заметно замедляет порослевое возобновление ивы, так как побеги не успевают подготовиться к зимовке и легко повреждаются осенними заморозками.⁷⁶ Особенно сильно реагируют на заморозки однолетние побеги ивы, повреждённые ржавчинным грибом.⁴¹ Замечено, что поросль берёзы, образовавшаяся в конце лета, легко повреждается заморозками во второй половине осени.¹⁶⁰ Риск повреждения холодом возрастает с учётом того, что период роста у порослевых побегов длиннее, чем у семенных.¹¹⁴

Связь между временем проведения рубки и интенсивностью порослеобразования зависит от размера и возраста удаляемого дерева. При срезании 2–5-летних деревьев пушистой и повислой берёзы пнёвая поросль образуется меньше всего, если уход приурочен к концу лета или началу осени.⁹⁶ Рубку 10–50-летних деревьев берёзы пушистой лучше всего проводить весной или в начале лета (период минимального порослеобразования).⁹⁷ Отмечено, что меньше поросли даёт берёза пушистая, верхняя высота которой достигает 5–6 метров.¹⁶¹

Внутригодовые колебания потенциала порослевого возобновления обусловлены динамикой запасённых в корнях питательных веществ,²⁷ минимальное количество которых приходится на конец периода активного роста в высоту, а именно на середину лета. После этого начинается новый подъём накопления продуктов фотосинтеза, в том числе и в подземных органах. Например, самый низкий уровень концентрации углеводов в корнях берёзы пушистой и осины приходится на май–июнь⁹⁸, поэтому рубка, проведённая в этот период способствует минимальному образованию поросли.⁹⁶ И несмотря на то, что ресурсы корневой системы истощены, участвующие в процессе фотосинтеза вновь сформированные побеги вскоре восполняют запасы питательных веществ, которые обеспечивают рост порослевин и откладываются в корнях.¹¹⁵ В процессе распускания листовых почек идёт расход запасных питательных веществ до тех пор, пока листья не достигнут половины своего окончательного размера, затем они начинают продуцировать углеводы в большем количестве, чем требуется для роста до нормальной величины.²⁸ Следовательно, даже небольшие накопления пищевых ресурсов в корневой системе часто способствуют образованию поросли.⁹⁶ Дефицит питательных веществ, отрицательно влияющий на порослевое возобновление, имеет достаточно короткий период, сроки которого могут варьировать.

Однако более существенную роль в динамике интенсивности порослеобразования в течение вегетационного периода играют физиологические функции фитогормонов (в том числе ауксина и цитокинина), вторичных метаболитов (в том числе фенолов) и продуктов фотосинтеза.^{21, 40, 116, 27, 149}

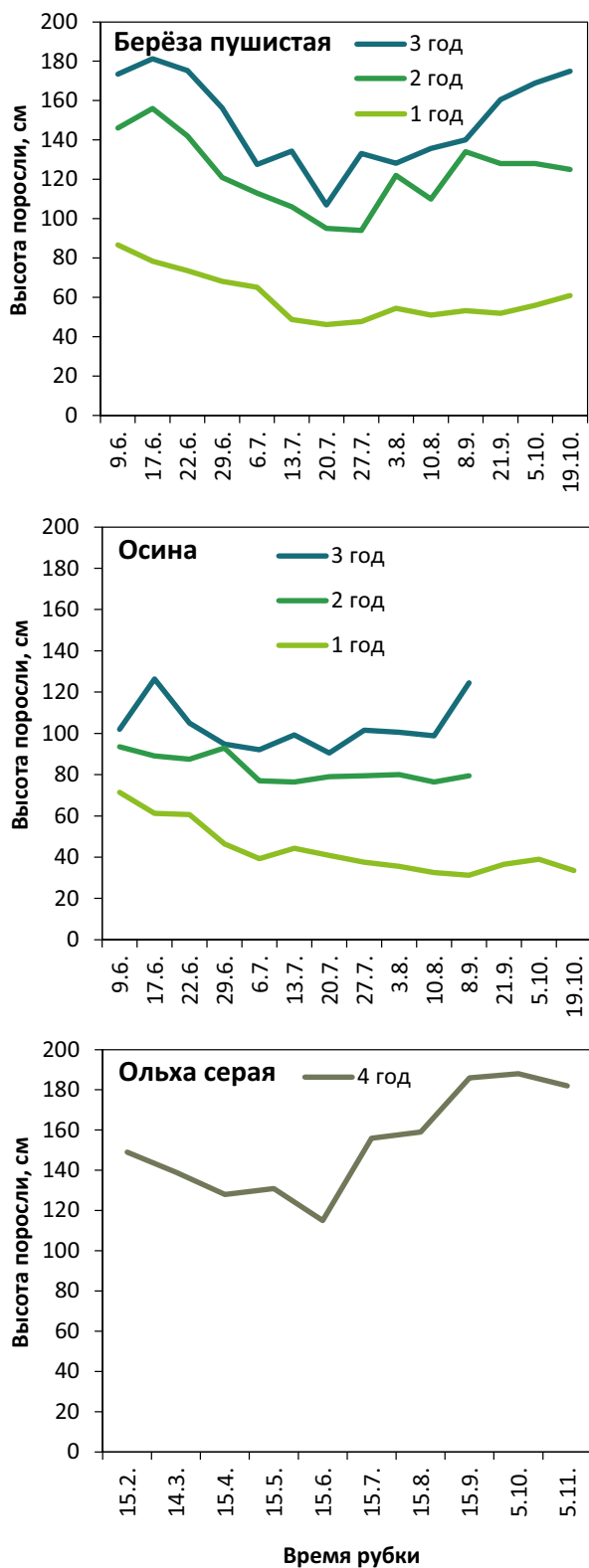


Рис. 2.5. Развитие пнёвой поросли в зависимости от сроков проведения рубки. Отмечается замедление роста побегов в высоту, если рубка выполнена во время вегетационного периода. Осенние замеры берёзы пушистой и осины проводились в условиях, соответствующих влажным суходолам (Рованиemi)³⁴ и ольхи серой – в условиях, соответствующих плодородным суходолам (Пунккахарью)⁶⁵ в течение четырёх лет.

Изменение соотношения концентраций фитогормонов активизирует спящие почки и способствует росту новых побегов. Так, после рубки дерева уровень содержания фенола в пнёвой древесине понижается и это стимулирует почки на пне к развитию.¹¹⁶ С другой стороны, из-за низкого содержания фенола пень в большей степени подвержен разрушительному действию патогенных грибов, в результате чего порослевая способность ослабевает.

Рубки лиственных пород, приуроченные к вегетационному периоду (июнь-июль), способствуют образованию малорослой поросли.^{65, 34, 76} Поросль берёзы пушистой, осины и ольхи серой, образовавшаяся после рубок, проведённых до начала или после окончания вегетационного периода, через несколько лет по высоте превосходит в полтора раза побеги, которые образовались после рубок, приуроченных к середине вегетационного периода (рис. 2.5).^{65, 34, 96, 125} Особенно быстрый рост в высоту наблюдается у пнёвой поросли после осенней рубки. Несмотря на то, что «осенние» побеги являются самыми молодыми, через несколько лет они догоняют в росте «весенние» и обгоняют «летние» побеги (пнёвая поросль, образовавшаяся соответственно после весенней и летней рубок – Прим. пер.).

Диаметр и высота пня

Порослевая способность пней берёзы повышается по мере увеличения их диаметров до 10 см. В следующих ступенях толщины доля пней, не дающих поросль, особенно у берёзы повислой, возрастает (рис. 2.6).^{160, 41, 97} Расчистка зарослей берёзы с толщиной стволиков у основания 1–3 см способствует

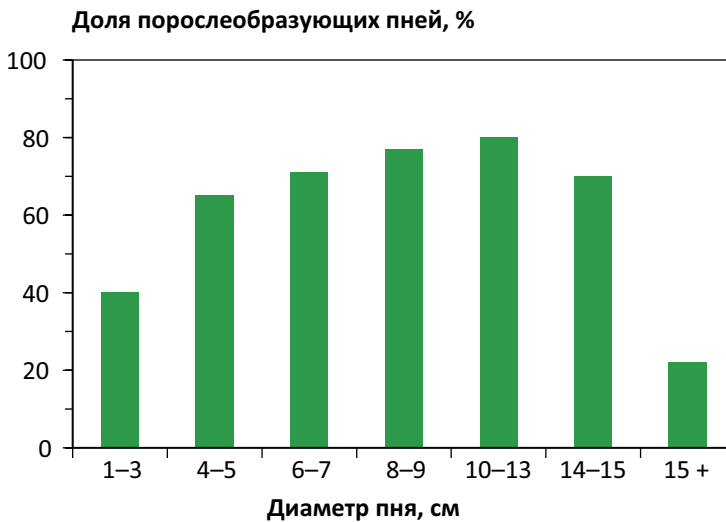


Рис. 2.6. Доля порослеобразующих пней в зависимости от их диаметра.⁴¹

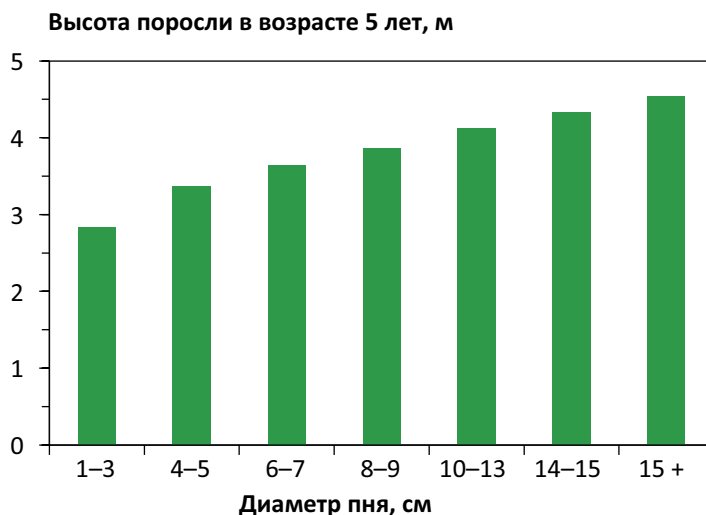


Рис. 2.7. В пятилетнем возрасте порослевые побеги берёзы тем выше, чем больше диаметр пня.²⁰

уменьшению порослеобразования в два раза, по сравнению с березняком, достигшим толщины стволиков 4–5 см).

С увеличением диаметра пня увеличивается скорость роста пнёвой поросли (рис. 2.7).^{20,125} Поросль берёзового пня толщиной 5 см растёт в высоту быстрее на 20%, чем поросль пня толщиной 2 см. И аналогично, чем больше порослевин образует пень, тем интенсивнее их рост в высоту.²⁰

Деревья, срезанные на уровне поверхности почвы, дают меньше пнёвой поросли. Однако, с учётом того, что берёза имеет также много подземных спящих почек, регулирование высоты оставляемого пня или его удаление путём дробления не приносит желаемого эффекта в борьбе с порослеобразованием. По мнению специалистов, преимущество высоких пней заключается в том, что они в большей степени подвержены гниению, вследствие чего взаимодействие между образовавшимися на них побегами и корневой системой ослаблено. Но при этом в отношении берёз пушистой и повислой между высотой оставляемого пня и количеством образовавшейся поросли существенной связи обнаружить не удалось. Деревья, срезанные на уровне поверхности почвы, давали несколько меньше поросли, чем деревья, срезанные на высоте 10 см над поверхностью почвы.^{93,96} У ивы порослевого происхождения большинство спящих почек расположены около самой шейки корня. Уменьшить количество новой поросли возможно, если деревца срезать ниже уровня поверхности пня материнского дерева или пень удалять путём дробления.^{40,180}

Исследования интенсивности порослеобразования не показали разницы между высокими (более полуметра в высоту) и низкими (высотой 5–15 см) пнями осины и берёзы.^{15, 138, 57} Вместе с тем высокие пни осины, в сравнении с низкими, дают больше пнёвой поросли и меньше корневых отпрысков.¹⁵

Условия местопроизрастания

Интенсивность порослеобразования зависит не столько от богатства, сколько от влажности почв.^{6, 93} Некоторые исследования показали, что в условиях влажных суходолов берёза пушистая и ольха серая дают больше поросли, чем в условиях плодородных суходолов.^{160, 34, 6} При этом чем выше уровень плодородия почвы, тем быстрее побеги растут в высоту.^{20, 34}

Затенение и корневая конкуренция

В условиях интенсивно конкурирующей лесной растительности образование поросли на плодородных почвах носит ограниченный характер. Затенённые лиственными деревьями и напочвенной растительностью пни дают меньше поросли, чем пни на открытых местах.^{6, 93} Слабая порослевая способность деревьев, срезанных в середине лета, объясняется тем, что напочвенная растительность, достигшая к этому времени максимальной высоты, отрицательно влияет на порослеобразование. В свою очередь развитие угнетённых порослевых побегов протекает медленнее, чем растущих под открытым небом собратьев.⁶ Свет, который проникает к спящим почкам, расположенным у шейки корня, играет важнейшую роль в процессе активизации порослеобразования берёзы.⁴¹

В этом заключается преимущество метода осветления «в окнах»: верхний ярус из оставленных в еловом молодняке берёз подавляет порослевую способность берёзовых пней.⁹ Низкий уровень порослеобразования под пологом защитного древостоя объясняется главным образом тем, что тень способствует отмиранию порослевых побегов. Так, в экспериментальном еловом молодняке высотой 1 м в после рубки ухода были оставлены в качестве защитного полога двухметровые берёзы в количестве 1 000 шт./га. Спустя 9 лет на участке эксперимента было примерно в два раза меньше пнёвой поросли, чем на контрольном участке после сплошного осветления.⁹ Однако на скорость роста пнёвой поросли защитный полог влияния не оказал. Более крупный, 5–7-метровый защитный древостой оказал негативное влияние как на количество, так и на скорость роста порослевых побегов. Замечено, что подобным свойством подавлять порослеобразование обладают и другие лиственные породы.¹⁰

Принцип осветления «в окнах» заключается в том, что лиственную поросль удаляют в радиусе около метра вокруг хвойных деревьев, поэтому на участке с хвойным подростом остаётся больше выращиваемых деревьев, чем при проведении сплошной вырубке нежелательной растительности.

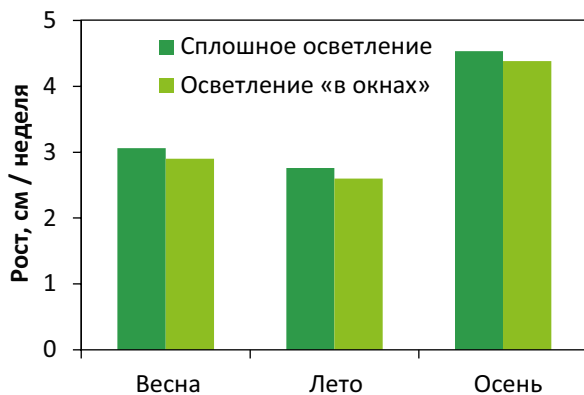


Рис. 2.8. Рост пнёвой поросли зависит от сезона рубки в большей степени, чем от метода. Интенсивность роста выше после ухода, проведённого в течение октября-ноября (в сравнении с уходом, проведённым в период с мая по июль).¹²⁵

На участках, пройденных осветлением «в окнах», пни дают меньше поросли, которая растёт медленнее, чем на объектах сплошного осветления (рис. 2.8).¹²⁵

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОРОСЛЕОБРАЗОВАНИЕ		
Фактор	Количество поросли	Рост поросли в высоту
Древесная порода (пнёвая поросль)	Обе ольхи > берёза пушистая > берёза повислая > осина	Берёза повислая > берёза пушистая > обе ольхи > осина
Тип порослевого возобновления	Корневые отпрыски >> пнёвая поросль	Пнёвая поросль > корневые отпрыски
Возраст	Молодые деревья > старые деревья	Молодые деревья > старые деревья
Способ возобновления	Порослевое > семенное	Порослевое > семенное
Время проведения рубки	Осень, зима > весна, лето	Осень > зима > весна > лето
Диаметр пня	6–15 см > менее 6 см > более 15 см	Чем больше диаметр пня, тем быстрее рост в высоту.
Высота пня	Не влияет	Не влияет
Способ валки	Не влияет. Меньше, если поросль ивы срезать ниже уровня поверхности пня материнского дерева.	Не влияет
Погода во время рубки	Дожливая > засуха	Не влияет
Условия местопроизрастания	Растёт по мере увеличения уровня плодородности и влажности почвы	Чем плодороднее почва, тем быстрее рост в высоту.
Затенение	Влияет отрицательно	Влияет отрицательно

2.3 Сравнение хвойных и лиственных пород относительно скорости роста в высоту

В начале жизни порослевые деревья лиственных пород растут быстрее, чем семенные.^{7, 8, 31} Если поросль берёзы достигает метровой высоты в первые два года своей жизни, то берёзе семенного происхождения для этого потребуются пять лет.^{32, 45} Раннее развитие берёзы пушистой протекает быстрее, чем берёзы повислой. Это характерно как для порослевого, так и для семенного насаждения.³²

В первое время пнёвая поросль использует в полном объёме потенциал корневой системы срубленного дерева. Быстрое развитие побегов на пне обусловлено большими запасами питательных веществ в корнях, обеспеченностью водой вследствие благоприятного соотношения массы побег/корень и хорошей фотосинтетической способностью листьев.²¹² Особенно быстро растут молодые побеги в период тёплой погоды, когда фотосинтетическая деятельность у порослевой берёзы протекает активнее, чем у берёзы семенного происхождения.¹¹⁵

Со временем рост поросли в высоту замедляется.^{160, 34, 32, 114} Побеги не в состоянии больше поддерживать мощную корневую систему – она истощается и часть корней погибает. Рост побегов замедляется также в связи с расходом продуктов фотосинтеза на образование новых корней. Обычно корень, непосредственно участвующий в питании побега, остаётся живым и продолжает расти. Кроме этого, на рост побегов отрицательно влияют патогены, активно распространяемые через поражённые корневой гнилью пни и корни.

Быстрый темп роста в высоту типичен для раннего периода развития порослевой берёзы. К 10–15 годам рост замедляется постепенно, а в более старшем возрасте – стремительно.^{31, 41} Соответственно берёза семенного происхождения растёт в высоту медленно первые два года, а на третий и четвёртый год темп роста повышается.⁴¹ После трёх лет активного развития темпы роста растений семенного и порослевого происхождения выравниваются.¹¹⁴ Тем не менее за три вегетационных периода порослевая берёза опережает берёзу семенного происхождения на 1–1,5 метров.¹¹⁴ В течение нескольких лет разрыв между темпами роста в высоту семенных и порослевых насаждений идёт на убыль, но одинаковой высоты они достигают только в возрасте 15–40 лет.^{160, 31, 38} Порослевые берёзы по сравнению с семенными имеют больше веток и сильнее кустятся, так как их почки прорастают в год формирования.¹¹⁴

У лиственных пород период раннего развития протекает быстрее, чем у хвойных (рис. 2.9 и 2.10).^{31, 176} В первые годы жизни молодняк берёзы порослевого происхождения растёт быстрее, чем культуры сосны и ели, созданные посадкой. В сосновых культурах четырёхлетнего возраста поросль берёзы уже на метр выше сосны⁷. Соответственно в пятилетнем возрасте

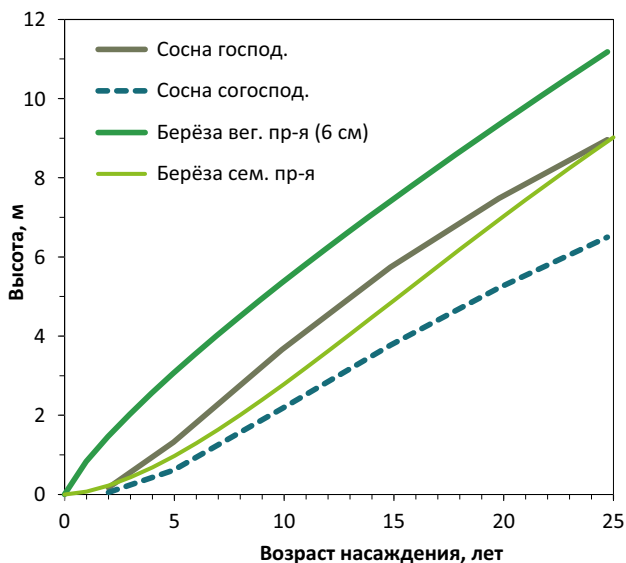


Рис. 2.9. Семенное потомство сосны отстаёт в росте от берёзы как порослевого (диаметр пня 6 см), так и семенного происхождения (суховатые суходолы). Динамка роста была рассчитана: для сосны – с помощью программы МОТТИ²¹⁵; для берёзы семенного происхождения – с помощью моделей Elfving³¹; для берёзы порослевого происхождения – с помощью моделей Björkdahl.²⁰

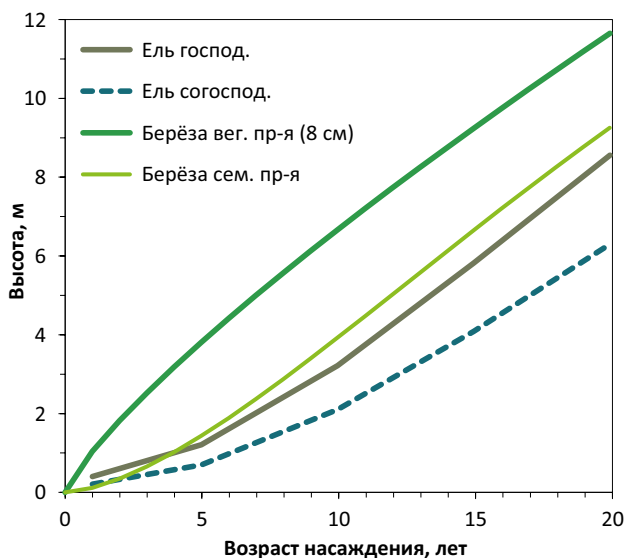


Рис. 2.10. Саженьцы ели отстают в росте от берёзы как порослевого (диаметр пня 8 см), так и семенного происхождения (влажные суходолы). Динамка роста была рассчитана: для сосны – с помощью программы МОТТИ²¹⁵; для берёзы семенного происхождения – с помощью моделей Elfving³¹; для берёзы порослевого происхождения – с помощью моделей Björkdahl.²⁰



Фото 2.11. Берёза порослевого (А) и семенного (Б) происхождения растёт в высоту быстрее, чем культуры ели, созданные посадкой. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрки Оксанен.







Фото 2.12. Развитие лиственных пород порослевого и семенного происхождения в еловых культурах, посаженных после обработки почвы, путем удаления подстилки. После создания культур прошло 6 (А), 7 (Б) и 8 (В) лет. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрки Оксанен.

она может быть на 2 метра выше культур ели, созданных посадкой, и на 3 метра выше подроста сосны естественного происхождения.

Берёзы семенного происхождения часто растут быстрее хвойных деревьев. В шестилетнем возрасте верхняя высота берёзы семенного происхождения уже превышает верхнюю высоту ели, высаженную по микроповышениям на один метр.¹³⁴ В 10-летнем насаждении разница в верхних высотах сосны и берёзы составляла около 2 метров в пользу берёзы.⁸⁵ В наиболее бедных лесорастительных условиях обе древесные породы (сосна – посев или естественное возобновление; берёза – семенное происхождение) растут примерно одинаково (рис. 2.9 и 2.10).

Несмотря на то, что берёзы семенного происхождения начинают расти быстрее, чем хвойные, в более старшем возрасте различия в их высотах выравниваются. После того, когда берёзы семенного происхождения и культуры сосны, созданные посадкой, достигают высоты 1 метр, темпы их роста синхронизируются.²⁴² Соответственно период синхронизации ритмов роста для ели, высаженной по микроповышениям, и берёзы семенного происхождения наступает тогда, когда их общая высота достигает 1,5–2 метров.¹³⁴

3

МЕРЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ СОКРАЩЕНИЮ ПОТРЕБНОСТИ В УХОДЕ ЗА МОЛОДНЯКОМ

3.1 Подготовительные мероприятия

Управление потребностью в уходах за молодняком возможно путём принятия решений о проведении подготовительных лесохозяйственных мероприятий до закладки лесных культур и даже до рубки материнского древостоя. Минимизировать вред, причиняемый нежелательной растительностью возможно, если поддерживать оптимальную полноту древостоя вплоть до финальной рубки, так как потенциал развития травянистой растительности и требовательной к свету лиственной поросли под пологом хвойных деревьев невелик. В насаждении с преобладанием хвойных пород ограничить доступ света к почве также возможно путём удаления лиственных деревьев во время последней коммерческой рубки ухода. Если к моменту финальной рубки травянистая растительность под пологом древостоя не успела развить корневую систему, то на задернение вырубке уйдёт 1–2 года.¹⁷² Также созданные посадкой культуры будут иметь преимущество в конкуренции с самосевом лиственных пород в течение нескольких лет.

Для того, чтобы ограничить появление корневых отпрысков осины и в целом образование пнёвой поросли лиственных пород, лиственные деревья необходимо удалять из хвойного древостоя уже на стадии рубок ухода. Корни от срубленных осин начинают усиленно пускать отпрыски, образуя густые заросли. На протяжении нескольких лет корни удалённых в результате рубки ухода материнских деревьев могут сохраняться живыми и давать отпрыски даже после финальной рубки. Надёжным способом предупреждения корнеотпрысковой деятельности является окольцовывание растущих осин за несколько лет до рубки главного пользования.

Заросли нежелательной растительности мешают проведению лесохозяйственных мероприятий, их следует уничтожать за несколько лет до начала финальной рубки. В противном случае образовавшиеся в результате предварительной расчистки корневые отпрыски и пнёвая поросль будут развиваться в благоприятной среде – на светлой и тёплой вырубке. Но под пологом спелого древостоя пни не дают обильной поросли, следовательно



Фото 3.1. Потенциал напочвенной растительности в значительной степени определяется объёмом рубки главного пользования, породным составом древостоя и характером размещения деревьев на площади.
Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрkki Оксанен.



Фото 3.2. Корневые отпрыски осины в изреженном предыдущей зимой ельнике. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Яри Миина.

на вырубке будет меньше растительности, негативно влияющей на развитие целевого подроста.

На количество берёзового самосева можно в какой-то мере повлиять при выборе сохраняемых деревьев. Площадь распространения семян будет меньше, если во время рубки главного пользования оставлять на лесосеке не только берёзу, но и другие древесные породы, и формировать из них маленькие группы на краю вырубki. Хороших результатов можно также достичь путём удаления обильно плодоносящих берёз из окружающих вырубку насаждений.⁴⁵ Теоретически семена берёзы могут разноситься на расстояние до 400 м,⁴⁴ но семена, давшие всходы, были в основном обнаружены на расстоянии менее 40–50 м от материнского дерева.^{210,45}

3.2 Мероприятия по лесовосстановлению и их сроки

Важным фактором, определяющим конкурентные отношения между живым напочвенным покровом и подростом лесообразующих пород, является срок проведения лесовосстановительных мероприятий. Чем длиннее период между рубкой и восстановлением леса, тем сильнее выражена конкуренция, в которой участвуют травянистая и кустарниковая растительность, а также поросль лиственных пород, особенно на плодородных почвах, где растения, естественно, развиваются более интенсивно. Уже через несколько лет после финальной рубки живой напочвенный покров поглощает питательные вещества в том же объёме, что и материнский древостой.¹⁷⁷ Через пять лет после обработки почвы биомасса живого напочвенного покрова увеличивается почти в пять раз и содержит в 3–4 раза больше питательных веществ, чем биомасса молодняка. Из-за активного поглощения питательных веществ напочвенной растительностью созданные посадкой лесные культуры не могут успешно развиваться. Пятилетние культуры ели, созданные посадкой на третий год после рубки, показали годовое отставание в росте по сравнению с культурами, созданными сразу же после рубки.¹⁷²

От мероприятия по лесовосстановлению как такового зависит уровень потребности в уходе за молодняком. Интенсивная обработка почвы способствует подавлению нежелательной растительности на более продолжительное время. Увеличивая площадь обрабатываемой поверхности, например, создавая более широкие микроповышения, можно в какой-то мере регулировать конкурентные взаимодействия между растениями. Одновременно после обработки почвы создаются предпосылки для естественного семенного возобновления. Чем интенсивнее минерализация почвы, тем благоприятнее условия для заселения вырубki древесными породами-пионерами. В отличие от ровной поверхности участков с удаленной лесной подстилкой, поверхность микроповышений является неблагоприятной средой для прорастания семян, поэтому семенное возобновление лиственных пород здесь происходит с опозданием на 2–3

вегетационных периода.¹³⁴ Следовательно культуры, высаженные по микроповышениям, являются более конкурентоспособными по сравнению с культурами, высаженными по участкам с удаленной подстилкой.

