

УДК 630\*232

DOI: 10.37482/0536-1036-2021-4-80-96

## ЛЕСОКУЛЬТУРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО – ОСНОВА НЕПРЕРЫВНОСТИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

*Б.А. Мочалов<sup>1</sup>, д-р с.-х. наук, проф.;*

*С.В. Бобушкина<sup>2</sup>, канд. с.-х. наук, науч. сотр.;* ResearcherID: [AAD-6407-2019](https://orcid.org/0000-0003-3137-2934)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3137-2934>

<sup>1</sup>Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия, 163001; e-mail: [bmochalov@mail.ru](mailto:bmochalov@mail.ru)

<sup>2</sup>Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, ул. Никитова, д. 13, г. Архангельск, Россия, 163062; e-mail: [svetlana.bobushkina@sevniih-arh.ru](mailto:svetlana.bobushkina@sevniih-arh.ru)

**Аннотация.** В настоящее время основополагающим направлением в природопользовании является принцип неистощительного использования лесов. Решение проблем устойчивого развития лесного хозяйства Европейского Севера предполагает обеспечение качественного воспроизводства лесных ресурсов. Основные блоки лесокультурного производства – это заготовка и подготовка семян, выращивание посадочного материала, создание новых древостоев и агротехнические уходы за ними. Цель федерального проекта «Сохранение лесов» – достигнуть к 2024 г. баланса вырубki и воспроизводства древостоев в соотношении 100 %. При этом акцент делается на использовании для искусственного лесовосстановления посадочного материала с закрытыми корнями. Недостаточное количество информации о долгосрочной перспективе его применения, а также дефицит данных о результатах длительных наблюдений за ростом и состоянием лесных культур, созданных сеянцами с комом субстрата, и о сравнении таких сеянцев с традиционным посадочным материалом, особенно в условиях Севера, актуализируют тему исследований. Их цель – по результатам долговременных испытаний выявить условия, позволяющие получать качественный посадочный материал, а также оценить возможность успешного восстановления сосны на вырубках севера европейской части России путем создания лесных культур с использованием региональных интенсивных технологий. Основными объектами наблюдений являются питомники региона, применяемые в них методы работы и экспериментальные посадки сосны, заложенные в Каргопольском и Архангельском лесничествах в 2000–2001 гг. На участках культур, созданных из различных видов посадочного материала (сеянцы, саженцы, посадочный материал с закрытыми корнями), в динамике определяли сохранность, диаметр, высоту, запас. Учеты проводили с несколькими повторениями и разделением растений на здоровые, больные и сухие. Также отмечены пороки стволов и произведен учет естественного возобновления. По данным исследований показана возможность успешного восстановления сосны на вырубках севера европейской части России при использовании региональных интенсивных технологий производства различного посадочного материала и создания лесных культур. Это позволит сократить срок перевода молодняков в естественные условия и повысить продуктивность насаждений. Сравнение средних диаметров и высот за все периоды учета указывает на влияние вида посадочного материала и густоты посадки на рост и развитие деревьев. На протяжении времени наблюдений по всем параметрам лидировали культуры из саженцев. Их высота и диаметр на 20–44 % выше, чем у однолетних сеянцев, а по объему стволика разница с другими видами посадочного материала достигает 1,9–2,9 раза.

**Для цитирования:** Мочалов Б.А., Бобушкина С.В. Лесокультурное производство – основа непрерывности лесопользования // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 4. С. 80–96. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-4-80-96

**Финансирование:** Публикация подготовлена по результатам исследований, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований.

**Ключевые слова:** семена, посадочный материал, сеянцы с открытыми корнями, сеянцы с закрытыми корнями, саженцы, питомник, теплица, лесные культуры, обработка почвы.

### *Введение*

Целью работы была оценка возможности успешного восстановления сосны на вырубках севера европейской части России при использовании региональных интенсивных технологий выращивания посадочного материала и создания лесных культур, что способствует более быстрому переводу искусственно полученных насаждений в покрытые лесом земли, а также повышению продуктивности древостоев.

В задачи входило: знакомство с мировым опытом искусственного лесовосстановления, обобщение полученных Северным научно-исследовательским институтом лесного хозяйства результатов в области выращивания посадочного материала и использования его для создания насаждений, проведение обследования опытно-производственных лесных культур сосны, анализ полученных данных.

Во 2-м томе «Истории управления лесами Российского государства» указывается, что с 80-х гг. XIX века до 1914 г. в европейской части России лесистость уменьшилась с 37,6 до 32,0 %. На рубеже столетий лесным департаментом предпринимались значительные усилия для организации проведения лесохозяйственных мероприятий. Однако их было явно недостаточно, чтобы нейтрализовать последствия разрушительных для естественных древостоев воздействий, связанных со стремительным развитием лесной промышленности. В результате многочисленных рубок и природных явлений, таких как пожары, вспышки численности вредителей, грибные болезни, а также недостаточности объемов лесовосстановительных мероприятий, сократилась площадь лесов, произошла массовая нежелательная смена ценных пород малоценными [2].

Качественное восстановление лесов лежит в основе эффективного лесопользования, а недостатки в системе планирования данных мероприятий влекут за собой изменение состава, структуры и функциональности насаждений. В таких условиях устойчивое лесопользование практически невозможно, что кардинально влияет на экономику региона и страны.

Одно из основных отличий искусственного восстановления леса в том, что при знании биологии пород возможны массовая селекция при выращивании посадочного материала и использование естественного почвенного плодородия при создании лесных насаждений. Комплекс научно обоснованных агротехнических приемов позволяет сформировать наиболее оптимальные условия среды для развития растений в питомниках и культурах.

Успешность создания лесных насаждений посадкой в большой мере зависит от грамотного выбора типа культур и соответствующей подготовки почвы [4, 6–8]. При этом многими исследованиями [9, 12, 13, 16] подтверждается большая зависимость продуктивности лесных культур от качества посадочного материала, чем от агротехнических мероприятий.

Актуальность исследования не вызывает сомнений в связи с недостатком информации о результатах длительных наблюдений за ростом и состоянием лесных культур, созданных сеянцами с комом субстрата, и сравнения его с традиционным посадочным материалом, особенно в условиях Севера.

Изучение многовариантных опытов культур сосны в динамике, их сравнение с естественным лесовосстановлением является одним из этапов получения знаний с целью разработки рекомендаций для перехода на интенсивную модель ведения лесного хозяйства.

#### *Объекты и методы исследования*

В основе исследований лежит комплексное использование методов эксперимента, наблюдения и сравнения, математической обработки данных и статистического анализа. В работе применялись известные в почвоведении и лесоводстве методики определения физических и химических свойств почв и субстратов, биометрических параметров и качества посадочного материала, а также лесных культур.

