ТРУДЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Лесное хозяйство

www.journal.spb-niilh.ru
ISSN 2079-6080

DOI 10.21178/2079-6080.2017.3.23
УДК 630*165.4

Испытание семенного потомства плюсовых деревьев в условиях Северо-Запада Российской Федерации

© А.С. Бондаренко

Progeny testing in North-West Russia
A.S. Bondarenko (Saint Petersburg Forestry Research Institute)
On the basis of progeny test study to develop works directions for the solving of some methodical problems of the forest tree breeding in the North-West Russia climatic conditions. A review of the experience of learning form diversity for main forest tree species is made. Basic parameters of the existing progeny tests given. Most common characteristics of North-West Russia progeny test schemes are discussed. In most of the schemes presented halfsib families. The typical errors of the progeny test creation cultures and ways of their solution are discussed. It is noted that main destination of the object (to determine the degree of differences between seed progenies) is achieved despite of a significant number of the errors. Priority methodological problems for creation of progeny trees are done (such as optimization of schemes for the field experiment, development of a methodological approach to the thinning, problem of the parent material biological age in test period, correction of plus trees selection technique, rationalization of the control plots requirements, optimization of the experiment duration, development of initial material criteria for specific tree breeding et al.). A number of methodical proposals for correction of the errors on the basis of the progeny tests study are proposed.

Key words: progeny test, plus tree, family, test design, methodic problems, control plots, selection criteria

Испытание семенного потомства плюсовых деревьев в условиях Северо-Запада Российской Федерации
А.С. Бондаренко
Цель работы – на основе существующего опыта создания испытательных культур наметить направления работ по решению проблем методического плана при организации оценки генотипов лесных пород в природно-климатических условиях Северо-Запада Российской Федерации. Выполнен обзор опыта изучения формового разнообразия основных лесообразующих пород. Приведены основные параметры существующих испытательных культур плюсовых деревьев и рассматриваются наиболее распростра-

ненные варианты применяемых на Северо-Западе Российской Федерации схем смешения. В большинстве рассматриваемых вариантов схем смешения представлены полусибсовые потомства плюсовых деревьев. Анализируются ошибки, допущенные при создании испытательных культур, и обсуждаются пути их решения. Отмечено, что, несмотря на наличие значительного количества ошибок, допущенных при создании таких объектов, свою основную функцию – определение степени различий между семенными потомствами плюсовых деревьев по скорости роста и выявление лучших семей плюсовых деревьев существующие испытательные культуры в целом выполняют. Приводятся первоочередные проблемы методического плана при закладке испытательных культур, требующие решения: оптимизация схемы полевого опыта, разработка методического подхода к выполнению лесоводственных уходов, решение проблемы старения исходного материала в течение периода испытания генетических свойств, корректировка методики отбора плюсовых деревьев, обоснование требований к контролю, обоснование сроков испытания древесных пород, разработка критериев отбора исходного материала для специальных целей. На базе изучения опыта создания испытательных культур плюсовых деревьев выносится ряд предложений методического плана, направленных на коррекцию основных ошибок при создании объектов сортоиспытания лесных пород.

Ключевые слова: испытательные культуры, плюсовое дерево, семья, схема смешения, схема опыта, методика испытания, контрольные делянки, критерии отбора

Бондаренко Александр Сергеевич – ведущий научный сотрудник НИО селекции, воспроизводства и химического ухода за лесом, канд. с.-х. наук
E-mail: asbond@mail.ru

ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»
194021, Санкт-Петербург, Институтский проспект, 21
Телефон: 8 (812) 552-80-26
E-mail: mail@spb-niilh.ru

Обширные исследования по изучению формового разнообразия основных лесообразующих пород были выполнены рядом исследователей в основном во второй половине 20-го века, что позволило существенно расширить представления о формовой структуре лесных насаждений на обширных территориях Российской Федерации [4, 9, 13, 19]. Параллельно с этими исследованиями с 1960-х гг. начаты масштабные опыты по испытанию семенных потомств лучших отобранных лучших плюсовых деревьев, поскольку было отмечено, что, несмотря на значительный объем проведенных исследований, очень трудно однозначно выявить признаки, указывающие на факты наследственно обусловленной передачи потомству скорости роста [9]. В связи с этим стала насущной необходимость обязательного испытания семенного потомства лучших деревьев. Были созданы и апробированы на практике методические приемы по закладке испытательных культур плюсовых деревьев [10, 25], при создании которых использовались наработки отечественных и зарубежных ученых-селекционеров [3, 4, 8, 9, 11-16, 19, 20, 23, 26]. В дальнейшем повышение продуктивности насаждений в нашей стране планировалось реализовывать на основе использования результатов масштабных опытов по оценке генетических свойств основных лесообразующих пород в испытательных культурах. На Северо-Западе РФ первые такие объекты были заложены в конце 60-х годов [6].

Опыт создания испытательных культур в нашей стране и анализ результатов таких экспериментов прежде всего выявил ряд трудностей, с которыми пришлось столкнуться специалистам, работающим в сфере лесной селекции [7]. В частности, были получены сравнительно низкие показатели наследуемости основных признаков продуктивности, что приводит к необходимости решения целого ряда сопутствующих проблем. Стала очевидной потребность в корректировке некоторых составляющих существующих схем селекции, например, подходов к созданию испытательных культур [2, 5, 21, 22, 24]. Тем более что трудоемкость создания такого рода объектов приводит к высокой стоимости работ по испытанию в культурах семенного потомства плюсовых деревьев. Поскольку существующая методика создания испытательных культур предъявляет очень высокие требования к основным элементам постановки опыта, это приводит на практике к отказу от экспериментов по сортоиспытанию как таковых [17]. В связи с этим в последнее время появились предложения об изменении методических подходов к закладке объектов и анализу результатов испытания семенного потомства плюсовых деревьев, в частности, на основе применения комплексной оценки [1, 18], выполнения более ранней оценки роста потомства популяций с использованием малодеревных делянок [22] и др.

