

УДК 630*232.311.3

ОБОСНОВАНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ПРИВИВОЧНЫХ ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

С. В. Левин

*Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции
и биотехнологии (ул. Ломоносова, 105, Воронеж, Россия, 394087)*

Создание лесосеменных плантаций (ЛСП) хвойных пород путем прививки черенков с плюсовых деревьев является перспективным направлением в организации лесного семеноводства. Для увеличения объемов заготовки семян лесных растений с улучшенными наследственными свойствами и получения из них высококачественного посадочного материала необходимо изменить подходы к ведению лесного семеноводства в соответствии со «Стратегией развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года». С целью совершенствования технологии создания прививочной ЛСП из сосны обыкновенной 1-го порядка с использованием метода групповой посадки были получены данные, которые позволяют сделать определенные выводы. Наилучшие условия для перекрестного опыления достигаются при размещении в одном посадочном месте плантации трех саженцев, привитых черенками разных клонов. Их размещение в посадочном месте поддерживается на расстоянии до 0,5 м друг от друга. Обрезка верхушечной части, не дающая заметной прибавки урожая, как затратный технологический прием исключается из технологической карты, с заменой ее прореживанием, когда высота дерева превышает 8 метров. Сбор шишек проводится после выборочной рубки деревьев с регулированием количества деревьев в месте посадки, соответствующего необходимому объему сбора семян. Это увеличивает срок службы насаждения до 35 лет и более вместо запланированных 25 лет с получением деловой древесины в процессе использования от ЛСП. Использование трех саженцев на одном месте посадки обеспечивает более высокую сохранность ЛСП в случае ее повреждения крупными копытными (лосем). Также использование рядов непривитых саженцев, выращенных из семян селекционного материала, при посадке их в опушечном положении плантации способствует ее сохранению.

Ключевые слова: лесосеменная плантация хвойных пород; размещение групповое и одиночное; привитые деревья; таксационные показатели; урожайность; шишки; семена

Для цитирования: Левин С. В. Обоснование совершенствования технологии создания прививочных лесосеменных плантаций сосны обыкновенной // Труды Карельского научного центра РАН. 2022. № 3. С. 5–21. doi: 10.17076/eco1557

S. V. Levin. SUBSTANTIATION OF AN ENHANCED TECHNOLOGY FOR CREATING SCOTS PINE GRAFT SEED ORCHARDS

All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology
(105 Lomonosov St., 394087 Voronezh, Russia)

Establishment of coniferous seed orchards using grafts from plus trees is a promising development alley for forest seed breeding. To augment the harvesting of genetically enhanced forest plant seeds and to obtain high-quality planting stock from them, it is necessary to modify the approaches to forest seed breeding in line with the "Russian Forest Sector Development Strategy 2030". The study seeking to improve the technology of creating 1st generation Scots pine graft seed orchards with group planting layout produced data leading to certain conclusions. The best conditions for cross-pollination are achieved by planting three seedlings grafted with scions of different clones in one plot. Spacing between seedlings in the plot should be up to 0.5 m. Tree topping, which does not provide a noticeable increase in the yield, is excluded from the operations chart as a costly method and replaced by thinning when the tree becomes higher than 8 meters. Cones are harvested after the plot is thinned leaving the number of trees adequate for producing the required seed harvest volume. The service life of the plantation is thereby increased to 35 years or more versus the planned 25 years, and merchantable timber can be obtained in the process of operating the orchard. Planting of three seedlings in one plot improves the orchard's survival in cases of damage by large ungulates (moose). Also, planting of rows of non-grafted seedlings grown from selected seeds in the orchard's margins contributes to its preservation.

Keywords: coniferous seed orchard; group and single-tree layouts; grafted trees; valuation indicators; yield; cones; seeds

For citation: Levin S. V. Substantiation of an enhanced technology for creating Scots pine graft seed orchards. *Trudy Kareli'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2022;3:5–21. doi: 10.17076/eco1557

Введение

Одним из перспективных направлений в устройстве лесосеменного хозяйства является создание лесосеменных плантаций (ЛСП) хвойных пород прививкой черенков от плюсовых деревьев. Создание таких плантаций позволяет: получить семена с ценными хозяйственно-биологическими свойствами, наследуемыми в значительной степени от плюсовых деревьев; регулярные и обильные урожаи в предельно короткие сроки, а также облегчает сбор семян (шишек) с деревьев. К настоящему времени в «Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации (в редакции от 11 февраля 2021 г. № 312-р), в разделе II «Современное состояние и тенденции развития Лесного комплекса Российской Федерации» пункта 5 «Воспроизводство лесов» отмечено, что «в 76 субъектах Российской Федерации имеются объекты лесного семеноводства, в том числе лесосеменные плантации на площади 5,8 тыс. гектаров. Большинство этих объектов создавалось 50–40 лет назад, при этом срок их эксплуатации составляет около 25 лет.

Финансирование содержания имеющихся объектов лесного семеноводства осуществляется по остаточному принципу, объемы создания новых объектов недостаточны для развития качественной лесосеменной базы воспроизводства лесов» [Стратегия..., 2021].

Учитывая, что «в настоящее время не во всех субъектах Российской Федерации сформирована стабильная система лесного семеноводства, позволяющая обеспечить мероприятия по лесовосстановлению посадочным материалом», как отмечено в «Стратегии развития Лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года», «для наращивания объемов заготовки семян лесных растений с улучшенными наследственными свойствами и получения из них качественного посадочного материала необходимо изменение подходов к ведению лесного семеноводства и развитию питомнической базы. Создание технологических объектов, обеспечивающих производство семян и посадочного материала с улучшенными наследственными свойствами, является основой повышения продуктивности, качества и устойчивости лесов» [Стратегия..., 2021].

Безусловно, что ответы на выявленные проблемы кроются в пятидесятилетнем опыте

создания объектов лесного семеноводства. Прежде всего следует иметь в виду, что в лесосеменном хозяйстве основное значение имеет не урожайность отдельных деревьев, а общий урожай с единицы площади плантации и доступность его для заготовки. При этом урожайность семян в расчете на единицу площади определяется не только количеством шишек на деревьях, но также числом деревьев на 1 гектар, выходом семян из шишки и их полнозернистостью.

Взяв в качестве достигаемых целей общий урожай с единицы площади плантации и его доступность, которые определяют окупаемость затрат на создание объекта, рассмотрим аспекты роста и развития породы. Кульминация прироста сосны в благоприятных условиях наблюдается рано, в 15–20 лет. Из исследований многих авторов видно, что рост и продуктивность сосновых насаждений снижаются в направлении с севера на юг и с северо-запада на юго-восток в условиях лесостепного района и зоны степей Русской равнины [Щепотьев, Павленко, 1962]. Интенсивность роста боковых корней зависит от химического плодородия и влажности почвы. Последний фактор оказывает более сильное влияние на активность развития корней в длину, чем химическое плодородие почвы [Гордиенко и др., 1995].

Прямоугольная посадка предпочтительнее, чем квадратная. В рядах возможно несколько загущенное размещение, прореживания здесь можно проводить спустя 2–3 года после наступления смыкания в междурядьях. Оно не должно быть интенсивным, поскольку улучшение репродуктивной активности осветляемых деревьев в этом возрасте уже не компенсирует потери общего урожая с единицы площади. Согласно [Правила..., 2015] удалять следует отстающие в росте, слабоплодоносящие, механически поврежденные деревья. Должен оставаться коридор шириной около 1 м, обеспечивающий возможность применения средств механизации при агротехнических уходах и заготовке шишек, поэтому смыкание крон здесь недопустимо.