Потребность в уходе за молодняком зависит от целевой породы, способа возобновления и лесокультурного материала. При выборе березы повислой в качестве целевой породы требуется меньше уходов в связи с её способностью к быстрому росту. При искусственном восстановлении сосны можно применять как посадку, так и посев, при этом посадка будет более предпочтительной с точки зрения количества уходов за молодняком. Негативное влияние живого напочвенного покрова можно минимизировать, если для создания культур использовать более крупный и качественный посадочный материал.^{89, 90, 78}



Фото 3.3. Время создания лесных культур имеет большое значение для повышения их конкурентной способности. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрки Оксанен (А), Институт природных ресурсов Финляндии / Тимо Сакса (Б)

4

НАЧАЛЬНЫЙ УХОД ЗА МОЛОДНЯКОМ

4.1 Ограничение развития живого напочвенного покрова

Под ранним уходом за молодняком обычно подразумеваются меры, направленные на поддержку развития подроста в первые годы его жизни. Это может быть удаление или ограничение развития растительности, негативно влияющей на рост молодняка, а также дополнение лесных культур.

Живой напочвенный покров на вырубке – травы, кустарнички и кустарники – в борьбе за выживание оказывают негативное влияние на подрост древесных пород (таблица 4.1). Например, луговик извилистый и вейник лесной перехватывают влагу и питательные вещества, поскольку

Таблица 4.1. Группы растений, конкурирующие с подростом лесообразующих пород. Их особенности развития и объекты конкуренции.^{47, 11}

Группы растений	Род растений	Особенности развития	Объекты конкуренции
Многолетние травянистые растения	Вейник, луговик, полевица	Густая корневая система, эффективное поглощение воды	Вода, питательные вещества и почвенное пространство
Сильно разрастающиеся травянистые растения	Кипрей, щавель	Быстрый рост стебля, легко завоёвывает пространство	Свет, частично вода и питательные вещества
Сильно разрастающиеся низкие кустарники	Малина	Быстрый рост стебля, легко завоёвывает пространство	Свет, частично вода и питательные вещества
Высокие кустарники и мелкие деревья	Ольха, берёза, осина, ива	Быстрый рост в высоту	Свет, частично вода и питательные вещества

образуют хоть и поверхностную, но густую корневую систему (дернину). Конкуренция между саженцами и травянистой растительностью обычно продолжается в первые несколько лет после посадки – до тех пор, пока корневая система лесных культур не проникнет в почвенную толщу еще глубже. Такие травы, как кипрей, успешно конкурируя за влагу и питание, образуют густые заросли, ограничивая тем самым доступ света к саженцам. Наиболее распространённым кустарником на объектах возобновления является быстрорастущая малина. Подрост целевых древесных пород в густых, плотных зарослях малины находится в угнетённом состоянии из-за плохих условий роста и недостатка света.¹¹ В условиях Финляндии все вышеперечисленные виды растительности в совокупности со снеговой нагрузкой являются также причиной механических повреждений подроста.

Оптимальным вариантом обеспечения надёжного возобновления леса на сильно задернённых вырубках и при отсутствии своевременных мер после рубки материнского древостоя, является химический способ борьбы с нежелательной растительностью. Метод предварительной химической обработки применяется почти всегда с целью облесения земель, выведенных из сельскохозяйственного оборота. Так, на бывших сельхозугодьях после химического воздействия на живой напочвенный покров древостой демонстрирует хороший рост и развитие на протяжении нескольких лет после проведенного мероприятия (рис. 4.2).^{42, 89, 90, 78, 79, 80}

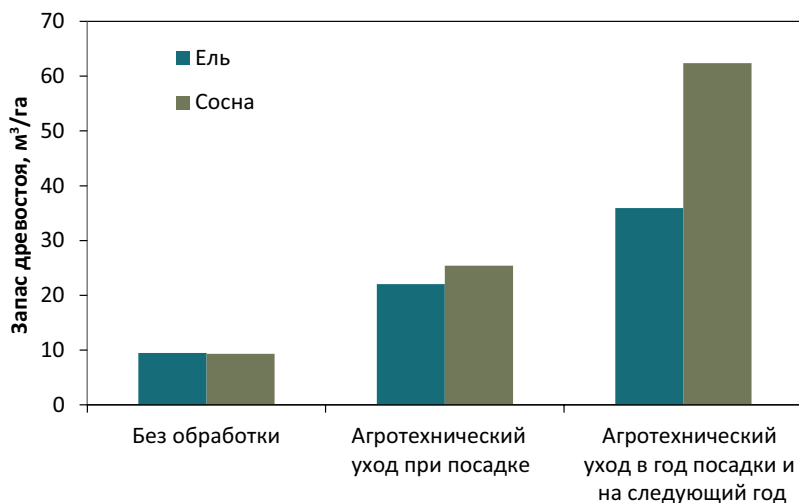


Рис. 4.2. Влияние химического способа борьбы с задернением на продуктивность древостоя на сельскохозяйственных угодьях, подлежащих облесению. Запас древостоя через 15 лет после посадки ели⁷⁸ и сосны⁷⁹.



2010



2011

Фото 4.1. Живой напочвенный покров быстро завоёвывает пространство на лесокультурной площади. Ель высажена по микроповышениям. Вырубка расчищена от порубочных остатков, а также проведена корчёвка пней. Подрост ели успешно выдерживает конкуренцию



с травяной растительностью и кустарниками, но необходимо провести первый приём осветления с целью удаления поросли лиственных пород. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Яри Миина.

Полностью устранить конкуренцию со стороны нежелательной растительности невозможно, даже если учесть такие важнейшие аспекты борьбы с задернением, как предварительная химическая обработка участка, оптимальный способ обработки почвы, качественный лесокультурный материал, обеспечение лесовосстановления в кратчайшие сроки. Агротехнические уходы особенно необходимы на лесокультурных площадях с плодородными почвами.

Механические способы борьбы с нежелательной растительностью после посадки культур заключаются в окашивании и обминании травы или мульчировании почвы вокруг саженцев.²¹⁷ В качестве мульчи были апробированы различные материалы, как, например, щепа, целлюлоза, а также бумажные диски.²¹⁴ Вышеупомянутые виды мульчи показали довольно неплохие результаты противодействия задернению, но способствовали увеличению повреждений мышевидными грызунами. Мульча в роли изолятора может замедлять оттаивание почвы и тем самым повышать риск повреждаемости культур весенней засухой.²¹³

Для химической борьбы с нежелательной растительностью в культурах используют гербициды, воздействующие через листья. Лучшим временем года для применения химического ухода является лето, когда живой напочвенный покров активно развивается. При этом саженцы должны быть защищены от химикатов, так как гербициды, воздействующие через листья, могут повредить неодревесневшие годичные побеги. Система сертификации PEFC¹⁸² при необходимости допускает химическое противодействие задернению. В лесах, сертифицированных по системе FSC, разрешается применять только механические способы борьбы.⁴⁸

4.2 Дополнение культур

Повышению приживаемости культур способствует продуманный подход относительно выбора лесобразующей породы, способа лесовозобновления и способа обработки почвы на вырубке. Потребность в дополнении культур можно свести к минимуму, если определить правильную густоту посадки и использовать подходящий для данных условий местопроизрастания лесокультурный материал. Увеличение количества посадочных мест актуально при наличии негативных факторов, влияющих на успех лесовозобновления – дополнительный посадочный материал безусловно потребует меньше средств, чем мероприятия по дополнению культур.

Если несмотря на принятые меры состояние лесных культур оценивается как неудовлетворительное, то необходимо провести дополнение посадкой через один-два, в крайнем случае – через три года после их создания. Согласно рекомендациям, дополнение культур на этом этапе актуально, когда количество благонадёжных особей в хвойном молодняке составляет меньше 1 500 (на севере Финляндии – 1 200) и в лиственном молодняке –

меньше 1 100 шт./га.²⁶⁴ После дополнения густота лесных культур должна соответствовать первоначальной густоте. Если густота повреждённого молодняка составляет меньше 500–600 шт./га, то проводят повторное лесовосстановление.

Для дополнения следует выбирать крупный посадочный материал, выращенный в достаточно больших брикетах. Из-за конкуренции между растениями свежевывсаженные саженцы часто отстают в развитии от остального подроста. По этой причине лесоводственный и экономический эффект от дополнений по мере роста древостоя ослабевает. В молодых сосняках, созданных методом посева, и на объектах естественного возобновления в целях дополнения можно производить посев семян в течение первых лет жизни лесных культур. В 3–4-летних культурах, созданных посевом или на участках, возобновившихся естественным путем, также можно проводить дополнение. В других случаях потребность в дополнении определяется согласно вышеизложенным критериям оценки качества лесных культур, созданных посадкой.

Результаты исследований дополнения культур в целом оптимизма не вызывают.⁵⁰ Обычно посаженная при дополнении ель приживается лучше сосны.¹⁹⁹ Результаты повторной посадки в естественном еловом молодняке были тем лучше, чем раньше было проведено дополнение.^{22, 207} На начальном этапе проектирования мероприятия целесообразно выяснить причину плохой приживаемости. Например, если причиной неудавшегося возобновления является плохо проведённое осушение вырубki, то предпосылок для успешной реализации проекта не будет до тех пор, пока данная проблема не будет устранена.

5

ПЕРВИЧНЫЙ УХОД

5.1 Цели мероприятия

Первичный уход направлен на создание наиболее благоприятных условий для формирования продуктивного древостоя. Мероприятия проводят до наступления момента, когда быстрорастущие лиственные породы начинают преуспевать в конкуренции с хвойными и препятствовать их развитию. Удаляемые при осветлении лиственные деревья – это вегетативное и семенное потомство, появившиеся на вырубке после проведения лесосечных работ. При рубках осветления, как правило, хвойный древостой не разреживают, но иногда удаляют низкокачественные и слишком разросшиеся экземпляры. Работу проводят преимущественно мотокусторезом при наличии следующих предпосылок: молодняк, созданный посадкой, уже достигает 1–2-метровой высоты; молодняк, созданный посевом или возникший при естественном возобновлении, достигает 0,5–1-метровой высоты; поросль лиственных пород оказывает на целевой подрост негативное влияние.

В еловых молодняках потребность в первичном уходе наступает уже через 4–6 лет после посадки или в период достижения елью высоты около 1 м.²³⁴ Сосновый молодняк, созданный посадкой, подлежит осветлению, если лиственные породы заняли всё свободное пространство и по высоте перегнали сосну. Сосняки произрастают обычно в таких типах леса, которые соответствуют суховатым суходолам или в более суровых условиях, но, несмотря на это, около половины сосновых молодняков в Южной Финляндии, созданных путём посева или естественного возобновления, нуждаются в первичном уходе.²⁰⁴ Подобные объекты часто представлены молодняками, имеющих высоту менее метра. Если порослевое возобновление развито слабо, то осветление можно перенести на срок, когда сосна достигнет 2–3-метровой высоты. В этом случае уход потребует больше усилий.



Фото 5.1. Осветление елового молодняка с помощью мотокустореза. После мероприятия, проведённого в середине лета, порослеобразование сведено до минимума. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрkki Оксанен.



Фото 5.2. В трёхлетнем березняке (берёза повислая) нет необходимости проводить первичный уход. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Яри Мийна.



Фото 5.3. Определение потребности в первичном уходе. Наблюдения в безлиственный период в марте (А) и после распускания листьев в мае (Б) дают противоречивые результаты. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрки Оксанен.

Саженьцы берёзы повислой растут быстрее, чем молодняк лиственных пород естественного происхождения, поэтому уход в березняке, созданном посадкой, проводят в более поздние сроки. Однако берёзовые молодняки естественного происхождения или созданные посевом нуждаются в уходе раньше, так как быстрорастущие порослевые деревья способны их заглушить.

Инвентаризацию лиственных культур и оценку конкурирующего влияния легче всего проводить летом, в период облиствения деревьев. Обследование молодняка вне периода вегетации не всегда даёт правильное представление о количестве требуемых мероприятий. Для первичного ухода важна своевременность, так как негативное воздействие быстрорастущих лиственных пород может быть значительным в течение даже одного вегетационного периода. Диаграмма (рис. 5.4) наглядно демонстрирует двукратный рост конкуренции между деревьями за 1–2 вегетационных периода.

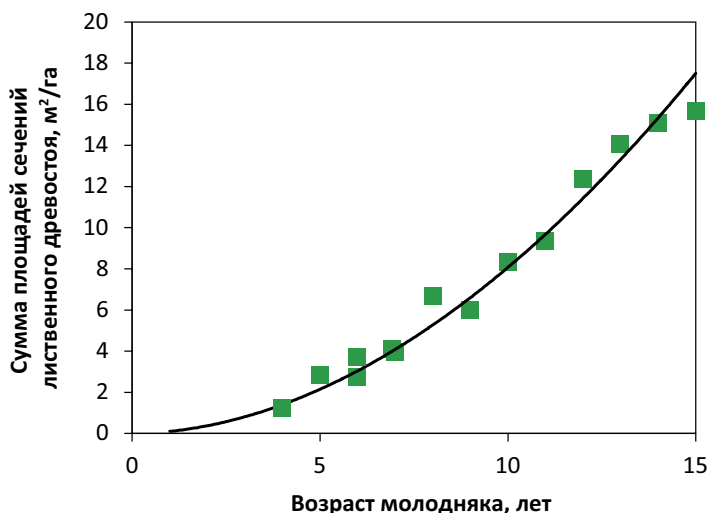


Рис. 5.4. Сумма площадей сечений лиственного древостоя в неухоженных молодняках ели разного возраста, созданных посадкой. Северный и Южный Саво.^{234,232} Измерения проводились на высоте 10 см.

МОЛОДНЯК ЕЛИ ПОД ПОЛОГОМ ДРЕВОСТОЯ

Максимальный риск повреждений ели весенними заморозками приходится на первую половину вегетационного периода, с момента набухания почек до завершения роста в высоту. Ель переносит низкие температуры хуже, чем сосна. Эффективным способом защиты культур ели от заморозков является создание их под пологом древостоя. Для формирования защитного яруса из лиственных пород над культурами ели оптимальной считается густота полога около 1 500 шт./га.¹³⁵ В холодные ясные ночи кроны деревьев защитного древостоя задерживают отражённую солнечную радиацию, повышая тем самым температуру воздуха на уровне земли.¹⁰⁸ В отличие от культур на вырубках после сплошной рубки, культуры ели под пологом древостоя трогаются в рост позже, что также предохраняет их от губительного воздействия весенних заморозков.¹³¹

Культуры ели под пологом защитного древостоя следует проектировать только для объектов, которые подвержены заморозкам. В данном случае составляется конкретный план лесовозобновления и ухода за молодняком. Такой объект может быть заложен, например, на торфяных почвах, где с помощью узколесосечных рубок способствуют естественному возобновлению ели.⁷⁰ На вырубке сначала формируется густой древостой берёзы пушистой, под пологом которого появляются всходы ели. Березняк разреживают до густоты 1 500 шт./га, после чего еловый подрост начинает активно развиваться, но защитная функция берёзового древостоя сохраняется. После достижения елью 1,5–2-метровой высоты, т.е. после того, когда заморозки больше не представляют опасности, защитный древостой следует незамедлительно удалить, так как он мешает развитию елового молодняка.¹³⁶

В 70-х – 80-х годах широко применялся метод посадки саженцев с открытой корневой системой под мотыгу в неподготовленную почву. Созданные таким образом культуры ели в течение 12 лет достигали двухметровой высоты.¹⁹⁸ В своё время выращивание культур под пологом древостоя считалось целесообразным не только из-за угрозы заморозков, но и как один из способов борьбы с нежелательной растительностью. В настоящее время посаженные в микроповышения ели растут быстрее и достигают двухметровой высоты примерно за 8 лет, если развиваются свободно, на открытом месте.^{208, 216} Избежать сильного задернения возможно, если обработка почвы проведена путем создания микроповышений и создание лесных культур осуществляется сразу после финальной рубки.



Фото 5.5. Молодняк ели, пострадавший в результате заморозков. Осветление проводилось весной. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эррки Оксанен.

5.2 Методы первичного ухода и технические средства

Сплошное осветление

При сплошном осветлении в хвойных молодняках лиственная древесная растительность удаляется полностью, исключая места, где хвойных деревьев нет. Работу проводят обычно мотокусторезом, кусторезным ножом или другими соответствующими назначению инструментами, которыми срезают лиственные деревья на высоте 5–15 см. После первого приёма осветления на пнях срезанных деревьев образуется поросль, обилие которой зависит от количества пней и условий местопрорастания. Удаление пнёвой поросли в



Фото 5.6. Культуры ели, созданные посадкой до и после сплошного осветления. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эррки Оксанен.

этом же году ограничивает рост повторных побегов на пнях.¹⁰⁰ Однако практика показала, что двухэтапное осветление – не самый эффективный способ борьбы с повторным порослеобразованием. Поросль от срезанных деревьев достаточно сильно мешает развитию хвойного подроста и через несколько лет может потребоваться второй приём осветления. Он особенно актуален при условии, когда хвойный молодняк подвергался заглушению лиственными породами ещё до начала первичного ухода. Если второй приём осветления не проводят, то порослевые деревья удаляют во время прочистки.

Осветление «в окнах»

При осветлении «в окнах» конкурирующий древостой удаляется вокруг хвойных деревьев в радиусе около метра, при этом порослевые группы удаляют полностью.^{107, 206, 157} Этот метод ухода подходит для объектов с хорошо развитым целевым подростом, на которых риск заглушения хвойных деревьев лиственной порослью сведён к минимуму. Стоимость работ при осветлении «в окнах» на 10–15% меньше, так как часть лиственного древостоя остаётся на корню.¹²⁵ Оставшийся лиственный древостой удаляют позднее, во время прочистки. Тем не менее, влияние метода на общую стоимость рубок ухода за молодняком не существенно, так как в отличие от осветления, при прочистке придётся удалять более крупные деревья.^{206, 125, 157}

Обезвершинивание

Метод заключается в оставлении высоких пней при срезании деревьев, мешающих развитию целевого молодняка. Живую часть кроны необходимо срезать на такой высоте, чтобы избежать образования новой кроны из боковых ветвей или ствола.^{106, 49, 137, 206} Густота живого древостоя после обезвершинивания деревьев сохраняется на прежнем уровне, что в свою очередь благоприятно сказывается на развитии хвойного молодняка с точки зрения формирования высококачественной древесины, в особенности, если речь идёт о сосне.

Химический и биологический способы борьбы с порослью

Наиболее эффективным с экономической точки зрения методом борьбы с обильной порослью является химический, благодаря которому предотвращают рост новых побегов; следовательно, во втором приёме осветления нет необходимости. Однако этот метод утратил актуальность в связи с опасностью загрязнения окружающей среды. Применение химических средств борьбы ограничено Лесной сертификацией. Система сертификации PEFC запрещает применение гербицидов, воздействующих через листья, но при механическом способе уничтожения лиственной растительности допускается химическая обработка пней.¹⁸²

Проблема борьбы с вегетативным возобновлением лиственных пород легла в основу исследования роли гриба хондростереум пурпурный. Этот весьма распространённый гриб является одним из числа возбудителей гнилевых болезней, которые заражают древесину повреждённых лиственных деревьев. Обработанные сразу после срезки деревьев грибным экстрактом пни начинают разлагаться быстрее, вследствие чего процесс порослеобразования замедляется или вовсе прекращается. Результаты этой меры заметны



Фото 5.7. В результате обработки пня берёзы экстрактом гриба хондростереум пурпурный образование пнёвой поросли прекратилось. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эркки Оксанен

не сразу: появившаяся у обработанных пней поросль постепенно теряет силу и её количество уменьшается через несколько лет после проведения обработки.⁵⁶ В настоящее время в Финляндии продолжается поиск более эффективного штамма гриба и тесты, касающиеся обработки пней грибным экстрактом, уже показывают положительные результаты.^{251, 252, 57, 58, 59, 62} Доля обработанных пней, полностью прекративших порослеобразование, составила у берёзы и осины 80% и 50% у рябины.⁶⁰ За счёт обработки пней осины также удалось повлиять на образование корневых отпрысков. Но обработка грибным экстрактом пней ивы никак не отразилась на её порослевой активности.²⁴⁰

Машинизированное осветление

Для ухода за молодняком разработаны также машинизированные способы.¹²⁷ Одной из многообещающих технологий ухода на раннем этапе развития древостоя является осветление с применением устройства «Naarva P25». Суть данной технологии заключается в том, что листовые деревья вырываются с корнем. Установленную на конец стрелы харвестера решётку (осветлитель), опускают таким образом, чтобы удаляемые листовые деревья оказались в её ячейках. Затем устройство зажимает деревья и вырывает их из почвы с корнем. После открытия захвата листовые деревья высвобождаются и падают на землю.

Машинизированное осветление лучше всего проводить через 4–6 лет после посадки ели и через 6–8 лет после посева сосны, то есть немного раньше сроков проведения рубок ухода мотокусторезом. Это связано с тем, что лесная техника может проходить над хвойным подростом, высота которого составляет не более одного метра. При определении сроков машинизированного осветления важно убедиться, что мелкий – менее полуметра высотой – подрост листовых пород, который сложно захватывать устройством, не представлен на лесокультурной площади в большом количестве. С другой стороны, для того чтобы хвойные культуры хорошо просматривались из кабины трактора, преобладающая высота удаляемых деревьев не должна превышать двух метров. В наиболее густых молодняках работу следует проводить в безлистный период, но после оттаивания грунта. В условиях мёрзлого грунта листовые деревья легче ломаются. Оставшиеся в почве корни и пни от сломанных деревьев будут давать побеги так же активно, как после рубки ухода с применением мотокустореза.¹²⁷

При машинизированном осветлении потери среди сохраняемых деревьев составляют около 5%. Обычно это та часть молодого древостоя, которая попадает под колёса трактора.^{126, 191, 86} При неблагоприятном стечении обстоятельств доля повреждённых деревьев может составлять 10–20%.¹²² Тщательное планирование поможет избежать серьёзных повреждений лесных культур.¹²⁷ Для машинизированного ухода не подходят крутые склоны и переувлажнённые почвы, а также объекты, представленные



Фото 5.8. Машинизированное осветление в культурах ели выполняется агрегированным с харвестером осветлителем «Naarva P25». Уход на объектах, покрытых обильной порослью, проводят весной или осенью. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Карри Уотила.

хвойными молодняками с обильной примесью рябины, для которой характерна широкая корневая система. Очень важно также уделять внимание качеству выполнения работ. Количество перемещений техники по участку можно минимизировать, если полностью использовать потенциал вылета стрелы харвестера, двигаться по прямым линиям и избегать лишних поворотов машины.

Помимо первичного ухода, машинизированное осветление решает широкий спектр других задач. Хорошее качество работ сводит к минимуму потребность в повторных осветлениях и даёт возможность сразу переходить к первому коммерческому разреживанию. В результате применения данной технологии участок, как правило, сохраняется свободным от пнёвой поросли и от нежелательного самосева лиственных пород. Следовательно, в дальнейшем такой объект не будет нуждаться в аналогичных мероприятиях. Оставшийся сосновый подрост после машинизированного осветления в молодых сосняках, созданных путём посева и естественного возобновления, должен составлять в условиях близких суховатым суходолам 3 000–3 500 шт./га и настоящим суходолам – 1 800–2 000 шт./га.

Машинизированный способ ухода за молодняками можно также осуществлять с помощью кусторезного оборудования «Tehojätkä UW40» компании Usewood Oy. Срезающий механизм устроен так, что позволяет одновременно с валкой обрабатывать пни арборицидом, подавляющим образование пнёвой поросли.²⁴⁰ Химическая обработка эффективна только для свежесрубленных деревьев.



Фото 5.9. В культурах ели (высота около метра, созданы путём механизированной посадки в микроповышения) проведено машинизированное осветление: (А) – год назад, (Б) – 3 года назад, и (B) – 7 лет назад. После машинизированного ухода в культурах нет конкурирующей древесной растительности как порослевого, так и семенного происхождения. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрkki Оксанен.



Фото 5.10. Культуры сосны созданы механизированным посевом в минерализованные площадки. В семилетних культурах, достигших высоты около метра, проведено машинизированное осветление. На верхнем фото – после проведения мероприятия прошло две недели, на нижнем фото – два года. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрки Оксанен.

СРОКИ ПРОВЕДЕНИЯ УХОДА ЗА МОЛОДНЯКАМИ

Необходимость в первичном уходе в культурах ели и сосны обусловлена различием в скорости роста в высоту между лиственными и хвойными деревьями на ранней стадии развития. Чем больше отставание хвойных деревьев относительно темпов роста, тем раньше древостой нуждается в осветлении. Достижение побегами пнёвой поросли одной высоты с хвойными – показатель того, что необходимо провести второй приём рубок ухода. После первичного ухода почти всегда следует прочистка, во время которой удаляют поросль, образованную в результате осветления. Так называемый двухэтапный уход является весьма распространённым сценарием ведения лесного хозяйства.

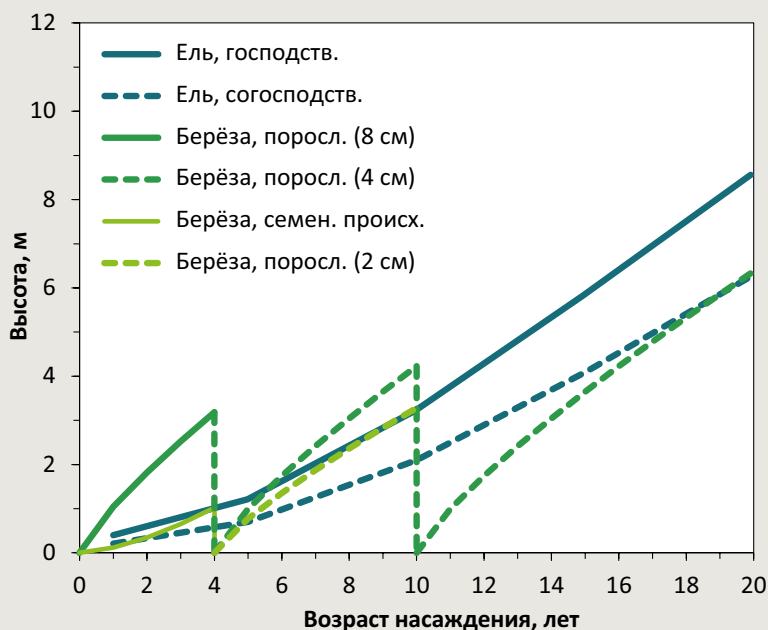


Рис. 5.11. Первичный уход в культурах ели, созданных посадкой на этапе достижения культурами высоты 1 м и прочистка – на этапе достижения высоты 3 м. Образовавшаяся после этого поросль берёзы уже не способна догнать ель в росте.