В настоящее время длительный опыт создания и сопровождения экспериментов по испытанию семенных потомств плюсовых деревьев позволяет проанализировать основные причины отказа практиков лесного хозяйства от таких экспериментов и выработать основные направления работ по решению трудностей, возникающих при внедрении достижений селекции в практику лесного хозяйства, а также перспективные направления работ в этой сфере.

Цель проведенных нами исследований – на основе существующего опыта наметить некоторые направления работ по решению ряда проблем оценки генотипов древесных пород в испытательных культурах применительно к природно-климатическим условиям Северо-Запада Российской Федерации.

В настоящее время в лесном фонде страны наблюдается выраженное несоответствие между количеством отобранных плюсовых деревьев, заложенных их вегетативным потомством лесосеменных плантаций и числом объектов испытания наследственных свойств этих плюсовых деревьев – испытательных культур. В условиях Северо-Запада России по состоянию на 01.01.2017 отобрано 7960 плюсовых деревьев (подавляющее большинство – деревья хвойных видов: сосна обыкновенная, ель европейская и лиственница сибирская), вегетативным потомством этих плюсовых деревьев заложено 1305 га лесосеменных плантаций, в то время как испытательные культуры созданы на общей площади всего 286 га и только по двум видам – сосне обыкновенной и ели европей-

ской. Проблема сравнительно низких объемов закладки испытательных культур основных лесообразователей усугубляется тем, что подавляющее большинство участков испытания имеют серьезные огрехи методического плана. Тем не менее, на основе результатов исследований, выполненных в существующих испытательных культурах старшего возраста на Северо-Западе Российской Федерации, были получены усредненные данные о доле семей плюсовых деревьев – кандидатов в элиту, вегетативным потомством которых в дальнейшем закладываются лесосеменные плантации повышенной генетической ценности и плантации второго порядка – для получения селекционно-улучшенного и элитного семенного материала. На изученных объектах возрастом 30 и более лет доля семей, достоверно отличающихся от контроля в большую сторону, составила от 9 до 39%, то есть, в среднем только одна из 4-5 семей подтверждает своё качество в испытательных культурах.

На основании полученных данных, а также учитывая тот факт, что среди семей, представленных в таких объектах, по разным причинам далеко не все исходные генотипы сохранились в виде плюсового дерева или его вегетативного потомства на лесосеменных плантациях, можно сделать однозначный вывод о том, что имеющегося на данный момент количества испытательных культур совершенно недостаточно для полноценной проверки генетических свойств плюсовых деревьев. Это говорит о насущной необходимости закладки новых объектов такого рода и, по возможности, корректировки ряда ошибок в уже созданных объектах. Для решения этих задач целесообразно по максимуму использовать накопленный за последние полвека опыт сортоиспытания с выработкой конкретных рекомендаций по организации и использованию таких объектов в будущем. Прежде всего, необходимо проанализировать состояние и характерные особенности заложенных на данный момент испытательных культур. Рассмотрим основные характеристики этих объектов в системе единого генетико-селекционного комплекса на Северо-Западе РФ.

Количество семей. На имеющихся объектах испытательных культур количество семей плюсовых деревьев варьирует от 20 до 80 шт. на один участок (в среднем 30-40 шт.).

Количество повторностей. В соответствии с методикой закладки испытательных культур [10], в России приняты рядовые схемы смешения, с количеством повторностей не менее 3-х, что и соблюдается на большинстве участков обследованных испытательных культур.

Возраст и текущее состояние. Возраст испытательных культур в большинстве случаев составляет 30-35 лет. Самые старшие из сохранившихся опытов достигают 50 лет. Следует отметить, что испытательные культуры старшего возраста (31-40 лет) характеризуются значительно лучшими показателями сохранности, чем молодые (15-30 лет), что связано в первую очередь с недостаточным качеством проведения уходов за испытательными культурами в России в последние два десятилетия. При оценке текущего состояния объектов следует учитывать, что непосредственное влияние на результаты опытов оказывает, естественно, качество реализации принятых схем смешения в натурных условиях.

Пятидесятилетний опыт селекции древесных пород на Северо-Западе России показал, что трудности сортоиспытания хвойных пород связаны, прежде всего, с необходимостью продолжительных наблюдений. Тем не менее, значительное сокращение сроков проверки генотипов в семенном потомстве представляется нецелесообразным. Это подтверждается результатами выполненных исследований по стабильности хода роста испытательных культур, которые показали, что в течение первого класса возраста наблюдается интенсивная смена рангового положения отдельных деревьев и полусибсовых семей плюсовых деревьев, что не позволяет выполнять оценку генетических качеств плюсовых деревьев. Начиная со второго класса возраста (20 лет и старше) наблюдается относительная стабилизация рангового положения семей плюсовых деревьев по скорости роста, что позволяет с достаточно высокой долей вероятности производить оценку наследственных свойств растений по скорости роста в таких испытательных куль-

турах. Полученные результаты могут быть основанием для снижения возраста оценки генетических свойств плюсовых деревьев ели европейской и сосны обыкновенной в условиях Северо-Запада России.