Густота не является причиной дифференциации деревьев. Наблюдения показали, что густота посадки слабо влияет на среднюю высоту деревьев. Некоторые различия между показателями разной густоты обусловлены естественной вариабельностью высоты деревьев в насаждениях. Они не превышают 10 % и не выходят за пределы точности измерений [Ефимов, 2010]. Для самых неблагоприятных условий (очень сухих и бедных почв) с целью обеспечения повышенной дифференциации и

устойчивости культур необходимо рекомендовать не редкие и сплошные посадки сосны, а кулисные и групповые [Рубцов, 1969]. В то же время ширина проекций крон в значительной степени зависит от размещения деревьев. В условиях произрастания (Воронежская область, тип лесорастительных условий В₂) смыкание крон наступило при расстояниях между деревьями: 2,5 м – на девятый год; 5 м – на четырнадцатый год; 7,5 м – в 20 лет. Спустя 3–4 года после смыкания ветви нижних ярусов крон начинают высыхать и отмирать. А в 21-летнем возрасте на секции с размещением 2,5×2,5 м у всех деревьев живая крона началась с половины высоты ствола и ветви 10 мутовок деревьев полностью усохли; при размещении 5×5 м усохли ветви 5–7 нижних мутовок; с размещением 7,5×5 м засохшие ветви в рядах охватывали 4–5 нижних мутовок. К 25-летнему возрасту в основном сомкнулись кроны и на самой редкой секции 7,5×7,5 м [Ефимов, 2010].

Исследования показали, что снижение репродуктивной активности, обусловленное загущенной посадкой, до определенного момента компенсируется большим числом деревьев на одном гектаре [Ефимов, 2010]. Чрезмерное прореживание плантации, способствующее улучшению репродуктивного развития каждого оставляемого дерева, по хозяйственным соображениям является нежелательным, так как снижает валовый урожай семян. При этом излишнее загущение делает урожай с единицы площади малодоступным для заготовки, так как шишки образуются на вершине кроны, а уменьшение урожайности каждого дерева обуславливает необходимость более частых подъемов в кроны, что увеличивает трудозатраты и отражается на себестоимости семян. Доказано, что наибольший урожай шишек с единицы площади у сосны обыкновенной формируется в возрасте 19–24 лет при густоте 400–800 деревьев на 1 гектар [Ефимов, 2010].

Обращает на себя внимание раннее, с 9 лет, наступление семеношения и довольно высокая урожайность семян на ЛСП, которая в отдельные годы превышает 20–30 кг на гектар. Отбраковка слабоурожайных клонов и замена их средними по репродуктивной способности деревьями повысила суммарный урожай на молодой плантации за десятилетний период на 29 %, что еще раз подтверждает высокую эффективность селекционного способа регулирования урожайности. За первые 3–4 года после прореживания резко, в 2,3 раза, снизилась урожайность семян с единицы площади. Но на седьмой год благодаря улучшению усло-

вий освещения и питания заметно повысилась урожайность каждого дерева [Ефимов, 2010].

Весьма важным считается применение обрезки вершин (декапитация), как приема, оказывающего влияние на урожайность деревьев. Результаты исследований показали, что все деревья с обрезанными вершинами образовали в основном две вершины из веток верхней мутовки, в которых развивается резко отрицательный геотропизм (проявляется присущая сосне хорошо выраженная полярность). Верхушечные побеги растут сильнее, чем на контроле, и за 8–9 лет догоняют контрольные деревья по росту, размерам и цвету хвои. При этом обрезка вершин боковых веток у сосны с целью увеличения и преодоления неравномерности семеношения не достигает своего назначения, так как систематическое удаление верхушечных генеративных и вегетативных побегов, обладающих более высоким насыщением ростовых веществ в виде фитогормонов, нарушает общую организацию жизнедеятельности дерева. Систематическая обрезка вершины верхушечных побегов, то есть более активной части дерева, где постоянно накапливаются химические тесты и фитогормоны, приводит к их обеднению и сокращению жизнедеятельности. Данный опыт показывает, что обрезка кроны сосны не способствует резко или даже сколько-нибудь ощутимому повышению урожайности шишек по сравнению с урожайностью деревьев, произрастающих в таких же природных условиях прореженных древостоев.

Прореживание древостоев настолько резко повышает урожайность семян на 500–800 %, что в конечном итоге трудно уловить, влияет ли на усиление плодоношения дополнительная обрезка кроны [Гиргидов, 1976]. В то же время внезапное выставление спелых сосновых насаждений на простор в виде кулисы шириной 55 м повлекло за собой падение прироста в течение 5 лет, после чего он снова увеличивается, но уже не достигает прежней величины [Каппер, 1954].

По мере увеличения возраста и размеров деревьев густота посадки все более существенно влияет на развитие мужской и женской генеративной сферы. До 14 лет различия между секциями с различной густотой по числу мужских колосков, формирующихся на одном дереве, незначительны. По обилию женского цветения лидировали «редкие» секции. Анализ полученных данных показывает, что заметное угнетение мужского цветения наступает спустя 3–4 года после полного смыкания крон в рядах и междурядах при достижении проективного

покрытия площади кронами около 100 % и выше [Ефимов, 2010].

Исследования показали, что между фактическими признаками энергий роста деревьев и величиной шишек и семян у сосны не существует прямой зависимости. Произрастающие рядом одного возраста и роста деревья с одинаково развитыми кронами имеют шишки и семена различной величины, а также часто отличаются по степени семеношения в один и тот же год. При наступлении массового семеношения деревьев урожай древостоев, где проводилось прореживание, в среднем повышается по сравнению с естественными непрореженными древостоями в 5 раз [Гиргидов, 1976].

Проведенные наблюдения подтверждают выводы [Гиргидов, 1976; Ефимов, 2010], что чем гуще посадка, тем выше общий ожидаемый урожай семян с единицы площади за весь период. При этом особый акцент ставится на прореживание как метод повышения урожайности, а не на обрезку вершин. Но прореживания на ЛСП в условиях Центральной лесостепи не предусмотрены при разработанных требованиях с размещением посадочного материала на территории 8×5–6 м и соответствующей густотой посадки 200–250 деревьев на 1 га [Правила..., 2015].

Положения, обосновывающие применение группового метода при создании плантаций, впервые нашли свое отражение в работе «О рублении, поправлении и заведении лесов» А. Т. Болотова, опубликованной еще в 1766 г. [Болотов, 1952]: «Далее везде находил я, что не мешало им, когда они стояли и небольшими кучками, и деревья по три, по четыре, по пяти и более, выросшие отчасти из одного корня, отчасти от разных, но близко друг подле друга, и они были столь же хороши, как поодиночке и на просторе стоящие, однако в таком только случае, когда вся кучка отделялась от других деревьев нарочитым расстоянием и вокруг себя имела для ветвей своих простора довольно. Из всего того, равно как вообще из расположения и сего прекрасного и хорошо убереженного леса, мог я, наконец, ясно усмотреть, что, буде хотеть, чтоб деревья были хороши, то всем им частыми быть никоим образом не можно, а надобно каждому иметь довольно простора и дереву от дерева или по крайней мере кучки от кучки не ближе бы как сажень на пять, на шесть или десять, ибо чем выше и больше деревья, тем более занимают они верхними своими сучьями и место».

На преимущества группового размещения деревьев указывает в своей работе последователь известных лесоводов М. К. Турского и

Н. С. Нестерова Г. Р. Эйтинген [1962]: «самоизреживание происходит преимущественно группами смежных деревьев, благодаря чему и остающиеся живые деревья образуют группы. В близком, непосредственном соседстве друг с другом деревья живут многие десятилетия; деревья же, сравнительно далеко отстоящие от других, обладают меньшей выживаемостью... Отмирание деревьев в сомкнутых группах менее значительно, чем деревьев, растущих отдельно. Благодаря этому естественное самоизреживание посадки сосны приводит к групповому расположению деревьев».

Кроме группового размещения основополагающим в рекомендуемой технологии следует считать то, что наилучшие условия для перекрестного опыления создаются в том случае, когда прививки одного и того же дерева находятся на максимальном расстоянии друг от друга и со всех сторон окружены прививками других деревьев. Также следует иметь в виду, что для сосны характерно избирательное оплодотворение, когда чужая пыльца воспринимается лучше, чем своя собственная. Из этого следует, что в насаждении на одном посадочном месте можно допустить размещение нескольких привитых деревьев различных клонов, это в значительной степени ускорит семеношение плантации.