Объектами служили лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), высаженные в 2000–2001 гг. в Архангельском (Северо-таежный р-н) и Каргопольском (Двинско-Вычегодский лесной р-н) лесничествах Архангельской области. Древостои созданы традиционными саженцами и сеянцами, а также посадочным материалом с закрытыми корнями (ПМЗК) в рамках российско-финской программы «Развитие устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия природы на Северо-Западе России». Кроме того, изучались технологии производства посадочного материала в питомниках и тепличных комплексах региона.

Традиционный посадочный материал для создания лесных культур выращивался в теплицах и питомниках с высоким уровнем плодородия почв и соблюдением региональных технологий, разработанных сотрудниками Северного научно-исследовательского института лесного хозяйства. Сеянцы с комом субстрата были выращены в Вельском тепличном комплексе.

В Архангельском лесничестве за год до посадки культур почву готовили бульдозером путем создания полос шириной 4 м. В качестве лесокультурной площади использовали территорию, пройденную ветровалом. Тип леса – ельник черничный свежий. Растения размещали в основном по краям борозд – на микроповышениях, т. к. в понижениях наблюдался избыток влаги. В Каргопольском лесничестве посадку проводили на вейниковой вырубке, тип леса до рубки – сосняк брусничный. Для обработки почвы одной части участка использовали плуг ПЛП-135, другой – ПЛД-1.

Саженцы сосны и ПМЗК размещали на площадках, исходя из рекомендаций, по 2,5 тыс. шт./га, а сеянцы с оголенной корневой системой (ОК) – по 4 тыс. шт./га. Контейнеризированные сосны и ели садили с помощью посадочной трубы, традиционные сеянцы – под меч Колосова, для саженцев наряду с этими устройствами использовали лопату. Перед перенесением в открытый грунт посадочный материал с комом и ПМЗК поливали, а корневую систему сеянцев и саженцев обмакивали в торфяную болтушку. Опыты заложены в 2–3 повторениях, число растений в каждом варианте 300–500 шт.

В ходе исследований применены различные виды обработки почвы и использован неодинаковый посадочный материал. Опытные варианты посадки осуществляли в средней и северной подзонах тайги в плужные пласты и микроповышения со строгим контролем качества работ.

Для изучения динамики роста культур проводили их обследования в первые 3 года, затем в возрасте 6, 11 и 15 лет: сплошной пересчет деревьев для определения их сохранности; измерение диаметра мерной вилкой, высоты – с помощью высотомера. Также зафиксировано количество естественно возобновившейся древесной растительности и пороков стволов сосен. Произведена оценка естественного восстановления на близлежащей вырубке.

#### *Результаты исследования и их обсуждение*

Искусственное восстановление леса имеет 4 основных составляющих: заготовка и подготовка семян; выращивание посадочного материала; создание лесных культур; агротехнические уходы за посадками.

*Семенной материал.* Одной из основных целей при производстве сеянцев в питомниках считается эффективное использование селекционно-улучшенных семян. Их требуемый объем при выращивании посадочного материала в теплицах значительно снижается [3].

Для успешного лесовосстановления, создания культур высоких устойчивости и производительности важно соответствие места культивирования растения району происхождения семян, из которых получен посадочный материал. Переброска семян от места сбора в направлении север–юг допускается на расстояние не более 100 км, по высоте – до 100 м. Следует избегать использования семенного материала из северных районов в южных, и тем более – наоборот [15]. По нашему мнению, одной из причин массовой гибели культур на севере России в 50–60 гг. XX в. было использование семян из центральных и южных районов страны.

Шведские ученые [20] также рекомендуют применять для получения сеянцев семена местных климатипов. При этом для повышения генетического разнообразия предлагается смешивать семена различных популяций в пределах целевого района выращивания.

Качество искусственно создаваемых насаждений во многом определяется наследственными свойствами используемого семенного материала. Исследованиями доказано, что применение семян с улучшенными наследственными характеристиками способствует увеличению продуктивности создаваемых древостоев на 15–20 %.

В регионе для посева в питомниках и создания лесных культур хвойных пород в основном используют семена массового сбора. Малая доля приходится на семенной материал с лесосеменных плантаций (ЛСП) и постоянных лесосеменных участков (ПЛСУ). При довольно большом наборе объектов единого генетико-селекционного комплекса в регионе они используются неэффективно. Сбор семян с плюсовых деревьев и древостоев провести сложно. ПЛСУ в значительном количестве не отвечают требованиям, существует необходимость проведения уходов и замены многих из них. ЛСП и испытательных культур очень мало, что снижает возможность генетической оценки плюсовых деревьев и насаждений [1]. Надежное обеспечение

лесного хозяйства семенами древесных пород с высокими посевными качествами и ценными наследственными свойствами возможно при создании соответствующей постоянной семенной базы на генетико-селекционной основе. В целом наличие такой базы на севере европейской части России соответствует положению об их распределении по природным зонам.

Обязательным звеном в производственной цепи выращивания ПМЗК является сортировка семян. Это обусловлено как особенностью конструкций высевающих устройств, так и тем, что в процессе распределения семян оставляют наиболее качественные из них, а больные, пустые и поврежденные удаляются.

Сортировка семян по весу сильно влияет на рост сеянцев (наилучшие показатели имеют деревья, выращенные из более тяжелых семян [20]), но меньше, чем считалось раньше, на генетическое разнообразие партии семян, т. к. внутришишечные вариации объясняют большую долю общего изменения в массе семян по сравнению с вариацией между шишками, деревьями или клонами.

Выращиваемый посадочный материал может быть следующий: сеянцы с ОК; саженцы с ОК, или крупномерный посадочный материал; сеянцы с закрытыми корнями (ЗК), или ПМЗК. Как показали многолетние исследования, производство лесных культур посадкой – один из компонентов своевременного и успешного создания высокопродуктивных насаждений. При этом посадочный материал должен обладать высоким качеством и соответствовать условиям конкретной лесокультурной площади.

Производство сеянцев и саженцев в питомниках Европейского Севера имеет свои особенности и затрудняется низким плодородием почв, на которых располагаются предприятия, относительно коротким вегетационным периодом, возможными заморозками в любой летний месяц. Применение в таких условиях технологических приемов, созданных для питомников, расположенных в других частях РФ, не давало сеянцев и саженцев желаемого качества, а также не позволяло получить необходимый объем посадочного материала. В связи с этим стояла задача разработки региональных технологий производства сеянцев и саженцев [9].