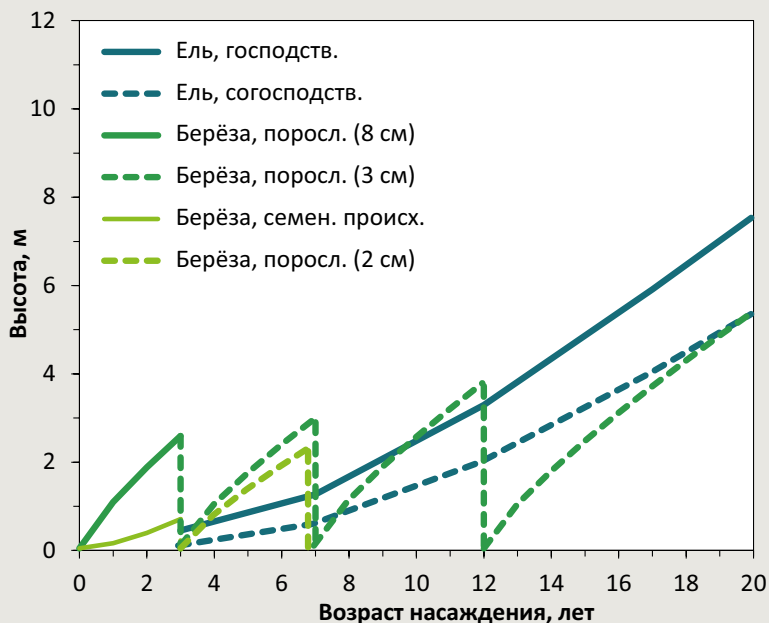


Рис. 5.12. Если посадка ели будет проведена с задержкой на два года, то уход за культурами придётся делать три раза. Начальный уход должен проводиться на следующий год после создания культур и второй приём – через четыре года, когда ели достигнут метровой высоты. Следующий уход за молодняком проводят при достижении 3 м высоты.

Сроки проведения осветления и прочистки можно определить путём сопоставления верхних высот лиственных и хвойных древостоев.^{228, 146, 241} Представленные диаграммы иллюстрируют динамику темпов роста культур ели, созданных посадкой в условиях, соответствующих влажным суходолам (рисунки 5.11 и 5.12) и культур сосны, созданных путём посева в условиях, соответствующих суховатым суходолам (рисунки 5.13 и 5.14). Динамика роста была рассчитана: для сосны и ели – с помощью программы MOTTI;²¹⁵ для берёзы семенного происхождения – с помощью моделей Elfvig;³¹ для берёзы порослевого происхождения – с помощью моделей Björkdahl.²⁰ Представленные модели не учитывают влияния конкуренции между деревьями на скорость роста пнёвой поросли, поэтому приведённые данные по высоте порослевой берёзы, особенно касающиеся периода после прочистки, завышены.

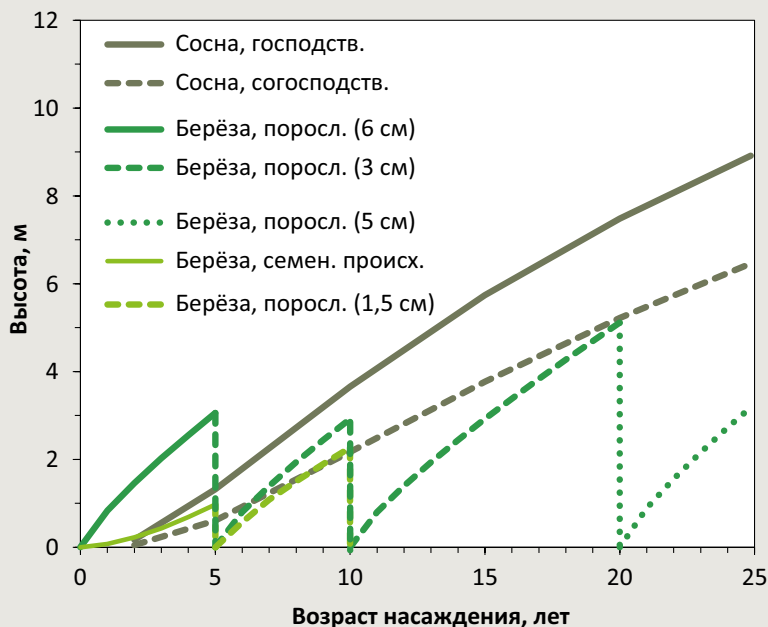


Рис. 5.13. В культурах сосны, созданных посевом, необходимо проводить два ухода (высота 0,5–1 м и 2–3 м). Прочистку и разреживание сосны выполняют при достижении высоты 5–7 м.

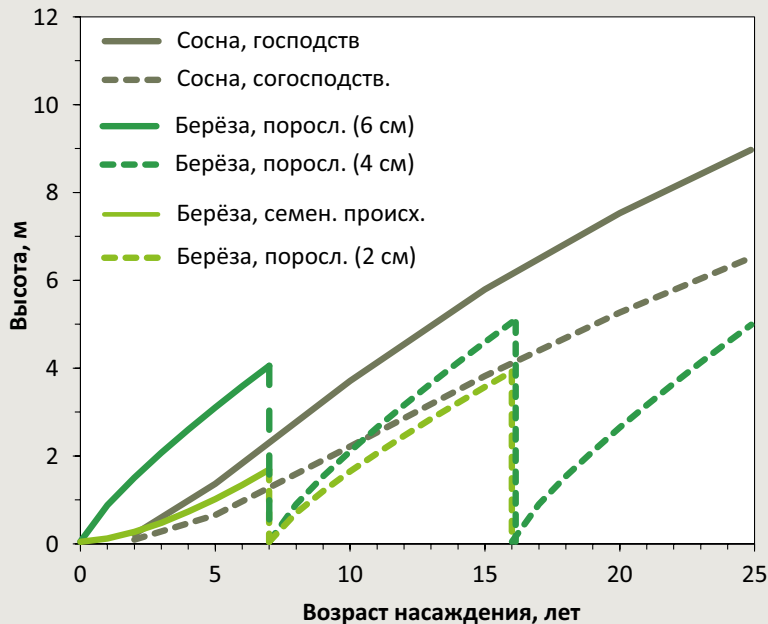


Рис. 5.14. Если первичный уход был выполнен с опозданием (высота сосны 1–2 м), то второй приём не проводят. Тогда прочистка и разреживание сосны актуальны при достижении высоты 4–6 м.

5.3 Влияние первичного ухода на развитие деревьев хвойных пород

Конкуренция между деревьями

Первичный уход, при котором удаляют нежелательную растительность, благоприятно сказывается на развитии хвойных пород. Причин для его проведения несколько: освобождается достаточное пространство для роста деревьев, повышается фотосинтетическая продуктивность крон, развитие выращиваемого древостоя не замедляется в условиях снижения конкуренции за свет и питательные вещества. На заросших лиственной порослью вырубках у хвойных, особенно у ели, образуется хвоя, адаптированная к режиму слабого освещения. Удаление лиственной растительности при запоздалом уходе вынуждает подрост ели приспосабливаться к новым условиям. Под влиянием изменившегося освещения продолжительность адаптации, т.е. выхода к прежнему темпу роста, может занять несколько вегетационных сезонов.^{121,155, 162, 168, 150} За это время быстрорастущая пнёвая поросль успевает догнать в росте медленно оправляющуюся от шока ель.

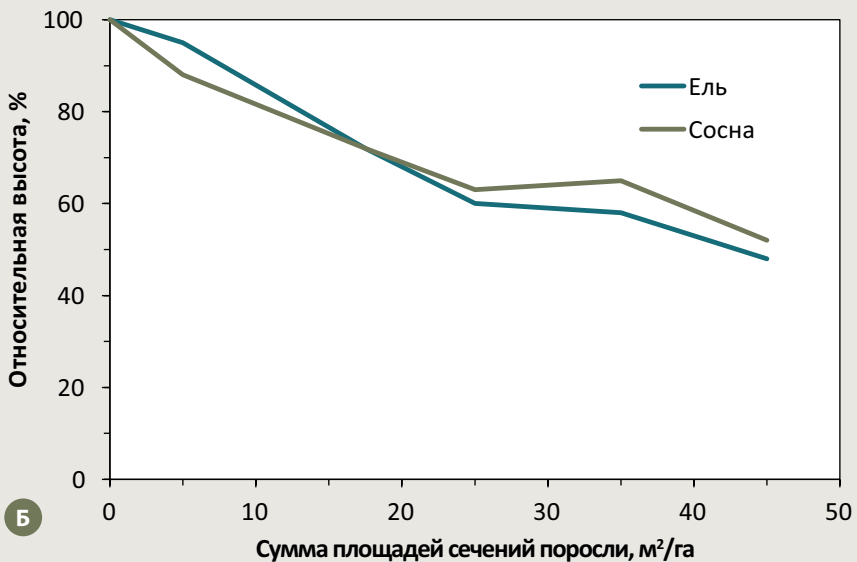
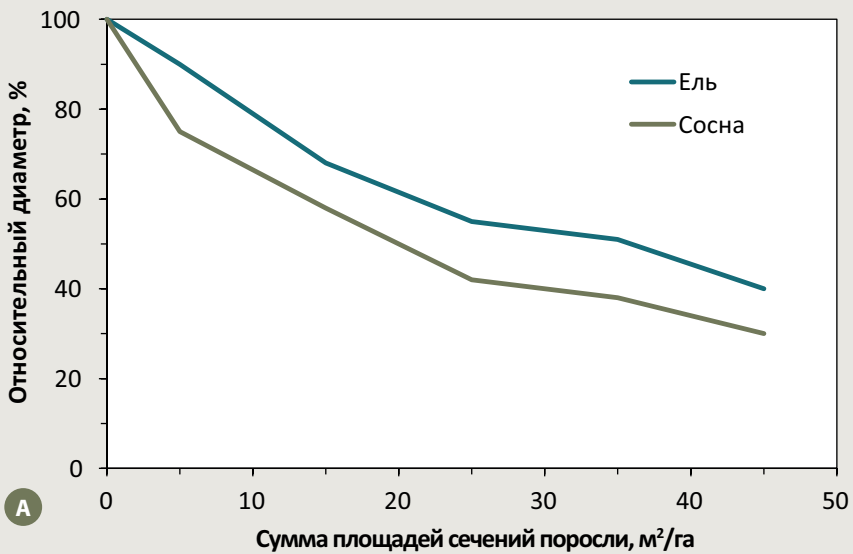
Вследствие конкуренции с лиственными породами, особенно с их вегетативным возобновлением, рост молодых сосен и елей замедляется. Нередко отмечено повреждение крон хвойных пород, вызванное охлестыванием со стороны соседних лиственных деревьев. Конкуренция тем острее, чем выше густота лиственных и чем выше их положение в вертикальной структуре насаждения (рис. 5.16). Таким образом, темп роста в культурах хвойных как по высоте, так и по диаметру



Фото 5.15. Быстрорастущий лиственный древостой замедляет развитие культур ели. Без первичного ухода вершины елей подвергаются охлестыванию со стороны соседних лиственных деревьев. Институт природных ресурсов Финляндии/Яри Мийна.

напрямую зависит от количества и размеров лиственных деревьев на лесокультурной площади.^{108, 7, 8, 9} В результате конкуренции радиальный прирост замедляется раньше, чем рост в высоту. По сравнению с елью, культуры сосны переносят конкуренцию хуже.

Вегетационные опыты показали, что на раннем этапе развития растений корневая конкуренция за воду и питательные вещества протекает интенсивнее, чем надземная конкуренция за свет и жизненное пространство.¹ Серьёзным конкурентом для молодых хвойных деревьев является быстро-



растущая берёза, в особенности её корневая система. Отчасти этим объясняется активизация роста оставшегося древостоя после удаления лиственной растительности с корнями. Согласно предварительным исследованиям, по сравнению с традиционным способом ухода (с помощью мотокустореза), механизированный уход способствует росту производительности выращиваемого древостоя на 10–20%.^{75, 127} Также отмечено, что по сравнению с методом срезания, метод механизированного осветления с помощью оборудования «Naarva P25» обеспечивает более продолжительный эффект.

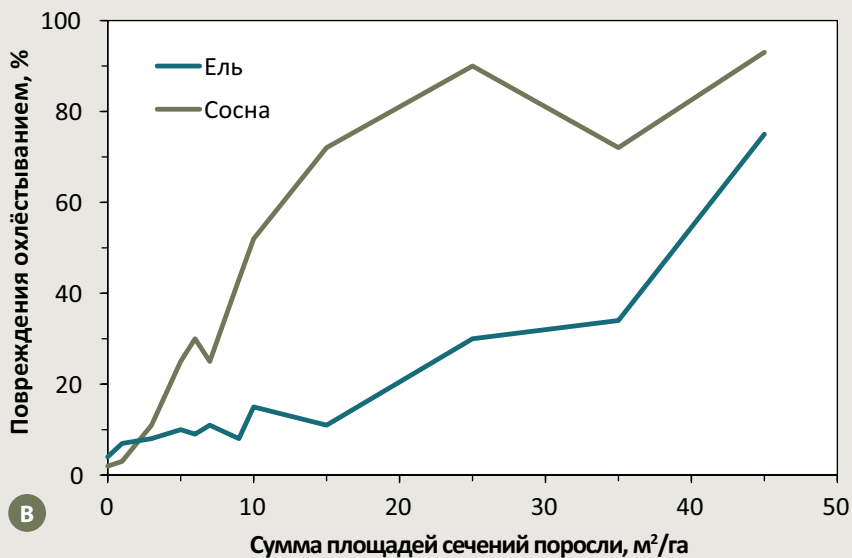


Рис. 5.16. Относительные диаметр (А) и высота (Б) хвойного подроста в зависимости от густоты лиственной поросли, а также количество повреждений в результате охлестывания (В).^{260, 9} Диаметр и сумма площадей сечений измерены на высоте 35 см. Сумма площадей сечений поросли 10 м²/га, если в пределах окружности радиусом 1 м имеется одно дерево диаметром 6,3 см или три дерева диаметром 3,7 см. На стадии первичного ухода сумма площадей сечений поросли составляет 1–4 м²/га и на стадии прочистки – 5–15 м²/га, если осветление не проводилось (рис. 5.4).

Ход роста по высоте и диаметру

Первичный уход в культурах сосны, созданных посадкой, способствует увеличению радиального прироста на 5–10%.²⁰⁶ Сначала изменения, связанные с ускорением роста по диаметру, становятся заметными в области шейки корня.^{87, 244, 85} Обычно осветление не влияет на рост в высоту,^{244, 206} однако существуют исследования, подтверждающие обратное. Отмечено, что рост в высоту культур сосны снижается при наличии густой поросли лиственных пород.^{260, 43} С другой стороны, рост сосны лучше там, где имеется незначительная примесь лиственных.^{87, 200, 85}

В условиях конкуренции с лиственной растительностью темп роста в еловых культурах как по высоте, так и по диаметру снижается.^{260, 108, 9} При отсутствии рубок осветления по мере роста молодняка конкуренция лишь обостряется. По сравнению с еловыми культурами без ухода, радиальный прирост саженцев ели через два года после первичного ухода увеличился на 20–30% (рис. 5.17).²³² Соответственно через десять лет производительность елового молодняка, пройденного уходом, в два раза выше, чем аналогичного древостоя без ухода.⁹

По мере достижения порослью лиственных пород высоты главной породы и выше, кроны хвойных деревьев могут быть повреждены от сильных ударов ветвями при раскачивании ветром. Такие повреждения отрицательно сказываются на росте в высоту и на качестве древесины. Особенно много подобных повреждений получают молодые сосны, соседствующие на расстоянии менее метра с превосходящими их по высоте лиственными деревьями.^{8, 107}

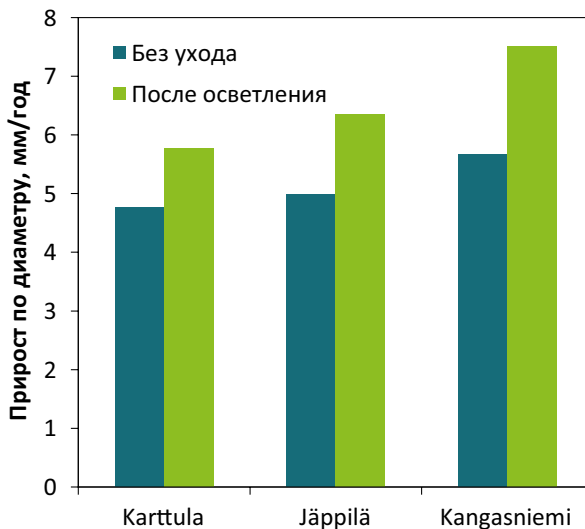


Рис. 5.17. Первичный уход способствует увеличению прироста по диаметру у ели на 20–30% в течении 2–3 лет после мероприятия.²³²

В культурах сосны со значительной примесью берёзы естественного происхождения, осветление является практически неизбежной мерой ухода. Всего потери в виде погибших или сильно повреждённых деревьев на заросших вырубках в Южной Финляндии составили более 30%. Соответственно в ухоженных культурах сосны, достигших верхней высоты 7–8 м, этот показатель составил 3–8%.²⁰⁶ В бедных условиях произрастания величина отпада сосны, созданной посевом и естественным путём, не увеличилась, хотя осветление не проводилось. Но при этом доля повреждённых в результате охлёстывания сосен составила 8–18%.¹⁵⁷ В Северной Финляндии в культурах сосны, созданных посадкой и достигших средней высоты 1–2 м, без проведения ухода доля повреждённых из-за охлёстывания растений составила 15%, тогда как на участках, пройденных сплошным осветлением, этот показатель не превышал 2%.⁸⁷ Соответственно в Южной Швеции доля повреждённых из-за охлёстывания саженцев в неухоженных культурах ели составила 15–17% от общего их количества.³⁶

Динамика качественных показателей

После первичного ухода усиливается радиальный прирост ствола и одновременно утолщаются ветви сосен.^{244, 85} Благодаря осветлению замедляется процесс отмирания нижних ветвей – чем меньше густота выращиваемого древостоя, тем ниже граница кроны.⁸⁵ Если хозяйство нацелено на получение высококачественного пиловочника, то во время осветления сосновый молодняк не разреживают, но удаляют крупные особи, так называемые деревья-«волки». Это даёт возможность при прочистке отбирать на доращивание лучшие по качеству ствола деревья.

Благонадёжный молодняк естественного происхождения или созданный путём посева имеет достаточное количество растений (более 4 000 шт./га) для выращивания высококачественного древостоя. При сплошном осветлении в сосновых молодняках удаляют все листовые породы и деревья-«волки». В культурах сосны, созданных посадкой, зачастую количество благонадёжного подроста является недостаточным для формирования полноценного древостоя, а дополнение культур проводить экономически не выгодно.^{246, 72} Один из возможных способов увеличить густоту молодняка – оставить на доращивание берёзу, возобновившуюся из семян на подготовленной под культуры почве.^{201, 82, 242}

Наличие берёзы в сосновых молодняках допустимо, так как её примесь в целом оказывает положительное влияние на рост сосны.^{8, 107, 242, 205} Но поскольку древесные породы отличаются друг от друга по темпу роста, то выращивание смешанного берёзово-соснового древостоя, в отличие от выращивания чистого сосняка, является более сложным процессом. Во избежание охлёстывания в сосновом молодняке оставляют такие берёзы, которые имеют меньшую высоту и находятся на расстоянии от сосны более одного метра.^{8, 242} Влияние конкуренции с листовыми заметно по

снижению прироста по диаметру ствола и ветвей сосны. Однако влияние берёзы на толщину ветвей меньше, чем влияние сосны соответствующего размера. Таким образом, тот же самый уровень качества ствола достигается в чистых сосновых молодняках при небольшой общей густоте и с меньшими повреждениями из-за охлестывания. Выращивание соснового древостоя перегущенным на плодородных почвах никак не улучшает его качественных показателей, так как темп роста дерева слишком высок для продуцирования высококачественной пиловочной древесины.^{231, 144, 120}

Влияние начальной густоты на качество древостоя у ели и берёзы не имеет такого большого значения, как у сосны.¹⁷¹ В молодняках ели и берёзы, густота которых соответствует, как минимум, густоте закладки культур (ель – 1 800–2 000 шт./га; берёза – 1 600 шт./га), наличие большого количества ветвей/сучьев не очень сильно отражается на качестве древесины.^{64, 164, 165, 187, 169} Следовательно, лиственные деревья-конкуренты, которые не были удалены на этапе первичного ухода, замедляют развитие молодняков ели и берёзы (деревья равномерно размещены по площади, имеют оптимальную густоту). Обычно при проведении осветления некоторую часть мелких берёз оставляют на дорастивание. Затем на более поздних этапах ухода формируют смешанный хвойный молодняк с оптимальной долей участия лиственных пород в его составе.

Риск повреждений

Первичный уход способствует снижению риска повреждений на ранней стадии развития древостоя. Так, деревья после осветления растут быстрее и тем самым сокращается период, когда молодые насаждения больше всего подвержены повреждениям, наносимыми полёвками и лосьями. По мере укрепления ствола и увеличением доли живой кроны одновременно уменьшается риск снеголома. Удаление поросли осины в молодняках сосны способствует уменьшению риска заболеваний, вызванных сосновым вертуном.^{128, 148}

Сразу после посадки культур возникает риск повреждений от пашенной полёвки и этот риск уменьшается по мере развития саженцев.²⁵³ Рост количества повреждений от этого грызуна также возможен из-за разрастания травянистой растительности на вырубке в результате осветления.⁸⁵ Тем не менее, большинство наблюдений показывают обратный результат: повреждений стволиков от полёвок было меньше в местах, где проводилось осветление. Под пологом древостоя, в отличие от открытых участков, вероятность возникновения повреждений от полёвок мала из-за слабого задернения почвы.¹⁶ Также отмечено, что смешанные хвойные молодняки с примесью берёзы, в отличие от чистых, менее подвержены нашествию полёвок.²⁵³

Наибольший урон молодым насаждениям сосны и берёзы наносит лось при достижении деревьями высоты 1,5–3,5 метров. Риск повреждений от лося увеличивается в сосново-лиственном молодняке, особенно если

лиственный древостой превышает по высоте сосну.^{69, 84, 170, 157, 19} Чистые сосновые молодняки для него не так привлекательны, как смешанные. Во избежание повреждений молодняков сосны лосем рекомендуется своевременно удалять привлекательные для него осину и рябину. Однако, согласно результатам обследования контрольных участков, связи между уровнем риска повреждений и составом насаждения выявлено не было.^{25, 30}

В зоне высокой плотности популяции лосей очень важно добиваться хороших результатов возобновления сосны и своевременно удалять лиственные породы в сосновых молодняках. Если разреживание сосняков проводить не слишком рано и не слишком интенсивно, то это позволит расширить выбор среди оставляемых на доращивание деревьев, заменяя ими повреждённые особи. На объектах зимнего выпаса лосей уменьшить повреждение соснового подроста можно с помощью обработки отпугивающим репеллентом.¹⁴⁷



Фото 5.18. Урон, причиняемый лосем в сосновых молодняках под пологом лиственного древостоя. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эркки Оксанен.

6

ОСНОВНОЙ УХОД ЗА МОЛОДНЯКОМ

6.1 Цели основного ухода

Основной уход за молодняком, или прочистка, регулирует его густоту, обеспечивая тем самым достаточное пространство для роста, эффективный прирост по диаметру и хорошее качество древесины выращиваемых деревьев к моменту первой коммерческой рубки ухода. Одновременно удаляются нежелательные лиственные деревья. Если густота выращиваемого древостоя остаётся слишком высокой, молодняк прочищают повторно, иначе прореживание придётся проводить раньше намеченных сроков. Слишком низкая густота ведёт к потере рентабельности прореживания и негативно влияет на прирост древесины. Благодаря уходу за молодняком рентабельность можно повысить путём переноса прореживания на более поздние сроки при условии, что риск повреждений не возрастёт.

Вопрос оптимизации густоты при прочистке прежде всего актуален для сосняков естественного происхождения или созданных посевом. Чем выше густота выращиваемого древостоя, тем раньше разреживают молодняк. Зачастую в культурах, созданных посадкой, появляется подрост, который расширяет возможности выбирать лучшие деревья для доращивания и регулировать густоту древостоя.

Отбор деревьев должен быть направлен на то, чтобы в конкретных условиях местопроизрастания обеспечить максимальную продуктивность лучших деревьев соответствующей древесной породы. Выбор главной древесной породы производится на этапе лесовозобновления. Успешное возобновление расширяет возможности выбора качественных экземпляров, но зачастую их количество ограничено и тогда для доращивания оставляют также деревья других пород. Отбор проводится по принципу соответствия условиям местопроизрастания и предпочтениям относительно роста и качества выращиваемых деревьев.

В целях обеспечения биологического разнообразия в хвойных молодняках рекомендуется оставлять примесь лиственных деревьев (около 10%). Малоценные с хозяйственной точки зрения осина, ива козья, рябина и ольха

серая рекомендованы для выращивания в маленьких группах на малопродуктивных участках или в местах, где возобновление леса не увенчалось успехом. Группы сохраняемых деревьев не трогают, также оставляют листовенные породы вокруг гнилых деревьев. Островки густой разнообразной растительности оставляют с целью обеспечения укрытия для дичи. Наилучшими условиями для этого обладают влажные низины, а также заросли черники на границе выделов.

Сроки и интенсивность прочистки зависят от целей хозяйства и наличия риска повреждений. Так, при выращивании высококачественного пиловочника молодняк сосны разреживают на более поздних этапах развития. С проведением прочистки также можно повременить, принимая во внимание риски, связанные с деятельностью лосей, так как испорченные лосем ценные сосны придётся заменять новыми экземплярами для выращивания. Подходящим моментом для прочистки является время, когда листовенная поросль уже не в состоянии обогнать в росте целевой древостой (см. информационную таблицу: «Сроки проведения ухода за молодняками» стр. 56). После ухода, проведённого на позднем этапе развития молодняк, кроны выращиваемых деревьев достаточно быстро смыкаются, при этом листовенная поросль и подрост ели в нижнем ярусе теряют жизнеспособность. Это явление характерно в первую очередь для ельников, но не для сосняков и березняков, в которых до начала прореживания зачастую необходимо удалять нецелевой подрост.



Фото 6.1. Культуры ели до прочистки и после. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрки Оканен.

6.2 Методы основного ухода за молодняком и технические средства

Основной уход за молодняками проводят главным образом с помощью ручного мотокустореза при достижении деревьями высоты 2–7 м. Густоту доводят до 1 600–3 500 стволов на гектаре. Сроки проведения прочистки и густота выращиваемого древостоя зависят в числе прочего от древесной породы, условий местопроизрастания, наличия риска повреждений и целей хозяйства (см. информационную таблицу: «Рекомендованные показатели густоты» стр. 69).

Для механизированной прочистки можно применять кусторезное оборудование «Tehojätkä UW40» компании Usewood Oy, которое выполняет операции по аналогии с ручной валкой.^{221, 227} Малогабаритный лесной трактор способен маневрировать между выращиваемыми деревьями, не оставляя при этом глубокой колеи. Преимуществами механизированной прочистки являются более комфортные по сравнению с ручным методом условия труда. Машиной можно проводить прочистку также при малой мощности снежного покрова. Этот метод приемлем на объектах ухода, подходящих для прохода малогабаритной лесной техники, в том числе и при рубках осветления.



Фото 6.2. Прочистка в сосновом и еловом молодняке. Работы выполняются мотокусторезом. В еловом молодняке ранее было проведено осветление по достижении деревьями метровой высоты. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эркики Оксанен.

РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГУСТОТЫ

Молодняки сосны разреживают при высоте 3–7 м до густоты 2 000–3 000 шт./га; молодняки ели – при высоте 3–5 м до густоты 1 800–2 200 шт./га; молодняки берёзы повислой – при высоте 4–7 м до густоты 1 600–1 800 шт./га. Берёзу пушистую выращивают при более густом стоянии – 2 000–2 500 шт./га.

Добиться высокой продуктивности сосняков естественного происхождения и созданных посевом возможно, если после успешного возобновления на вырубке появился достаточно густой подрост. В условиях, соответствующих суховатым суходолам, должно произрастать, как минимум, 4 000 шт./га. При осветлении удаляют нежелательную листовую растительность. Молодое насаждение сосны на этом этапе не разреживают, удаляют только деревья-«волки». Если хозяйство нацелено на выращивание пиловочника, то сосновый молодняк разреживают при высоте 5–7 м до густоты 2 000–2 200 шт./га.