Тип схемы смешения. В исследуемом регионе наиболее часто применяются упрощенные схемы смешения с делянками в виде отрезков рядов лесных культур. При таком варианте организации опыта подготовка площади выполнена рядами по типу общепринятых производственных лесных культур. Единственное отличие – более жёсткое соблюдение ряда требований, в частности:

- прямолинейность рядов (обеспечивает возможность последующей идентификации семей);

- более выровненный относительно изменчивости экологических условий агрофон.

Приведенная простая схема смешения испытательных культур встречается в нескольких вариантах.

Вариант 1. Схема смешения «чистыми рядами». Используется в случае, когда имеется вытянутый участок с выровненным агрофоном и протяженностью короткой стороны, не более 150 м. Ряды культур устраиваются по короткой стороне участка, в ряду высаживается одна семья плюсовых деревьев, для каждой из них обеспечивается необходимое количество повторностей в разных рядах. Таким образом, каждый отдельный ряд испытательных культур является делянкой. Иллюстрация части такого участка приведена на рисунке 1.

Вариант 2. Схема смешения «сдвоенные ряды». Данная схема смешения является разновидностью варианта 1 и применяется при посадке растений по обоим отвалам плужной борозды парами и при условии однозначного различения этих отвалов в натурных условиях в последующие годы. В качестве отдельной делянки выступает один из сдвоенных рядов, то есть по разные стороны борозды могут высаживаться как одноименные, так и разные семьи плюсовых деревьев (рис. 2).

Вариант 3. Схема смешения «отрезки ряда». Наиболее часто встречающийся в испытательных культурах региона вариант схемы смешения. При этом в пределах каждого ряда высаживают несколько учетных

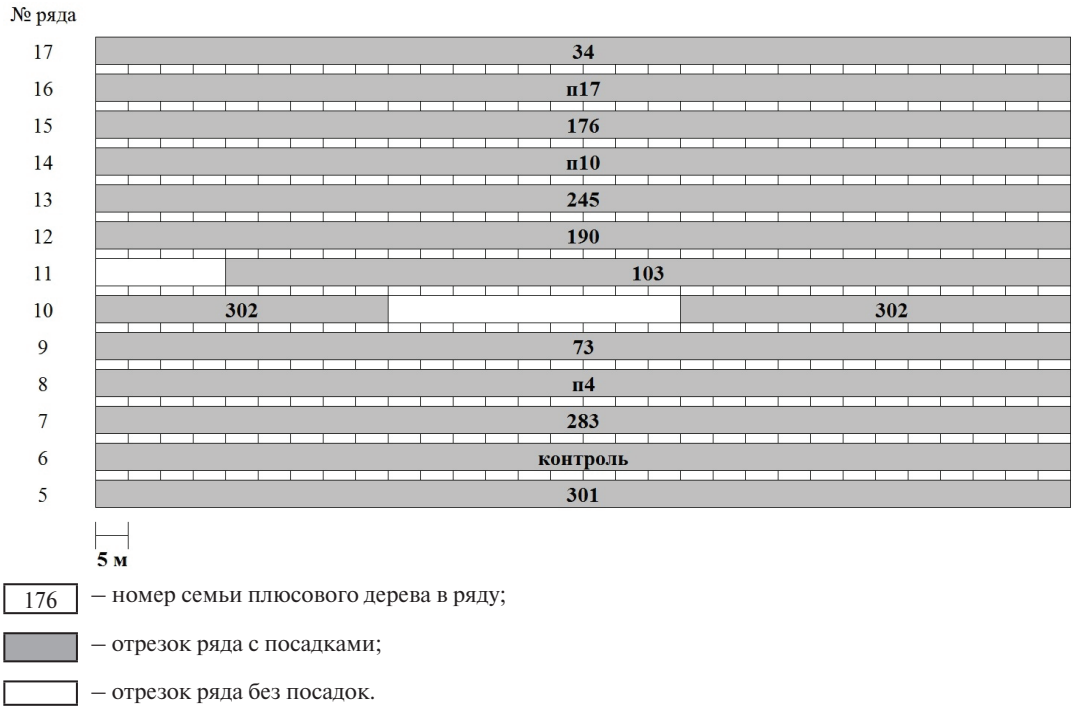
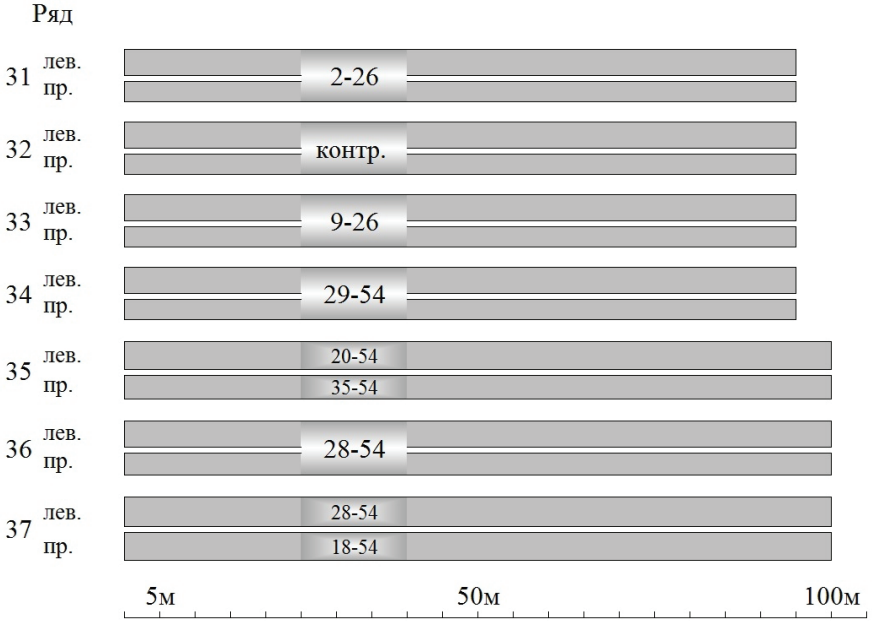


Рис. 1. Схема смешения испытательных культур «отрезками рядов» по варианту 1 (ель европейская, Гатчинское лесничество, Сусанинское участковое лесничество, кв. 72, фрагмент участка)



2-26 – номер семьи плюсового дерева в ряду;

– отрезок одного из сдвоенных рядов посадок.