В редком насаждении (ЛСП) отдельные деревья покрывают дефицит по урожаю шишек у других деревьев, а в другие годы не плодоносившие ранее деревья начинают плодоносить. Такое поведение отдельных деревьев указывает, что степень семеношения каждого из них зависит не только от влияния внешней среды, но также от внутренних, биологических, наследственных факторов, свойственных им, которые вызывают нарушение общего ритма каждого дерева в идентичных лесорастительных условиях. Ранее проведенные исследования на территории Кузоватовского лесничества Ульяновской области показали, что привитые клоны плюсовых деревьев сосны существенно различаются между собой по основным показателям генеративной сферы: срокам наступления цветения (на 4–5 дней); динамике сезонного развития генеративных органов; обилию и соотношению мужских и женских стробилов и типу сексуализации; размерам мужских колосков (в 3 раза); продукции пыльцы (десятки раз); фертильности семян почек (более чем в 2 раза); среднему урожаю шишек (в 20–25 раз); выходу полнотелых семян из шишки (в 8–20 раз); общей семенной продуктивности (в 50 раз). На 16–17-летних семейственных ЛСП урожайность в

1,7–3 раза ниже, чем на клонах ЛСП того же возраста. Клоны и семьи одних и тех же плюсовых деревьев практически не коррелируют между собой по среднему урожаю и выходу полнотелых семян. Это является следствием значительного расщепления в семенном потомстве показателей генеративной сферы материнских деревьев [Кублик, 1999].

Также следует учитывать, что формируется урожай на большой высоте, и это делает его малодоступным для заготовки при имеющихся в лесном хозяйстве средствах подъема в кроны деревьев. Ведение хозяйства при эксплуатации ЛСП до возраста 25 лет осуществляется в режиме, когда проводится поздняя обрезка вершин, исключая получение деловой древесины. В этом случае окупаемость затрат может быть получена лишь за счет объема и качества семян с практическим исключением из списка доходов сумм реализации деловой древесины.

Учитывая намеченные направления и вышеизложенные проблемы получения семян с улучшенными наследственными свойствами на ЛСП, разработка обоснованных предложений по совершенствованию технологии создания объектов лесного семеноводства (сосны обыкновенной) из вегетативного материала с применением группового метода посадки направлена на обеспечение повышения качества и количества урожая объектов, а также необходимое и доступное количество вегетативного материала.

Объекты и методы исследований

На территории Кузоватовского лесничества Ульяновской области обследовался участок ЛСП сосны обыкновенной, созданный вегетативным материалом – прививкой черенков плюсовых деревьев в расщеп верхушечной почки (рис. 1). Тип лесорастительных условий В₂. Размещение на площади посадочных мест 5×8 м.

На пробной площади участка кроме привитых деревьев одиночного и группового стояния сохранились опушечные ряды непривитых деревьев такого же стояния (рис. 2) и одинакового возраста – 36 лет.

На пробной площади проводилась таксация стволов методом замеров: длины окружности ствола на высоте 1,3 м мерной лентой с последующим переводом в диаметр, а также высоты высотомером. При этом осуществлялось картирование с нанесением на планшет из миллиметровой бумаги точек мест стояния деревьев разных пород с проекциями крон и их номеров с целью установления по породам



Рис. 1. Размещение ЛСП на территории Кузоватовского лесничества Ульяновской области
Fig. 1. Location of the forest seed orchard on the territory of the Kuzovatovsky forestry in the Ulyanovsk Region

расстояний между деревьями в ряду (li) и от таксируемого дерева до 3-го соседнего (Li). Использование показателя от таксируемого дерева до 3-го соседнего напрямую связано с площадью роста дерева [Нагимов, 1999]. Кроме этого произведен анализ хода роста в высоту модельного дерева. На пробной площади

в соответствии с Правилами лесовосстановления (п. 55) [Приказ..., 2019] таксации подвергались не менее четырех рядов главной лесной древесной породы. Статистическую обработку материалов осуществляли с помощью пакета «Анализ данных Microsoft Excel 2010».



а



б

Рис. 2. Размещение на пробе: а – групповое (непривитые три дерева); б – одиночное (привитые)

Fig. 2. Placement on samples: а – group (3 ungrafted trees); б – single (grafted trees)

Результаты и обсуждение

В результате исследований установлено, что в среднем на пробной площади диаметр на высоте груди составил 27,5 см, а высота – 17 м, соответствуя I-му бонитету насаждений.

На графике (рис. 3) кривая полиномиальной зависимости со средней степенью аппроксимации (0,698) показывает нахождение основного количества деревьев в диапазонах: по высоте – 14–19 м и по диаметру на высоте груди – 18–38 см. Отставшие в развитии деревья – это 4-й ствол в группах непривитых деревьев на одно посадочное место.

При анализе ряда распределения числа стволов по ступеням толщины в исследуемых культурах на плантации в сравнении с естественными древостоями сосны обыкновенной при среднем табличном диаметре 28 см [Третьяков, 1952] мы наблюдаем нарушение в ряду с заметным и неравномерным смещением в сторону увеличения числа стволов больших диаметров и снижением их количества в сторону уменьшения величин диаметров (рис. 4).

Данное наблюдение подчеркивает связь выявленных изменений с происхождением культур – прививкой посадочного материала и дальнейшим его развитием.

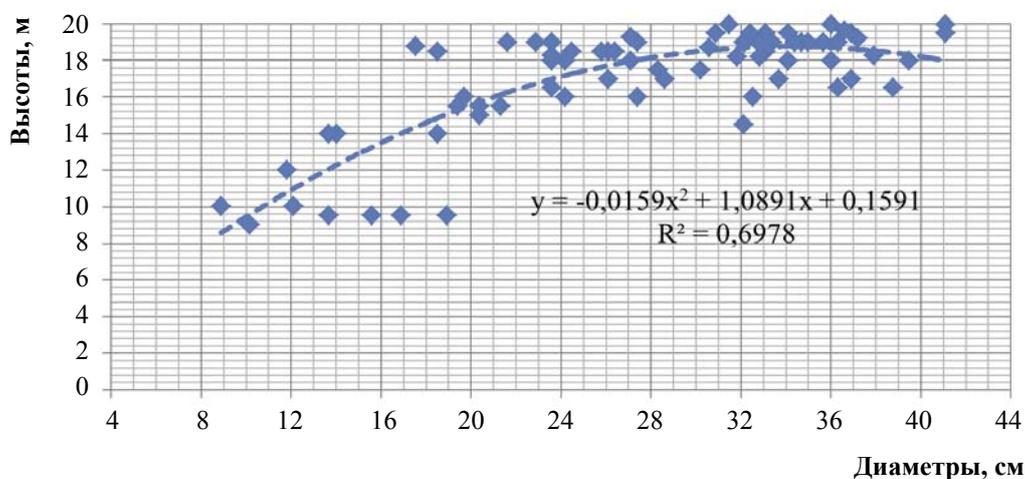


Рис. 3. Соотношение показателей высота и диаметр на высоте груди на ЛСП

Fig. 3. Ratio of heights and diameters at breast height in the forest seed orchard

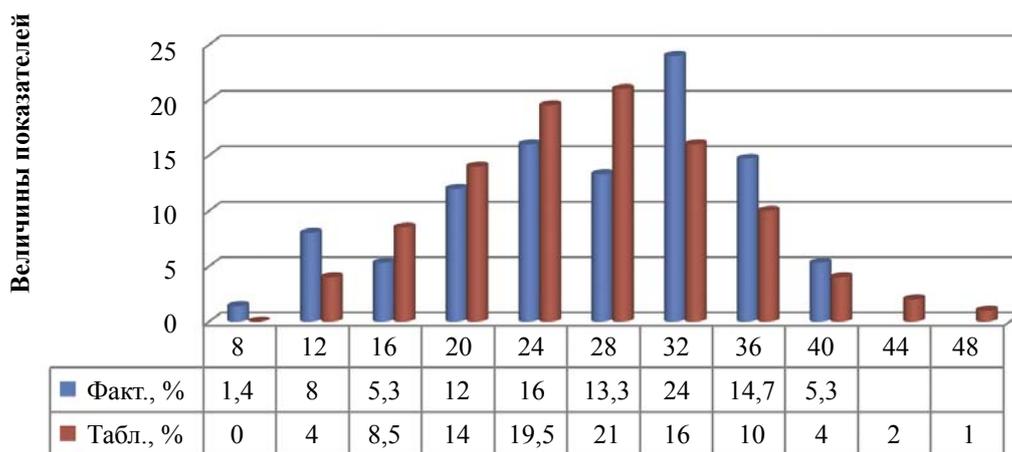


Рис. 4. Распределение числа стволов по ступеням толщины в исследуемых культурах на плантации в сравнении с естественными древостоями сосны обыкновенной при среднем табличном диаметре 28 см [табличные данные из: Третьяков и др., 1952]

Fig. 4. Distribution of the trunks number by thickness stages in the studied orchard crops compared to the natural stands of the Scots pine with an average tabulated diameter of 28 cm [the tabular data after: Tretyakov et al., 1952]-

При рассмотрении показателей в отношении привитых и непривитых деревьев на пробе с учетом их различного размещения (группового и одиночного) выявлено, что:

– у непривитых деревьев по соотношению проекций площадей кроны (Sk , m^2) и роста (Sp , m^2) в целом наблюдается незначительное превышение площади роста (11,6 %), отличаясь лишь величинами с учетом размещения деревьев. Так, в среднем площадь роста у деревьев при одиночном расположении превышает такую у деревьев группового стояния в 3,09 раза, а площадь проекции кроны – в 2,9 раза (рис. 5);

– у привитых деревьев средняя площадь проекции кроны на 37,6 % больше, чем их средняя площадь роста. Что касается соотношения площадей проекции кроны роста в зависимости от размещения, то у одиночных деревьев этот показатель в 1,2 раза выше, чем у деревьев группового стояния, а площадь ро-

ста в 1,8 раза больше у одиночных деревьев (рис. 5).