Выращивание сосны с целью получения как деловой, так и топливной древесины возможно в условиях, соответствующих черничным и брусничным типам леса. Если было проведено осветление, то сосну разреживают при высоте 2–3 м до густоты 3 000–3 500 шт./га и заготовку топливной древесины проводят в период достижения верхней высоты 10–12 м. В более бедных условиях произрастания рекомендуется выращивать только деловую древесину.



Фото 6.3. Прочистка в хвойном молодняке с помощью кусторезного оборудования «Tehojätkä UW40» компании Usewood Oy. Технологические коридоры в молодняке для этого вида работ не прокладываются. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Карри Утила.

Для прочистки также подходит режущее оборудование «MenSe». ^{220, 227, 127} Режущую головку устанавливают на малогабаритный или, в крайнем случае, на среднегабаритный харвестер, или же на экскаватор, пригодный для лесохозяйственных работ. Работы выполняются по аналогии с ручной валкой. Технологические коридоры прокладывают на расстоянии 20 м друг от друга. В отличие от трелёвочных волоков, предназначенных для передвижения форвардера, технологические коридоры при механизированной прочистке делают более узкими. С целью компенсации вырубленной в коридорах древесины, древесной в примыкающей к ним полосе оставляют более густым. Подходящими объектами прочистки являются молодые ельники и сосняки высотой 3–7 м. Целевая густота – не более 2 000 стволов на гектаре, количество вырубленной древесины по возможности не должно превышать 10 000 стволов с гектара. Сосновые молодняки на минеральной почве можно проходить рубкой в любое время года, на торфяниках и заболоченных почвах – только в период мёрзлого состояния грунта. Во избежание повреждений корневой системы уход в еловых молодняках проводят в период мёрзлого состояния грунта или по снежному покрову. В молодняках с высокой примесью лиственных пород уход проводят в безлиственный период при благоприятных условиях видимости.

Лесосека, пройденная механизированной рубкой ухода, из-за высоких пней и следов от прохода техники выглядит первое время не такой аккуратной, как после работы вальщика. В результате работы режущего оборудования повреждения получают 5–11% выращиваемых деревьев. ^{220, 221, 103} Вместе с тем, по мере накопления оператором машины практического опыта, качество выполнения работ за молодняками повышается. Учитывая



Фото б.4. Уход за молодым сосняком с помощью режущей головки компании MenSe Oy, установленной на харвестере. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Яри Мийна.



Фото 6.5. Прочистка в еловом молодняке проведена 4 года назад режущей головкой «MenSe». Машинизированный уход за молодняком предусматривает прокладку технологических коридоров. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Яри Мийна.

уровень повреждений при машинизированном уходе, густоту оставляемого древостоя немного превышают. Сильно повреждённые деревья удаляют при прореживании.

Через несколько лет в лесу после работы техники на рубках ухода практически не останется никаких следов. Если уход за молодняками выполняется своевременно и эффективно, деревья достаточно быстро реагируют на освободившееся пространство, особенно те деревья, которые растут вдоль технических коридоров. Таким образом, возможные потери сводятся к минимуму.

В Швеции был разработан метод «регулярных коридоров», при котором деревья для дальнейшего выращивания не отбирают, а вместо этого прорубают регулярные коридоры шириной 2–2,5 м.^{18,17} В загущенных молодняках коридоры прокладывают на расстоянии 5 м друг от друга, в редких молодняках – через 10 м. Уход в технологической полосе вальщик проводит кусторезом. Таким образом, 15–30% площади молодняка проходят машинизированным уходом и 70–85% – ручным. Применение данного метода способствует сокращению затрат на уход за молодняками при условии, если первоначальная густота молодняка составляет, как минимум, 8 000 стволов на гектаре и, если в результате машинизированной прокладки коридоров эффективность работы вальщика повышается на 20%.¹⁷

Метод «регулярных коридоров» также позволяет оставлять древостой в технологической полосе неразрезанным. Заготовка топливной древесины одновременно с прокладкой коридоров способствует повышению рентабельности метода. Метод «регулярных коридоров», в основе которого лежит принцип заготовки пучками, пока ещё находится на стадии испытаний, но, скорее всего, он получит широкое применение в будущем.

6.3 Роль рубок прочистки в формировании древостоя

Динамика радиального прироста

Сроки рубок прочистки и густота оставляемого на дорастивание древостоя зависят от целей ведения лесного хозяйства. Решения, принятые на стадии раннего развития древостоя, позднее ложатся в основу плана мероприятий на оборот рубки. Если владелец леса ставит перед собой конкретные цели, то уход за молодняком осуществляется с учётом этих целей.

С точки зрения только увеличения общего запаса древесины выращивание древостоя в крайне густом состоянии можно рассматривать как наиболее выгодный вариант. В сосняках и ельниках прирост запаса древесины увеличивается соответственно с повышением густоты до 4 000 стволов на гектаре.¹⁸⁶ Дальнейшее увеличение густоты уже существенно не отражается на продуктивности древостоя. Тем не менее, выращивание насаждения в состоянии максимальной густоты экономически невыгодно: в отличие от показателей текущего прироста по запасу качественные показатели древесины, особенно пиловочной, по мере увеличения густоты не улучшаются.⁷⁴ Также чрезмерное разреживание молодого древостоя, особенно соснового, негативно влияет на формирование его хозяйственно ценных признаков.

После рубки ухода в молодяке остаются лучшие по качеству деревья, на выращивание которых и будут направлены имеющиеся ресурсы. Оставляемый древостой формируют с учётом получения прибыли от предстоящих прореживаний. Процесс радиального прироста в загущенном древостое протекает медленно, поэтому как средний диаметр вырубаемых стволов, так и запас изъятый при прореживании древесины остаются на низком уровне, что в целом существенно снижает рентабельность коммерческой рубки ухода. С целью повышения рентабельности прореживание можно сдвинуть на более поздние сроки, но в этом случае придётся изменить сроки всех последующих приёмов рубки. Перенос сроков прореживания с 12 м верхней высоты до 16 м способствует удвоению выхода ликвидной древесины.⁷³

Естественное изреживание древостоя или отмирание нецелевого подроста – лишь отчасти объясняет отрицательную динамику текущего прироста при увеличении густоты свыше 4 000 стволов на гектаре. Более



Фото 6.6. Целевая густота выращиваемого древостоя является важным параметром рубки ухода. Результаты выполненных работ время от времени проверяет даже опытный вальщик. Густоты оставленных на доращивание деревьев: 1400 (слева) и 2000 (справа) стволов на гектаре. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрки Оксанен.

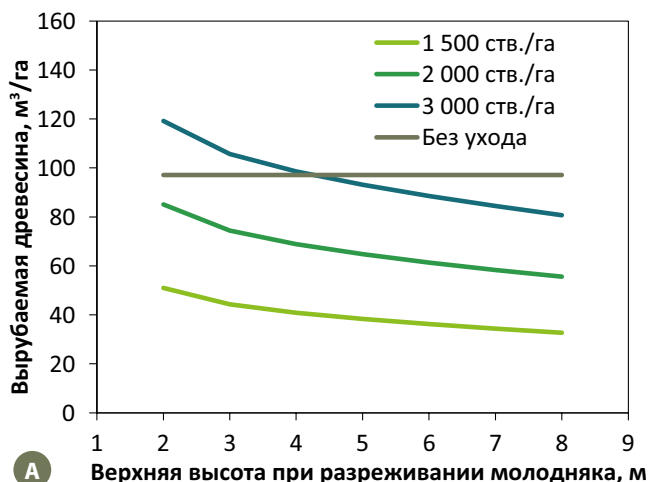
наглядными являются изменения таких показателей, как средний диаметр древостоя и средний диаметр основного яруса (рис. 6.7). На этапе прореживания (верхняя высота 14 м) в сосняке густотой 2000 стволов/га средний диаметр древостоя на 15% и средний диаметр основного яруса на 9% больше, чем в аналогичном сосняке густотой 3 000 стволов/га.^{186,73} Положительное влияние прореживания на прирост крупной древесины тем ощутимее, чем раньше оно было проведено. По сравнению с сосняками у ельников взаимосвязь густоты и среднего диаметра проявляется не так явно.¹⁸⁶

На радиальный прирост выращиваемого древостоя влияют сроки и интенсивность рубки ухода.¹⁰⁹ В прореженном древостое увеличивается прирост по диаметру, особенно в комле, но позднее также и в верхних частях ствола.¹⁸⁴ Хотя радиальный прирост основного яруса больше в абсолютном выражении, радиальный прирост самых низкорослых из числа оставленных на доразращивание экземпляров протекает более динамично.²⁵⁹ Таким образом густота выращиваемого древостоя меньше влияет на рост в толщину стволов и ветвей основного яруса.^{3, 109, 91} В формировании высококачественного древостоя помимо густоты выращивания большую роль играет также правильный отбор оставляемых при прореживании деревьев.¹⁴¹

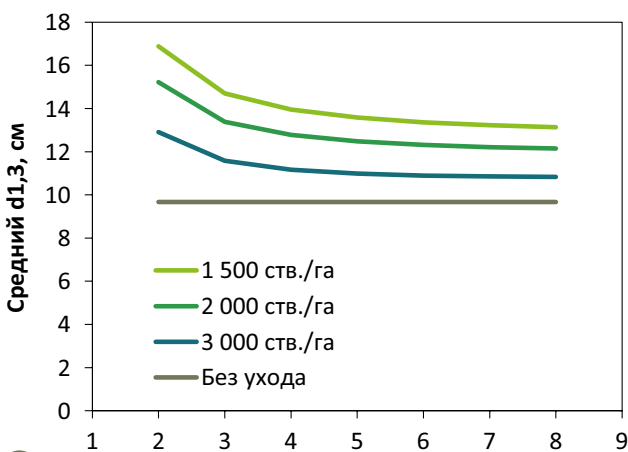
Взаимосвязь между динамикой радиального прироста и качеством древесины определялась на опытном участке рубок прореживания. Чем раньше молодой древостой разреживают, тем быстрее деревья растут в толщину. После интенсивного разреживания в раннем возрасте, сосновый древостой по общему запасу древесины аналогичен древостоем, пройденному лёгким разреживанием во время прочистки.²⁴⁷ И хотя с точки зрения качества древесины сосняк выгодно выращивать в густом состоянии, оптимальной будет та густота, которую определяют на основании параметров выращиваемых сортиментов и установленного объёма заготовки древесины при прореживании.

В сосняке брусничном, созданном посевом, при оставлении после рубки 4 000 деревьев на гектаре, размеров пиловочника достигнут только 3 000 стволов.^{247, 209} При густоте выращивания 3 000–4 000 шт./га средний объём хлыстов при прореживании (верхняя высота 12 м) составит чуть более 35 дм³, и, соответственно, при густоте выращивания 2 200 шт./га средний объём хлыстов составит более 50 дм³. Естественные сосняки, которые часто неоднородны по структурным характеристикам, отстают от сосняков, созданных посевом по таким показателям деловых стволов, как количество и средний объём.^{255, 257}

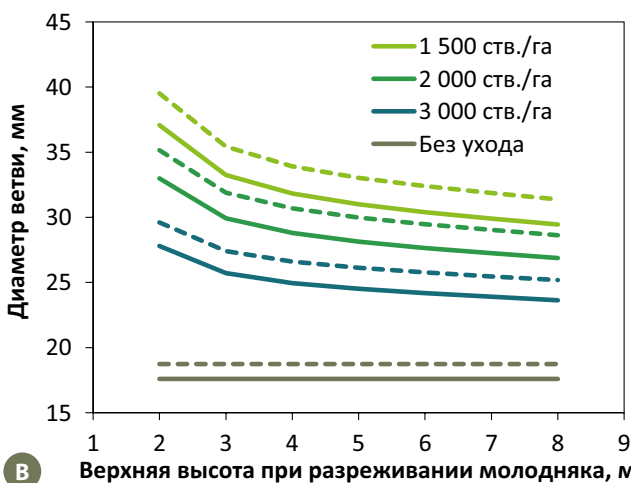
В созданных посадкой еловых культурах, произрастающих в условиях, соответствующих влажным и плодородным суходолам, при густоте выращивания около 3000 стволов/га средний объём хлыстов при прореживании составляет около 55 дм³, , при густоте 2 000 стволов/га – около 80 дм³.^{256, 258} При густоте 2500 шт./га и верхней высоте 13–15 м только 1 800 стволов/га достигнут диаметра 8 см к первому коммерческому разреживанию.



А Верхняя высота при разреживании молодняка, м



Б Верхняя высота при разреживании молодняка, м



В Верхняя высота при разреживании молодняка, м

Рис. 6.7. Прореживание проведено в сосновом древостое, созданным путём посева: (А) – объём вырубаемой деловой древесины; (Б)⁷³ – средний $d_{1,3}$; (В)²⁴⁹ – диаметр самой толстой ветви при верхней высоте 14 м. Разреживание молодняка проведено при верхней высоте 2–8 м до густоты – 1 500, 2 000 или 3 000 стволов на гектаре или ухода не проведён. Густота до ухода составляла 5 000 стволов на гектаре. После рубки прореживания – 1 100 стволов на гектаре. Средний объём хлыстов соответствует среднему объёму стволов до рубки. На рисунке В пунктиром обозначены деревья основного яруса и сплошной линией – стволы со средним диаметром.

Соответственно интенсивное разреживание на стадии молодняка приведёт к потерям относительно выхода и качества сортиментов.²⁵⁹

Формирование высококачественной древесины

Молодняк, особенно сосновый, необходимо рассматривать с учётом перспективы формирования высококачественной древесины, так как товарная ценность древостоя закладывается именно на раннем этапе его развития. При слишком низкой густоте выращивания у ветвей увеличивается прирост в толщину, ухудшается очищение стволов от сучьев, что негативно сказывается на качестве пиловочника. Сучковатость ствола – это критерий качества сосновой древесины, но не менее важным показателем её ценности является средняя ширина ближайших к центру годовичных слоёв на уровне пня. Широкие годовичные кольца говорят о быстром росте в толщину ствола и веток. Медленный радиальный прирост на стадии молодняка (при ширине годовичного кольца у сердцевины 2–3 мм) гарантирует хорошее качество пиловочника. Выбор между качеством и количеством обуславливает взвешенный подход к определению густоты выращивания для молодняка. Таким образом стремиться к формированию сосняка с высококачественной древесиной приходится путём ограничения роста деревьев в толщину.

Степень развития сучьев в комлевой части сосны зависит в первую очередь от диаметра ствола и положения дерева в насаждении, а также от полноты насаждения и сроков проведения рубки ухода. Но между сучковатостью, условиями произрастания и способом лесовозобновления существенной связи нет.^{120, 249, 164, 165, 74}

Между диаметром самой крупной живой ветви и диаметром ствола на уровне груди была обнаружена почти прямолинейная зависимость.²⁴⁹ Чем быстрее ствол растёт в толщину, тем больше диаметр ветвей (рис. 6.7).^{120, 249, 163} Ветви деревьев основного яруса утолщаются больше, чем у подчинённых деревьев.¹⁸⁹ Между диаметром ветвей и густотой насаждения зависимость не является прямолинейной: по мере увеличения густоты до 2 500 шт./га диаметр ветвей резко снижается, после этого влияние густоты уже становится незначительным.^{119, 189, 35} В еловых и сосновых культурах различной густоты диаметры стволов и самых толстых ветвей тем больше, чем реже деревья размещены по площади.^{185, 91, 92} Влияние межвидовой конкуренции на сучковатость у сосны выражено сильнее, чем у ели.¹⁷¹

Сроки рубки ухода, в отличие от густоты, влияют на радиальный прирост стволов и ветвей оставленных на доразживание деревьев несущественно (рис. 6.7).^{249, 35, 4} В загущенном сосновом молодняке рост ветвей в толщину ограничен, ветви отмирают и стволы быстро очищаются от сучьев. После очистки пиловочной части ствола молодой древостой доводят до густоты прореживания. Чем раньше молодняк разреживают, тем сильнее ветви утолщаются, тем медленнее протекает процесс отмирания нижних ветвей и



Фото 6.8. Внешний вид 50-летних сосен в сосняке брусничном был предопределён густотой выращивания на ранней стадии развития древостоя. Сосняк создан посадкой, густота молодняка после рубок ухода составляла 2800 шт./га (А) и 400 шт./га (Б). Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрки Оксанен.

естественного очищения ствола от сучков. Чем выше интенсивность раннего разреживания, тем заметнее его результат.⁴

С точки зрения товарности сосновый молодняк лучше всего разреживать после смыкания крон, т.е. в период достижения верхней высоты более 5 м.^{247, 195, 250, 35} В исследованиях, посвящённых качеству древесины сосны, в числе показателей высокого качества пиловочника рассмотрен наибольший допустимый диаметр сучка, который составляет 20–30 мм. Средний диаметр самых крупных сучков останется на уровне 25 мм, если культуры сосны, созданные посевом, разреживать в период достижения верхней высоты 6 м и на доращивание оставлять 3 000 стволов на гектаре.²⁴⁹

Развитие естественных молодняков сосны в условиях Северной Финляндии протекает не так быстро, как на юге страны, соответственно и на рубки ухода они реагируют также медленнее.¹⁹⁵ По сравнению с запоздалым уходом (верхняя высота 8 м), разреживание на раннем этапе развития древостоя (верхняя высота 4 м) сопряжено с более быстрой и сильной реакцией деревьев на освободившееся пространство. Вне зависимости от густоты выращивания в древостое после позднего ухода накапливается высококачественная с точки зрения декоративных свойств древесина, так

как обычно к этому времени также и в пиловочной части ствола ветви успевают погибнуть. При раннем уходе сосняк следует разреживать до густоты 2 500 шт./га, если мы стремимся обеспечить на приемлемом уровне одновременно и качество выращиваемой древесины, и её количество.

Медленный рост молодого сосняка – залог хорошего качества пиломатериалов.^{71, 54, 237} Явного улучшения качества можно ожидать тогда, когда среднее значение ширины ближайших к центру годичных слоёв стремиться от трёх к двум миллиметрам. С точки зрения качества также важно обеспечить хороший радиальный прирост по завершении стадии молодняка.²³⁶

Среднее значение ширины годичных слоёв у сосны будет менее 3 мм у деревьев основного яруса, если создавать посадки на самых сухих почвах в брусничных типах леса.²⁴⁸ На более продуктивных почвах посадка должна выполняться с густотой больше, чем 8 000 шт./га для того, чтобы у деревьев основного яруса среднее значение ширины годичных слоёв не превышало 3 мм.⁷² При выращивании пиловочной древесины в условиях, соответствующих влажным суходолам, не стоит возлагать надежды на примесь берёзы. Высокое участие в составе древостоя березы не будет способствовать сохранению параметров годичного кольца и самого крупного сучка (<3 мм и <25 мм соответственно) в пределах, обусловленных требованиями к высококачественному сырью. Наиболее жёстким требованиям, согласно которым среднее значение ширины годичных слоёв должно быть меньше 2 мм, соответствуют только самые тонкие деревья нижнего яруса, произрастающие на бедных почвах.

С помощью лесной селекции стало возможным повысить производительность и добиться улучшения качества стволов культивируемых деревьев.⁵² Так, соотношение между диаметрами ветвей и ствола у сосны изменилось примерно на 10%. Это значит, что сосняки, созданные путём посева семян с улучшенными свойствами и при той же самой скорости роста на стадии молодняка, позволят в будущем получить более качественный пиловочник, чем древостои, созданные в предыдущие десятилетия. Однако на качество стволовой древесины оказывает влияние не столько селекция, сколько условия произрастания и лесоводственный уход.

Повысить товарную ценность выращиваемого древостоя ещё не поздно на стадии первой коммерческой рубки ухода. При прореживании, нацеленном на повышение качества, на доращивание оставляют лучшие с хозяйственной точки зрения деревья. Обычно внешними признаками доброкачественности обладают деревья не первого, а второго класса (согласно классам роста по Крафту).^{166, 167} Если из соображений экономической выгоды прореживание отложить на более поздние сроки, то с высокой степенью вероятности деревья второго класса успеют за это время потерять значительную часть кроны. Таким образом, из-за возросших рисков повреждений снегом и ветром разреживание этого яруса рекомен-

довать уже нельзя. Рубку ухода с целью улучшения качества следует проводить раньше срока, указанного в модели прореживания – при достижении деревьями верхней высоты 10–12 м.¹⁶⁶

Смешанные насаждения

Самосев берёзы по темпу роста идентичен с хвойными породами и хорошо подходит в качестве примеси в хвойных насаждениях. Примесь лиственных пород, увеличивая общую густоту древостоя, ограничивает прирост в толщину ствола и ветвей сосны, чем способствует повышению качества сосновой древесины.²⁴² Однако поросль берёзы очень быстро обгоняет целевой хвойный подрост и наносит повреждения в результате охлестывания кроны. Если хозяйство сосредоточено на выращивании смешанного насаждения, то при разреживании молодняка необходимо принимать во внимание общее число стволов оставляемого древостоя, которое не должно быть слишком высоким. Зачастую после рубки ухода смешанный молодняк с высокой долей участия берёзы остаётся перегушенным. Исследования подтверждают, что в течение цикла хозяйства берёзу выгоднее постепенно вырубать, чтобы к моменту финальной рубки был сформирован почти чистый хвойный древостой.^{153, 154, 35}

Также для выращивания годится двухъярусный берёзово-еловый древостой.¹⁵⁵ В этом случае в молодняке оставляют берёзу семенного происхождения, которая старше и образует для ели защитный полог. Если кроны растущих елей начнут соприкасаться с кронами более высоких берёз, то следует ожидать большого количества повреждений от охлестывания.⁴⁶

С экономической точки зрения выращивание двухъярусного древостоя может являться целесообразным, но это более трудоёмкий по сравнению с выращиванием одноярусного древостоя процесс. Несмотря на то, что в смешанном древостое с 20–50-процентной примесью берёзы ель угнетена и страдает от повреждения кроны, прирост древесины берёзового древостоя покрывает эти потери в 2–3 раза.¹⁵⁵ Оптимальным вариантом является такое смешанное насаждение, в котором верхний ярус представлен берёзой повислой с густотой 500–800 шт./га. По достижению возраста 40 лет берёзовый полог удаляют и после этого выращиваемое насаждение представляет собой чистый ельник.^{229, 243}

Риск повреждения древостоев

Выращивание насаждений в загущенном состоянии способствует увеличению риска повреждений. Деревья в силу густого стояния зауживают кроны и приобретают вид жердей, (высокое значение отношения высоты дерева к его диаметру). Часто под воздействием конкуренции крона приобретает асимметричную форму. Жердняк весьма слаб против напора ветра и снега и легко ломается.²⁶³ В сильно загущенных сосновых молодняках



Фото 6.9. Смешанное елово-берёзовое насаждение можно выращивать двухъярусным. Еловый подрост под пологом берёзы пушистой на черничном осушенном болоте. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрки Оксанен.

повреждения от снега проявляется в виде сломанных стволов, в редких древостоях снег в основном обламывает ветви.

Особенно высок риск повреждения от снега и ветра, когда разреживание загущенного жердняка проводится с опозданием и слишком интенсивно.¹⁷⁵ Соответственно уровень риска подобного рода можно снизить, если выбирать подходящие технологии ухода за молодняками и избегать интенсивных разреживаний.^{239, 238, 261}



Фото 6.10. В густом древостое деревья подвержены повреждениям снегом (А) и ветром, особенно после разреживания (Б). Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрки Оксанен.

ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, НАЦЕЛЕННЫЕ НА ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДНЯКОВ ПО СЕЗОНАМ ГОДА

Весна:

- Разреживание загущенных молодняков сосны позволит деревьям за время текущего вегетационного периода окрепнуть. Тем самым повысится их устойчивость к снеголому следующей зимой. Чтобы избежать опасности размножения соснового лубоеда, высота сосны должна быть менее 5 метров.
- Машинизированное осветление в еловых молодняках актуально, особенно на плодородных почвах. Проводится в период, когда молодые ели ещё можно легко распознать в гуще другой лесной растительности.

Лето:

- Осветление мотокусторезом для предотвращения заглушения хвойных пород вегетативным возобновлением лиственных.
- Машинизированное осветление в сосновых молодняках.
- Проведение прочистки в сосновых молодняках при низком риске размножения соснового лубоеда (высота сосны менее 5 м).

Осень:

- Машинизированное осветление на объектах с густым лиственным древостоем. В безлистный период хвойные деревья хорошо просматриваются.
- Разреживание соснового древостоя, если срубленные сосны (высота выше 5 м) подходят для размножения соснового лубоеда.

Зима:

- Разреживание елового молодняка из-за риска заражения корневой губкой, хотя увеличения случаев заболевания в связи с уходом не замечено.²⁵⁴
- Разреживание соснового древостоя, если высота срубленных сосен выше 5 м (риск размножения соснового лубоеда).

Вне зависимости от времени года:

- Расчистка древостоя от нецелевого подростка перед первым коммерческим прореживанием и финальной рубкой
-

7

РАСЧИСТКА ЛЕСОСЕКИ ОТ НЕЦЕЛЕВОГО ПОДРОСТА ПЕРЕД ПРОРЕЖИВАНИЕМ

7.1 Цель мероприятия

В ряде случаев своевременное проведение основного ухода за молодняком исключает необходимость в расчистке лесосеки от нецелевого подроста перед прореживанием. Этой меры можно также избежать, если выращивать еловый молодняк при оптимальной густоте: в результате более быстрого смыкания крон развитие поросли лиственных пород приостанавливается.

Сроки проведения ухода за молодняками и качество работ определяют потребность в предварительной расчистке. Так, необходимость в



Фото 7.1. Перед первой коммерческой рубкой ухода необходимо выполнить расчистку лесосеки от нецелевого подроста ели и лиственной поросли. В данном сосняке мероприятие следует провести за 3–4 года до прореживания. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эркки Оксанен.

расчистке от лиственной поросли может возникнуть в результате слишком раннего лесоводственного ухода. Достигший примерно трёхметровой высоты хвойный древостой сохраняет преимущественное положение по отношению к деревьям порослевого происхождения.²³³ В результате выращивания при рекомендованной густоте молодняк хвойных смыкается быстро, чем подавляет развитие нецелевого подроста и делает маловероятным появление растительности, мешающей проведению заготовки древесины при прореживании. С другой стороны, поросль на открытых местах имеет больше шансов для успешного роста.

Предпосылкой сведения к минимуму порослеобразования после разреживания молодняк также является своевременность проведения прочистки, о чём было упомянуто выше.²¹⁶ Согласно моделям, в основу которых легли длина ветвей и сомкнутость полога древостоя, хвойные молодняки при оптимальной густоте смыкаются только при достижении высоты 5–7 м.^{118, 104, 123} Откладывать разреживание молодняков ели до этого периода не выгодно из-за роста затрат на уход, при этом у выращиваемого древостоя снижается прирост и его состояние ухудшается. Однако молодой сосняк разреживают обычно именно на данном этапе развития: при густом стоянии стволы образуют меньше сучьев и их радиальный прирост замедляется, что положительно сказывается на качестве древесины.^{248, 224, 250} По сравнению с



Фото 7.2. Образовавшийся в сосняке нецелевой подрост состоит в основном из лиственных пород и редких елей. Этот объект в предварительной расчистке не нуждается. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эркки Оксанен.

ельниками, динамика затрат на рубки ухода в сосняках по мере увеличения возраста деревьев является более умеренной.²³⁵

Потребность в расчистке может также зависеть от качества ведения лесного хозяйства. В загущенном молодняке часть деревьев к моменту прореживания имеют настолько малый диаметр, что их необходимо предварительно удалить.

Типичными объектами предварительной расчистки перед прореживанием являются загущенные насаждения, в которых уход не проводился, а также ухоженные сосновые и берёзовые насаждения, в которых образовался густой еловый подрост. Еловый подрост появляется чаще всего на плодородных торфяных и хорошо удерживающих влагу мелкозернистых минеральных почвах, а также на участках, где была проведена минерализация почвы под посадку сосны.