Рис. 2. Схема смешения испытательных культур «сдвоенными рядами» (ель европейская, Гатчинское лесничество, Орлинское участковое лесничество, кв. 48, фрагмент участка)

отрезков (делянок), представленных разными семьями. Отрезки могут быть как равной длины (пример представлен на рис. 3), так и существенно различаться (делянки различной протяженности).

В приведенном варианте схемы смешения семьи идентифицируются не только принадлежностью к тому или иному ряду, но и по промерам длин отрезков. Для данной схемы очень важна отметка исходного промера (начало ряда лесных культур в натурных условиях), которая должна отличаться хорошей сохранностью в течение многих лет. При этом на практике, как правило, стараются использовать для этой цели имеющийся линейный объект, характеризующийся длительным периодом эксплуатации (дорога, просека, линия электропередач и т. п.), расположенный по границе участка и позволяющий однозначно определить начало ряда посадки. К сожалению, многие испытательные культуры, созданные по такой схеме, со временем теряют практическую ценность именно из-за утраты через несколько лет после посадки исходной точки промера рядов, что происходит по причине потери начальных отметок или отметок границ отрезков ряда, принадлежащих разным семьям (утраченные деревянные столбики, бирки либо отметки краской на деревьях и т. п.). Поэтому такой малозначительной, на первый взгляд, характеристике, как метод определения точки начала промера рядов и определение границ отрезков, принадлежащих одноименной семье в пределах ряда, при использовании указанной схемы смешения необходимо уделять при создании испытательных культур повышенное внимание.

Вариант 4. Схема смешения «блоки». Редко применяется при создании испытательных культур, поскольку является достаточно трудоемкой в исполнении. Пример такой организации опыта приведен рисунке 4. Каждая семья высажена квадратом, включающим в себя 4 ряда по 25 растений, с повторностью, равной количеству блоков – 4 шт. При этом

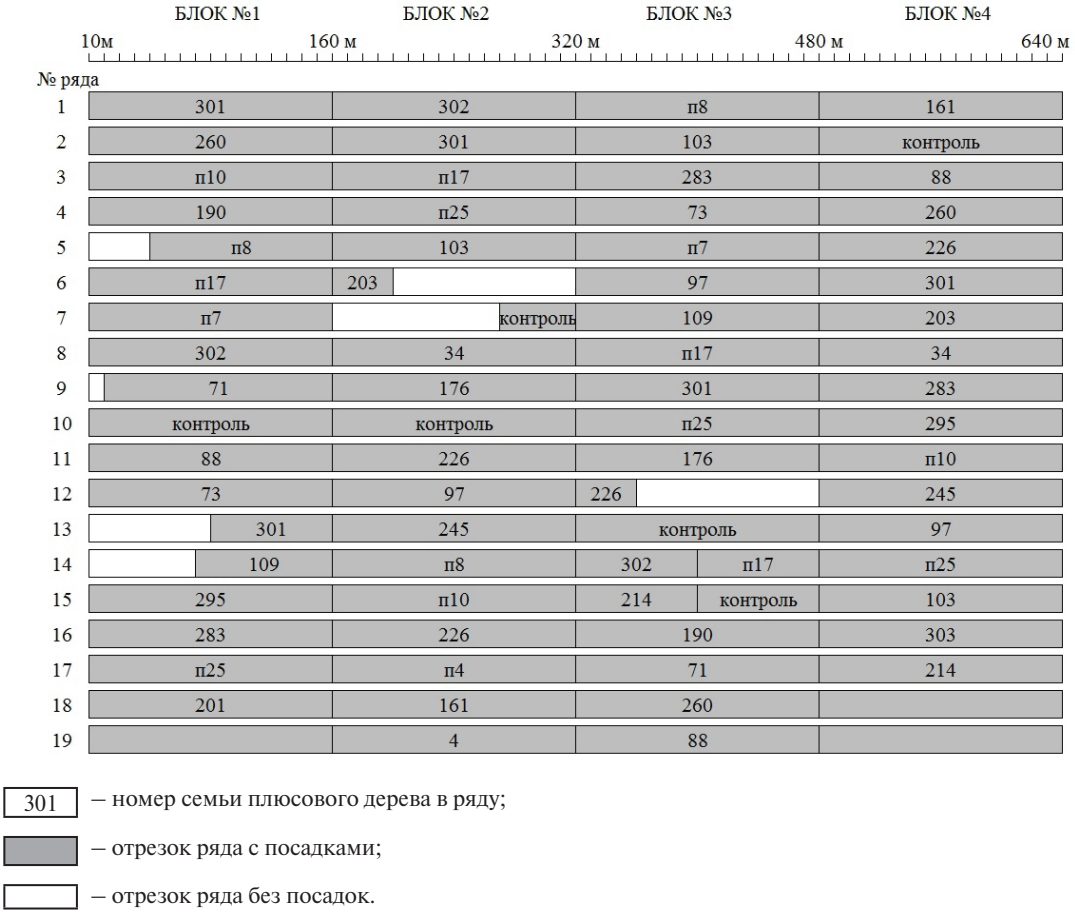


Рис. 3. Схема смешения испытательных культур «отрезки рядов» (ель европейская, Приозерское лесничество, Некрасовское участковое лесничество, кв. 43, фрагмент участка)