Интенсивная технология выращивания посадочного материала для лесовосстановления, по нашему мнению, должна основываться на принципе комплексного действия на растения в первую очередь таких факторов, как климат и особенности почвы, и совмещать ряд научно обоснованных агротехнических приемов, которые обеспечат благоприятные почвенные условия в питомниках, грамотное применение мелиорантов, гербицидов и фунгицидов, а также региональные (конкретные) технологические методы, позволяющие выращивать целевой посадочный материал высокого качества.

Под качеством посадочного материала мы понимаем соответствие его размеров и внешних показателей нормативным требованиям. Кроме того, следует принимать во внимание и такую характеристику, как оптимальное соотношение массы тонких (диаметр менее 1 мм) физиологически активных корней к массе надземной части, которое способствует хорошей приживаемости и высокой интенсивности роста в культурах в первые годы после посадки.

Исследования показали, что наиболее важным этапом выращивания сеянцев и саженцев в открытом грунте является облагораживание почв питомников

и восстановление их плодородия, а лимитирующим фактором в слабокультуренных подзолистых почвах выступает плотность сложения пахотного слоя (табл. 1).

Таблица 1

### Параметры 3-летних сеянцев сосны при различной плотности почвы

Характеристики почвы		Показатели						
Плотность, г/см <sup>3</sup>	Пористость, %	Высота, см		Диаметр, мм		Прирост, см	Масса, г	Выход стандартных сеянцев, %
		М	±m	М	±m			
1,38	46,7	11,9	0,44	2,4	0,07	7,5	1,33	54
1,26	50,9	16,9	0,63	2,6	0,09	11,3	2,03	74
1,17	55,4	19,6	0,53	3,1	0,09	12,8	2,48	95
1,14	55,9	18,3	0,73	3,6	0,13	12,0	3,61	98
0,98	62,9	17,3	0,64	3,0	0,13	11,3	2,69	89

Примечание: М – среднее значение, ±m – ошибка среднего значения. Прирост – прирост последнего года. Масса – масса одного растения в абсолютно сухом состоянии.

Внесение малых доз органических удобрений в почвы с содержанием гумуса менее 1–2 % не обеспечивает оптимальных параметров этого показателя и плотности. На 2–3-й год выращивания сеянцев и саженцев она увеличивается, нарушаются физиологические и биохимические функции растений, что приводит к снижению интенсивности роста и развития практически всех органов дерева и, что очень важно, к нарушению оптимального соотношения массы надземной части к массе тонких физиологически активных корней. Зависимость роста сеянцев и саженцев сосны и ели в высоту и по диаметру от плотности почвы пахотного слоя – линейная обратная, с высоким уровнем достоверности аппроксимации ( $R^2 = 0,8992...0,9908$ ).

Таким образом, для снижения плотности почвы на протяжении всего периода выращивания посадочного материала требуется использование добавок, не ухудшающих химические характеристики почвы. Установлено, что низинный торф пригоден для этих целей и более доступен для питомников Европейского Севера. Оптимальные нормы внесения органических и минеральных удобрений для каждого типа почв с учетом степени их окультуренности определяются экспериментально. Сокращение отрицательного действия климатических факторов на прорастание семян и выжимание растений достигается рекомендованными агротехническими приемами, характерными для определенного региона и питомника [11].

Как было отмечено, неотъемлемый элемент интенсивной технологии – это истребление сорняков и защита от вредителей и болезней. В лесопитомниках Европейского Севера могут применяться гербициды и фунгициды, разрешенные в данный период, а нормы, сроки и способы их использования должны быть апробированы в конкретных условиях. Несоблюдение этих правил может стать причиной гибели сеянцев или саженцев, снижения выхода и качества посадочного материала и заражения почвы с выводом ее на некоторое время из севооборота. К аналогичным результатам приводит нарушение правил использования минеральных, особенно азотных и калийных,

удобрений. Издержки, возникающие при внедрении технологии, оправдывают себя, т. к. растут качество посадочного материала и его выход. Это способствует лучшей приживаемости молодых деревьев на лесокультурной площади, быстрому началу интенсивного роста после посадки, исключает потребность в проведении большого количества уходов.

Метод выращивания ПМЗК отличается от традиционного высокой технологичностью производства, сокращением сроков выращивания сеянцев, отсутствием конкуренции между растениями, эффективным использованием семян. Растения в ячейках формируют компактную корневую систему, что способствует снижению риска ее повреждения при перевозке и посадке. Недостатки данного метода – это большая стоимость тепличного комплекса, потребность в наличии соответствующей материально-технической базы и привлечении специалистов высокой квалификации. Исследования в разных подзонах тайги севера России и практический опыт показывают, что при создании культур ПМЗК, как и традиционным, необходимо строго соблюдать все правила хранения посадочного материала, обработки почвы, определения места посадки, ее условий и агротехнических уходов. Для чего требуется постоянное обучение работников и повышение их квалификации, а также контроль качества работ.

При выращивании ПМЗК в тепличных комплексах нужно поддерживать рекомендуемые режимы температуры воздуха и влажности субстрата, обеспечивать равномерность полива кассет и однородность распределения мелиорантов в почвенном коме, чтобы в каждой ячейке получалась примерно одинаковая концентрация раствора удобрений.

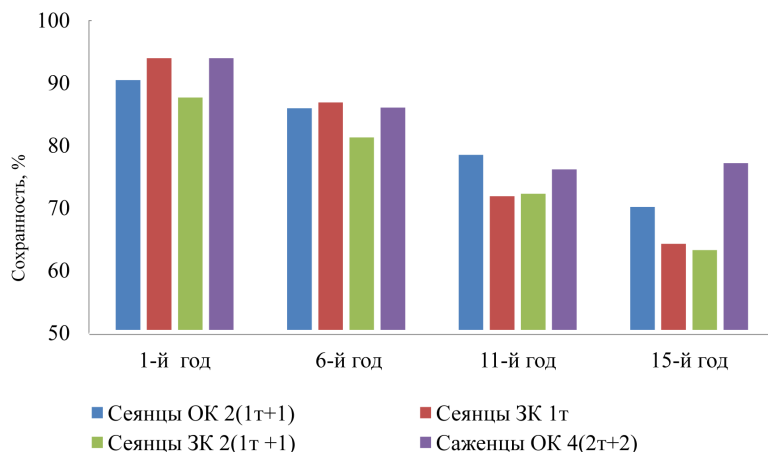
*Производство лесных культур.* Слагающими высокой приживаемости и успешного роста культур являются высокое качество ПМ и его (в т. ч. крупномерных саженцев) способность конкурировать с травой и листовыми породами, максимально возможное использование естественного плодородия почвы посредством применения соответствующих способов ее обработки, своевременные агротехнические и лесоводственные уходы.