Предварительная расчистка повышает эффективность заготовки древесины при прореживании: из кабины оператора лучше просматриваются подлежащие валке стволы у основания, а также снижается количество повреждений как харвестерной головки, так и оставляемого на доразращивание древостоя.^{133, 124, 53} Кроме этого, улучшается обзор из кабины форвардера и в пачку загружаемых лесоматериалов попадает меньше примеси из нецелевой растительности.¹²⁹



Фото 7.3. В ухоженном и выращенном при оптимальной густоте ельнике проводить предварительную расчистку перед первой рубкой ухода нет необходимости. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрkki Оксанен.

7.2 Необходимость в предварительной расчистке

Предварительная расчистка древостоя перед рубкой прореживания чаще всего выполняется вручную, так как выполнение работ харвестером связано с высокими затратами. Стоимость единицы продукции ($\text{€}/\text{м}^3$) резко возрастает по мере уменьшения диаметра ствола (Рис. 7.4). При диаметре деревьев 4–5 см на уровне груди себестоимость заготовки уже составляет около 70–80 $\text{€}/\text{м}^3$. Стоимость заготовленной тонкомерной древесины, вывезенной к месту погрузки на автомобильный транспорт, в последние годы составляла около 30 $\text{€}/\text{м}^3$.¹⁸³ Из этого следует, что производить уборку нецелевого подроста одновременно с заготовкой ликвидной древесины экономически невыгодно. Учитывая текущие затраты на лесозаготовку и цены на древесину, деревья с диаметром на высоте груди 8 см и больше выгоднее заготавливать харвестером, так как стоимость самой заготовленной древесины превышает стоимость заготовки.

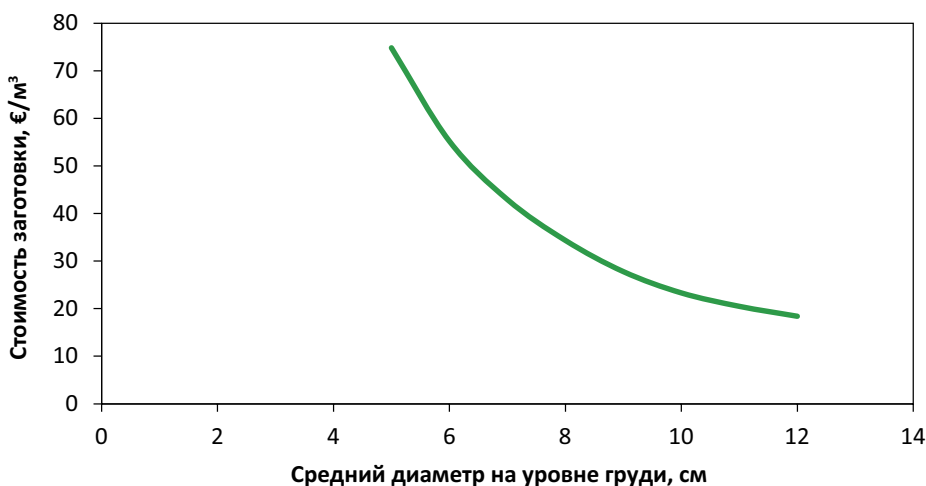


Рис. 7.4. Уборка тонкомерной древесины является дорогостоящим мероприятием. Расходы на заготовку одного кубометра энергетической древесины пучками значительно снижаются по мере роста среднего диаметра стволов.⁶⁷ Данные стоимости заготовки скорректированы в соответствии с индексом эксплуатации харвестера на 2013 г.

При назначении древостоя в расчистку необходимо также учитывать стоимость работ кусторезом. Если размер дополнительных расходов, возникших в связи с механизированной заготовкой в нерасчищенном древостое выше, то проведение расчистки будет экономически обоснованным. На графике область рентабельности расчистки начинается с момента достижения диаметра на высоте груди примерно 7 см (Рис. 7.5).

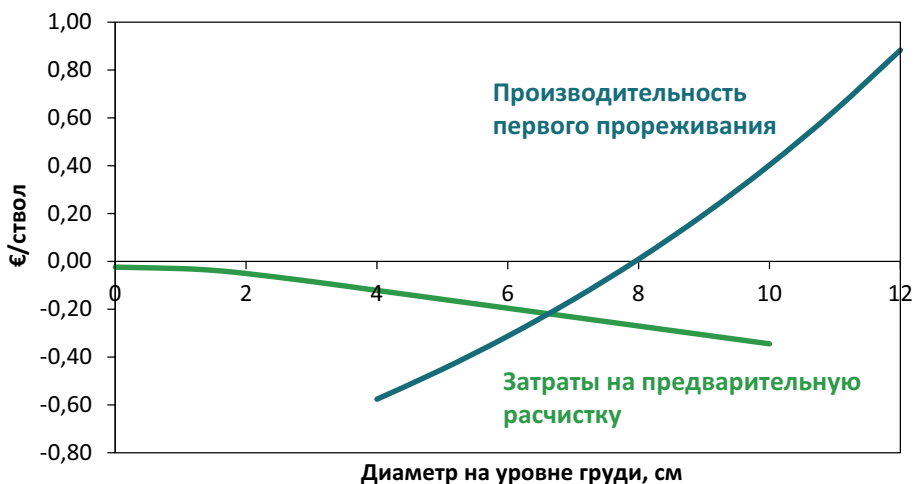


Рис. 7.5. Предварительную расчистку дешевле проводить с помощью мотокустореза. Предполагается, что стоимость древесины на погрузочной площадке составляет 30 €/м³, стоимость механизированной заготовки – 85 €/час и стоимость предварительной расчистки – 30 €/час. Для расчёта почасовой выработки вальщика на расчистке лесосеки приняты 5000 стволов удаляемых деревьев на га.¹⁵¹ Почасовая выработка харвестера на выборочной рубке в сосняке рассчитывалась с помощью функции затрат времени (на основании данных древостоя).⁶⁷

График составлен с учётом текущего уровня затрат, цен, и того, что прореживание проводится методом заготовки пучками.

Если в насаждении имеется нецелевой подрост в небольшом количестве, и он не особенно сильно мешает выполнению работ, то предварительную расчистку делать не стоит. Также лесосеки с редкой растительностью оставляют нерасчищенными, если данное обстоятельство не влияет на рост себестоимости единицы продукции (€/м³). Таким образом, деревья с диаметром ствола менее 7 см следует предварительно удалять только на тех объектах, на которых они снижают почасовую выработку харвестера и тем самым увеличивают затраты на заготовку в большей степени, чем на предварительную расчистку.

Чем выше густота нецелевого подроста, препятствующего проведению механизированной заготовки, тем больше пользы можно извлечь от предварительной расчистки. Необходимость в предварительной расчистке главным образом наступает тогда, когда обзор местности ограничен и передвижение пешком затруднено. Например, расчистка двухметрового нецелевого подроста ели густотой 2 000 стволов/га, повышает скорость заготовки древесины на прореживании примерно на 12–14% (Рис. 7.6). Если густота елового подроста составляет 10 000 стволов/га, то эффективность прореживания повысится на 30–34%. Соответственно повысится также эффек-

тивность транспортировки древесины: на 1% при густоте 2 000 стволов/га и на 6–7% при густоте 10 000 стволов/га.¹²⁹

По сравнению с хвойными, подрост лиственных пород, не достигший четырёхметровой высоты, значительно меньше препятствует выполнению рубки.¹²⁹ В летний сезон заготовка древесины на первом прореживании может потерять свою эффективность из-за разросшейся лиственной растительности, впрочем, изучение этой проблемы приводит к противоречивым результатам.^{225, 133, 129} Зато в зимний сезон расчистка лесосеки от лиственного подроста уже не является актуальной. С другой стороны, можно предположить, что крупный подрост будет мешать нормальной работе харвестера независимо от времени года, и тем самым отрицательно влиять на производительность лесозаготовки.

Проблема низкой производительности в нерасчищенном древостое возникает как при рубке единичных деревьев во время прореживания, так и при заготовке пучками топливной древесины.^{133, 88, 124, 179}

На экономическую эффективность предварительной расчистки влияет множество факторов, поэтому определение чёткой границы рентабельности для минимальной густоты и минимальной высоты является весьма непростой задачей. От густоты и высоты удаляемого подроста в первую очередь зависит стоимость работ и эффективность проведённого мероприятия. Также эффективность от расчистки можно определить на основании объёма заготовки ликвидной древесины при первом прореживании. Так, расчистка загущенного тонкомерного насаждения способствует повышению производительности выборочной рубки больше, чем расчистка редкого насаж-

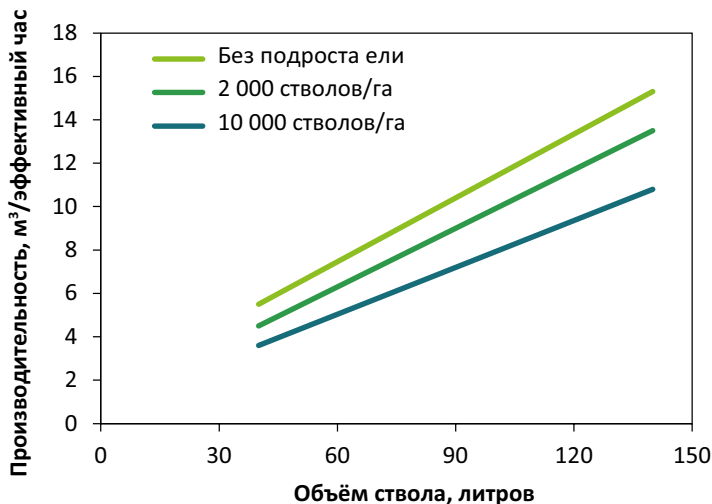


Рис. 7.6. Производительность машинизированной заготовки на прореживании повышается по мере увеличения размера ствола. Высота нецелевого подроста ели составляет 2 м.¹²⁹

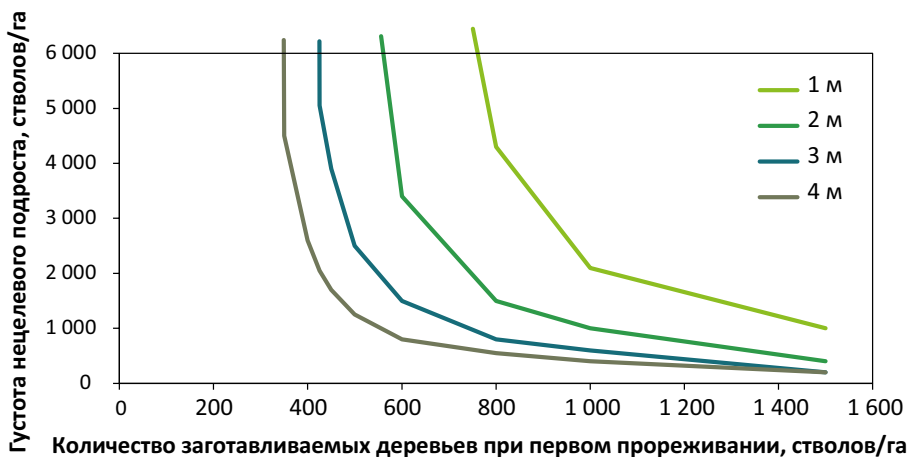


Рис. 7.7. Уровень рентабельности расчистки лесосеки перед прореживанием зависит от количества заготавливаемых деревьев, а также от высоты нецелевого подроста и его густоты.¹²⁹ Если значение густоты нецелевого подроста ели в своей категории высоты превышает границу рентабельности, то расчистку проводить экономически выгодно. Обычно при первом прореживании вырубают 800–1 000 стволов с гектара.

дения, в котором вырубке подлежат деревья более крупных ступеней толщины (рис. 7.7). Отрицательное воздействие подроста лиственных пород в отличие от хвойных не так велико, и поскольку при удалении лиственного подроста коэффициент затраты-выгоды тоже низкий, то для достижения экономического эффекта лиственных деревьев на объекте расчистки должно быть в два раза больше, чем хвойных.

7.3 Предварительная расчистка: технология выполнения работ

Осуществление и потребность в предварительной расчистке зависят от технологии первого прореживания. При классической заготовке леса отдельные деревья с диаметром на высоте 1,3 м менее 7 см желательно удалять до рубки. Если же речь идет о заготовке топливной древесины пучками, то деревья диаметром 4–6 см во время предварительной расчистки можно оставлять на лесосеке, поскольку их легко срезать в пачке с более крупными особями одним движением харвестерной головки. Если прореживание нацелено на заготовку стволов конкретных ступеней толщины, то древостой меньшего диаметра, препятствующий проведению рубки, следует предварительно удалить.



Фото 7.8. В молодом загущенном насаждении до мероприятия общее число стволов составляло 4 000–8 000 шт./га (А), после предварительной расчистки – 1 600–1 800 шт./га (Б) и после первого прореживания 1 000–1 200 шт./га (В). Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Карри Уотила

Во время предварительной расчистки лесосеки от препятствующего обзору местности нецелевого подроста, особенно важно удалять все древесные растения, которые находятся на расстоянии менее одного метра от назначенного в рубку дерева.^{53, 129} Их срезают как можно ближе к уровню земли, чтобы пенёк не препятствовал подведению валочной головки к основанию подлежащего валке ствола. Если выращивание двухъярусного древостоя не актуально, то участок также следует полностью расчистить от елового подроста высотой более 1 метра, который препятствует обзору местности.

Не стоит расчищать насаждения от подроста и групп деревьев, которые не препятствуют проведению рубки. Во время предварительной расчистки необходимо оставить в лесу нетронутыми биоценозы, пригодные для обитания дичи.

Предварительную расчистку следует проводить за 1–2 года до первой коммерческой рубки ухода. За это время срезанные деревья успеют уплотниться и стать частью лесного опада.¹²⁹ Особенно после проходной рубки ухода необходимо дать возможность молодому древостоя адаптироваться к изменившемуся световому режиму и повысить свою продуктивность до начала первого коммерческого прореживания. Период между предварительной расчисткой и прореживанием может быть и длиннее, если количество лиственной поросли не слишком велико.

Предварительная расчистка от нецелевого подроста ели в некоторой мере способствует повышению риска распространения корневой губки.²⁴ Учитывая данное обстоятельство, мероприятие предпочтительнее приурочить к периоду, когда суточная минимальная температура воздуха регулярно опускается ниже 0°C.⁶¹ По этой же причине крупный подрост ели в хвойном древостое следует удалять в зимний период. Если количество подлежащей удалению ели небольшое, то предварительную расчистку можно провести летом и единичные более крупные растения оставить до будущей заготовки харвестером с одновременным антисептированием пней.

Снижение потребности в предварительной расчистке уже предусмотрено в новых технологиях лесозаготовки. Одним из новых подходов является оснащение харвестерной головки дополнительной установкой для подрезки нецелевого подроста. Кусторезная установка успешно справляется с деревьями толщиной до 5 см, т.е. именно с той категорией растительности, которая больше всего причиняет неудобства при работе.

Потребность в предварительной расчистке будет уменьшаться по мере развития лесозаготовительной техники. Одним из перспективных направлений заготовки древесины в молодом древостое является пакетирование. В частности замечено, что метод снижает затраты на заготовку деревьев небольшого диаметра, поскольку тонкомерную древесину можно переносить в пакетирующий модуль одновременно с более крупными деревьями.⁵



Фото 7.9. Пень срубленной летом ели повышает риск распространения корневой губки. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрки Оксанен



Фото 7.10. Расчистка с помощью кусторезной установки на харвестерной головке повышает эффективность первого прореживания. Фото: MenSe Oy / Марья-Леена Ментула.



Фото 7.11. Валочно-пакетирующая машина в нерасчищенном молодом древостое выполняет прореживание. Фото: Fixteri Oy.

8

УХОД ЗА МОЛОДНЯКАМИ И СВЯЗАННЫЕ С ЭТИМ ЗАТРАТЫ

8.1 Уход за молодняками с применением ручного труда

Продолжительность работ по уходу за молодняками в пересчёте на один гектар варьирует в широких пределах и зависит от множества факторов.²³⁵ Эффективность затрат в немалой степени обусловлен характеристиками удаляемой части древостоя (густота и средний диаметр), но немаловажную роль в этом играют такие факторы, как условия местности (рельеф, увлажнение и т.д.) и профессионализм вальщика. Профессионал работает в два раза быстрее неопытного лесовладельца. Однако среди вальщиков также имеются различия в скорости выполнения работ.¹⁰¹

Труд в условиях сложного рельефа нелёгок даже для опытного работника. При планировании работ на уровне выдела необходимо принимать во внимание такие препятствия постоянного характера, как осушительные канавы, валуны, крутые склоны, глубокие борозды после обработки почвы и заболоченные места. Всесторонняя оценка условий местности в какой-то мере поможет сделать выбор оптимального сезона для проведения работ.

Для легкодоступных объектов подходящим сезоном является лето. Участки на плодородных почвах лучше проходить весной или в начале лета, когда напочвенная растительность ещё не успела сильно разрастись. Работы в условиях заболоченной местности правильнее приурочить к холодному периоду, когда грунт находится в мёрзлом состоянии. В то же время многие факторы местности теряют своё значение, когда лес укрыт мощным снежным покровом и есть возможность передвигаться по уплотнённому снегу. В этом случае уход за молодняками лучше всего начинать с неудобных участков.

Некоторые факторы постоянного характера, в частности, осушительные канавы, плужные борозды и т.п., затрудняют передвижение в лесу и, следовательно, сказываются на производительности предстоящих уходов. Однако факторы, связанные с рельефом местности, на скорость выполнения работ оказывают относительно небольшое влияние.⁸¹



Фото 8.1. Время, затраченное на уход за молодняками, зависит прежде всего от густоты и среднего диаметра удаляемых деревьев. Правильнее проводить рубки ухода в период, когда растительность легко срезается. Если производительность вальщика на объекте А составляла один рабочий день на га, то на выполнение работ в молодняке Б вальщику потребовалось 3–4 дня на га. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрkki Оксанен (А), Институт природных ресурсов Финляндии / Карри Утила (Б).

Объём работ при проведении рубок ухода в значительной степени зависит от среднего диаметра и густоты удаляемого древостоя. При увеличении среднего диаметра ствола у основания от одного до двух сантиметров количество необходимого на уход за молодняками времени по крайней мере удваивается.⁸¹ Увеличение среднего диаметра от одного до пяти сантиметров влечёт за собой пяти-шестикратный рост эффективного времени

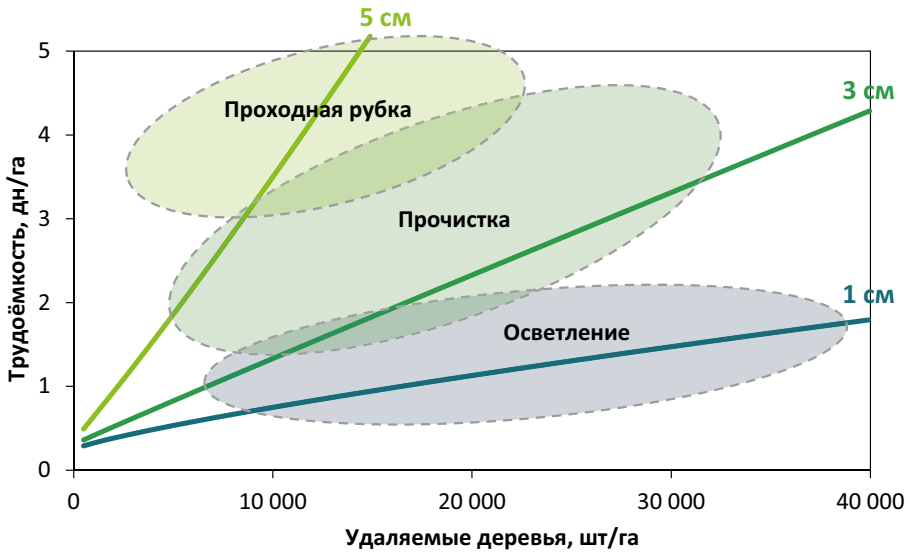


Рис. 8.2. Трудоёмкость операций на рубках ухода меняется в зависимости от увеличения среднего диаметра и густоты удаляемого древостоя.¹⁵¹ На графике осветление, прочистка и проходная рубка проводятся в условиях плодородных и влажных суходолов в соответствии с типичными параметрами удаляемого древостоя.²³⁵



Рис. 8.3. Трудоёмкость первой рубки ухода в зависимости от возраста насаждения.²³⁵

работы. Соответственно при двукратном повышении густоты удаляемого древостоя затраченное на рубки ухода время увеличивается в полтора-два раза в зависимости от среднего диаметра удаляемых деревьев (рис. 8.2).

По мере увеличения размеров деревьев возрастает трудоёмкость операций на рубках ухода (рис. 8.3). Рост подлежащих удалению деревьев способствует увеличению затрат рабочего времени в среднем на 3–10% в год.^{102, 235} Например, проведение ухода в культурах ели с опозданием на десять лет увеличивает затраты рабочего времени в два раза.

Динамика экономического эффекта от рубок ухода в первую очередь связана с увеличением размеров удаляемых деревьев по мере их роста. Густота молодняка с возрастом обычно меняется незначительно. В молодняках с редким размещением деревьев густота удаляемой части древостоя повышается за счёт постоянного естественного возобновления древесных растений. Наиболее высокий уровень густоты удаляемого древостоя наступает по достижении выращиваемых деревьев возраста 10–15 лет (рис. 8.4).

На первый приём осветления в 4–6-летнем молодняке на плодородных почвах обычно уходит один рабочий день/га.^{102, 125, 232, 235} Соответственно на рубку прочистки, которая проводится через 5–10 лет после осветления, уходит 1,5 рабочего дня/га. Если в молодняке примерно 15-летнего возраста осветление не проводилось, то на первую рубку ухода как правило, уходит 2–3 дня/га, и в неухоженном ранее древостое на проходную рубку – 3–5 дней/га.

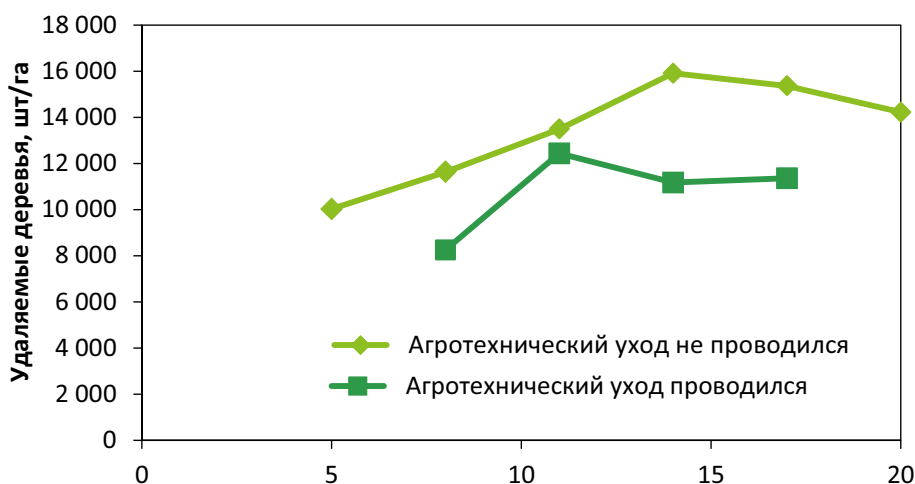


Рис. 8.4. Количество удаляемых деревьев возрастает по мере взросления молодняка примерно до 15-летнего возраста. На графике представлена густота удаляемой части древостоя в сосновых и еловых молодняках в зависимости от возраста молодняка и наличия агротехнических уходов.

С учётом стоимости работы вальщика с применением ручного кустореза – 30 €/час – расходы на осветление составляют примерно 200–350 €/га. Осветление «в окнах» обходится примерно на 10% дешевле, чем сплошное осветление, однако, этот экономический эффект в будущем будет может быть «обнулён» за счёт более дорогой прочистки.¹²⁵ Расходы на прочистку, следующую за осветлением, как правило составляют 300–450 €/га. При этом стоимость прочистки в неухоженном молодняке составляет от 450 до 750 €/га, а проходной рубки в запущенном древостое – от 700 до 1 200 €/га.

8.2 Рентабельность механизированного ухода за молодняком

Целью перехода на механизированные способы ухода за молодняками является экономия средств и рабочей силы за счёт ускорения выполнения рабочих операций. Первые упоминания о механизированном уходе за молодняками датируются серединой 20-го века,¹³⁹ но благодаря экономической эффективности ручного труда человек смог противопоставить себя машинам. Ручной труд вальщика является преобладающим способом работы в условиях разнородной среды, требующим точности и внимательности. Так, механизированным способом ухода проходят только около 1% площади лесных культур.

Упор на применение механизированных способов производства лесохозяйственных работ в Финляндии был сделан в новом тысячелетии. На механизацию ухода за молодняками были направлены различные техни-



Фото 8.5. Механизированное осветление в 4–5-летних культурах ели. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Карри Утила.



Фото 8.6. Малогабаритный лесной трактор «Usewood Tehojätkä» осуществляет срезание деревьев с помощью кусторезного устройства. Достойная альтернатива ручному труду при условии, если на объекте прочистки удаляемый древостой уже стал более крупным и имеет высокую густоту. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Карри Уотила.

ческие решения. Во всяком случае две последние технологии – с применением осветлителя «Naarva» и кусторезного оборудования «Tehojätkä Usewood» – доказали свою экономическую эффективность, поднявшись до уровня производительности ручного труда вальщика в аналогичных условиях.^{222, 83} Благодаря инновационным решениям и экономической эффективности механизированный уход за молодняками имеет неплохие перспективы в будущем, тем более, что ручной способ в принципе остался без изменений с пятидесятих лет прошлого века, когда в лесное хозяйство пришли первые мотокусторезы.¹³⁹

Дневная выработка техники при механизированном осветлении на подходящем объекте составляет примерно один гектар, что соответствует производительности вальщика, занятого ручным трудом.^{55, 191} Стоимость одного гектара механизированных работ составляет около 600 €.

Если проводить прямое сравнение затрат, то ручной способ будет иметь преимущество. Однако если предположить, что после механизированного осветления прочистка уже не потребуется, то в итоге этот способ оказывается более выгодным с точки зрения экономической целесообразности.⁸³ В молодняке, в котором проведено осветление ручным кусторезом, позже необходимо провести рубку прочистки, производительность которой будет составлять примерно 1,5 дня/га. Совокупные затраты на выполнение рубок ухода ручным кусторезом (осветления и прочистки) составят около 700 €/га.

Поскольку четверть объектов, пройденных механизированным осветлением, в той или иной мере всё-таки нуждаются в прочистке, общая стоимость ухода за молодняками механизированным способом составит в среднем около 650 €/га.

По сравнению с ручным кусторезом современное режущее оборудование на объектах рубок ухода в молодняках является более эффективным (рис. 8.7), но всё ещё уступает по уровню затрат. Затраты на эксплуатацию техники в 1,4–3 раза превышают затраты труда вальщика.^{221, 222} Производительность маленьких лесных тракторов почти соответствует аналогичным показателям крупногабаритной техники, поэтому мини-трактор, с учётом его низкой стоимости, является экономически более выгодным решением. Мини-трактор «Tehojätkä» успешно заменяет вальщика в молодняках с большим количеством крупного нецелевого подроста (рис. 8.8).

Уровень расходов при осветлении с применением режущего оборудования практически не превышает аналогичные показатели ручного труда. С другой стороны, экономическая эффективность механизированного осветления кусторезным устройством значительно повышается при его реализации в сочетании с другими мерами, такими как борьба с порослеобразованием или внесение борных удобрений. Возможно, в будущем кусторезное оборудование, обладающее такими дополнительными функциями, как экономически и экологически эффективное подавление сорной растительности, составит конкуренцию вальщику в том числе и на рубках осветления.