в каждом из блоков содержится весь набор испытываемых вариантов, то есть количество повторностей в рамках семей соответствует количеству блоков: в приведенном примере каждая семья характеризуется 4 повторностями. Трудоемкость создания такой схемы обусловлена, в первую очередь, необходимостью соблюдения геометрически правильной конфигурации участка для обеспечения возможности регулярного просчитанного планирования опыта: весь участок и отдельные его элементы должны быть чётко идентифицируемы по величине и являться квадратами-прямоугольниками, ряды должны быть однозначно прямыми. В связи с этим, такой вариант организации участка испытательных культур возможен только при возможности обеспечения высокой однородности условий произрастания (бывшие земли сельскохозяйственного назначения, либо опыт, специально подготовленный в рамках крупных централизованных лесосеменных плантаций). В частности, пример на рисунке 4 является одним из полей крупной Тихвинской лесосеменной плантации, расположенной в Ленинградской области.

Вариант 5. Схема смешения «малодеревные делянки». К сожалению, одна из наиболее редко встречающихся как в нашем, так и в других регионах схем смешения испытательных культур. Тем не менее, это наиболее предпочтительный вариант создания испытательных культур в силу его особенностей с методической точки зрения, поскольку позволяет получить наименьшую ошибку опыта при обработке результатов [27].

Гор 47/6	Шом 101/7	Лг 28/7	Пр 92/6	Контроль	Гор 40/2	Пр 92/3	Важ 1/2	Лг 24/3	Контроль	Пр 92/4
Пр 92/2	Контроль	Яр 121/31	Гор 157/3	Пр 157/8	Лг 25/4	Контроль	Гор 58/6	Пр 156/11	Пр 57/2	Шом 260/10
Гор 47/4	Пр 166/14	Паш 141/1	Контроль	Гор 47/1	Пр 156/4	Шом 205/1	Пр 57/1	Контроль	Важ 1/7	Пр 92/8
Контроль	Шом 260/6	Пр 92/7	Гор 40/10	Пр 157/5	Контроль	Гор 148/4	Паш 141/3	Пр 156/5	Гор 47/3	Контроль
Лг 27/6	Гор 40/3	Контроль	Лг 148/3	Шом 101/6	Гор 40/4	Пр 92/1	Контроль	Шом 205/2	Пр 157/11	Пр 56/2

Общая схема участка

Блок 3	Блок 4
Блок 1	Блок 2

Гор 47/6 – обозначение семьи плюсового дерева

Рис. 4. «Блочный» вариант смешения испытательных культур (сосна обыкновенная, Тихвинское лесничество, Пригородное участковое лесничество, кв. 37, фрагмент участка)

Наилучшей по корректности получаемых результатов, но и наиболее трудоемкой при создании и особенно последующем сопровождении участка (неизбежны трудности при обеспечении сохранности и актуализации схемы смешения, идентификации семейственной принадлежности и др.) является однодеревная компоновка.

При использовании малодеревной компоновки схемы смешения обычно применяют регулярную посадку со строго фиксированным расстоянием между деревьями (по типу лесосеменных плантаций) и представленностью каждой семьи в одном локальном расположении небольшим количеством растений – от 1 до 5 шт. в отрезке ряда. Так, например, на участке испытательных культур (рис. 5) используются небольшие отрезки ряда культур, содержащие 3 растения каждой из семей. Соответственно, количество повторностей в рамках отдельной семьи увеличено по сравнению с другими вариантами схемы смешения. На описываемом участке каждая семья характеризуется числом повторностей не менее пяти. Данный вариант организации опыта так же, как и предыдущий, является очень требовательным к качеству организации участка и применим в случае старопахотных земель, либо в рамках крупных лесосеменных плантаций. В частности, приведенный на рисунке 5 фрагмент схемы испытательных культур ели подобного типа является одним из полей крупной Гатчинской лесосеменной плантации Ленинградской области.

Следует отметить, что во всех вышеприведённых вариантах схем смешения представлены полусибсовые потомства плюсовых деревьев. Кроме того, на территории Северо-Запада России имеются участки, заложенные с использованием полных сибсов. В силу трудоемкости создания испытательных культур полносибсовыми вариантами (очень большое количество вариантов) и специфичности получаемой с них информации такие объекты используются в основном не для сортоиспы-

№ ряда																																
1	174	49	180	123	178	122	174	49	180	123	178	122	174	49	180	123	178	122	174	49	180	123	178	122	174	49	180	123	178	122	174	49	180	123
2	175	120	121	181	176	23	175	120	121	181	176	23	175	120	121	181	176	23	175	120	121	181	176	23	175	120	121	181	176	23	175	120	121	181
3	172	10	44	171	124	52	172	10	44	171	124	52	172	10	44	171	124	52	172	10	44	171	124	52	172	10	44	171	124	52	172	10	44	171
4	174	49	180	123	178	22	174	49	180	123	178	122	174	49	180	123	178	122	174	49	180	123	178	122	174	49	180	123	178	122	174	49	180	123
5	175	120	121	181	176	23	175	120	121	181	176	23	175	120	121	181	176	23	175	120	121	181	176	23	175	120	121	181	176	23	175	120	121	181
6	172	10	44	171	50	52	172	10	44	171	50	52	172	10	44	171	50	52	172	10	44	171	50	52	172	10	44	171	50	52	172	10	44	171
7	122	174	49	180	123	178	174	49	180	123	178	122	174	49	180	123	178	122	174	49	180	123	178	122	174	49	180	123	178	122	174	49	180	123
8	175	120	121	181	176	23	175	120	121	181	176	23	175	120	121	181	176	23	175	120	121	181	176	23	175	120	121	181	176	23	175	120	121	181
9	172	10	-	171	50	52	172	10	-	171	50	52	172	10	-	171	50	52	172	10	44	171	50	52	172	10	44	171	50	52	172	10	44	171
10	53	173	45	50	53	45	173	50	53	173	173	177	45	50	53	173	177	45	50	53	173	177	45	50	53	173	177	45	50	53	173	177	45	50