Скандинавские лесоводы применяют так называемую перевернутую вспашку, в ее процессе слой гумуса перемещается на дно лунки или борозды, сверху оказывается минеральная почва, толщина которой составляет около 10 см [19, 22 и др.]. Кроме того, Рикала Р., Дель Кампоа А.Д. и др. [14, 18] подчеркивают важность грамотного выбора места посадки.

Подготовка почвы под посадку сеянцев и саженцев активно практикуется в северных областях Америки и Европы [21, 24]. Авторы отмечают положительные результаты этой операции: усиление роста корневой системы за счет повышения температуры почвы, а также сокращение риска повреждения деревьев ночными заморозками; улучшение аэрации почвы; снижение представленности растений-конкурентов, что имеет большое значение в тех регионах, где ограничено применение гербицидов. Кроме того, если грамотно выбрать способ и метод обработки почвы, можно сократить выжимание растений морозом [17]. Обработка дренированных почв должна способствовать повышению влажности в зоне роста корней [22].

В 1-й год на опытно-производственном участке Архангельского лесничества приживаемость сеянцев и саженцев сосны была в пределах 87,0–94,0 %, на 6-й год

ее снижение составило 6,4–7,1 %. В 11 лет данный показатель оставался довольно высоким – 71,9–78,5 % (см. рисунок).



Приживаемость и сохранность сеянцев и саженцев сосны в культурах Архангельского лесничества: 2(1т+1) – 2-летний посадочный материал, 1-й год – под пленкой, 2-й – доращивание без пленки; 4(2т+2) – 4-летние саженцы, 2 года – в теплице, 2 – в школьном отделении питомника

Survival rate and conservation of pine seedlings and plantlets in forest crops of the Arkhangelsk forestry: 2(1g+1) – 2-year-old planting stock, 1st year in a greenhouse, 2nd year in the open air; 4(2g+2) – 4-year-old plantlets, 2 years in a greenhouse, 2 years in a school unit of the nursery

Сохранность на 15-й год несколько различается у вариантов и групп лесных культур и находится в пределах 63,3–77,2 %. В интервале 11–15 лет у крупномерного посадочного материала она снизилась всего на 1,0 %. У сеянцев сокращение данного показателя составляет 8,0–9,0%. В итоге максимальную стабильность в рассматриваемых условиях показали саженцы сосны, выращенные по региональной технологии.

На сохранность лесных посадок в значительной степени влияют особенности почвы и способ ее обработки. Результаты исследований иллюстрируют недостаточно качественную подготовку суглинистой почвы бульдозером. Корневые системы большей части растений оказываются в горизонтах с высокой плотностью сложения и сниженным содержанием питательных элементов, что является причиной частичного отпада культур или замедления темпов роста.

Кроме того, спустя несколько лет после посадки контейнеризированных сеянцев причиной повышения интенсивности отпада может быть возникновение хемотропизма: в случае посадки растений на бедных почвах корни недостаточно выходят из богатого питательными элементами кома субстрата, извлекая из него все элементы и используя метаболиты на рост надземной части; со временем слабо развитая корневая система перестает удовлетворять потребности сеянца, организм ослабевает, снижаются темпы роста и деревья могут быстрее поражаться инфекцией или вредителями.



Приживаемость сосны на участке в Каргопольском лесничестве в 1-й год в целом составляла около 98,0 % (табл. 2). Наилучшим ее показателем характеризовались культуры из ПМЗК – 99,3 % (табл. 2). На микроповышениях, созданных плугом ПЛД-1, наблюдалось небольшое снижение приживаемости саженцев, которое объясняется изменением структуры почвенных горизонтов на грядках, где их слои более рыхлые.

Таблица 2

**Показатели приживаемости и сохранности посадочного материала сосны в Каргопольском лесничестве**

Посадочный материал	Участок с обработкой ПЛП-135			Участок с обработкой ПЛД-1,2		
	1-й год	2-й год	14-й год	1-й год	2-й год	14-й год
Сеянцы с ЗК	99,3	93,3	91,0	99,1	99,6	85,8
Сеянцы с ОК	95,9	91,9	88,7	98,8	92,7	76,7
Саженцы с ОК	98,1	95,9	91,0	89,8	86,7	80,8

По результатам наблюдений 2014 г., сохранность культур, посаженных на площади с обработкой ПЛП-135, составляла в среднем 89,0–91,0 %. В рядах у разных видов посадочного материала она изменялась в пределах 52,9–100 %, но в каждом варианте были участки с отличными показателями – 96,0–100 %, поэтому можно предположить, что в этом возрасте на сохранность больше влияет не вид посадочного материала, а другие факторы.

На площади, где почву обрабатывали орудием ПЛД-1, средняя сохранность растений из одинаковых видов посадочного материала на 3,0–12,0 % меньше, чем на участке, подготовленном ПЛП-135. Однако по абсолютным показателям в некоторых рядах она достигает максимума – 91,0–100 %.

В Архангельском лесничестве наибольший запас (61,5 м<sup>3</sup>/га) имеют лесные культуры, созданные крупномерным посадочным материалом, обладающим наибольшими биометрическими параметрами (табл. 3) и сохранностью. Культуры из сеянцев с ОК при самом малом диаметре, но больших густоте посадки и сохранности имеют запас ниже (45 м<sup>3</sup>/га), чем культуры из саженцев, но выше, чем культуры из сеянцев с комом (2-летних (39,2 м<sup>3</sup>/га) и 1-летних (40,6 м<sup>3</sup>/га)), превосходящие по диаметру, но меньшие по густоте.

Таблица 3

**Размеры культур сосны в Архангельском лесничестве**

Посадочный материал	Возраст	В 5 лет		В 11 лет		В 16 лет	
		<i>D</i> , см	<i>H</i> , м	<i>D</i> , см	<i>H</i> , м	<i>D</i> , см	<i>H</i> , м
Саженцы с ОК	4(2т+2)	1,8	1,9	6,4±0,10	4,1±0,04	9,3±0,18	6,4±0,17
Сеянцы с ЗК	1 год	1,0	1,4	4,9±0,08	3,7±0,04	8,0±0,16	6,4±0,22
	2(1т+1)	1,3	1,4	4,6±0,15	3,4±0,07	8,3±0,14	6,2±0,16
Сеянцы с ОК	2(1т+1)	1,0	1,3	4,2±0,10	3,3±0,05	6,5±0,11	6,0±0,21

Примечание: Густота посадки, тыс. шт./га: сеянцы с ОК – 4,0; остальные варианты – 2,5. *D* – диаметр, *H* – высота.

Данные анализа средних параметров растений за время исследований позволяют утверждать, что густота посадки, а также вид посадочного материала

оказывают значительное влияние на рост и развитие растений на лесокультурной площади. В течение всего периода исследований средние высота и диаметр крупномерного посадочного материала были на 20,0–44,0 % выше, чем у 1-летних сеянцев, по объему стволика различие составляло 1,9–2,9 раза. Лидерство в росте во время приживания культур – ключевое условие успешности конкуренции дерева с травянистой растительностью.