При расчёте рентабельности механизированного способа необходимо учитывать степень использования машин вне периода проведения лесоводственных мероприятий. Для тяжёлой лесозаготовительной техники операции, связанные с уходом за молодняками, являются второстепенными. Крупногабаритные машины выгодно использовать по доступной почасовой ставке в летний период, если в ином случае техника простаивала бы в ожидании благоприятных условий для лесозаготовки. С другой стороны, толстый снежный покров является проблемой для маленьких тракторов, поэтому на уровень рентабельности влияют как простои в зимнее время, так и возможности их альтернативного использования. Коэффициенты использования новых моделей машин также могут значительно отличаться от тех, которые применялись при расчетах текущих затрат.

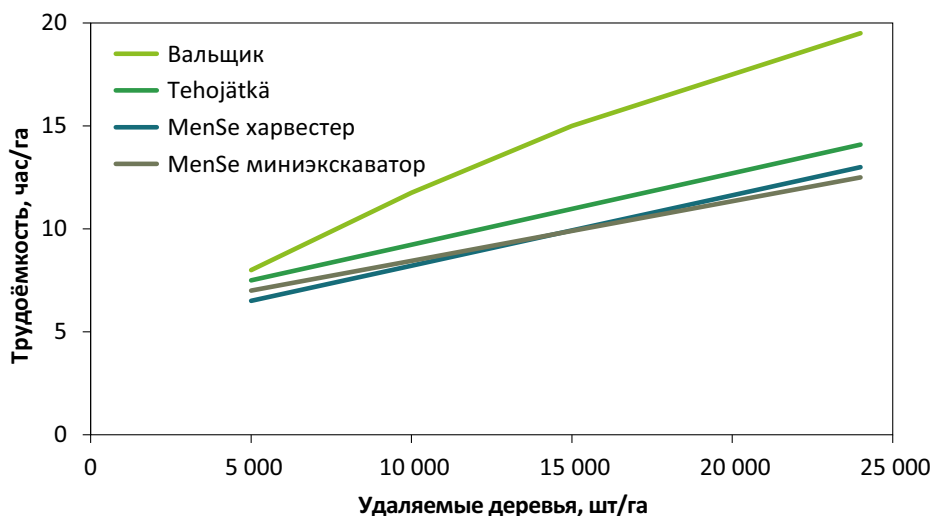


Рис. 8.7. Метод с использованием режущего оборудования по сравнению с ручным трудом особенно эффективен на объектах с большим количеством удаляемых деревьев. Источники: Strandtröm & Poikela 2010 («Tehojätkä»), Härmäläinen и др. 2013 (Вальщик, харвестер «MenSe» и мини-экскаватор «MenSe»).

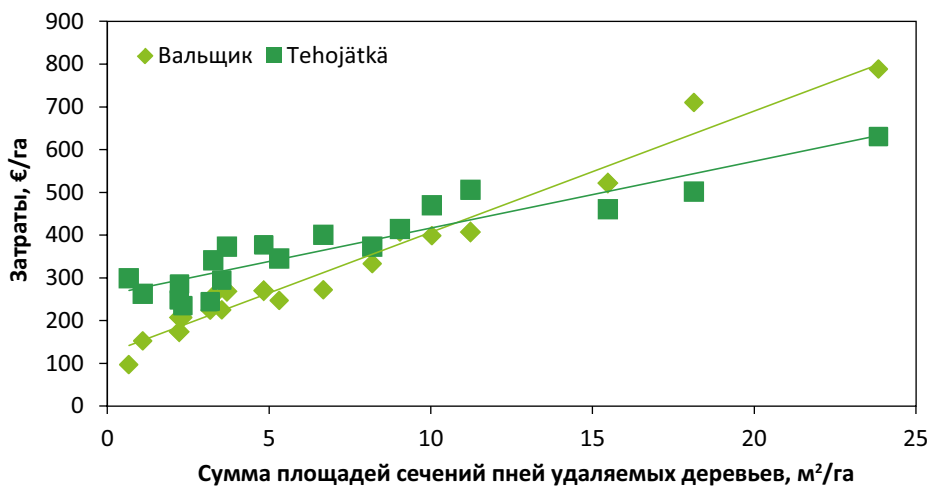


Рис. 8.8. Вальщик и трактор «Tehojätkä»: сравнение эффективности работ на основании суммы площадей сечений пней удаляемых деревьев. Стоимость работы вальщика при этом составляет 33 €/час и «Tehojätkä» – 46 €/час. Источник: Strandtröm & Poikela (2010).

9

СЦЕНАРИИ ИНТЕНСИВНОГО ВЕДЕНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

9.1 Главная порода и способ лесовозобновления

Сценарии интенсивного ведения лесного хозяйства варьируют в зависимости от главной древесной породы и способа лесовозобновления (таблица 9.1). При этом лесорастительные условия в имитационной модели не учтены, поскольку древесная порода и лесовосстановительные мероприятия выбраны в соответствии с условиями местопроизрастания согласно лесохозяйственным рекомендациям.¹⁴²

		СОСНА			ЕЛЬ		БЕРЕЗА БОРОДАВЧАТАЯ	
ОСВЕТЛЕНИЕ	Посадка	Посев или естественное возобновление			Посадка	Посадка		
	Возраст: 4–6 л. Высота: около 1 м	Возраст: 4–6 л. Высота: около 0,5 м			Возраст: 4–6 л. Высота: около 1 м	Обычно не требуется		
ПРОЧИСТКА	Выращивание с целью повышения качества	Сильно загущенные молодняки > 5 000 шт./га			Выращивание деловой и энергетической древесины			
	Высота: 5–7 м	Высота: 3–4 м			Высота: 2–3 м	Высота: 3–4 м		
	Целевая густота: 2 000–2 200 шт./га	Целевая густота: 2 500–3 000 шт./га			Целевая густота: 1 800–3 500 шт./га	Целевая густота: 1 800–2 200 шт./га		
						Целевая густота: 1 600 шт./га		

Таблица 9.1. Оптимальные решения, направленные на формирование молодняка сосны, ели и берёзы.

В сосновом молодняке по мере необходимости удаляют конкурирующую листовидную растительность через 4–6 лет после рубки возобновления: при достижении высоты 0,5 м, если сосняк имеет естественное происхождение или создан посевом и при достижении 1 м высоты, если сосняк создан посадкой. Сосняки, имеющие естественное происхождение или созданные посевом, вероятно потребуют проведение второго приёма осветления примерно через пять лет после первого ухода. Сроки и параметры следующей рубки ухода, прочистки, зависят от состояния и целей выращивания молодняка.

Традиционный уход за молодняком нацелен на повышение качества выращиваемых деревьев. В разделе программы «Выращивание с целью повышения качества» предусмотрено разреживание молодняка только при достижении высоты 5–7 м. Продолжительное выращивание молодняка в густом стоянии сдерживает процесс утолщения ветвей, вызывает их отмирание и способствует очищению ствола. Таким образом, в древостое увеличивается количество высококачественных пиловочных стволов. С этой точки зрения сроки ухода за молодым сосняком в данной программе имеют большое значение. Предусмотренная программой целевая густота – 2 000–2 200 шт./га – является относительно низкой и нацелена на приведение к оптимальному уровню выхода деловой древесины и затрат при первом прореживании.



Фото 9.1. Молодняк сосны высотой 5 м на стадии завершения цикла агротехнических и лесоводственных уходов. После рубки прочистки густота должна быть проверена, чтобы первое прореживание, проведённое в надлежащие сроки, принесло прибыль. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эррки Оксанен.

Прочистку в загущенных молодняках сосны следует проводить на ранних сроках, чтобы деревья не успели сформироваться слишком тонкоствольными и не подвергались повреждениям от снега и ветра. Разреживание сильно загущенных молодняков, густота которых превышает 5 000 шт./га, следует проводить при достижении 3–4 м высоты до 2 500–3 000 стволов/га. Высокая густота в первые годы формирования молодняка способствует замедлению процесса утолщения ветвей и дальнейшее выращивание оставшегося после разреживания древостоя густотой 3 000 стволов/га позволит получить высокий процент выхода деловой древесины.

Если хозяйство нацелено на максимизацию доходов от первого прореживания за счёт одновременной заготовки деловой и энергетической древесины, то прочистку следует проводить ещё раньше. Разреживание молодняка, выращиваемого для производства деловой и топливной древесины, проводят при достижении 2–3 м высоты с оставлением 3 000–3 500 стволов/га. Когда густота выращивания превышает 3 000 стволов/га, прирост стволовой древесины замедлен и сосредоточен прежде всего в тонкоствольных деревьях.¹⁸⁶ Вдобавок средний объём ствола вырубаемых деревьев уменьшается, а себестоимость заготовки одного кубометра показывает многократный рост относительно увеличения общего объёма заготавливаемой древесины. Тем не менее, с позиции лесовладельца данный вариант выращивания может являться приемлемым, если на дровяную древесину есть спрос.



Фото 9.2. Четырёхметровые культуры ели в ожидании прореживания после цикла лесохозяйственных уходов. Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрки Оксанен.



Фото 9.3. В культурах берёзы повислой, созданных посадкой, обычно достаточно провести один уход до коммерческого прореживания. Институт природных ресурсов Финляндии/Эрkki Оксанен.

Обычно через 4–6 лет после посадки в культурах ели, достигших примерно метровой высоты, по мере необходимости удаляют конкурирующую листовую растительность, вследствие чего их рост активизируется. Через пять лет после осветления, когда культуры достигают 3–4 м высоты, наступает время прочистки. Молодняк разреживают до густоты 1 800–2 200 стволов на гектаре в зависимости от количества высококачественных елей в культивируемом древостое. При этом можно сохранить в качестве примеси берёзу, не превышающую по высоте ель в культурах, и доля которой будет составлять 10–20% от общего количества деревьев.

В культурах берёзы повислой, созданных посадкой, обычно достаточно провести один уход. Молодняк разреживают при достижении берёзой 4–5 м высоты до густоты около 1 600 стволов/га.

9.2 Сравнение сценариев ведения лесного хозяйства

Сравнительный анализ сценариев ведения лесного хозяйства за полный цикл лесовыращивания проведён с помощью программного продукта МОТТИ на примере ельника, созданного посадкой и произрастающего в условиях, соответствующих влажным суходолам, и сосняка, созданного посевом и произрастающего в условиях, соответствующих суховатым суходолам. Результаты вычислений приведены в таблице «Сравнение сценариев ведения лесного хозяйства с применением инструмента МОТТИ».

Самый малозатратный вариант выращивания молодняка, т. н. одноэтапный, заключается в проведении одного ухода на ранней стадии развития

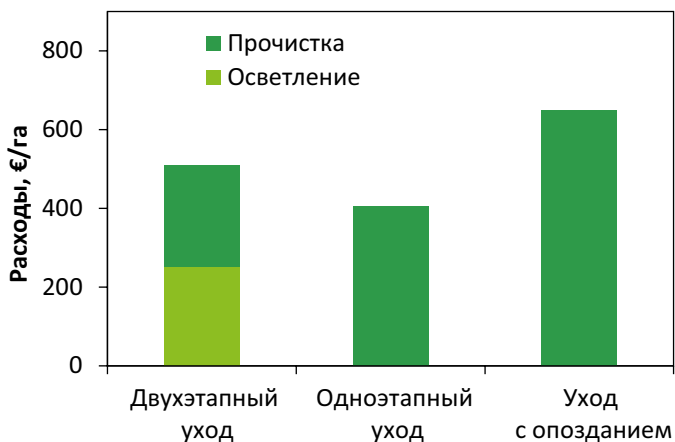


Рис. 9.4. Расходы на уход за молодняками (эталонный ельник, созданный методом посадки). Варианты циклов лесоводственных уходов описаны в таблице «Сравнение сценариев ведения лесного хозяйства с применением инструмента MOTTI».

древостоя (рис. 9.4). Вариант, включающий как осветление, так и прочистку – двухэтапный уход за молодняком, – обходится немного дороже, но в то же время он показывает лучшую продуктивность древостоя и меньшие риски повреждений (включая охлестывание кроны, снеголом и ущерб, наносимый лосем). При этом проведение ухода за молодняком с опозданием влечёт за собой повышение расходов.

При сравнении сценариев показатели среднего годовичного прироста деловой древесины в ельнике за цикл выращивания показали слабые отличия друг от друга, тогда как в варианте без ухода этот показатель намного ниже (рис. 9.5). При соответствующем сравнении сценариев для сосняка отмечаются более существенные различия.

Для сосняков, созданных посевом, сценарий с двухэтапным уходом является более выгодным по отношению к сценарию с одноэтапным уходом. Банковская ставка при расчётах составляла 3%. Одноэтапный и двухэтапный уход в ельниках, созданных посадкой, приводит к равнозначным результатам. Сценарии без ухода и с запоздалым уходом показали низкую эффективность как для ельников, так и для сосняков.

Применяемая в расчётах стоимость угодья (стоимость земельного участка, не покрытого лесом – Прим. пер.) привязана к уровню банковской ставки, но в сравнительном анализе сценариев роль процентной ставки не существенна (рис. 9.6). При достаточно высокой банковской ставке (около 4%) лишь одноэтапный и двухэтапный уход обеспечивает рентабельность выращивания леса. В сосняках двухэтапный уход безусловно является наиболее выгодным вариантом при любых ставках. В ельниках одноэтапный и двухэтапный уходы повышают прибыльность в равной степени.

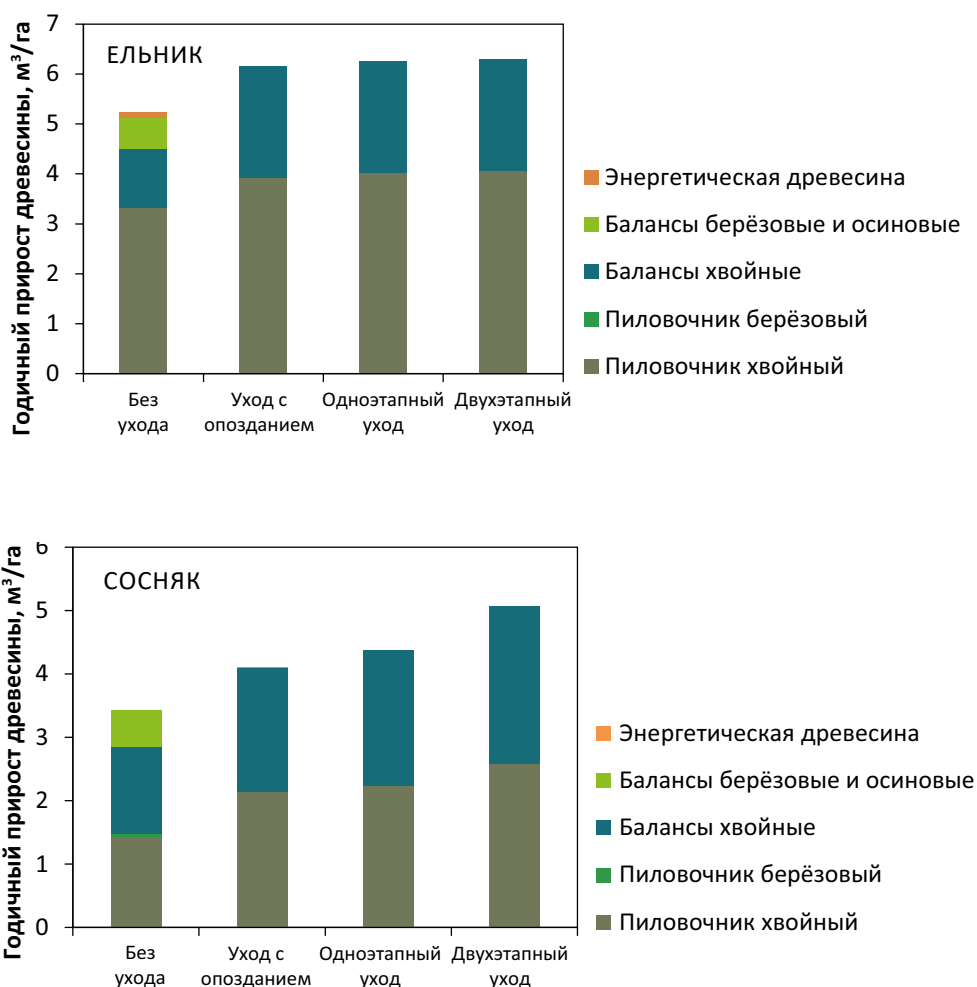


Рис. 9.5. Средний годичный прирост древесины для разных сценариев ведения лесного хозяйства в моделях МОТТИ для ельника и сосняка. Уход в молодняках сосны способствует повышению прироста деловой древесины на 21–48%, при этом наибольшая производительность – 5,1 м³/га/год – отмечена в сценарии с двухэтапным уходом. В ельниках уход способствует повышению производительности древостоя на 9–11%. Также самый высокий годичный прирост древесины, 6,3 м³/га/год, предусмотрен в сценарии с двухэтапным уходом в ельниках.

Рассматривать результаты следует учитывая то, что они получены на модели. Данные о влиянии различных сценариев на полный цикл лесовыращивания пока не получены. Возможно, в программе МОТТИ не учтены все позитивные аспекты влияния мероприятий на ход роста ели. И наоборот, корректировка модели хода роста, применяемая в МОТТИ, может привести к переоценке влияния мероприятий на ход роста сосны.

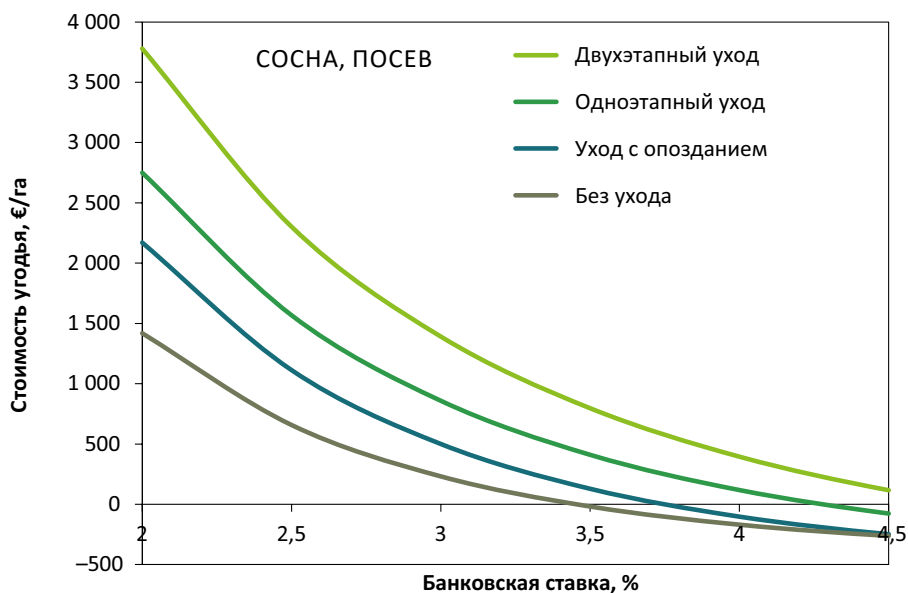
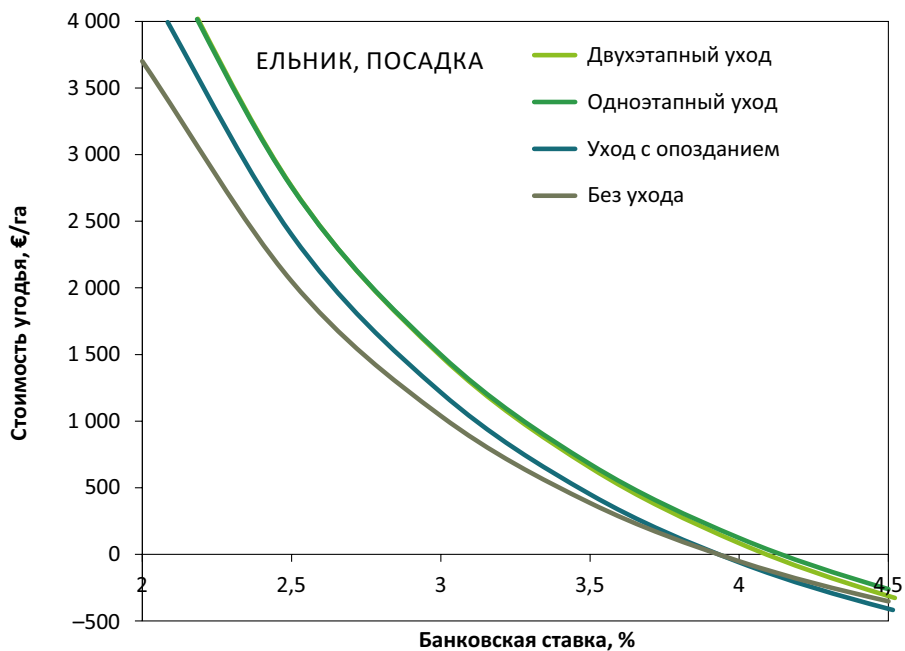


Рис. 9.6. Стоимость угодья под лесными культурами в зависимости от банковской ставки и сценария ведения лесного хозяйства. Результаты получены на основе моделирования всех вариантов ухода и производительности древостоя с помощью инструмента MOTTI.



Фото 9.7. Уход за молодняками влияет на формирование структуры древостоя и на его развитие в течение всего цикла выращивания. Примерно 30-летний чистый ельник, созданный посадкой, в своё время был пройден осветлением и прочисткой (А). Смешанный древостой с высокой долей участия берёзы, доходы от рубки которого будут ниже из-за отсутствия ухода (Б). Фото: Институт природных ресурсов Финляндии / Эрки Оксанен.

С помощью МОТТИ были получены аналогичные результаты для пихты в ходе длительных полевых испытаний в штате Мэн (США).¹² Двухэтапный уход способствовал увеличению запаса древесины в насаждении пихты в большей степени, чем в ельниках, созданных посадкой и в меньшей степени, чем в сосняках, созданных посевом (согласно прогнозу МОТТИ).

Результаты отсутствия мероприятий по уходу за лесом очевидны и подтверждены опытным путём на примере развития насаждения (рис. 9.7). В неухоженном насаждении жизненное пространство завоёвывается листовым древостоем, который не продуцирует ценной древесины или же в результате высокой густоты процесс накопления запаса крупной древесины замедляется и возрастают затраты на заготовку.^{186, 230, 73, 188, 12, 232}

СРАВНЕНИЕ СЦЕНАРИЕВ ВЕДЕНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНСТРУМЕНТА МОТТИ

Сравнительный анализ сценариев ведения лесного хозяйства за полный цикл лесовыращивания проведён с помощью программного продукта МОТТИ (версия 3.3) на примере ельника и сосняка. Ельник произрастает в условиях, соответствующих влажным суходолам, сосняк произрастает в условиях, соответствующих суховатым суходолам. Насаждения расположены в Суоненйоки, Центральная Финляндия (сумма активных температур (САТ более + 5 С) 1 120 С). Для сравнения взяты следующие сценарии: двухэтапный уход (осветление и прочистка), одноэтапный уход (только прочистка) и уход с опозданием, при котором прочистку проводят в ельнике на 6 лет позже и в сосняке – на 8 лет позже, чем в сценарии с одноэтапным уходом. Также для сравнения взят сценарий, при котором уход отсутствует.

Ельник:

Затраты на обработку почвы (создание микроповышений) составляют 345 €/га.¹⁸³ Стоимость посадочного материала – 0,25 €/шт., затраты рабочего времени – 1 330 шт./день и стоимость посадки лесных культур вручную – 225 €/день.^{174,}

¹⁵² Густота посадки составляет 1 800 шт./га и с учётом приживаемости посадочного материала 95% после создания культур густота будет составлять 1 710 елей на га. Предполагается, что во время рубок ухода будут сохранены все посаженные ели. Затраты на уход за молодняком рассчитываются по модели затрат рабочего времени в зависимости от возраста, условий места произрастания и породы,²³⁵ для прочистки применяется коэффициент Uotila & Saksala 0,694.²³² Стоимость работы вальщика – 250 €/день.^{174, 152} Разреживание древостоя проводится дважды в течение цикла выращивание до рекомендуемой программой МОТТИ суммы площадей сечений. Неухоженный древостой разреживают до 1 200 шт./га. Расчёт затрат на предварительную расчистку древостоя перед рубкой прореживания производится с применением функции затрат рабочего времени согласно условиям отраслевого коллективного договора. К моменту финальной рубки средний диаметр древостоя должен быть более 26,5 см.

ЕЛЬНИК	Период, лет	Денежные потоки (Cash flow), €/га	Дисконтированные денежные потоки (Discounted cash flow) (3%), €/га	Стоимость угодья (3%), €/га
Двухэтапный уход				
Лесовосстановление	0	-1 100	-1 100	
Осветление	5	-251	-216	
Прочистка	10	-259	-193	
Прореживание	37	849	284	
Проходная рубка	50	1 867	426	
Финальная рубка	66	14 603	2 076	
			<hr/>	
			1 277	1 489
Одноэтапный уход				
Лесовосстановление	0	-1 100	-1 100	
Уход за молодняком	11	-404	-292	
Прореживание	38	798	260	
Проходная рубка	51	1 806	400	
Финальная рубка	68	15 153	2 030	
			<hr/>	
			1 298	1 499
Уход с опозданием				
Лесовосстановление	0	-1 100	-1 100	
Уход за молодняком	17	-649	-393	
Прореживание	41	914	272	
Проходная рубка	54	1 949	395	
Финальная рубка	70	14 953	1 888	
			<hr/>	
			1 063	1 216
Без ухода				
Лесовосстановление	0	-1 100	-1 100	
Предварительное разреживание	30	-159	-65	
Прореживание	32	293	114	
Проходная рубка	59	2 059	360	
Финальная рубка	70	12 671	1 600	
			<hr/>	
			908	1 040

Сосняк:

Затраты на обработку почвы (боронование) и посев составляют 230 €/га.¹⁸³ Стоимость семян (350 г/га) – 192 €/га (Согласно расценкам Тапио на 23.1.2015). Исходная густота культур сосны – 3 600 шт./га. Затраты на уход за молодняками рассчитываются по модели затрат рабочего времени в зависимости от возраста, условий места произрастания и породы,²³⁵ для прочистки применяется коэффициент Uotila & Saksala 0,694.²³² Стоимость работы вальщика – 250 €/день.^{174, 152} После проведения ухода густота молодняка сосны составляет 2 100 шт./га. Разреживание древостоя проводится дважды в течение цикла выращивания до рекомендуемой в программе МОТТИ суммы площадей сечений. Неухоженный древостой разреживают до 1 100 шт./га. Расчёт затрат на предварительную расчистку древостоя перед рубкой прореживания производится аналогично

приведённой схеме по ельникам. К моменту финальной рубки средний диаметр древостоя должен быть более 25 см. В зависимости от рассматриваемого сценария программа МОТТИ предлагает использовать корректировки относительно уровня развития, пояснения которых даны в скобках: (хороший = искусственный древостой в хорошем состоянии; обычное насаждение (ОН) = корректировка не применяется; среднеарифметический показатель (СА) = показатель, который рассчитывается на основании данных искусственного древостоя и обычного насаждения).