Привитые деревья в своей основе (корневой системе) базируются на подвойном материале, поэтому нельзя сбрасывать со счетов и тот момент, что в самом начале развития прививки происходит ограничение развития подвоя и в целом развитие его корневой системы напрямую связано с совмещением с ассимиляционным аппаратом привоя и качеством срастания прививки. Поэтому определенным привитым деревьям может быть свойственно ограничение развития корневой системы, как видно на рис. 6. В данном случае площадь проекции кроны превышает площадь роста, что подтверждают полученные данные.

Привитые деревья как по диаметру на высоте груди, так и по самой высоте превышают непривитые в среднем на 21,7 и 16,3 % соответственно (табл. 1).

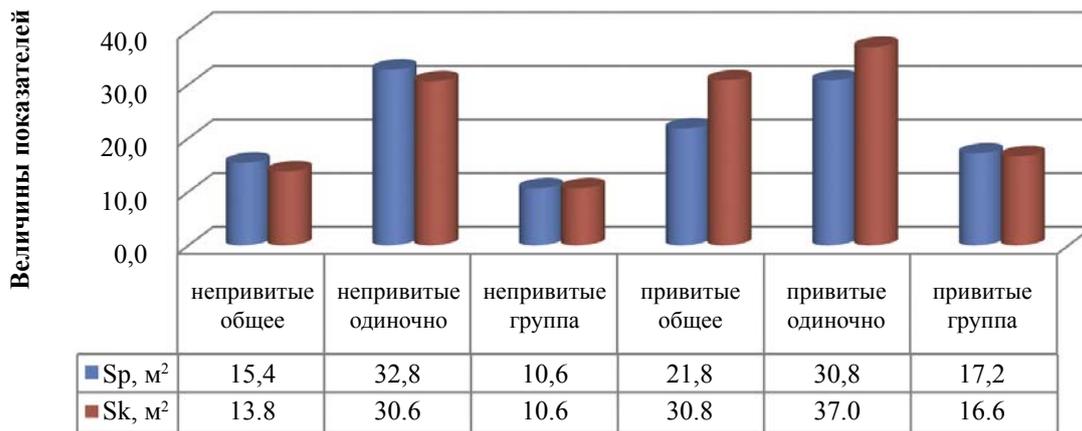


Рис. 5. Соотношение проекций площадей кроны и роста деревьев

Fig. 5. Ratio of crown projection areas and tree growth

Таблица 1. Статистические показатели таксационных и расчетных параметров роста и развития деревьев

Table 1. Statistical indicators of taxation and calculated parameters of tree growth and development

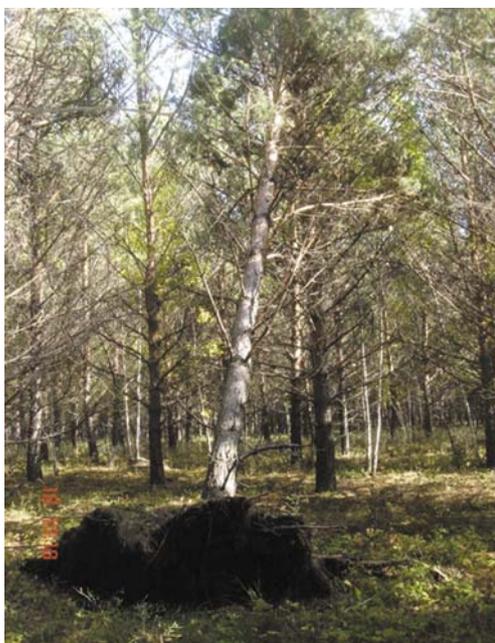
Статистические показатели Statistical indicators	Таксационные и расчетные параметры роста и развития деревьев Taxation and calculated parameters of tree growth and development									
	Д _{1,3} , см D _{1,3} , cm	Н, м H, m	hж.в., м hv.v., m	Дкр., м Dkr, m	li, м li, m	Li, м Li, m	Sp, м ² Sp, m ²	Sk, м ² Sk, m ²	qi, м ² qi, m ²	V, м ³ V, m ³
общие general										
Среднее Average	27,5	17,0	7,6	4,6	3,5	5,0	17,5	19,5	0,0648	0,564
Стандартное отклонение Average deviation	8,35	3,07	1,73	1,82	2,51	2,09	12,34	14,67	0,0337	0,3235
Коэффициент вариации, % Variation coefficient, %	30,3	18,1	22,7	39,2	70,9	42,0	70,3	74,9	51,9	57,3
Уровень надежности (95,0 %) Reliability (95.0 %)	1,9	0,7	0,4	0,4	0,6	0,5	2,8	3,4	0,008	0,1

Окончание табл. 1
Table 1 (continued)

Статистические показатели Statistical indicators	Таксационные и расчетные параметры роста и развития деревьев Taxation and calculated parameters of tree growth and development									
	Д _{1,3} , см D _{1,3} , cm	Н, м H, m	нж.в., м hv.v., m	Дкр., м Dkr., m	li, м li, m	Li, м Li, m	Sp, м ² Sp, m ²	Sk, м ² Sk, m ²	qi, м ² qi, m ²	V, м ³ V, m ³
для привитых for grafted										
Среднее Average	31,3	18,6	7,9	6,0	5,2	6,8	21,8	30,8	0,0793	0,711
Стандартное отклонение Average deviation	5,83	1,29	1,93	1,71	2,51	1,28	8,97	16,51	0,0268	0,2556
Коэффициент вариации, % Variation coefficient, %	18,6	6,9	24,4	28,3	48,6	18,9	41,1	53,5	33,9	36,0
Уровень надежности (95,0 %) Reliability (95.0 %)	2,4	0,5	0,8	0,7	1,0	0,5	3,7	6,8	0,011	0,11
для непривитых for ungrafted										
Среднее Average	25,7	16,1	7,5	3,9	2,7	4,1	15,4	13,8	0,0576	0,491
Стандартное отклонение Average deviation	8,83	3,36	1,63	1,45	2,10	1,81	13,29	9,62	0,0347	0,3312
Коэффициент вариации, % Variation coefficient, %	34,4	20,8	21,8	36,8	76,8	44,6	86,2	69,7	60,2	67,4
Уровень надежности (95,0 %) Reliability (95.0 %)	2,5	1,0	0,5	0,4	0,6	0,5	3,8	2,7	0,010	0,09

Примечание. Д_{1,3}, см – диаметр на высоте груди; Н, м – высота; нж.в., м – высота крепления живой ветви; Дкр., м – диаметр кроны; li, м – расстояние в ряду; Li, м – расстояние до третьего соседнего дерева; Sp, м² – площадь роста; Sk, м² – площадь проекции кроны; qi, м² – площадь поперечного сечения ствола; V, м³ – объем ствола.

Note. D_{1,3}, cm – diameter at breast height; H, m – height; hv.v., m – height of live branch attachment; Dkr., m – crown diameter; li, m – distance in a row; Li, m – distance to the third adjacent tree; Sp, m² – growth area; Sk, m² – crown projection area; qi, m² – trunk cross-section area; V, m³ – trunk volume.