В Каргопольском лесничестве на участках с обработкой почвы ПЛП-135 на 5-й год наибольшие параметры имели саженцы сосны. Сеянцы с комом и традиционные уступали им по высоте и диаметру на 28,0–52,0 %. Между собой по приросту и высоте сеянцы различались на 5,0–10,0 %.

Густота, средние диаметр и высота лесных культур на 14-й год представлены в табл. 4. Достоверность средних значений диаметра очень высокая (52...99) благодаря большому количеству замеров (примерно 340...600 деревьев в варианте).

Таблица 4

#### Характеристика опытно-производственных культур сосны (посадка 2000 г.)

Вид посадочного материала	Густота, тыс. шт./га		Средние значения		Объем дерева, м <sup>3</sup>	Запас, м <sup>3</sup> /га
	2000 г.	2014 г.	<i>D</i> , см	<i>H</i> , м		
<i>Участок с обработкой почвы плугом ПЛП-135</i>						
Сеянцы с ЗК	2,50	2,14	8,9	6,2	0,0246	52,6
Сеянцы с ОК	4,00	3,55	6,9	5,9	0,0138	49,0
Саженцы с ОК	2,50	2,22	9,3	6,7	0,0265	58,8
<i>Участок с обработкой почвы орудием ПЛД-1</i>						
Сеянцы с ЗК	2,50	2,15	8,3	6,4	0,0204	43,9
Сеянцы с ОК	4,00	3,07	7,5	5,7	0,0153	47,0
Саженцы с ОК	2,50	2,02	8,9	6,7	0,0243	49,1

Примечание: Объем среднего дерева рассчитан по [5] (Таблица 3.21. «Объемы стволов в коре сосны Европейского Севера по высоте и диаметру на высоте 1,3 м при среднем коэффициенте формы»).

На площади, подготовленной под посадку культур орудием ПЛП-135, на 14-й год продолжают лидировать саженцы. У культур из сеянцев с ЗКС средний диаметр меньше на 10,0–13,0 % (при  $t_{\phi} = 7,1-8,3$ ). Насаждение, созданное традиционными сеянцами, характеризуется меньшим средним диаметром по сравнению с культурами из ПМЗК на 13,0–23,0 % с высоким уровнем достоверности.

Одинаковые виды посадочного материала на площадях с использованием разных орудий для подготовки почвы к 14-летнему возрасту имеют примерно равные средние диаметры. Так, различия этого показателя в культурах из крупномерного посадочного материала не превышают 1,2 % и при этом не достоверны. В насаждениях, созданных ПМЗК и сеянцами с ОК на участке с подготовкой почвы ПЛП-135, средние показатели диаметров соответственно на 6,3 и 8,7 % выше с достоверным различием, чем на площади, обработанной орудием ПЛД-1.

Наибольшим запасом в данном возрасте характеризуются заложенные на пластах, обработанных плугом ПЛП-135, опытные культуры сосны из 4-летних саженцев, которые выращивались в течение двух лет в теплице и последующих

двух лет в школьном отделении питомника по региональной интенсивной технологии [10], разработанной Северным научно-исследовательским институтом лесного хозяйства.

Во время мониторинга лесных культур в обоих лесничествах у некоторых растений сосны зафиксированы особенности. Первая – кривизна ствола в нижней его части, что недопустимо при выращивании определенных видов деловой древесины. На 11-й год в Архангельском лесничестве доля крупномерного посадочного материала с кривизной ствола составляет 8,6 %, сеянцев с ОК и ЗК – 2,0–4,6 %. В Каргопольском лесничестве эта особенность наблюдается у всех видов посадочного материала. В то же время большая представленность растений с кривизной ствола (10,1 %) характерна для культур, созданных из наиболее крупных саженцев. Наименьшей долей – не более 1,5 % – искривленных стволов отличаются лесные культуры из 2-летних сеянцев с ОК. На участке насаждений из посадочного материала с комом субстрата представленность стволов с кривизной варьирует в пределах 4,5–7,9 %.

Вторая особенность исследуемых лесных культур, которая наблюдается на участках всех видов посадочного материала, – сухие деревья сосны. При этом они сохраняются на местах посадки и имеют высоту не менее 1 м. В Архангельском лесничестве доля их от количества всех высаженных растений колеблется в пределах 1,2–2,6 %. Отмечено, что на всех сухих деревьях кора в нижней части ствола объедена грызунами. По-видимому, данный фактор является одной из причин увеличения отпада культур.

При обследовании культур в 16-летнем возрасте были учтены растения с кривизной, а также травмированные снеговалом и снеголомом. В целом пороки на всей площади насаждения у деревьев, полученных из разного вида посадочного материала, составляют 10,5–17,7 %, при этом в культурах сосны с большей густотой пороков на 6,1–7,2 % меньше, чем при густоте 2,5 тыс. шт./га (табл. 5).

Таблица 5

**Встречаемость сосны с пороками в культурах  
Архангельского лесничества (2016 г.)**

Посадочный материал	Густота посадки, тыс. шт./га	Учтено деревьев, шт.	Пороки, %			
			искривление ствола	снеголом	снеговал	всего
Сеянцы, ОК	4,0	352	8,8	1,1	0,6	10,5
2-летние сеянцы, ПМЗК	2,5	124	17,7	–	–	17,7
Саженцы	2,5	169	14,8	0,6	1,2	16,6

Факторы, ведущие к искривлению стволов, имеют как антропогенное, так и природное происхождение. Например, при посадке растение может быть расположено под большим углом или в край микроповышения. Такое явление отмечается при посадке в кромку пласта со стороны борозды на переувлажненных или осушенных заболоченных почвах, а также в естественных молодняках сосны, где оно зачастую обусловлено какой-либо патологией или местом прорастания семян.

В зарубежной практике существуют похожие проблемы выращивания лесных культур с использованием ПМЗК [26, 27]. Это происходит из-за особенностей конструкции ячейки для выращивания сеянцев с комом, завала травой, хемотропизма, неправильного выбора места посадки или подготовки почвы.

С совершенствованием технологии выращивания посадочного материала наблюдается сокращение количества искривленных растений [25]. С возрастом внешняя деформация основания стволиков снижается в связи с нарастанием комлевой части, однако внутренняя деформация может сохраниться [23]. Авторами отмечено, что откомлевка при заготовке древесины решает эту проблему.