СОСНЯК	Период, лет	Денежные потоки (Cash flow), €/га	Дисконтированные денежные потоки (Discounted cash flow) (3%), €/га	Стоимость угодья (3%), €/га
Двухэтапный уход (хороший)				
Лесовосстановление	0	-430	-430	
Осветление	5	-189	-163	
Прочистка	15	-218	-140	
Прореживание	37	732	245	
Проходная рубка	48	940	227	
Финальная рубка	68	10 934	1 465	
			<u>1 204</u>	1 391
Одноэтапный уход (СА)				
Лесовосстановление	0	-430	-430	
Уход за молодняком	16	-330	-206	
Прореживание	41	627	189	
Проходная рубка	55	1 007	201	
Финальная рубка	80	10 887	1 023	
			<u>778</u>	858
Уход с опозданием (СА)				
Лесовосстановление	0	-430	-430	
Уход за молодняком	22	-447	-233	
Прореживание	49	545	130	
Проходная рубка	63	916	142	
Финальная рубка	90	12 057	856	
			<u>465</u>	500
Без ухода (ОН)				
Лесовосстановление	0	-430	-430	
Предварительное разреживание	40	-159	-49	
Прореживание	42	356	103	
Проходная рубка	82	1 283	114	
Финальная рубка	104	10 442	483	
			<u>221</u>	231

10

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ЦЕЛЕВОГО ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЯ

- 1. На количество уходов за молодняками можно повлиять до финальной рубки**
 - Стремитесь выращивать древостой при оптимальной густоте
 - Сократите долю участия лиственных деревьев в составе хвойного древостоя уже во время рубок ухода
 - Выполните расчистку лесосеки от нецелевого подроста за несколько лет до финальной рубки
- 2. Своевременное лесовосстановление по правильной технологии**
 - Выберите подходящую технологию лесовосстановления
 - Подготовьте почву и создавайте лесные культуры на вырубке до начала задернения и заселения лиственными породами
- 3. Необходимо закрепить результаты лесовосстановления**
 - Проводите агротехнический уход
 - Проводите дополнение, если количество естественного подроста является недостаточным
- 4. Динамичное развитие молодняка в результате рубки осветления**
 - Удаляйте мешающую развитию молодняка лиственную растительность
 - Выполняйте рубки осветления своевременно
- 5. Оптимальная густота выращиваемого древостоя в результате прочистки**
 - Определите густоту оставляемых деревьев руководствуясь целью выращивания насаждения
 - Выбирайте оптимальную интенсивность разреживания: следующим мероприятием должна быть рубка прореживания, а не предварительная расчистка древостоя
- 6. Обратите внимание на общую стоимость ухода за молодняками**
 - Своевременно проведённые два приёма лесоводственного ухода обходятся дешевле, чем один приём, проведённый с опозданием
- 7. Предварительная расчистка древостоя от нецелевого подроста повышает эффективность прореживания**
 - До проведения первого прореживания убирайте мешающий нецелевой подрост ели и лиственных пород

Ориентировочное сопоставление русских и финских типов леса (наиболее распространенных в Республике Карелии)

РУССКИЙ ТИП ЛЕСА	ФИНСКИЙ ТИП ЛЕСА	
Беломошник (БМ)	Бедный суходол	Karukkokangas – Cladonia (CT)
Верещатник (ВР)	Настоящий суходол	Kuiva kangas – Calluna (CT)
Брусничник (БР)	Суховатый суходол	Kuivahko kangas – Vaccinium (VT)
Черничник (ЧР)	Влажный суходол	Tuore kangas – Myrtillus (MT)
Травяно-злаковый (ТЗЛ)	Плдородный суходол / плдородный чернозем	Lehtomainen kangas / lehto – Oxalis-Myrtillus (OMT) / Oxalis-Maianthemum (OMaT)
Кисличник (КС)	Плдородный суходол / плдородный чернозем	Lehtomainen kangas / lehto – Oxalis-Myrtillus (OMT) / Oxalis-Maianthemum (OMaT)
Долгомошник (ДЛ)	Заболоченный влажный / суховатый суходол	Soistunut tuore / kuivahko kangas
Долгомошник осушенный (ДЛО)	Заболоченный влажный / суховатый суходол, осушенный	Mustikkaturvekangas
Приручейниковый (П)	Заболоченный плдородный чернозем	Soistunut lehto
Приручейниковый осушенный (ПО)	Заболоченный прдородный чернозем, осушенный	Lehtoturvekangas
Травяно-таволговый (ТТ)	Заболоченный плдородный суходол	Soistunut lehtomainen kangas
Травяно-таволговый осушенный (ТТО)	Заболоченный прдородный суходол, осушенный	Ruohoturvekangas
Багульниковый (Б)	Багульниковый / сфагновый	Räme
Багульниковый осушенный (БО)	Багульниковый / сфагновый, осушенный	Varputurvekangas
Сфагновый (С)	Сфагновый	Karu räme / isovarpuräme
Сфагновый осушенный (СО)	Сфагновый, осушенный	Varputurvekangas
Осоково-сфагновый (ОС)	Осоково-сфагновый	Ruohosarakorpi
Осоково-сфагновый осушенный (ОСО)	Осоково-сфагновый, осушенный	Ruohoturvekangas / mustikkaturvekangas

Literatura справочника по уходу за молодым лесом

1. Aaltonen, V.T. 1942. Muutamia kasvukokeita puuntaimilla. Acta Forestalia Fennica 50(6): 1–33.
2. Ackzell, L. 1994. Natural regeneration on planted clear-cuts in boreal Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research 9: 245–250.
3. Ahnlund Ulvcrona, K. 2011. Effects of silvicultural treatments in young Scots pine-dominated stands on the potential for early biofuel harvests. Dissertation. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 79. 64 s.
4. Ahnlund Ulvcrona, K., Claesson, S., Sahlén, K. & Lundmark, T. 2007. The effects of timing of pre-commercial thinning and stand density on stem form and branch characteristics of *Pinus sylvestris*. Forestry 80: 324–335.
5. Ala-Varvi, T. & Ovaskainen, H. 2013. Kokopuun paalauksen kilpailukyky. Metsätehon tuloskalvosarja 8/2013. 30 s.
6. Ali-Alha, T. 1987. Kaatoajankohdan vaikutus lehtipuiden vesomiseen. Helsingin yliopisto, metsätieteen pro gradu-työ. 87 s.
7. Andersson, B. 1982. Lövträdens inverkan på unga tallars överlevnad och tillväxt i Västerbottens kust- och inland. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 80(6): 11–24.
8. Andersson, B. 1993. Lövträdens inverkan på små tallars (*Pinus sylvestris*) överlevnad, höjd och diameter. Sveriges Landbruksuniversitet, Institutionen för Skogsskötsel, Rapporter 36. 34 s.
9. Andersson, S.-O. 1984. Om lövröjning i plant- och ungskogar. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 82(3–4): 69–95.
10. Atwood, C.J., Fox, T.R. & Loftis, D.L. 2009. Effects of alternative silviculture on stump sprouting in the southern Appalachians. Forest Ecology and Management 257: 1305–1313.
11. Balandier, P., Collet, C. Miller, J.H., Reynolds, P.E. & Zedaker, S.M. 2006. Designing forest vegetation management strategies based on the mechanisms and dynamics of crop tree competition by neighbouring vegetation. Forestry 79: 3–27.
12. Bataineh, M.M., Wagner, R.G. & Weiskittel, A.R. 2013. Long-term response of spruce-fir stands to herbicide and precommercial thinning: observed and projected, yield, and financial returns in central Maine, USA. Canadian Journal of Forest Research 43: 385–395.
13. Béland, M., Agestam, E., Ekö, P. M., Gemmel, P. & Nilsson, U. 2000. Scarification and seedfall affects natural regeneration of Scots pine under two shelterwood densities and a clear-cut in southern Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research 15: 247–255.
14. Belanger, R.P. 1979. Stump management increases coppice yield of sycamore. Southern Journal of Applied Forestry 3: 101–103.
15. Bell, F.W., Pitt, D.G., Morneau, A.E. & Pickering, S.M. 1999. Response of immature trembling aspen to season and height of cut. Northern Journal of Applied Forestry 16:108–114.
16. Bergan, J. 1987. Virkningen av bjørkeskjerm på etablering og vekst hos bartrær utplantet i Nord-Norge. Rapport fra Norsk institutt for skogforskning 10/87: 47 s.
17. Bergkvist, I. 2007. Stråkröjning i praktisk drift 2005–2006. Skogforsk. Redogörelse nr 1. 16 s.
18. Bergkvist, I. & Glöde, D. 2004. Corridor cleaning – a method with great potential. Skogforsk. Results 3. 4 s.
19. Bergqvist, G., Bergström, R. & Wallgren, M. 2014. Recent browsing damage by moose on Scots pine, birch and aspen in young commercial forests – effects of forage availability, moose population density and site productivity. Silva Fennica 48(1). 13 s.

20. Björkdahl, G. 1983. Höjdtutveckling hos stubbskott av vårt- och glasbjörk samt tall och gran efter mekanisk röjning. Sveriges Landbruksuniversitet, Institutionen för Skogsproduktion, Stencil 18. 54 s.
21. Blake, T.J. 1981. Dieback and stump senescence following decapitation of eucalypts in relation to auxin and phenols. *Canadian Journal of Forest Research* 11: 292–298.
22. Braathe, P. 1992. Investigations concerning the development of regeneration of Norway spruce which is irregularly spaced and of varying density. 3. Supplementary planting. Undersøkelser over utviklingen av glissen gjenvekst av gran. *Meddelelser fra Skogforsk* 45(4). 64 s.
23. Barring, U. 1988. On the reproduction of aspen with emphasis on its suckering ability. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3: 229–240.
24. Carlsson, T. 2007. Risken för spridning av röta vid förröjning i granskog i södra Sverige. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institution för sydsvensk skogsvetenskap. Examensarbete nr 99. 32 s.
25. Danell, K., Edenius, L. & Lundberg, P. 1991. Herbivory and tree stand composition: Moose patch use in winter. *Ecology* 72: 1350–1357.
26. DeBell, D.S. & Turpin, T.C. 1989. Control of red alder by cutting. USDA, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR, USA. Research Paper PNW-RP-414. 10 s.
27. Dickmann, D.I. & Pregitzer, K.S. 1992. The structure and dynamics of woody plant root systems. *Julkaisussa: Mitchell, C.P., Ford-Robertson, J.B., Hinckley, T. & Sennerby-Forsse, L. (toim.) Ecophysiology of short rotation forest crops. Elsevier, London, s. 95–123.*
28. Donnelly, J.R. 1974. Seasonal changes in photosynthate transport within elongating shoots of *Populus grandidentata*. *Canadian Journal of Botany* 52: 2547–2559.
29. Ducrey, M. & Turrel, M. 1992. Influence of cutting methods and dates on stump sprouting in holm oak (*Quercus ilex* L.) coppice. *Annals of Forest Science* 49: 449–464.
30. Edenius, L. 1991. The effect of resource depletion on the feeding behaviour of a browser: Winter foraging by moose on Scots pine. *Journal of Applied Ecology* 28: 318–328.
31. Elfving, B. 1982. HUGIN's ungskogstaxering 1976-1979. SLU, Umeå. Projekt HUGIN, Rapport 27. 87 s.
32. Elfving, B. & Nyström, K. 1984. Björkens stubbskottsbildning och höjdtutveckling i ungdomsskedet. Analyser av data från HUGIN's ungskogssystem. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 82(3–4): 51–67.
33. Eliasson, L. 1971. Growth regulators in *Populus tremula* IV. Apical dominance and suckering in young plants. *Physiologia Plantarum* 25: 263–267.
34. Etholén, K. 1974. Kaatoajankohdan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistonhoitoaloilla Pohjois-Suomessa. *Folia Forestalia* 213. 16 s.
35. Fahlvik, N., Ekö, P.M. & Pettersson, N. 2005. Influence of precommercial thinning grade on branch diameter and crown ratio in *Pinus sylvestris* in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 243–251.
36. Fahlvik, N., Agestam, E., Ekö, P.M. & Lindén, M. 2011. Development of single-storied mixtures of Norway spruce and birch in Southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26: 36–45.
37. Fahlvik, N., Ekö, P.M. & Petersson, N. 2015. Effects of precommercial thinning strategies on stand structure and growth in a mixed even-aged stand of Scots pine, Norway spruce and birch in southern Sweden. *Silva Fennica* 49(3). 17 s.
38. Ferm, A. 1990. Nuorten vesasyntyisten hieskoivikoiden kehitys ja lahoisuus turvemaalla. *Folia Forestalia* 744. 17 s.
39. Ferm, A. & Issakainen, J. 1981. Kaatoajankohdan ja kaatotavan vaikutus hieskoivun vesomiseen turvemaalla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 33. 13 s.
40. Ferm, A. & Kauppi, A. 1990. Coppicing as a means for increasing hardwood biomass production. *Biomass* 22: 107–121.

41. Ferm, A., Kauppi, A., Rinne, P., Tela, H.-L., Saarsalmi, A. & Sevola, Y. 1985. Energiapuun tuottaminen luonnonvesakoissa. Julkaisussa: Hakkila, P. (toim.) Metsäenergian mahdollisuudet Suomessa. PERA-projektin väliraportti. Folia Forestalia 624: 29–44.
42. Ferm, A., Hytönen, J., Lilja, S. & Jylhä, P. 1994. Effects of weed control on the early growth of *Betula pendula* seedlings established on an agricultural field. Scandinavian Journal of Forest Research 9: 347–359.
43. Folkesson, B. & Barring, U. 1982. Exempel på en riklig björkförekomstns inverkan på utvecklingen av unga tall- och granbestånd i norra Sverige. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig herbologi, Rapport 1. 64 s.
44. Franssila, M. 1949. Mikroilmasto-oppi. Otava, Helsinki. 258 s.
45. Fries, C. 1984. Den frösådda björkens invandring på hygget. Sveriges Skogsvårdsförenings Tidskrift 82(3–4): 35–49.
46. Frivold, L.H. 1982. Bestandsstruktur og produksjon i blandingskog av bjørk (*Betula verrucosa* Ehrh., *B. pubescens* Ehrh.) og gran (*Picea abies*) i Sydøst-Norge. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole 61(18): 1–108.
47. Frochet, H., Armand, G., Gama, A., Nouveau, M. & Wehrlen, L. 2002. La gestion de la vegetation accompagnatrice: état et perspective. Revue Forestière Française 54: 505–520.
48. FSC FI 2012. FSC:n periaatteet ja kriteerit. fi.fsc.org
49. Fällman, K., Ligné, D., Karlsson, A. & Albrektson, A. 2003. Stem quality and height development in a *Betula*-dominated stand seven years after precommercial thinning at different stump heights. Scandinavian Journal of Forest Research 18: 145–154.
50. Gemmel, P. 1988. Development of beeted seedlings in the *Picea abies* (L.) Karst. stands. Scandinavian Journal of Forest Research 3: 175–183.
51. Granström, A. & Fries, C. 1985. Depletion of viable seeds of *Betula pubescens* and *Betula verrucosa* sown onto some north Swedish forest soils. Canadian Journal of Forest Research 15: 1176–1180.
52. Haapanen, M. & Mikola, J. 2008. Metsänjalostus 2050 – pitkän aikavälin metsänjalostusohjelma. Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja 71. 50 s.
53. Hakuukoneyömaan ennakkoraivaus. 2001. Metsätehon opas. 8 s.
54. Halinen, M. 1985. Männyn nuoruusvaiheen kasvunopeuden vaikutus sahatavaran laatuun. Silva Fennica 19: 377–385.
55. Hallogren, H. & Rantala, J. 2013. A search for better competitiveness in mechanized early cleaning through product development: evaluation of two Naarva uprooters. International Journal of Forest Engineering 24: 91–100.
56. Hamberg, L. & Hantula, J. 2011. Purppuranahakka, biologinen vesakontorjunta-aine Suomeen? Taimiuutiset 4/2011: 17–19.
57. Hamberg, L., Malmivaara-Lämsä, M., Löfström, I., Vartiamäki, H., Valkonen, S. & Hantula, J. 2011a. Sprouting of *Populus tremula* L. in spruce regeneration areas following alternative treatments. European Journal of Forest Research 130: 99–106.
58. Hamberg, L., Vartiamäki, H., Malmivaara-Lämsä, M., Löfström, I., Valkonen, S., & Hantula, J. 2011b. Short-term effects of mechanical and biological treatments on *Sorbus aucuparia* L. sprouting in mesic forests in Finland. Scandinavian Journal of Forest Research 26: 505–514
59. Hamberg, L., Malmivaara-Lämsä, M., Löfström, I. & Hantula, J. 2014. Effects of a biocontrol agent *Chondrostereum purpureum* on sprouting of *Sorbus aucuparia* and *Populus tremula* after four growing seasons. BioControl 59: 125–137.
60. Hantula, J. & Hamberg, L. 2015. Pian vesakoita voidaan torjua biologisesti. Maaseudun tiede 1/2015, s. 9.
61. Hantula, J. & Piri, T. 2013. Juurikäävän torjunta ajankohtaista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedote 29.4.2013.

62. Hantula, J., Hamberg, L., Vartiamaäki, H., Korhonen, K. & Uotila, A. 2012. A review on the efficacy tests and risk analyses conducted on *Chondrostereum purpureum*, a potential biocontrol agent, in Finland. *Forest Systems* 21: 343–347.
63. Harrington, C.A. 1984. Factors influencing initial sprouting of red alder. *Canadian Journal of Forest Research* 14: 357–361.
64. Harstela, P. 2003. Taimikonhoidon vaikutus kuusen laatuun ja tuottoon. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2003: 143–152.
65. Heikinheimo, O. 1930. Kaatoajan vaikutus lehtipuiden vesojen syntyyn ja kasvuun. *Keskusmetsäseura Tapio, Helsinki*, s. 113–117.
66. Heikinheimo, O. 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä. II. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24(4). 67 s.
67. Heikkilä, J., Laitila, J., Tanttu, V., Lindblad, J., Sirén, M., Asikainen, A., Pasanen, K. & Korhonen, K.T. 2005. Karsitun energiapuun korjuuvaihtoehdot ja kustannustekijät. *Metlan työraportteja* 10. 56 s.
68. Heikkilä, R. 1990. Effect of plantation characteristics on moose browsing on Scots pine. *Silva Fennica* 24: 341–351.
69. Heikkilä, R. & Härkönen, S. 1993. Moose (*Alces alces* L.) browsing in young Scots pine stands in relation to the characteristics of their winter habitats. *Silva Fennica* 27: 127–143.
70. Heikurainen, L. 1985. Verhokuuston vaikutus kuusitaimikon kehitykseen. *Silva Fennica* 19: 81–88.
71. Heiskanen, V. 1954. Tutkimuksia mäntytukkipuiden laatuluokitustavoista ja niiden tarkkuudesta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 44(1). 132 s.
72. Huuri, O. Lähde, E. & Huuri, L. 1987. Tiheyden vaikutus nuoren istutusmännikön laatuun ja tuotokseen. *Folia Forestalia* 685. 48 s.
73. Huuskonen, S. & Hynynen, J. 2006. Timing and intensity of precommercial thinning and their effects on the first commercial thinning in Scots pine stands. *Silva Fennica* 40: 645–662.
74. Huuskonen, S., Hynynen, J. & Valkonen, S. (toim.) 2014. Metsänkasvatus – menetelmät ja kannattavuus. *Metsäkustannus Oy, Porvoo*. 205 s.
75. Hytönen, H. 2013. Kitkentäperkauksen ja raivaussahatyön vaikutus kuusen pituuskasvuun ja kantoläpimitaan neljä vuotta varhaisperkauksen jälkeen. *Itä-Suomen yliopisto, metsätieteiden kandidaatintutkielma*. 25 s.
76. Hytönen, J. 1985. Kaatoajankohdan, kaatotavan ja kannon korkeuden vaikutus viljeltyjen ja luonnonpajujen sekä hieskoivun vesomiseen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 206: 40–57.
77. Hytönen, J. 2001. Lehtipuiden vesominen. *Julkaisussa: Valkonen, S., Ruuska, J., Kolström, T., Kubin, E. & Saarinen, M. (toim.) Onnistunut metsänuudistaminen. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti*, s. 94–97.
78. Hytönen, J. & Jylhä, P. 2008. Fifteen-year response of weed control intensity and seedling type on Norway spruce survival and growth on arable land. *Silva Fennica* 42: 355–368.
79. Hytönen, J. & Jylhä, P. 2011. Long-term response of weed control intensity on Scots pine survival, and growth and nutrition on former arable land. *European Journal of Forest Research* 130: 91–98.
80. Hytönen, J. & Jylhä, P. 2013. Long-term effect of weed control on survival and growth of silver birch planted on arable land. *Baltic Forestry* 19: 170–178.
81. Hämäläinen, J. & Kaila, S. 1983. Taimikon perkauksen ja harvennuksen sekä uudistusalan raivauksen ajanmenekki-suhteet. *Metsätehon katsaus* 16/1983. 4 s.
82. Hämäläinen, J., Kalland, F. & Salpakivi-Salomaa, P. 1995. Luontainen koivu istutustaimikoissa. *Metsätehon katsaus* 13/1995. 6 s.
83. Hämäläinen, J., Strandström, M., Saarinen, V.-M., Hynynen, J., Saksa T. & Hyyti, H. 2013. Koneellisen taimikonhoidon kustannustehokkuuden parantaminen. *Metsätehon raportti* 228. 27 s.

84. Härkönen, S., Miina, J. & Saksa, T. 2008. Effect of cleaning methods in mixed pine-deciduous stands on moose damage to Scots pines in southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 23: 491–500.
85. Ikäheimo, E. & Norokorpi, Y. 1986. Perkauksen vaikutus männyn istutustaimikoiden kehitykseen, laatuun ja tuhoihin Pohjois-Suomessa. *Folia Forestalia* 647. 49 s.
86. Ivakko, P. 2012. Kuusen taimikoiden koneellisen kitkennän jälkeisen kehityksen seurantatutkimus. Opinnäytetyö. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. 69 s.
87. Jakkila, J. & Pohtila, E. 1978. Perkauksen vaikutus taimiston kehitykseen Lapissa. *Folia Forestalia* 360. 27 s.
88. Jalkanen, J. 2010. Energiapuuharvennusten tuntituotoksia sekä koneittäjien kokemuksia energiapuutyömailta hankinnan alkuvaiheessa. Tutkintotyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. 43 s.
89. Jobidon, R., Charette, L. & Bemier, P.Y. 1998. Initial size and competing vegetation effects on water stress and growth of *Picea mariana* (Mill.) BSP seedlings planted in three different environments. *Forest Ecology and Management* 103: 293–305.
90. Jobidon, R., Roy, V. & Cyr, G. 2003. Net effect of competing vegetation on selected environmental conditions and performance of four spruce seedling stock sizes after eight years in Québec (Canada). *Annals of Forest Science* 60: 691–699.
91. Johansson, K. 1992a. Effects of initial spacing on the stem and branch properties and graded quality of *Picea abies* (L.) karst. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7: 503–514.
92. Johansson, K. 1993. Influence of initial spacing and tree class on the basic density of *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 18–27.
93. Johansson, T. 1987. Development of stump suckers by *Betula pubescens* at different light intensities. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2: 77–83.
94. Johansson, T. 1991. Sprouting of European aspen, pubescent birches, and damage to Norway spruce and Scots pine following mechanical and brush saw cleaning. *Studia Forestalia Suecica* 186. 15 s.
95. Johansson, T. 1992b. Dormant buds on *Betula pubescens* and *Betula pendula* stumps under different field conditions. *Forest Ecology and Management* 47: 245–259.
96. Johansson, T. 1992c. Sprouting of 2- to 5-year-old birches (*Betula pubescens* Ehrh. and *Betula pendula* Roth) in relation to stump height and felling time. *Forest Ecology and Management* 53: 263–281.
97. Johansson, T. 1992d. Sprouting of 10- to 50-year-old *Betula pubescens* in relation to felling time. *Forest Ecology and Management* 53: 283–296.
98. Johansson, T. 1993. Seasonal changes in contents of root starch and soluble carbohydrate in 4–6-year old *Betula pubescens* and *Populus tremula*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 94–106.
99. Johansson, T. 2008. Sprouting ability and biomass production of downy and silver birch stumps of different diameters. *Biomass and Bioenergy* 32: 944–951.
100. Johansson, T. & Lundh, J.-E. 2009. Upprepad röjning av stubbskott – en metod för minskning av skottmängden. Sveriges lantbruksuniversitet. Fakta Skog 2009:5. 4 s.
101. Kaila, S., Poikela, A. & Strandström, M. 1999. Raivaussahatyön tuottavuus ja palkanmääritys. Metsätalon raportti 78. 39 s.
102. Kaila, S., Kiljunen, N., Miettinen, A. & Valkonen, S. 2006. Effect of precommercial thinning on the consumption of working time in *Picea Abies* stands in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 496–504.
103. Kallioniemi, P.K. 2011. MenSe-raivauspäällä varustetulla metsäkoneella toteutetun koneellisen taimikonhoidon työnjälki ja puuntuotannolliset vaikutukset varttuneessa taimikossa. Helsingin yliopisto, metsätieteen pro gradu-työ. 80 s. + liitteet.
104. Kantola, A. & Mäkelä, A. 2004. Crown development in Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]. *Trees* 18: 408–421.