174 – номер семьи плюсового дерева (одна ячейка представляет собой три растения одноименной семьи, высаженных в одном ряду)

Рис. 5. «Малодеревный» вариант смешения испытательных культур (ель европейская, Гатчинское лесничество, Таицкое участковое лесничество, кв. 17, фрагмент участка)

тания, а в научных целях, например, при разработке систем скрещивания лесных пород.

Изучение участков испытательных культур плюсовых деревьев разного возраста показало, что даже несмотря на наличие значительного количества ошибок, допущенных при создании такого рода объектов, свою основную функцию – определение степени различий между семенными потомствами плюсовых деревьев по скорости роста и выявление лучших из них – существующие испытательные культуры в целом выполняют. К примеру, на рисунке 6 приведены различия по скорости роста между семьями плюсовых деревьев на одном из участков испытательных культур ели европейской в Псковской области. При этом в соответствии с результатами дисперсионного анализа приведенные различия достоверны на уровне значимости 5%.

Не меньшую сложность при исследовании существующих испытательных культур, прежде всего с точки зрения интерпретации результатов испытаний, представляет отсутствие на участках делянок с контрольными вариантами, необходимых для сравнения скорости роста потомств плюсовых деревьев с нормальными насаждениями. Так, например, в Ленинградской области контроль отсутствует приблизительно в половине случаев. Без контрольных вариантов можно выполнить сравнение скорости роста различных семей плюсовых деревьев, но нельзя соотнести эти данные со скоростью роста нормальных насаждений, что снижает возможности оценки селекционной ценности как отдельных семей, так и их совокупности.

Помимо стандартных требований нормативных документов, описанных выше, при создании и сопровождении объектов сортоиспытания лесных пород необходимо обеспечить сохранение имеющегося потенциала лесной селекции на основе соблюдения ряда положений методического характера, в числе которых можно назвать следующие:

■ *Оптимизация схемы полевого опыта.* Подразумевает снижение финансовых затрат при заданной точности оценки генетических качеств плюсовых деревьев. Речь идёт о применении таких схем полевого опыта, которые позволяли бы уменьшать его площадь без ущерба качеству оценки потомств. При этом представляется целесообразным использование малодеревных, несмежных и других видов делянок, что послужит повышению качества оценки семенных потомств.

■ *Разработка методического подхода к выполнению лесоводственных уходов.* Данный вопрос для лесного хозяйства Российской Федерации является насущным, так как значительная часть опытных объектов сортоиспытания достигла второго класса возраста и требует срочного проведения лесоводственных уходов. При этом очень важно выполнить их методически правильно, чтобы не допустить нарушений в опыте, которые могут повлиять на результаты испытаний.

■ Старение исходного материала в течение периода испытания генетических свойств. Данная проблема является одной из основных и труднопреодолимых в лесной