а



б

Рис. 6. Пример соотношения площадей проекции кроны и роста привитого дерева на ЛСП (а); плохая совместимость подвоя и привоя (б)

Fig. 6. An example of ratio of the crown projection area and growth areas of a grafted tree in the forest seed orchard (a); poor compatibility of rootstock and scion (b)

При этом величины коэффициентов вариации таких показателей привитых деревьев, как диаметр на высоте груди ($D_{1,3}$, см), высота дерева (H , м), высота живой ветви ($h_{ж.в.}$, м), диаметр кроны ($D_{кр.}$, м), показывают среднюю степень изменчивости по отношению к средним показателям в отличие от непривитых растений.

Эти превышения свидетельствуют об относительно высокой общей комбинационной способности многих деревьев. Из источников известно, что средняя высота привитых клонов не зависит от высоты плюсовых деревьев и не

коррелирует между собой, поэтому нельзя прогнозировать величину селекционного эффекта при отборе по фенотипу материнских деревьев и показателям роста их вегетативных потомств [Кублик, 1999].

Среди непривитых деревьев заметны расхождения по показателям внутри категорий по их размещению. Так, по среднему диаметру одиночно расположенные деревья превышают групповые на 51,9 %, а по высоте – на 15,5 %. Следует подчеркнуть, что высота крепления живой ветви в среднем составила у непривитых деревьев 7,5 м; у привитых – 8 м (рис. 7).

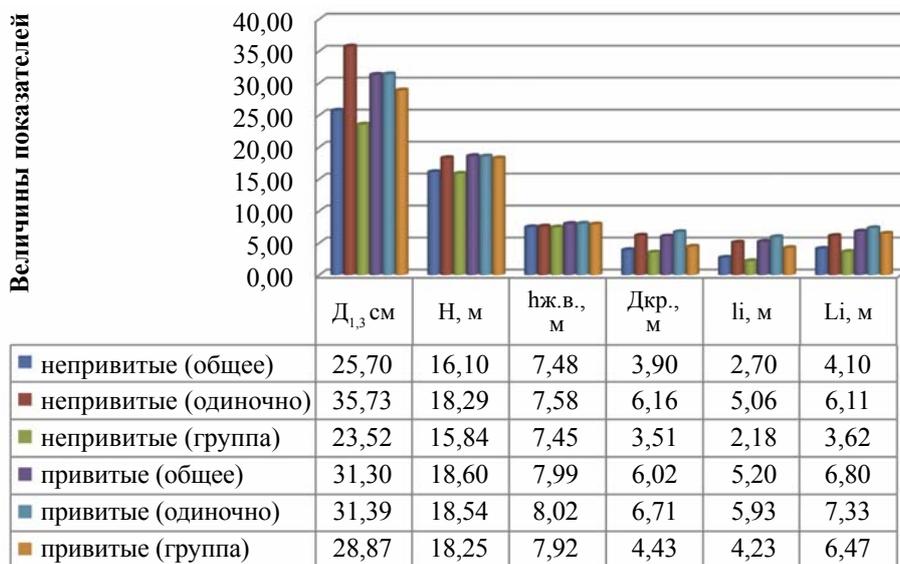


Рис. 7. Показатели роста и развития породы с учетом прививки и стояния деревьев на пробной площади

Fig. 7. Indicators of growth and development of the species, taking into account grafting and standing of trees in the sample area

Это показывает, что за счет размещения деревьев 5×8 м на 1 гектаре площади на их развитие не повлияли существенно ни сама прививка, ни расположение деревьев. В то же время диаметры кроны деревьев при одиночном стоянии в обеих категориях превысили соответствующий параметр у деревьев группового стояния на 75,5 % у непривитых и на 51,5 % у привитых (рис. 7). При этом превышение диаметров кроны привитых деревьев над непривитыми на 53,8 % есть результат проявления разницы в этапах онтогенеза деревьев по происхождению – семенного и привитого материала.

В данных условиях произрастания смыкание кроны наступило лишь в рядах, вызвав усы-

хание 17 нижних мутовок. Между деревьями смыкания кроны в междурядьях в ближайшее время не ожидается (рис. 8).

По мере роста деревьев в насаждении нижние ветви оказываются все менее освещенными и попадают в условия, ухудшающие питание. В результате этого рост побегов замедляется, условия для возникновения и роста женских соцветий ухудшаются и на женских ветвях появляются и постепенно начинают преобладать мужские генеративные почки. Самые нижние ветки отмирают, и над ними оказывается зона с мужскими ветвями, то есть зона с женскими соцветиями постепенно передвигается вверх. Изменения, происходящие в строении хвои побегов с женскими и муж-



а



б

Рис. 8. Размещение крон деревьев на плантации: а – в ряду; б – в междурядье

Fig. 8. Arrangement of tree crowns on the plantation: а – in the row; б – between the rows

скими соцветиями, настолько явно выражены, что трудно допустить обратный процесс, если переход в мужской пол полностью закончен. Образование женских и мужских соцветий на побеге происходит соответственно возрастному состоянию тех тканей, на которых они закладываются. С возрастом под действием питания и обмена веществ в тканях побегов постепенно меняются анатомо-морфологические признаки и, очевидно, физиологические и биохимические процессы. Поэтому в начале вступления вегетативных тканей в период семеношения они дают женские соцветия, а в более поздний период – и мужские. Таким образом, наличие на отдельных деревьях только женских или только мужских соцветий является следствием условий среды обитания, возраста ткани побегов и дерева в целом, не являясь характерным постоянным свойством отдельных деревьев сосны. Отсюда проведение поздней обрезки кроны следует считать абсолютно недопустимым приемом.

Анализ физиологических процессов, анатомических и морфологических изменений, происходящих в растительном организме в процессе онтогенеза, свидетельствует о преемственности роста и развития организма от этапа к этапу и убеждает в невозможности перехода индивидуума в процессе онтогенеза из типа в тип [Кравченко, 1972]. Ствол, корневая система и ассимиляционный аппарат дерева органически связаны между собой. Изменение в процессе жизни соотношения продуктивности функционирования корневой системы и ассимиляционного аппарата есть биологический

закон онтогенеза сосны. Складывающееся соотношение, зависимость между функциональной деятельностью корневой системы, древесины ствола и ассимиляционного аппарата находится в скользящем равновесии, обусловленном изменениями жизненных условий, с одной стороны, и изменениями фаз и этапов онтогенеза, с другой. Указанная соразмерность характеризует энергию роста и биогенетическое состояние растительного организма.

Из приведенных в таблице 2 данных при рассмотрении коррелятивной зависимости показателей роста и развития непривитых деревьев следует обратить внимание на величину коэффициента корреляции между переменными от 0,6, со средней связью: высоты дерева с диаметром кроны, площадью поперечного сечения ствола; площади роста с расстоянием до третьего соседнего дерева.

Величины коэффициентов корреляции между переменными с высокой связью, от 0,7, на которые в своих интерпретациях нам стоит обратить внимание, свойственны связям между переменными диаметра на высоте груди с площадью роста; высотой дерева с объемом ствола; диаметром кроны с площадью роста, площадью поперечного сечения ствола и объемом ствола; площадью роста с площадью поперечного сечения ствола.

Очень высокая связь, более 0,9, отмечена между переменными диаметра на высоте груди с площадью поперечного сечения ствола и объемом ствола; диаметром кроны с площадью проекции кроны, как величинами, обуславливающими друг друга.

Таблица 2. Корреляционная зависимость показателей роста и развития непривитых деревьев
 Table 2. Correlation dependence of growth and development indicators of the ungrafted trees

	Д _{1,3'} , см D _{1,3'} , cm	Н, м H, m	hж.в., м hv.v., m	Дкр., м Dkr., m	li, м li, m	Li, м Li, m	Sp, м ² Sp, m ²	Sk, м ² Sk, m ²	qi, м ² qi, m ²	V, м ³ V, m ³
Д _{1,3'} , см D _{1,3'} , cm	1,00									
Н, м H, m	0,74	1,00								
hж.в., м hv.v., m	0,08	0,20	1,00							
Дкр., м Dkr., m	0,87	0,60	0,10	1,00						
li, м li, m	0,41	0,35	0,08	0,43	1,00					
Li, м Li, m	0,45	0,42	-0,14	0,46	0,45	1,00				
Sp, м ² Sp, m ²	0,77	0,50	-0,04	0,82	0,45	0,68	1,00			
Sk, м ² Sk, m ²	0,81	0,52	0,13	0,98	0,46	0,46	0,84	1,00		
qi, м ² qi, m ²	0,99	0,66	0,09	0,86	0,42	0,45	0,78	0,82	1,00	
V, м ³ V, m ³	0,96	0,71	0,14	0,86	0,44	0,50	0,81	0,84	0,98	1,00

При рассмотрении коррелятивной зависимости показателей роста и развития привитых деревьев (табл. 3) необходимо отметить, что в группу величин коэффициентов корреляции между переменными со средней связью, от 0,6, попадают такие переменные, как диаметр на высоте груди с высотой дерева.