105. Kardell, L. 1992. Vegetationsförändringar, plantetablering samt bärproduktion efter stubb-och riståkt. Institutionen för skoglig landskapsvård. Rapport 50. 79 s.
106. Karlsson, A. & Albrektson, A. 2000. Height development of *Betula* and *Salix* species following precommercial thinning at various stump heights: 3-year results. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 359–367.
107. Karlsson, A., Albrektson, A., Elfving, B. & Fries, C. 2002b. Development of *Pinus sylvestris* main stems following three different precommercial thinning methods in a mixed stand. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 256–262.
108. Karlsson, L. 1978. Studie över lövvegetationens inverkan på granplanteringar i södra Sverige. Skogshögskolan, Institutionen för skogsförnyring, Umeå. Rapporter och uppsatser 102. 59 s.
109. Karlsson, L. 2013. Silvicultural regimes and early biomass thinning in young, dense pine stands. Dissertation. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae* 90. 67 s.
110. Karlsson, M. 2001. Natural regeneration of broadleaved tree species in southern Sweden: Effects of silvicultural treatment and seed dispersal from surrounding stands. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria* 196. 44 s.
111. Karlsson, M., Nilsson, U. & Örlander, G. 2002a. Natural regeneration in clear-cuts: effects of scarification, slash removal and clear-cut age. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 131–138.
112. Kauppi, A. 1989. Sprouting in birches: a morphological and ecophysiological approach. Dissertation. *Acta Universitatis Ouluensis*, A. 209. 32 s. + liitteet.
113. Kauppi, A., Rinne, P. & Ferm, A. 1988a. Sprouting ability and significance for coppicing of dormant buds on *Betula pubescens* Ehrh. stumps. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3: 343–354.
114. Kauppi, A., Kiviniitty, M. & Ferm, A. 1988b. Growth habit and crown architecture of *Betula pubescens* Ehrh. of seed and sprout origin. *Canadian Journal of Forest Research* 18: 1603–1623.
115. Kauppi, A., Kiviniitty, M. & Ferm, A. 1990. Leaf morphology and photosynthetic rate in birch seedlings and stump sprouts. *Canadian Journal of Forest Research* 20: 952–960.
116. Kauppi, A., Paukkonen, K. & Tela, H.-L. 1991. The role of phenols in sprouting and wood decay of birches. *Canadian Journal of Forest Research* 21: 1066–1072.
117. Kellomäki, S. 1972. Maanpinnan reliefin ja kasvillisuuden kehityksestä auruksen jälkeisinä vuosina Perä-Pohjolan metsänuudistusalloilla. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteenlaitos. Tiedonantoja 8. 56 s.
118. Kellomäki, S. & Oker-Blom, P. 1983. Canopy structure and light climate in a young Scots pine stand. *Silva Fennica* 17: 1–21.
119. Kellomäki, S. & Tuimala, A. 1981. Puuston tiheyden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä. *Folia Forestalia* 478. 27 s.
120. Kellomäki, S., Lämsä, P., Oker-Blom, P. & Uusvaara, O. 1992. Männyn laatukasvatus. *Silva Carelica* 23. 133 s.
121. Koistinen, E. & Valkonen, S. 1993. Models for height development of Norway spruce and Scots pine advance growth after release in southern Finland. *Silva Fennica* 27: 179–194.
122. Korhonen, N., 2013. Kitkentäperkauksen laatu Metsähallituksen Lieksan ja Nurmeksen tiimeillä. Opinnäytetyö. Karelia-ammattikorkeakoulu. 36 s.
123. Korhonen, L., Korhonen, K.T., Stenberg, P., Maltamo, M. & Rautiainen, M. 2007. Local models for forest canopy cover with beta regression. *Silva Fennica* 41: 671–685.
124. Koro, K. 2011. Energiapuun korjuun kannattavuuteen vaikuttavat tekijät metsäkone-yrittäjän näkökulmasta. Opinnäytetyö. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. 94 s. + liitteet.
125. Koskinen, H. 2013. Varhaisperkauksen työlajin ja ajankohdan vaikutus taimikonhoidon työajanmenekkeihin ja uudelleen vesomiseen. Itä-Suomen yliopisto, metsätieteen pro gradu. 56 s. + liitteet

126. Kukkonen, M. 2011. Varhaisperkauksen onnistumisen arviointi ja tulevan perkaustarpeen ennustaminen koneellisesti kitketyissä kuusen (*Picea abies*) taimikoissa. Itä-Suomen yliopisto, metsätieteen pro gradu -tutkielma. 57 s.
127. Kukkonen, M. & Kukkonen, E. 2013. Koneellinen metsänhoito. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja B:12. 131 s.
128. Kurkela, T. 1994. Metsän taudit - metsäpatologian perusteet. Otatiето Oy. 324 s.
129. Kärhä, K., Keskinen, S., Kallio, K., Liikanen, R. & Lindroos, J. 2006. Ennakkoraivaus osana ensiharvennuspuun korjuuta. Metsätehon raportti 187. 91 s.
130. Kärhä, K., Immonen, S., Rissanen, J., Oikari, M., Tuovinen, J. & Nurmela, R. 2013. Pois näkemäraivauksesta – Sama raivausohje Stora Enso Metsän kaikille energia- ja kuitupuusavotoille. Koneyrittäjä 10/2013: 14–15.
131. Langvall, O. & Ottosson Löfvenius, M. 2002. Effect of shelterwood density on nocturnal near-ground temperature, frost injury risk and budburst date of Norway spruce. *Forest Ecology and Management* 168: 149–161.
132. Latva-Karjanmaa, T., Suvanto, L., Leinonen, K. & Rita, H. 2003. Emergence and survival of *Populus tremula* seedlings under varying moisture conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 2081–2088.
133. Laurila, J. & Lauhanen, R. 2009. Ennakkoraivauksen merkitys nuoren metsän hoitokohteella. Helsingin yliopisto. Metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja 45: 54–60.
134. Lehtosalo, M., Mäkelä, A. & Valkonen, S. 2010. Regeneration and tree growth dynamics of *Picea abies*, *Betula pendula* and *Betula pubescens* in regeneration areas treated with spot mounding in southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25: 213–223.
135. Leikola, M. & Pylkkö, P. 1969. Verhopuuston tiheyden vaikutus metsikön minimilämpötiloihin hallaöinä. *Silva Fennica* 3: 20–32.
136. Leikola, M. & Rikala, R. 1983. Verhopuuston vaikutus metsikön lämpötiloihin ja kuusen taimien menestymiseen. *Folia Forestalia* 559. 33 s.
137. Ligné, D. 2004. New technical and alternative silvicultural approaches to precommercial thinning. Dissertation. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae* 331. 46 s. + liitteet.
138. Ligné, D., Karlsson, A. & Nordfjell, T. 2005a. Height development of *Betula pubescens* following precommercial thinning by breaking or cutting the treetops in different seasons. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20:136–145.
139. Ligné, D., Nordfjell, T. & Karlsson, A. 2005. New techniques for pre-commercial thinning – time consumption and tree damage parameters. *Journal of Forest Engineering* 16: 89–99.
140. Lindén, M., Lilja-Rothsten, S., Saaristo, L. & Keto-Tokoi, P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset riistametsänhoitoon, työopas. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. 41 s.
141. Liziniewicz, M. 2014. Influence of spacing and thinning on wood properties in conifer plantations. Dissertation. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae* 96. 61 s.
142. Luoranen, J., Saksa, T. & Uotila, K. 2012. Metsänuudistaminen. Metsäkustannus Oy, Hämeenlinna. 150 s.
143. Luostarinen, K. & Kauppi, A. 2005. Effects of coppicing on the root and stump carbohydrate dynamics in birches. *New Forests* 29: 289–303.
144. Lämsä, P., Kellomäki, S. & Väisänen, H. 1990. Nuorten mäntyjen oksikkuuden riippuvuus puuston rakenteesta ja kasvupaikan viljavuudesta. *Folia Forestalia* 746. 22 s.
145. Löyttyniemi, K. & Lääperi, A. 1988. Hirvi ja metsätalous. Helsingin yliopisto, maatalous- ja metsäeläintieteen laitos. Raportti 13. 56 s.
146. Maltamo, M., Kangas, J. & Tolonen, R. 1989. Vesakon alkukehitys ja sen vaikutus taimikkoon. Kirjallisuustarkastelu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 343. 66 s.
147. Matala, J. & Poteri, M. 2012. Hirvikarkotekokeista selkeitä tuloksia – Trico vähensi vahinkoja talvilaidunalueella. *Taimiutiset* 2: 26–29.

148. Mattila, U. 2001. Männynversoruostetuhojen riskiin vaikuttavat tekijät. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2001: 474–477.
149. Meier, A.R., Saunders, M.R. & Michler, C.H. 2012. Epicormic buds in trees: a review of bud establishment, development and dormancy release. *Tree Physiology* 32: 565–584.
150. Metsläid, M., Jögiste, K., Nikinmaa, E., Moser, W.K. & Porcar-Castell, A. 2007. Tree variables indicating the growth response and acclimation of advance regeneration of Norway spruce and other coniferous species after the release. *Forest Ecology and Management* 250: 56–63.
151. Metsäalan TES 2010. Metsäalan työehtosopimus 1.6.2010–31.8.2011. 91 s.
152. Metsäalan TES 2013. Metsäalan työehtosopimus 1.12.2013–31.1.2017. Maaseudun Työnantajaliitto, Metsähallitus, Metsäteollisuus ry, Yksityismetsätalouden Työnantajat, Puu- ja erityisalojen liitto. 66 s.
153. Mielikäinen, K. 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(3). 82 s.
154. Mielikäinen, K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 133. 79 s.
155. Mielikäinen, K. & Valkonen, S. 1995. Kaksijaksoisen kuusi-koivu-sekametsikön kasvu. *Metsätieteen aikakauskirja* 1995(2): 81–97.
156. Miina, J. & Saksa, T. 2008. Predicting establishment of tree seedlings for evaluating methods of regeneration for *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 23: 12–27.
157. Miina, J. & Saksa, T. 2013. Perkauksen vaikutus männyn kylvö- ja luontaisen taimikon kehitykseen ja taimikonhoidon ajanmenekkiin. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2013: 33–44.
158. Miina, J. & Saksa, T. 2013. Predicting establishment of tree seedlings in regeneration areas of *Picea abies* in southern Finland. *Baltic Forestry* 19: 187–200.
159. Miina, J., Saksa, T. & Valkonen, S. 2011. Männyn taimikoiden laatu tuoreen kankaan kasvupaikoilla. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2011: 39–45.
160. Mikola, P. 1942. Koivun vesomisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. *Acta Forestalia Fennica* 50(3). 102 s.
161. Moilanen, M. & Oikarinen, M. 1980. Perkausajankohdan vaikutuksesta hieskoivun ja haavan vesomiseen kangasmaalla. *Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja* 19. 12 s.
162. Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.) 1998. Alikasvokset metsänuudistamisessa – varjosta valoon. *Metsälehti Kustannus*. 123 s.
163. Mäkinen, H. & Colin, F. 1999. Predicting the number, death, and self-pruning of branches in Scots pine. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 1225–1236.
164. Mäkinen, H., Ojansuu, R. & Niemistö, P. 2003a. Predicting external branch characteristics of planted silver birch (*Betula pendula* Roth.) on the basis of routine stand and tree measurements. *Forest Science* 49: 301–317.
165. Mäkinen, H., Ojansuu, R., Sairanen, P. & Yli-Kojola, H. 2003b. Predicting branch characteristics of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) from simple stand and tree measurements. *Forestry* 76: 525–546.
166. Niemistö, P. 1994. Männikön ensiharvennus ala-, ylä- tai laatuharvennusta käyttäen. *Metsätieteen aikakauskirja* 1994(1): 19–32.
167. Niemistö, P. 1996. Yield and quality of planted silver birch (*Betula pendula*) in Finland – Preliminary review. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences, Supplement* 24: 51–59.
168. Niemistö, P. & Poutiainen, E. 2004. Hieskoivikon käsittelyn vaikutus kuusialikasvoksen kehitykseen Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan viljavilla ojitusalueilla. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2004: 441–459.
169. Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Velling, P., Heräjärvi, H. & Verkasalo, E. (toim.) 2008. Koivun kasvatusta ja käyttöä. *Metla & Metsäkustannus*. 254 s.

170. Nikula, A., Hallikainen, V., Jalkanen, R., Hyppönen, M. & Mäkitalo, K. 2008. Modelling the factors predisposing Scots pine to moose damage in artificially regenerated sapling stands in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 42: 587–603.
171. Nilsson, U. & Gemmel, P. 1993. Changes in growth and allocation of growth in young *Pinus sylvestris* and *Picea abies* due to the competition. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 213–222.
172. Nilsson, U. & Örlander, G. 1999. Vegetation management on grass-dominated clearcuts planted with Norway spruce in southern Sweden. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 1015–1026.
173. Nilsson, U., Gemmel, P., Johansson, U., Karlsson, M. & Welander, T. 2002. Natural regeneration of Norway spruce, Scots pine and birch under Norway spruce shelterwoods of varying densities on a mesic-dry site in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 161: 133–145.
174. Nurminen, T. & Bergroth, J. 2007. Metsuri- ja metsäpalveluyrittäjän hinnoitteluopas. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon yksikkö. Vammalan Kirjapaino Oy. 44 p.
175. Nykänen, M.-L., Peltola, H., Quine, C.P., Kellomäki, S. & Broadgate, M. 1997. Factors affecting snow damage of trees with particular reference to European conditions. *Silva Fennica* 31: 193–213.
176. Nyström, K. 2000. Funktioner för att skatta höjdtillväxten i ungskog. SLU, Arbetsrapport 68. 30 s.
177. Palviainen, M. 2005. Logging residues and ground vegetation in nutrient dynamics of a clear-cut boreal forest. *Dissertationes Forestales* 12. 38 s. + 4 osajulkaisua.
178. Palviainen, M., Finér, L., Laurén, A., Mannerkoski, H., Piirainen, S. & Starr, M. 2007. Development of ground vegetation biomass and nutrient pools in a clear-cut disc-plowed boreal forest. *Plant Soil* 297: 43–52.
179. Parviainen, J. 2011. Joukkokäsittelymenetelmän toimivuus koneellisissa hakkuissa. Opinnäytetyö. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. 40 s.
180. Paukkonen, K., Kauppi, A. & Ferm, A. 1992a. Origin, structure and shoot-formation ability of buds in cutting-origin stools of *Salix aquatica*. *Flora* 186: 53–65.
181. Paukkonen, K., Kauppi, A. & Ferm, A. 1992b. Root and stump buds as structural faculties for reinvigoration in *Alnus incana* (L.) Moench. *Flora* 187(5–6): 353–367.
182. PEFC FI 2014. PEFC-metsäsertifioinnin kriteerit. Suomen PEFC-standardi. www.pefc.fi
183. Peltola, A. (toim.) 2014. Metsätilastollinen vuosikirja 2014. Metsäntutkimuslaitos. 428 s.
184. Peltola, H., Miina, J., Rouvinen, I. & Kellomäki, S. 2002. Effect of early thinning on the diameter growth distribution along the stem of Scots pine. *Silva Fennica* 36: 813–825.
185. Persson, A. 1983. Den nya skogens kvalitet. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 81(4–5): 25–30.
186. Pettersson, N. 1993. The effect of density after precommercial thinning on volume and structure in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 528–539.
187. Pfister, O., Wallentin, C., Nilsson, U. & Ekö, P.M. 2007. Effects of wide spacing and thinning strategies on wood quality in Norway spruce (*Picea abies*) stands in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 333–343.
188. Pitt, D. & Lanteigne, L. 2008. Long-term outcome of precommercial thinning in northwestern New Brunswick: growth and yield of balsam fir and red spruce. *Canadian Journal of Forest Research* 38: 592–610.
189. Pukkala, T., Karsikko, J. & Kolström, T. 1992. A spatial model for the diameter of thickest branch of Scots pine. *Silva Fennica* 26: 219–230.
190. Ranta, H., Hokkanen, T., Linkosalo, T., Laukkanen, L., Bondenstam, K. & Oksanen, A. 2008. Male flowering of birch: Spatial synchronization, year-to-year variation and relation of catkin numbers and airborne pollen counts. *Forest Ecology and Management* 255: 643–650.

191. Rantala, J. & Kautto, K. 2011. Koneellinen kitkentä taimikon varhaisperkauksessa - työajanmenekki, kustannukset ja työjäljen laatu. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2011: 3–12.
192. Raulo, J. & Mälkönen, E. 1976. Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla. *Folia Forestalia* 252. 15 s.
193. Riistametsänhoidon työohjeet 2015. Suomen Riistakeskus. 12 s.
194. Rinne, P. & Saarelainen, A. 1994. Root produced DHZR-, ZR- and IPA-like cytokinins in xylem sap in relation to coppice shoot initiation and growth in cloned trees of *Betula pubescens*. *Tree Physiology* 14: 1149–1161.
195. Ruha, T. & Varmola, M. 1997. Precommercial thinning in naturally regenerated Scots pine stands in northern Finland. *Silva Fennica* 31: 401–415.
196. Rummukainen, U. 1967. Kokemuksia mekaanisesta vesantorjunnasta. *Metsälehti* 17.
197. Rytter, L., Sennerby-Forsse, L. & Alriksson, A. 2000. Natural regeneration of grey alder (*Alnus incana* [L.] Moench.) stands after harvest. Julkaisussa: Mitchell, A.K., Puttonen, P., Stoehr, M. & Hawkins, B.J. (toim.) *Frontiers of Forest Biology: Proceedings of the 1998 Joint Meeting of the North American Forest Biology Workshop and the Western*, s. 287–294.
198. Räsänen, P.K., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978–1979 inventointitulokset. *Folia Forestalia* 637. 30 s.
199. Saarenmaa, L. & Leppälä, T. 1995. Fill-in seedlings in constituting the stocking of Scots pine stands in northern Finland. *Silva Fennica* 29: 141–150.
200. Saksa, T. 1984. Tiheyden ja puulajisuhteiden vaikutus männyn taimien pituuskehitykseen. Julkaisussa: Lyly, O. (toim.) *Metsänuudistamisen perusteista. Muhoksella 1.–2.11.1983 pidetyn neuvottelu- ja koulutustilaisuuden alustukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 129: 34–43.
201. Saksa, T. 1992. Männyn istutustaimikoiden kehitys muokatuilla uudistusalioilla. Väitöskirja. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 418. 48 s.
202. Saksa, T. 2013. Regeneration after stump harvesting in southern Finland. *Forest Ecology and Management* 290: 79–82.
203. Saksa, T. 2014. Kannonnostoalojen lehtipuun määrä ja sen vaihtelu. Julkaisussa: Asikainen, A., Ilvesniemi, H. & Muhonen, T. (toim.) *Bioenergiaa metsistä – Tutkimus- ja kehittämisohjelman keskeiset tulokset. Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja* 289, s. 142–146.
204. Saksa, T. & Kankaanhuhta, V. 2007. Metsänuudistamisen laatu ja keskeisimmät kehittämiskohteet Etelä-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitos, Suomenjoen yksikkö. Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä*. 90 s.
205. Saksa, T. & Miina, J. 2007. Cleaning methods in planted Scots pine stands in southern Finland: 4-year results on survival, growth and whipping damage of pines. *Silva Fennica* 41: 661–670.
206. Saksa, T. & Miina, J. 2010. Perkaustavan ja -ajankohdan vaikutus männyn istutustaimikon kehitykseen Etelä-Suomessa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2010: 115–127.
207. Saksa, T. & Nerg, J. 2008. Kuusen istutus, luontainen uudistaminen ja näiden yhdistelmät kuusen uudistamisessa. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2008: 255–267.
208. Saksa, T., Kankaanhuhta, V., Kalland, F. & Smolander, H. 2005. Uudistamistuloksen laatu Etelä-Suomen yksityismetsissä ja keskeisimmät kehittämiskohteet. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2005: 67–73.
209. Salminen, H. & Varmola, M. 1990. Development of seeded Scots pine stands from precommercial thinning to first commercial thinning. *Folia Forestalia* 752. 29 s.
210. Sarvas, R. 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 35(4). 91 s.

211. Sarvas, R. 1952. On the flowering of birch and the quality of seed crop. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 40(7): 1–35.
212. Sennerby-Forsse, L., Ferm, A. & Kauppi, A. 1992. Coppicing ability and sustainability. *Julkaisussa: Mitchell, C.P., Ford-Robertson, J.B., Hinckley, T. & Sennerby-Forsse, L. (toim.) Ecophysiology of short rotation forest crops. Elsevier, London, s. 146–184.*
213. Siipilehto, J. 2001. Effect of weed control with fibre mulches and herbicides on the initial development of spruce, birch and aspen seedlings on abandoned farmland. *Silva Fennica* 35: 403–414.
214. Siipilehto, J. & Lyly, O. 1995. Weed control trials with fibre mulch, glyphosate and terbuthylazine in Scots pine plantations. *Silva Fennica* 29: 41–48.
215. Siipilehto, J., Valkonen, S., Ojansuu, R., Hynynen, J., Miina, J. & Saksu, T. 2014. Metsikön varhaiskehityksen kuvaus MOTTI-ohjelmistossa. *Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja* 286. 43 s.
216. Siipilehto, J., Valkonen, S. & Päätaalo, M.-L. 2015. Männyn- ja kuusentaimikoiden kehitys erilaisia metsänuudistamisketjuja käytettäessä. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2015: 5–21.
217. Siipilehto, L. 1995. Heinäntorjunnan vaihtoehdot metsänviljelyssä. *Kirjallisuustarkastelu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 563. 55 s.
218. Stenvall, N. 2006. Multiplication of hybrid aspen (*Populus tremula* L. x *P. tremuloides* Michx.) from cuttings. University of Helsinki, Faculty of Agriculture and Forestry. *Dissertationes Forestales* 33. 33 s. + liitteet.
219. Stoeckler, J.H. 1947. When is plantation release most effective? *Journal of Forestry* 45: 265–271.
220. Strandström, M. 2010. Tuloksia MenSe-raivauspään seurantatutkimuksesta. *Metsätehon tulosalvosarja* 6/2010.
221. Strandström, M. & Poikela, A. 2010. UW40-risuraivain koneellisessa taimikon-hoidossa. *Metsätehon tulosalvosarja* 12/2010.
222. Strandström, M., Saarinen, V.-M., Hallongren, H., Hämäläinen, J., Poikela, A. & Rantala, J. 2011. Koneellisen istutuksen ja taimikonhoidon kilpailukyky. *Metsätehon raportti* 218. 29 s.
223. Strong, T. & Zavitkovski, J. 1983. Effect of harvesting season on hybrid poplar coppicing. *Julkaisussa: Hansen, E.A. (toim.) Intensive plantation culture: 12 years research. USDA, Forest Service Northern Central Forest Experimental Station, Saint Paul, MN, USA. General Technical Report NC-91, s. 54–57.*
224. Stöd, R., Sirén, M., Tantt, V. & Verkasalo, E. 2003. Jäävän puuston ja poistuman tekninen laatu ensiharvennumänniköissä. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2003: 439–464.
225. Tahvanainen, M. 2001. Alikasvoksen ennakkoraivauksen vaikutukset koneellisessa harvennushakkuussa. *Työtehoseuran tiedote* 10/2001. 4 s.
226. Taiz, L. & Zeiger, E. 2010. *Plant physiology*. 5. painos. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts. 782 s.
227. Tantt, V. & Mutikainen, A. 2010. Taimikon varhaishoidon koneellistamisvaihtoehdot. *Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio*. 17 s.
228. Tham, Å. 1983. *Behandling av lövträd i barrträdsföryngringar. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsteknik, Rapport* 158. 48 s.
229. Tham, Å. 1988. Yield prediction after heavy thinning of birch in mixed stands of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.). *Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Forest Yield Research. Report* 23. 32 s.
230. Tong, Q.J., Zhang, S.Y. & Thompson, M. 2005. Evaluation of growth response, stand value and financial return for pre-commercially thinned jack pine stands in Northwestern Ontario. *Forest Ecology and Management* 209: 225–235.

231. Turkia, K. & Kellomäki, S. 1987. Kasvupaikan viljavuuden ja puuston tiheyden vaikutus nuorten mäntyjen oksien läpimittaan. *Folia Forestalia* 705. 16 s.
232. Uotila, K. & Saksa, T. 2014. Effects of early cleaning on young *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29: 111–119.
233. Uotila, K., Saksa, T., Rantala, J. & Kiljunen, N. 2014. Labour consumption models applied to motor-manual pre-commercial thinning in Finland. *Silva Fennica* 48(2). 14 s.
234. Uotila, K., Rantala, J., Saksa, T. & Harstela, P. 2010. Effect of soil preparation method on economic result of Norway spruce regeneration chain. *Silva Fennica* 44: 511–524.
235. Uotila, K., Rantala, J. & Saksa, T. 2012. Estimating the need for early cleaning in Norway spruce plantations in Finland. *Silva Fennica* 46: 683–693.
236. Uusvaara, O. 1981. Viljelymänniköistä saadun sahatavaran laatu ja arvo. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 27. 107 s.
237. Uusvaara, O. 1985. The quality and value of sawn goods from plantation-grown Scots pine. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 130. 53 s.
238. Valinger, E. & Pettersson, N. 1996. Wind and snow damage in a thinning and fertilization experiment in *Picea abies* in southern Sweden. *Forestry* 69: 25–33.
239. Valinger, E., Lundqvist, L. & Brandel, G. 1994. Wind and snow damage in a thinning and fertilisation experiment in *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 129–134.
240. Valkonen, R. 2014. Pajuvesakoiden torjunta purppuranahakkasiennellä ja glyfosaatilla. *Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu*. 35 s. + liitteet.
241. Valkonen, S. 2000. Kuusen taimikon kasvattamisen vaihtoehdot Etelä-Suomen kivennäismailla: Puhdas kuusen viljelytaimikko, vapautettu alikasvos ja kuusi-koivusekataimikko. *Väitöskirja. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 763. 83 s. + 4 osajulkaisua.
242. Valkonen, S. & Ruuska, J. 2003. Effect of *Betula pendula* admixture on tree growth and branch diameter in young *Pinus sylvestris* stands in Southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 416–426.
243. Valkonen, S. & Valsta, L. 2001. Productivity and economics of mixed two-storied spruce and birch stands in Southern Finland simulated with empirical models. *Forest Ecology and Management* 140: 133–149.
244. Valtanen, J. 1982. Perkauksen vaikutus männyntaimikon alkukehitykseen. *Metsäntutkimuspäivä Oulaisissa 1982. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 70, s. 51–62.
245. Valtanen, J. 1985. Muokattujen alueiden luontainen taimettuminen Keski-Pohjanmaalla. *Julkaisussa: Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 28.11.1985. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 206, s. 58–67.
246. Varmola, M. 1980. Männyntaimistojen ulkoinen laatu. *Folia Forestalia* 451. 21 s.
247. Varmola, M. 1982. Taimikko- ja riukuvaiheen männikön kehitys harvennuksen jälkeen. *Folia Forestalia* 524. 31 s.
248. Varmola, M. 1989. Männyntaimikoiden lustonleveysmalli. *Silva Fennica* 23: 259–269.
249. Varmola, M. 1996. Nuorten viljelymänniköiden tuotos ja laatu. *Väitöskirja. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 585. 70 s. + 6 osajulkaisua.
250. Varmola, M. & Salminen, H. 2004. Timing and intensity of precommercial thinning in *Pinus sylvestris* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19: 142–151.
251. Vartiamäki, H., Hantula, J. & Uotila, A. 2009a. Susceptibility of silver birch pruning wounds to infection by white-rot fungus (*Chondrostereum purpureum*), a potential bioherbicide. *Silva Fennica* 43: 537–547.
252. Vartiamäki, H., Hantula, J. & Uotila, A. 2009b. Effect of application time on the efficacy of *Chondrostereum purpureum* treatment against the sprouting of birch in Finland. *Canadian Journal of Forest Research* 39: 731–739.

253. Vehviläinen, H. & Koricheva, J. 2006. Moose and vole browsing patterns in experimentally assembled pure and mixed forest stands. *Ecography* 29: 497–506.
254. Vollbrecht, G., Gemmel, P. & Pettersson, N. 1995. The effect of precommercial thinning on the incidence of *Heterobasidion annosum* in planted *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 37–41.
255. Vuokila, Y. 1972. Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta. *Folia Forestalia* 141. 37 s.
256. Vuokila, Y. 1975. Nuoren istutuskusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana. *Folia Forestalia* 247. 24 s.
257. Vuokila, Y. 1976. Ensiharvennuskertymä. *Folia Forestalia* 264. 12 s.
258. Vuokila, Y. 1980. Kasvatustiheyden vaikutus istutuskusikon kasvuun ja tuotokseen. *Folia Forestalia* 448. 15 s.
259. Vuokila, Y. 1987. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. 2. painos. WSOY, Porvoo. 257 s.
260. Walfridsson, E. 1976. Lövets konkurrens i barrkulturen. *Skogen* 63: 631–633.
261. Wallentin, C. & Nilsson, U. 2014. Storm and snow damage in a Norway spruce thinning experiment in southern Sweden. *Forestry* 87: 229–238.
262. Xue, Y., Zhang, W., Zhou, J., Ma, C. & Ma, L. 2013. Effects of stump diameter, stump height, and cutting season on *Quercus variabilis* stump sprouting. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28: 223–231.
263. Zubizarreta-Gerendiain, A., Pellikka, P., Garcia-Gonzalo, J., Ikonen, V.P. & Peltola, H. 2012. Factors affecting wind and snow damage of individual trees in a small management unit in Finland: assessment based on inventoried damage and mechanistic modelling. *Silva Fennica* 46: 181–196.
264. Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Hyvän metsänhoidon suosittukset. *Metsänhoito. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja*. 264 s.

Создание хозяйственно-ценных молодняков является затратным мероприятием. Для его реализации требуются инвестиции в лесовосстановление, окупаемость которых достигается за счёт правильно подобранных мер ухода в молодняках. Экономическая эффективность конечного результата зависит от того, насколько целенаправленно и своевременно осуществлялись агротехнический уход, осветление и прочистка. При выборе наиболее подходящей технологии и сценария ведения лесного хозяйства учитываются характеристики лесного участка, а также цели лесовладельца и его возможности проводить мероприятия в молодняке собственными силами.

Технологии ухода за молодняками разрабатываются и постоянно совершенствуются по мере накопления знаний о биологических особенностях различных видов деревьев, в частности, о их способности к возобновлению и росту. В этой книге рубки ухода рассматриваются с биологической позиции, а также обсуждаются аспекты практического применения и экономической эффективности того или иного метода. В книге представлен ряд оптимальных для различных условий технологий, направленных на формирование молодняков сосны, ели и берёзы повислой.

Авторами книги являются научные сотрудники Института природных ресурсов Финляндии (Luke), специализирующиеся на лесных исследованиях. Книга может служить как источником информации для студентов, так и практическим пособием для лесных специалистов и активных владельцев лесов.



ISBN 978-952-338-091-2 (PDF)



9 789523 380912

Метсякустаннус

Публикация подготовлена в рамках проекта «Продвижение малого и среднего бизнеса в лесном секторе между Карелиями в России и Финляндии» программы приграничного сотрудничества в рамках Европейского инструмента соседства «Карелия» (ENI CBC Karelia). Программа финансируется Европейским Союзом, Российской Федерацией и Финляндией. Публикация распространяется на территории РФ бесплатно. В электронном виде публикация находится в открытом доступе на сайте: www.luke.fi/bsrforest.