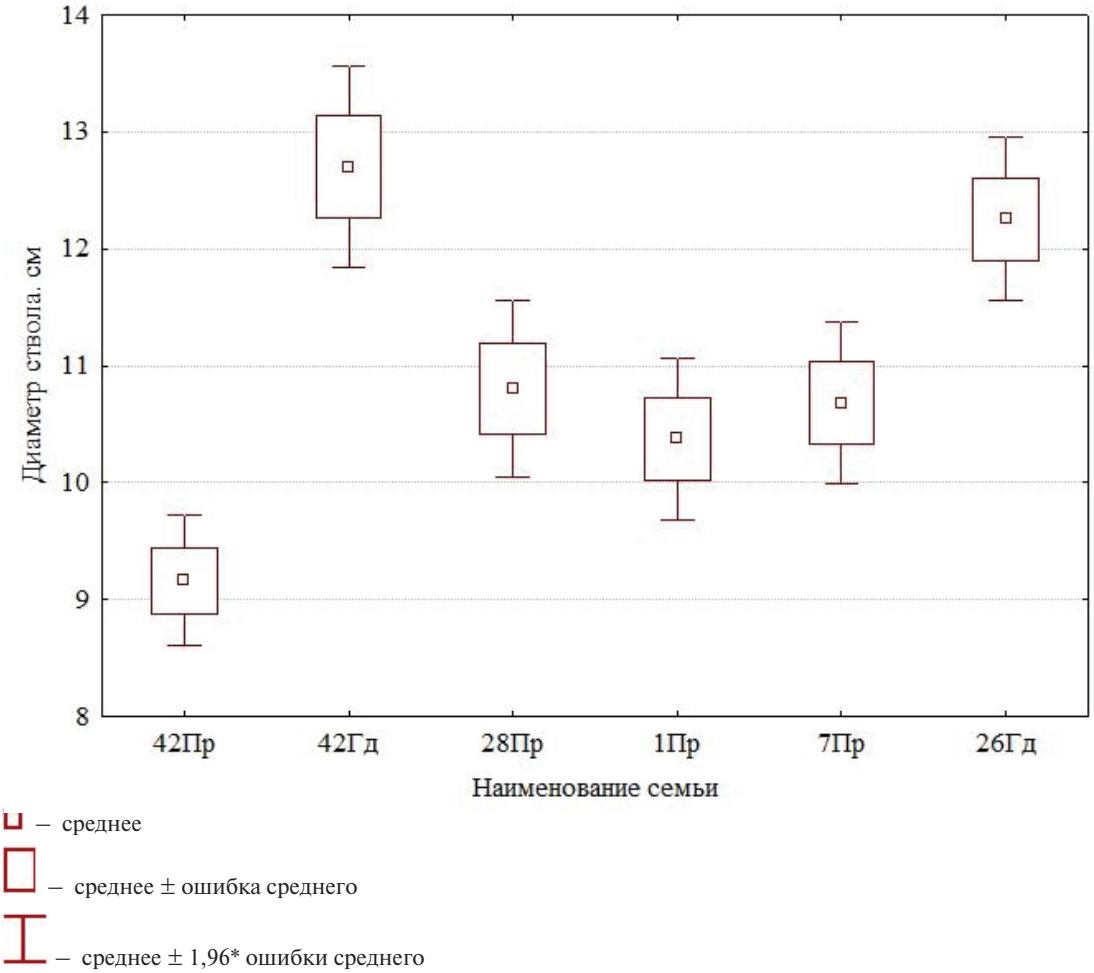


Рис. 6. Распределение семей по среднему значению диаметра ствола в испытательных культурах (ель европейская, Псковская обл., Порховское лесничество, Порховское участковое лесничество, кв. 119)

селекции. Подходы к её решению необходимо искать по нескольким направлениям: например, на основе криогенного хранения исходного вегетативного материала, а также снижения периода испытаний и разработки методик оценки генотипов в более молодом возрасте (перспективным может быть генетическое маркирование ценных признаков).

■ Корректировка методики отбора плюсовых деревьев. При этом основным изменяемым критерием, очевидно, должен быть возраст отбираемых плюсовых деревьев. Необходимо разработать методики отбора молодых деревьев, например, в лесных культурах, характеризующихся достаточно выровненным агрофоном и одинаковым возрастом деревьев, что позволяет более корректно осуществлять сравнение генотипов. Существующая практика отбора старовозрастных плюсовых деревьев в естественных разновозрастных насаждениях не отвечает современным требованиям к методике селекционной работы.

■ Обоснование требований к контролю. Несмотря на методическую важность применения контрольных вариантов в полевых опытах, вопрос о требованиях к ним представляется чисто техническим, своего рода «правилами игры» в сортоиспытании древесных пород, и в зависимости от того,

насколько жёсткие правила мы применим к объектам, зависит результативность выполненных работ, которую можно рассчитать заранее. В связи с этим требования к контролю являются одним из параметров опыта и зависят от выбранного уровня интенсивности селекции.

■ Обоснование сроков испытания древесных пород. Длительные сроки испытания семенного потомства плюсовых деревьев в испытательных культурах (в соответствии с современными требованиями это не менее 40 лет для хвойных видов) делает труднодостижимым переход на элитное семеноводство основных лесообразующих пород. Необходима проработка вопросов, связанных с обоснованием сроков испытания, включающая как биологические, так и экономические составляющие цепочки селекционного процесса.

■ Разработка критериев отбора исходного материала для специальных целей. В настоящее время в России имеются нормативные требования к плюсовым деревьям с целью повышения производительности насаждений и отсутствуют особые требования на отбор генотипов для специальных целей (например, древесина для производства бумаги, отбор генотипов с наилучшей смолопродуктивностью и т. д.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бондаренко, А.С. Оценка роста испытательных культур методами кластерного анализа и суммирования рангов биометрических показателей / А.С. Бондаренко, А.В. Жигунов, О.А. Савельев // Труды СПбНИИЛХ. – Вып. 2 (3). – СПб. – 2000. – С. 129-138.
2. Бондаренко, А.С. Оптимизация численности растений в опытах по испытанию семенного потомства плюсовых деревьев ели европейской / А.С. Бондаренко, А.В. Жигунов // Лесоведение. – 2016. – № 3. – С. 187-194.
3. Бригс, Ф. Научные основы селекции растений: Пер. с англ. / Ф. Бригс, П. Ноулз. – М.: Колос, 1972. – 397 с.
4. Вересин, М.М. Лесное семеноводство / М.М. Вересин. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 158 с.
5. Видякин, А.И. Генетическая оценка плюсовых деревьев ели по семенному потомству / А.И. Видякин // Аграрный вестник Урала. – Екатеринбург: Уральская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. – № 5. – С. 82-84.
6. Долголиков, В.И. О ранней диагностике быстрого роста в высоту у сосны и ели по прямому признаку / В.И. Долголиков // Состояние и перспективы развития лесной генетики, селекции, семеноводства и интродукции. Методы селекции древесных пород: Сб. тезисов докладов совещания. – Рига, 1974. – С. 45-48.
7. Жигунов, А.В. Первые результаты отбора элитных деревьев ели европейской в Ленинградской области / А.В. Жигунов, А.С. Бондаренко, М.А. Николаева // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2012. – № 3. – С. 43-50.
8. Ирошников, А.И. Генетические факторы устойчивости и продуктивности лесных биоценозов / А.И. Ирошников // Продуктивность и стабильность лесных экосистем: Тез. докл. Междунар. симп. – Красноярск, 1982. – С. 28-29.
9. Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / на примере семейства Pinaceae на Урале / С.А. Мамаев. – М.: Наука, 1972. – 284 с.
10. Основные положения методики закладки испытательных культур плюсовых деревьев основных лесообразующих пород. – Воронеж: ЦНИИЛПиС, 1982. – 18 с.