Более значительна группа величин коэффициентов корреляции между переменными со связью от 0,7: диаметр на высоте груди с диаметром кроны, площадью проекции кроны; высота дерева с объемом ствола; диаметр кроны с площадью роста, объемом ствола, площадью поперечного сечения ствола;

Таблица 3. Корреляционная зависимость показателей роста и развития привитых деревьев
 Table 3. Correlation dependence of growth and development indicators of the grafted trees

	Д _{1,3'} , см D _{1,3'} , cm	Н, м H, m	hж.в., м hv.v., m	Дкр., м Dkr., m	li, м li, m	Li, м Li, m	Sp, м ² Sp, m ²	Sk, м ² Sk, m ²	qi, м ² qi, m ²	V, м ³ V, m ³
Д _{1,3'} , см D _{1,3'} , cm	1,00									
Н, м H, m	0,67	1,00								
hж.в., м hv.v., m	-0,19	-0,08	1,00							
Дкр., м Dkr., m	0,74	0,47	-0,22	1,00						
li, м li, m	0,22	-0,05	0,17	0,41	1,00					
Li, м Li, m	0,05	-0,01	-0,17	0,22	0,46	1,00				
Sp, м ² Sp, m ²	0,84	0,53	-0,25	0,71	0,42	0,56	1,00			
Sk, м ² Sk, m ²	0,72	0,42	-0,26	0,98	0,42	0,22	0,72	1,00		
qi, м ² qi, m ²	0,99	0,67	-0,20	0,76	0,23	0,07	0,86	0,74	1,00	
V, м ³ V, m ³	0,99	0,70	-0,20	0,76	0,21	0,07	0,86	0,75	1,00	1,00

площадь проекции кроны с площадью роста, объемом ствола, площадью поперечного сечения ствола. В результате расчетов очень высокая связь, более 0,9, отмечена между переменными диаметра на высоте груди и площадью поперечного сечения ствола, объемом ствола; диаметра кроны и площадью проекции кроны.

Проведенный анализ соотношения показателей проективного покрытия площадей проекций кроны и роста на пробе дает возможность проследить состояние кроны по рядам от опушки с учетом стояния деревьев различного происхождения материала (семенного и вегетативного) к моменту исследований (рис. 9).

При этом следует иметь в виду, что густота посадки начинает отрицательно сказываться на урожае шишек с того момента, когда проективное покрытие площади кронами достигает примерно 50–60 % [Ефимов, 2010].

Наибольшее проективное покрытие присутствует в ряду 1 – 81,56 % за счет полной сохранности

по посадочным местам. При снижении сохранности на 8,3 % в ряду 2 площадь проекций кроны снижается до 59,95 %. Это касается непривитых деревьев.

Среди привитых деревьев при снижении сохранности на 25 % в ряду 3 и на 8,3 % в ряду 4 площади проекций кроны имеют практически одинаковые величины: 78,56 и 79,48 % соответственно. Аналогичная картина наблюдается и по площадям роста деревьев (рис. 9).

Отсюда можно сделать вывод, что лишь в рядах 1 и 2, которые занимают опушечное положение, наблюдается взаимное стремление отреагировать на формирующиеся микроклиматические особенности соответствующими объемами кроны и их размещением в отличие от остальных рядов. Следует отметить, что, несмотря на преобладание во 2-м ряду среди непривитых деревьев особой группового стояния, его проективное покрытие по площадям проекций кроны самое малое (53,17 %).

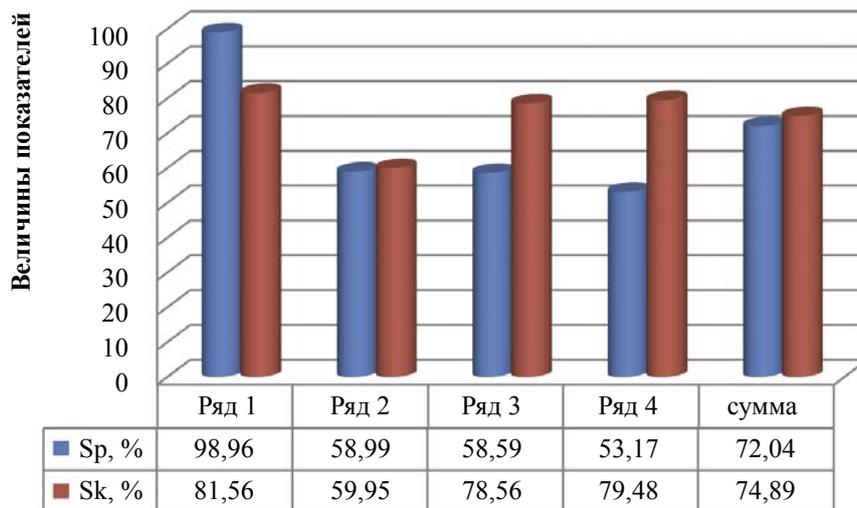


Рис. 9. Соотношения показателей проективного покрытия площадей проекций кроны и роста на пробной площади

Fig. 9. Ratio of indicators of projective coverage of crown projection areas and growth in the sample area

Также сохранность посадочных мест в рядах 3 и 4 по мере подрастания деревьев не оказывает существенного влияния на величины показателей площадей. Но при этом почти по всем остальным показателям, кроме высоты крепления живой ветви, третий ряд имеет самые большие числовые значения за счет меньшего участия деревьев в ряду. Особенно это заметно по средним величинам площадей проекций кроны (34,9 м²) и роста (26 м²) (рис. 10).

Сомкнутость кроны всегда должна составлять от 0,5 до 0,7, где за основу берется не дерево, а их группа. Степень прореживания при проведении первых рубок устанавливается с расчетом, чтобы живая часть кроны группы деревьев хорошо освещалась солнечными лучами. Форма кроны должна быть от слабопирамидальной до конусовидной, чтобы даже нижние ветви получали достаточно света и оставались живыми.

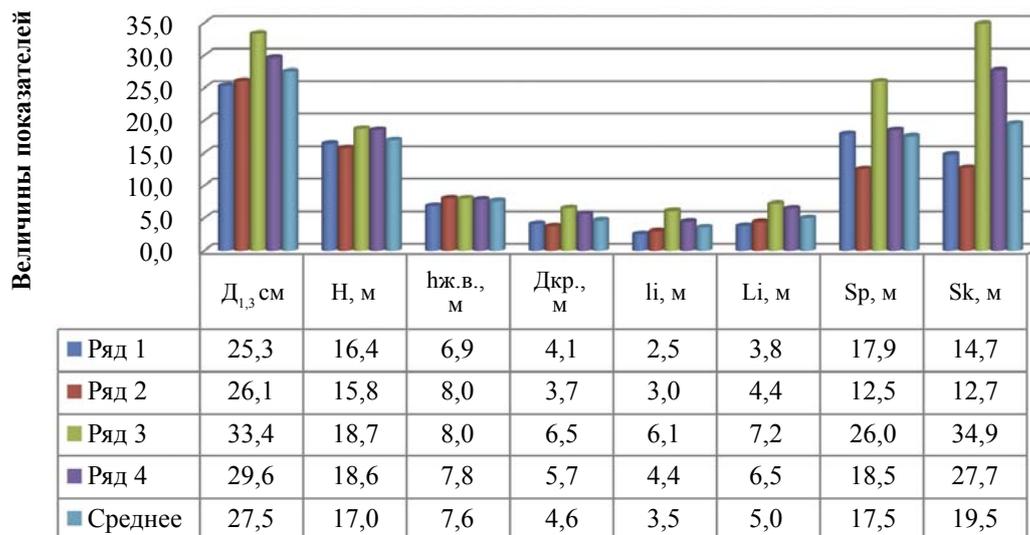


Рис. 10. Средние показатели роста и развития породы по рядам на пробной площади
 Fig. 10. Average growth and development of the breed in rows in the sample area

Кривая полиномиальной зависимости прироста в высоту и возраста с величиной достоверности аппроксимации $R^2 = 0,267$ показывает, что после возраста 20 лет прирост в высоту идет на спад (рис. 11).