Естественное возобновление культур на участке Архангельского лесничества отличается значительной густотой (табл. 6) и относительно высокой мозаичностью распространения в отдельных случаях. более

Подрост, находящийся в группе высоты менее 0,5 м, имеет наибольшую представленность 45,2 %. Доля растений в группах высоты 0,5–1,5 м, 1,5 м и более составляет 17,8 и 21,0 % соответственно. Вполне естественно, что значительное количество березы в группе высоты от 0,5 м и более становится лимитирующим фактором роста лесных культур сосны, т. к. появляется конкуренция за освещение и почвенное питание, вследствие чего могут сильно снизиться приживаемость и сохранность культур. В связи с этим требуется вырубка листовенных пород. Высокая доля экземпляров березы в группе высоты до 0,5 м демонстрирует активное продолжение распространения данной породы на территории участка лесных культур.

Еловый подрост на площади лесных культур сосны распределен по участку неравномерно, но в целом представленность его достигает почти 14,0 тыс. шт./га. Часть ели – это предварительная генерация, которая сохранилась между полосами при обработке почвы. Основная доля, по-видимому, последующее возобновление из семян от расположенных вокруг участка лесных культур куртин высоко возрастных еловых деревьев.

Таблица 6

**Состав, средняя встречаемость и густота подроста в культурах  
(16 учетных площадок, размером по 2×5 м. Учеты 2016 г.)**

Порода	Встречаемость, %	Количество растений по группам высоты, тыс. шт./га, %			Итого	
		До 0,5 м	0,5–1,5 м	1,5 м и более	тыс. шт., %	%
Береза	100	32,0	17,8	21,0	70,8	64,1
		45,2	25,1	29,7	100	
Осина	56,3	1,4	1,0	1,4	3,8	3,4
		37,1	25,8	37,1	100	
Рябина	31,2	0,6	1,8	5,8	8,2	7,4
		7,3	22,0	70,7	100	
Ива	93,8	6,5	3,2	2,5	12,2	11,1
		53,0	26,2	20,8	100	
Сосна	12,5	0,5	0,5	0,5	1,5	1,4
		33,3	33,3	33,3	100	
Ель	100	7,5	5,9	0,5	13,9	12,6
		54,0	42,4	3,6	100	
Всех пород		48,5	30,2	31,7	110,4	100
		43,9	27,4	28,7	100	

Примечание: Встречаемость – количество учетных площадок с данной породой.

В Архангельском лесничестве рядом с участком экспериментально-производственных культур на территории вырубки старше 15 лет, оставленной для естественного зарастивания, произведен учет естественного возобновления. Данный участок – характерный пример естественного восстановления леса на большей части вырубаемых лесных площадей региона.

Среднее количество возобновившихся пород составляет 33,6 тыс. шт./га, из которых 90,8 % – лиственные и лишь 9,2 % – хвойные. Основная часть возобновления (86,6 %) представлена группой от 1,5 м и более, и только 1,5 % имеют высоту до 0,5 м, что говорит о продолжении возобновления под пологом лиственных пород, имеющих в результате значительного объема опада мощную подстилку, препятствующую попаданию семян в минеральные слои почвы.

Среди лиственных основную долю составляют рябина и береза – 48,5 и 43,3 % соответственно, причем исключительно в группе выше 1,5 м встречаемость почти 100 %. В этой же группе высоты зафиксирован только 1 экземпляр сосны.

Представленность ели: на одной из площадок обнаружено деревце высотой менее 0,5 м, на трех площадках – 9 шт. высотой 0,5–1,5 м, на двух – экземпляры от 1,5 м и выше. Крайне малое количество еловых деревьев среди возобновившихся пород в сравнении с участком искусственного лесовосстановления, вероятно, объясняется минерализацией почвы в процессе ее обработки и корчевки пней.

#### *Заключение*

Результаты исследований опытно-производственных культур в таежной зоне свидетельствуют, что создание лесных насаждений высококачественным посадочным материалом с закрытыми и открытыми корнями, саженцами при соблюдении необходимых требований по их извлечению из почвы, перевозке и хранению способствует высокой сохранности и приживаемости древостоя, а также активному росту в первые годы.

Сосновые насаждения, созданные крупномерным посадочным материалом, лидируют по всем показателям и спустя 3 года после посадки почти не испытывают негативного влияния травянистой растительности.

В результате мониторинга роста лесных культур, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой, обнаружено, что их приживаемость и сохранность в благоприятных почвенно-гидрологических условиях и при хорошей погоде на Европейском Севере имеют высокие значения. Такие насаждения при обеспечении своевременных и эффективных уходов могут служить гарантией формирования высокопродуктивных древостоев. В то же время, показано, что в экстремальных почвенных и погодных условиях приживаемость сеянцев с комом субстрата на лесокультурной площади может существенно сокращаться.

По результатам исследований отмечено, что в условиях средней и северной тайги из-за активного возобновления лиственных пород и смыкания в рядах крон сосен (из всех видов посадочного материала) произошло сокращение их прироста по высоте и диаметру. Таким образом, в лесных культурах из всех видов посадочного материала требуются лесоводственные уходы.

Со смыканием крон в рядах формирующихся молодняков густота становится одним из основных факторов, влияющих на рост и развитие главной породы. Для поиска ответа на вопрос об оптимальной густоте посадки сосны необходим комплексный подход, учитывающий условия природной зоны, тип леса и экономико-организационные возможности хозяйства. В современных условиях при изучении лесных культур с различной первоначальной густотой наряду с продуктивностью и устойчивостью насаждений следует учитывать и экономическую составляющую.

Таким образом, эффективность выращивания лесных культур обеспечивается высоким качеством посадочного материала (оптимальное отношение массы надземной части к массе физиологически-активных корней), соответствием почвенных условий территории культивируемой породе, грамотной обработкой почвы способами, которые позволят максимально использовать ее плодородие, а также качественным выполнением лесопосадочных работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Барзут В.М., Мочалов Б.А., Гаевский Н.П., Демидова Н.А. Результаты российско-скандинавского проекта по лиственнице // Лиственничные леса Архангельской области, их использование и воспроизводство: материалы II регион. рабочего совещ. (22–25 сентября 2008 г.). Архангельск, 2008. С. 82–97.

Barzut V.M., Mochalov B.A., Gaevskiy N.P., Demidova N.A. Results of the Russian-Scandinavian Larch Project. *Larch Forests of the Arkhangelsk Region, Their Use and Reproduction. Proceedings of the 2nd Regional Workshop (September 22–25, 2008)*. Arkhangelsk, 2008. p. 82–97.

2. Двухсотлетие учреждения лесного департамента. 1798–1998. Т. 2. Федеральная служба лесного хозяйства России. М.: ВНИИЦлесресурс, 1998. 243 с.