При этом развитие дерева крайне неравномерное по времени. Так, ему свойственны пики прироста более 0,7 м в начальный промежуток времени (12, 14, 17, 20 лет), чередующиеся со спадом до 0,4–0,5 м (13, 19 лет), которые после 26 лет проявляются гораздо чаще.

Учитывая опыт заготовки семян сосны обыкновенной, следует обратить внимание, что высота деревьев, с которых можно осуществлять

заготовку шишек, не применяя специальной техники и услуг древолазов, составляет < 8 м. Доступная схема заготовки шишек – это использование тракторного прицепа с учетом времени сбора (наличие снежного покрова) и установки в его кузове лестницы с применением в качестве накопителя шишек самого кузова прицепа. В соответствии с приведенными данными графика высоты (рис. 12), отметки 8–9 м приходятся на возраст 19–20 лет.

Таким образом, после сбора шишек вышеуказанным способом начиная с 18-летнего возраста можно осуществлять заготовку шишек методом выборочной валки деревьев,

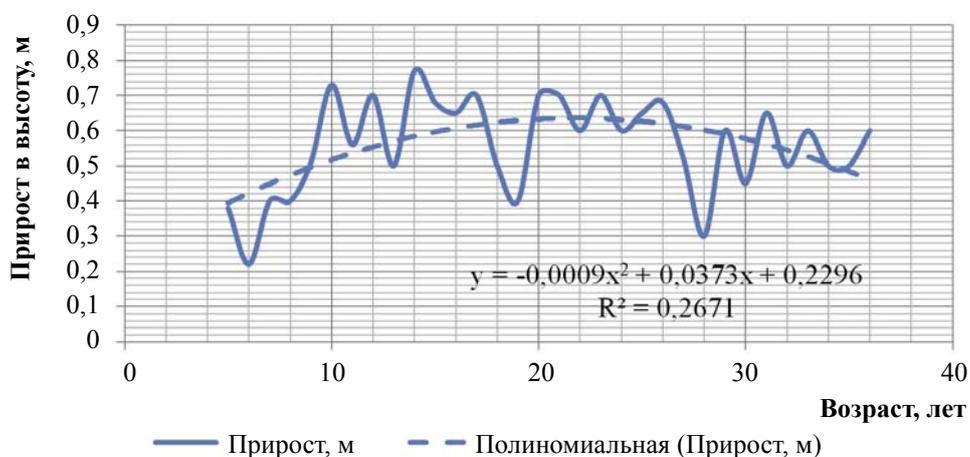


Рис. 11. График прироста в высоту модельного дерева в зависимости от возраста
 Fig. 11. Graph of height growth of the model tree depending on age

соответствующих необходимому объему заготовки семян, при повышении срока службы плантации до 35 лет вместо запланированного в 25 лет с получением на протяжении использования ЛСП деловой древесины. По полученным данным, к возрасту 36 лет средний диаметр ствола в обследованной ЛСП составил 27,5 см, при котором на основании расчета товарных таблиц для древостоев сосны (по Анучину) [Третьяков и др., 1952] при среднем диаметре 26 см наблюдаем следующий выход сортиментов в процентах: высокосортной древесины – 2, пиловочника – 48, стройлеса – 19, шпальника – 10, рудстойки – 20 и жердей – 1.

По полученным данным (табл. 4) наблюдаем, что запас древесины на пробной площади с учетом специфики размещения соответствующей категории деревьев по рядам в пересчете на 1 га составил от 178,8 (3 ряд) до 256,1 (1 ряд) м³. При пересчете полученных объемов ствола при куртинном размещении с учетом специфики рядов и планируемом количестве деревьев 3 шт. на одно посадочное место получим запас древесины на 1 га, м³: 1 ряд – 275,3; 2 ряд – 304,5; 3 ряд – 561; 4 ряд – 261.

По данным Союзгипролесхоза, условный срок окупаемости ЛСП не превышает 2–3 лет после вступления привитых деревьев в пору семенения при среднем урожае семян сосны

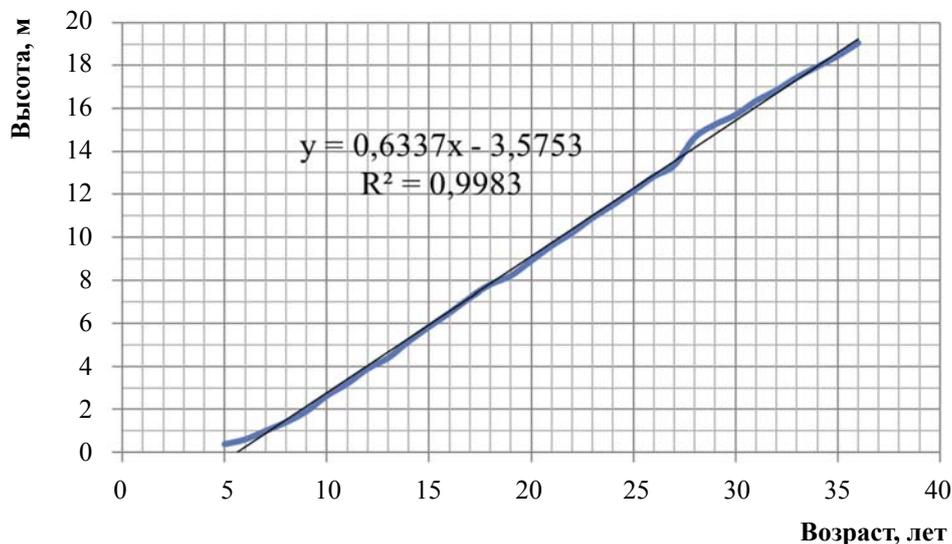


Рис. 12. График высоты модельного дерева в зависимости от возраста

Fig. 12. Graph of the height of the model tree depending on age

Таблица 4. Полученные и расчетные данные по запасу древесины

Table 4. Received and calculated data on the stock of wood

Категория Category	Ряд 1 (непривитые) Row 1 (ungrafted)		Ряд 2 (непривитые) Row 2 (ungrafted)		Ряд 3 (привитые) Row 3 (grafted)		Ряд 4 (привитые) Row 4 (grafted)	
	V, м ³ V, m ³	M, м ³ /га M, m ³ /ha	V, м ³ V, m ³	M, м ³ /га M, m ³ /ha	V, м ³ V, m ³	M, м ³ /га M, m ³ /ha	V, м ³ V, m ³	M, м ³ /га M, m ³ /ha
общее general	0,463	256,13	0,524	247,27	0,793	178,81	0,646	185,2
одиночное single	0,886	221,5	0,792	198	0,819	204,8	0,869	217,3
куртинное group	0,367	275,3	0,406	304,5	0,748	561	0,348	261

Примечание. V, м³ – объем ствола; M, м³/га – запас древесины на 1 га.

Note. V, m³ – trunk volume; M, m³/ha – stock of wood per 1 ha.

более 10 кг/га, где расходы (зарплата рабочим и стоимость материалов без учета затрат на подготовку территории и почвы, уход и ограждение) вполне окупаются только за счет повышения производительности труда при сборе шишек в первые же годы вступления плантации в фазу массового семеношения [Гиргидов, 1976]. Ниже приведен расчет экономической эффективности, вычисленной по формуле:

$$\Theta = [(C1 - C2) - E (K1 - K2)]A,$$

где C1 – себестоимость заготовки 1 кг семян сосны в естественных насаждениях, руб.; C2 – себестоимость заготовки 1 кг семян на лесосеменных плантациях сосны, руб.; E – нормативный отраслевой коэффициент экономической эффективности (E = 0,14); (K1 – K2) – удельные капитальные затраты на 1 кг; A – годовой объем заготовки семян, кг.