Bicentennial Establishment of the Forest Department. 1798–1998. Vol. 2. Federal Forestry Service of Russia. Moscow, VNIITslesresurs Publ., 1998. 243 p.

3. Жигунов А.В. Современные технологии выращивания посадочного материала // Лесн. вестн. 2011. № 7(272). Режим доступа: [http://www.spb-niil.ru/pdf/Trudy\\_5.pdf](http://www.spb-niil.ru/pdf/Trudy_5.pdf) (дата обращения: 20.02.2019).

Zhigunov A.V. Modern Technologies of Growing Planting Stock. *Lesnoy vestnik [Forestry Bulletin]*, 2011, no. 7(272).

4. Кабанова С.А. Изучение лесных культур сосны, созданных в процессе реконструкции малоценных насаждений в государственном национальном природном парке «Бурабай» // Вестн. Томск. гос. ун-та. 2011. № 347. С. 162–165.

Kabanova S.A. Study of Pine Forest Crop Grown in the Process of Reconstruction of Low-Value Plantations in the Burabay State National Natural Park. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta [Tomsk State University Journal]*, 2011, no. 347, pp. 162–165.

5. Лесотаксационный справочник по северо-востоку европейской части Российской Федерации (нормативные материалы для Ненецкого автономного округа, Архангельской, Вологодской областей и Республики Коми) / сост. Г.С. Войнов, Н.П. Чупров, С.В. Ярославцев, С.В. Торхов, А.П. Шушарин. Архангельск: СевНИИЛХ: Правда Севера, 2012. 672 с.

*Forest Valuation Handbook for the North-East Part of the Russian Federation (Official Materials for the Nenets Autonomous Okrug, Arkhangelsk and Vologda Regions and Komi Republic)*. Content by G.S. Voynov, N.P. Chuprov, S.V. Yaroslavtsev. Arkhangelsk, Pravda Severa Publ., 2012. 672 p.

6. Маркова И.А. Пути повышения эффективности лесокультурного производства // Таежные леса на пороге XXI века: тр. СПбНИИЛХ. СПб., 1999. С. 61–71.

Markova I.A. Ways to Increase the Efficiency of Silvicultural Production. *Taiga Forests on the Threshold of the XXI Century: Proceedings of the Saint Petersburg Forestry Research Institute*. Saint Petersburg, 1999, pp. 61–71.

7. Мелехов И.С. Рубки и возобновление леса на Севере. Архангельск: Арханг. кн. изд-во, 1960. 200 с.

Melekhov I.S. *Felling and Reforestation in the North*. Arkhangelsk, Arkhangel'skoye knizhnoye izdatel'stvo, 1960. 200 p.

8. Мелехов И.С., Корконосова Л.И., Чертовской В.Г. Руководство по изучению типов концентрированных вырубок. Изд. 2-е, доп. и испр. М.: Наука, 1965. 180 с.

Melekhov I.S., Korkonosova L.I., Chertovskaya V.G. *Guidelines for the Study of Concentrated Felling Types*. Moscow, Nauka Publ., 1965. 180 p.

9. Мочалов Б.А. Использование разных видов посадочного материала для лесовосстановления в зоне тайги европейской части России // Вопросы таежного лесоводства на Европейском Севере: сб. науч. тр. СевНИИЛХ. Архангельск, 2005. С. 123–136.

Mochalov B.A. The Use of Different Types of Planting Stock for Reforestation in the Taiga Zone of the European Part of Russia. *Issues of Taiga Forestry in the European North: Collection of Academic Papers of NRIF*. Arkhangelsk, 2005, pp. 123–136.

10. Мочалов Б.А. Рекомендации и технологические карты по выращиванию саженцев сосны и ели в питомниках северной и средней подзон тайги европейской части России. Архангельск: СевНИИЛХ, 2005. 36 с.

Mochalov B.A. *Recommendations and Technological Charts for Growing Pine and Spruce Seedlings in Nurseries of the Northern and Middle Taiga Subzones of the European Part of Russia*. Arkhangelsk, NRIF Publ., 2005. 36 p.

11. Мочалов Б.А. Значение лесокультурного производства в лесовосстановлении на Севере // Проблемы таежного лесоводства: сб. науч. тр. СевНИИЛХ. Архангельск, 2010. С. 106–119.

Mochalov B.A. Significance of Silvicultural Production in Reforestation in the North. *Problems of Taiga Forestry: Collection of Academic Papers of NRIF*. Arkhangelsk, 2010, pp. 106–119.

12. Мочалов Б.А., Сеньков А.О., Мочалова Г.А., Артемьева Н.Р. Изменение условий среды на вырубке при подготовке почвы и влияние их на рост культур сосны из семян с закрытыми корнями // Сохраним планету Земля: сб. докл. Междунар. экол. форума (1–5 марта 2004 г.). СПб, 2004. С. 333–337.

Mochalov B.A., Sen'kov A.O., Mochalova G.A., Artem'yeva N.R. Changes in Environmental Conditions at a Felling Site during Soil Preparation and Their Influence on the Growth of Pine Ball-Rooted Seedlings. *Save the Earth: Proceedings of the International Ecological Forum (March 1–5, 2004)*. Saint Petersburg, 2004, pp. 333–337.

13. Пугарев Ф.Т., Сенчуков Б.А., Беляев В.В. Состояние и рост лесных культур в зависимости от вида, возраста и размеров посадочного материала // Искусственное восстановление леса на Севере. Архангельск: АИЛиЛХ, 1979. С. 85–97.

Pigarev F.T., Senchukov B.A., Belyaev V.V. State and Growth of Forest Crops Depending on Type, Age and Size of Planting Stock. *Artificial Reforestation in the North*. Arkhangelsk, AFFCI Publ., 1979, pp. 85–97.

14. Рикала Р. Производство посадочного материала в Финляндии // Лесовосстановление на Европейском Севере: материалы финляндско-российского семинара по лесовосстановлению в Вуокатти (Финляндия 28 сентября – 2 октября 1998 г.). Научный центр Вантаа, 2000. С. 133–146.

Rikala R. Production of Planting Stock in Finland. Reforestation in the European North. *Proceedings of the Finnish-Russian Seminar on Reforestation in Vuokatti (Finland September 28 – October 2, 1998)*. Vantaa, Vantaa Science Center Publ., 2000, pp. 133–146.

15. Степанов А.С. Выращивание и использование посадочного материала с закрытой корневой системой. Петрозаводск, 2008. 24 с.
- Stepanov A.S. *Cultivation and Use Ball-Rooted Planting Stock*. Petrozavodsk, 2008. 24 p.
16. Сунгуров П.В., Сунгурова Н.Р. Продолжительность влияния параметров посадочного материала на рост лесных культур // Уч. зап. ПетрГУ. Сер.: Естеств. и техн. науки. 2013. № 8. С. 64–69.
- Sungurova N.R. Sungurov R.V. Duration of Influence of Planting Materials' Parameters on Growth of Forest Cultures. *Uchenyye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta (sel'skokhozyaystvennyye nauki)* [Proceedings of Petrozavodsk State University. Natural & Engineering Sciences], 2013, no. 8, pp. 64–69.
17. Bergsten U., Goulet F., Lundmark T., Löfvenius O.M. Frost Heaving in a Boreal Soil in Relation to Soil Scarification and Snow Cover. *Canadian Journal of Forest Research*, 2001, vol. 31, no. 6, pp. 1084–1092. DOI: <https://doi.org/10.1139/x01-042>
18. Del Campo A.D., Navarro-Cerrillo R.M., Hermoso J., Ibáñez A.J. Relationship between Root Growth Potential and Field Performance in Aleppo Pine. *Annals of Forest Science*, 2007, vol. 64, no. 5, pp. 541–548. DOI: <https://doi.org/10.1051/forest:2007031>
19. Heiskanen J., Saksa T., Luoranen J. Soil Preparation Method Affects Outplanting Success of Norway Spruce Container Seedlings on Till Soils Susceptible to Frost Heave. *Silva Fennica*, 2013, vol. 47, no. 1, art. 893. DOI: <https://doi.org/10.14214/sf.893>
20. Himanen K., Helenius P., Ylioja T., Nygren M. Intracone Variation Explains Most of the Variance in *Picea abies* Seed Weight: Implications for Seed Sorting. *Canadian Journal of Forest Research*, 2016, vol. 46, no. 4, pp. 470–477. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjfr-2015-0379>
21. Johansson K., Nilsson U., Örlander G. A Comparison of Long-Term Effects of Scarification Methods on the Establishment of Norway Spruce. *Forestry*, 2013, vol. 86, iss. 1, pp. 91–98. DOI: <https://doi.org/10.1093/forestry/cps062>
22. Lammi E. *Markbehandling på boreal skogsmark med fokus på markberedning – en litteraturoversikt*. Examensarbete i ämnet skogshushållning. Umeå, Sveriges lantbruksuniversitet, 2006. 118 p.
23. Lindström A., Rune G. Root Deformation in Plantations of Container-Grown Scots Pine Trees: Effects on Root Growth, Tree Stability and Stem Straightness. *Plant and Soil*, 1999, vol. 217, iss. 1-2, pp. 29–37. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1004662127182>
24. Nilsson U., Luoranen J., Kolström T., Örlander G., Puttonen P. Reforestation with Planting in Northern Europe. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2010, vol. 25, iss. 4, pp. 283–294. DOI: <https://doi.org/10.1080/02827581.2010.498384>
25. Rune G. Slits in Container Wall Improve Root Structure and Stem Straightness of Outplanted Scots Pine Seedlings. *Silva Fennica*, 2003, vol. 37, no. 3, pp. 333–342. DOI: <https://doi.org/10.14214/sf.493>
26. Rune G., Warensjö M. Basal Sweep and Compression Wood in Young Scots Pine Trees. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2002, vol. 17, iss. 6, pp. 529–537. DOI: <https://doi.org/10.1080/02827580260417189>
27. Warensjö M., Rune G. Stem Straightness and Compression Wood in a 22-Year-Old Stand of Container-Grown Scots Pine Trees. *Silva Fennica*, 2004, vol. 38, no. 2, pp. 143–153. DOI: <https://doi.org/10.14214/sf.424>

## SILVICULTURAL PRODUCTION AS A BASIS FOR CONTINUITY OF FOREST MANAGEMENT

*Boris A. Mochalov*<sup>1</sup>, Doctor of Agriculture, Prof.

*Svetlana V. Bobushkina*<sup>2</sup>, Candidate of Agriculture, Research Scientist;

ResearcherID: [AAD-6407-2019](https://orcid.org/0000-0003-3137-2934), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3137-2934>



<sup>1</sup>Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation; e-mail: bmochalov@mail.ru

<sup>2</sup>Northern Research Institute of Forestry, ul. Nikitova, 13, Arkhangelsk, 163062, Russian Federation; e-mail: svetlana.bobushkina@sevniilh-arh.ru

**Abstract.** Currently, the principle of sustainable use of forests is a fundamental direction in the management of natural resources. Solving the problems of sustainable development of forestry in the European North involves ensuring the quality reproduction of forest resources. The main parts of silvicultural production are procurement and preparation of seeds; growing planting stock, creation of new stands and agricultural tending of them. The goal of the federal project “Forest Conservation” is to ensure the balance of forest felling and reproduction in the ratio of 100 % by 2024. The emphasis is on the use of ball-rooted planting stock for artificial reforestation. Information gap on the long-term prospects of its use, as well as the lack of data on the results of long-term observations of growth and condition of forest crops created by seedlings with a lump of substrate, and comparison of such seedlings with traditional planting stock, especially in northern conditions, update the topic of research. The research purpose is to identify conditions for obtaining high-quality planting stock, as well as to assess the possibility of successful restoration of pine on felling sites in the north of the European part of Russia by creating forest crops using regional intensive technologies, based on the results of long-term technologies. The main objects of observations are nurseries of the region, the procedures used in them and the experimental planting of pine trees in the Kargopol and Arkhangelsk forestries in 2000–2001. Preservation, diameter, height, and volume were determined in dynamics in the areas of crops created from various types of planting stock (seedlings, plantlet, ball-rooted planting stock). The counts were carried out with several repetitions and dividing plants into healthy, weak and dry. Wood flaws of pine trunks were also noted and natural regeneration was recorded. Based on the research materials, the possibility of successful restoration of pine trees on felling sites in the north of the European part of Russia is shown using regional intensive technologies for the production of various planting stock and the creation of forest crops. This will reduce the period of transfer of young trees to natural conditions and increase the productivity of plantations. Comparison of average diameters and heights for all accounting periods indicates the influence of the type of planting stock and density of planting on the growth and development of trees. During the observation period, plantlets lead in all respects. Their height and diameter is 20–44 % higher than that of yearling seedlings, and in terms of stem volume the difference with other types of planting stock reaches 1.9–2.9 times.

**For citation:** Mochalov B.A., Bobushkina S.V. Silvicultural Production as a Basis for Continuity of Forest Management. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2021, no. 4, pp. 80–96. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-4-80-96

**Funding:** The paper is based on the results of research carried out within the framework of the state assignment of the Federal Forestry Agency “Northern Research Institute of Forestry” for applied scientific research.

**Keywords:** seeds, planting stock, bare-rooted seedlings, ball-rooted seedlings, plantlet, nursery, greenhouse, forestry crops, soil preparation.