На ЛСП урожайность семян увеличивается в среднем в 5–6 раз по сравнению с урожаем древостоев. Следовательно, в два-три раза повышается производительность труда сборщиков шишек [Гиргидов, 1976]. Если дополнительно учесть наличие деловой древесины, кроме высоких наследственных качеств семян, полученных на плантациях, и их более высокой цены, то экономическая и биологическая эффективность создания специальных ЛСП вегетативного происхождения с применением группового метода посадки становится еще более очевидной.

Также весьма важным аспектом следует считать защиту ЛСП от повреждений лосем. Ограждение площади в пределах 10 га – затратная статья расходов, не всегда обеспечивающая надежную защиту в процессе эксплуатации. Поэтому использование на одном посадочном месте трех саженцев обеспечивает более высокую сохранность ЛСП в случае ее повреждения лосем даже без ограждения.

Заключение

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы, связанные со способом создания лесосеменной плантации I-го порядка с применением группового метода посадки:

– необходимо относиться как к единому организму к группе деревьев, входящих на одно посадочное место на ЛСП, в количестве 3 шт., с расстоянием их друг от друга до 0,5 м. При этом размещение посадочных мест: в ряду – 5 м, в междурядье – 8 м. Количество посадочного материала на 1 га при условии наличия 250 посадочных мест составит 750 саженцев;

– в рекомендуемой технологии следует учитывать то, что наилучшие условия для перекрестного опыления создаются в том случае, когда прививки одного и того же дерева находятся на максимальном расстоянии друг от друга и со всех сторон окружены прививками других деревьев. Это достигается размещением на одно посадочное место трех саженцев, привитых черенками различных клонов;

– опушечное положение рядов 1 и 2 с вытекающими из этого величинами показателей необходимо использовать при создании ЛСП комбинированного способа под посадку непривитыми саженцами, выращенными из семян селекционного материала. Данное размещение обеспечит ЛСП необходимым количеством пыльцы и будет соответствующей защитой от проникновения пыльцы извне, создавая для привитого материала условия их равномерного и пропорционального развития;

– из технологической карты исключается обрезка вершинной части, как весьма затратный технологический прием, не обеспечивающий заметного повышения урожая по сравнению с прореживанием. Доступная схема заготовки шишек с использованием тракторного прицепа, с установкой в его кузове лестницы и с применением в качестве накопителя шишек самого кузова прицепа, обеспечивает заготовку шишек без специальной техники и услуг древолазов при высоте деревьев < 8 м. Начиная с 18-летнего возраста можно осуществлять заготовку шишек методом выборочной валки деревьев с регулированием количества деревьев в посадочном месте, соответствующего необходимому объему заготовки семян. Таким образом, повышается срок службы плантации до 35 лет вместо запланированных 25 лет с получением на протяжении использования ЛСП деловой древесины;

– использование на одном посадочном месте трех саженцев обеспечивает более высокую сохранность ЛСП в случае ее повреждения лосем.

Литература

Болотов А. Т. Избранные сочинения по агрономии, плодоводству, лесоводству, ботанике / Ред. А. Бордышева. М.: Изд-во МОИП, 1952. 523 с.

Гиргидов Д. Я. Семеноводство сосны на селекционной основе. М.: Лесн. пром-ть, 1976. 63 с.

Гордиенко М. И., Шаблий И. В., Шлапак В. К. Сосна обыкновенная: ее особенности, создание культур, производительность. К.: Либідь, 1995. 224 с.

Ефимов Ю. П. Семенные плантации в селекции и семеноводстве сосны обыкновенной. Воронеж: Истоки, 2010. 253 с.

Каппер О. Г. Хвойные породы (лесоводственная характеристика). М.-Л.: Гослесбумиздат, 1954. 303 с.

Кравченко Г. Л. Закономерности роста сосны. Л.: Лесн. пром-ть, 1972. 168 с.

Кублик В. А. Селекционно-генетические основы создания постоянной лесосеменной базы сосны обыкновенной в Ульяновской области: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Йошкар-Ола, 1999. 25 с.

Нагимов З. Я. Оценка методов определения площадей роста деревьев // Леса Урала и хозяйство в них / Уральская гос. лесотехн. академия. 1999. Вып. 19. С. 82–98.

Правила создания и выделения объектов лесного семеноводства (лесосеменных плантаций, постоянных лесосеменных участков и подобных объектов) (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 20 октября 2015 г. N 438) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/71332128/> (дата обращения: 11.03.2022).

Приказ Минприроды России от 26.03.2019 № 188 «Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72141912/> (дата обращения: 25.02.2020).

Рубцов В. И. Культуры сосны в лесостепи. М.: Лесн. пром-ть, 1969. 288 с.

Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года, утв. распоряжением Правительства Российской Федерации (в редакции 11 февраля 2021 г. № 312-р) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400235155/> (дата обращения: 11.03.2022).

Третьяков Н. В., Горский П. В., Самойлович Г. Г. Справочник таксатора (таблицы для таксации леса). М.-Л.: Гослесбумиздат, 1952. 853 с.

Щепотьев Ф. Л., Павленко Ф. А. Быстрорастущие древесные породы. М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1962. 373 с.

Эйтинген Г. Р. Избранные труды. М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1962. 500 с.

References

Bolotov A. T. Selected works on agronomy, horticulture, forestry, and botany. Moscow: MOIP; 1952. 523 p. (In Russ.)

Efimov Yu. P. Seed plantations in the selection and seed production of the Scots pine. Voronezh: Istoki; 2010. 253 p. (In Russ.)

Eitingen G. R. Selected works. Moscow: Izd-vo sel'skokhozyaistvennoi literatury, zhurnalov i plakatov; 1962. 500 p. (In Russ.)

Girgidov D. Ya. Seed production of pine trees on a breeding basis. Moscow: Lesn. prom-t'; 1976. 63 p. (In Russ.)

Gordienko M. I., Shablil I. V., Shlapak V. K. The Scots pine: its peculiarities, cultivar development, and productivity. Kiev: Libid'; 1995. 224 p. (In Russ.)

Kapper O. G. Conifers (silvicultural description). Moscow: Goslesbumizdat; 1954. 303 p. (In Russ.)

Kravchenko G. L. Pine growth patterns. Moscow: Lesn. prom-t'; 1972. 168 p. (In Russ.)

Kublik V. A. Selection and genetic basis for the creation of a permanent forest seed base of the Scots pine in the Ulyanovsk Region: Summary of PhD (Cand. of Agr.) thesis. Yoshkar-Ola; 1999. 25 p. (In Russ.)

Nagimov Z. Ya. Evaluation of methods for determining tree growth areas. *Lesn. Urala i khozyaistvo v nikh = The Forests of the Urals and the Forestry in the Urals*. 1999;19:82–98. (In Russ.)

Order No. 188 of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated March 26, 2019 *On Approval of the Reforestation Rules, Composition of the Reforestation Project, Procedure for Development of the Reforestation Project and Amendments Thereto*. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72141912> (accessed: 25.02.2020). (In Russ.)

Rubtsov V. I. Cultivation of pine trees in the forest-steppe. Moscow: Lesn. prom-t'; 1969. 288 p. (In Russ.)

Rules for the creation and allocation of forest seed production facilities (forest seed plantations, permanent forest seed plots and similar facilities) (approved by Order No. 438 of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation dated October 20, 2015). URL: <https://base.garant.ru/71332128/> (accessed: 11.03.2022). (In Russ.)

Shchepot'ev F. L., Pavlenko F. A. Fast-growing tree species. Moscow: Izd-vo sel'skokhozyaistvennoi literatury, zhurnalov i plakatov; 1962. 373 p. (In Russ.)

Strategy for the development of the forest sector of the Russian Federation until 2030, approved by decree of the Government of the Russian Federation as amended on February 11, 2021, No. 312-r. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400235155> (accessed: 11.03.2022) (In Russ.)

Tret'yakov N. V., Gorskii P. V., Samoilovich G. G. Timber cruising handbook (tables for forest inventory). Moscow: Goslesbumizdat; 1952. 853 p. (In Russ.)

Поступила в редакцию / received: 11.03.2022; принята к публикации / accepted: 29.04.2022.
Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / The author declares no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Левин Сергей Валерьевич

научный сотрудник отдела опытных испытаний

e-mail: leslesovik63@yandex.ru

CONTRIBUTOR:

Levin, Sergey

Researcher, Experimental Trials Department