11. Петров, С.А. Методы определения и практическое использование коэффициента наследуемости в лесоводстве: Утв. Проблемным Советом по лесной генетике, селекции и семеноводству 05.04.1972 / С.А. Петров. – М., 1973. – 53 с.
12. Пирс, С. Полевые опыты с плодовыми деревьями и другими многолетними растениями / С. Пирс – М.: Колос, 1969. – 224 с.
13. Правдин, Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция / Л.Ф. Правдин. – М.: Наука, 1964. – 192 с.
14. Путач, Е.А. Основные методы испытания семенного потомства плюсовых деревьев / Е.А. Путач, М.Н. Егоров // Сб. Состояние и пути технического прогресса в лесохозяйственном производстве Воронежской области. – 1977. – С. 30-32.
15. Пятницкий, С.С. Практикум по лесной селекции / С.С. Пятницкий. – М.: Изд. с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1961. – 272 с.
16. Райт, Д.В. Введение в лесную генетику: Пер. с англ. / Д.В. Райт. – М.: Лесная промышленность, 1973. – 470 с.
17. Рогозин, М.В. Селекция сосны обыкновенной для плантационного выращивания. / М.В. Рогозин – Пермь: ПГНИУ, 2013. – 200 с.
18. Романовский, М.Г. Полиморфизм древесных растений по признакам–корреляциям / М.Г. Романовский // Генетика. – Т. XXIV. – 1988. – № 7. – С. 1241-1249.
19. Ромедер, Э. Генетика и селекция лесных пород: Пер. с нем. / Э. Ромедер, Г. Шёнбах. – М.: Изд. с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1962. – 268 с.
20. Роне, В.М. Исследование и проверка наследственности плюсовых деревьев // Лесная селекция / Под ред. А.В. Кундзинын / В.М. Роне. – М.: Лесная промышленность, 1972. – С. 180-200.
21. Тараканов, В.В. Селекционное семеноводство сосны обыкновенной в Сибири / В.В. Тараканов, В.П. Демиденко, Я.Н. Ишутин, Н.Т. Бушков. – Новосибирск: Наука, 2001. – 230 с.
22. Федорков, А.Л. Возраст оценки качества потомств в испытательных культурах сосны / А.Л. Федорков, А.А. Туркин // Лесоведение. – 2009. – № 2. – С. 69-71.
23. Царев, А.П. Методика сортоиспытания лесных пород / А.П. Царев. – Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1977. – 41 с.
24. Царев, А.П. Программы лесной селекции: зарубежный и отечественный опыт (обзор) / А.П. Царев // Ученые записки Петрозаводского Государственного Университета. – 2014. – № 2. – С. 70-76.
25. Шмальц, Х. Селекция растений / Х. Шмальц. – М.: Колос, 1973, –296 с.
26. Яблоков, А.С. Селекция древесных пород / А.С. Яблоков. – М.: Сельхозиздат, 1962 – 487 с.
27. Haapanen, M. Within-plot subsampling of trees for assessment in progeny trials of Scots pine / M. Haapanen // Silva Fennica. – 1995. – Vol. 29. – N 1. – P. 13-19.

REFERENCES

1. Bondarenko A.S., Zhigunov A.V., Savel'ev O.A. Otsenka rosta ispytatel'nykh kul'tur metodami klasternogo analiza i summirovaniya rangov biometricheskikh pokazatelei [Evaluation of progeny test growth by the cluster analysis method and summation of biometric traits ranks]. *Trudy SPbNIILKh*, vyp. 2 (3), Saint Petersburg, 2000, pp. 129-138. (In Russian)
2. Bondarenko A.S., Zhigunov A.V. Optimizatsiya chislennosti rastenii v opytakh po ispytaniyu semennogo potomstva plyusovykh derev'ev eli evropeiskoi [Optimization of the plant quantity in *Picea abies* progeny test experiments]. *Lesovedenie*, 2016, no. 3, pp. 187-194. (In Russian)
3. Brigs F., Noulz P. Nauchnye osnovy selektsii rastenii: per. s angl. [Scientific basis of plant breeding]. Moscow, Kolos, 1972, 397 p. (In Russian)
4. Veresin M.M. Lesnoe semenovodstvo [Forest seed production]. Moscow, Goslesbumizdat, 1963, 158 p. (In Russian)
5. Vidyakin A.I. Geneticheskaya otsenka plyusovykh derev'ev eli po semennomu potomstvu [Genetic evaluation of Picea plus trees by the seed progeny]. *Agrarnyi vestnik Urala*. Ekaterinburg Ural'skaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya, 2009, no. 5, pp. 82-84. (In Russian)
6. Dolgolikov V.I. O rannei diagnostike bystrogo rosta v vysotu u sosny i eli po pryamomu priznaku [About early detection of *Pinu*s and *Pice*a growth by the direct treit]. *Sostoyanie i perspektivy razvitiya lesnoi*

genetiki, selektsii, semenovodstva i introduktsii. Metody selektsii drevesnykh porod, Sb. tezisov dokladov soveshchaniya, Riga, 1974, pp. 45-48. (In Russian)
7. Zhigunov A.V., Bondarenko A.S., Nikolaeva M.A. Pervye rezul'taty otbora elitnykh derev'ev eli evropeiskoi v Leningradskoi oblasti [Primary results of the spruce elite trees selection in the Leningrad region]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii, Lesnoi zhurnal*, 2012, no. 3, pp. 43-50. (In Russian)
8. Iroshnikov A.I. Geneticheskie faktory ustoichivosti i produktivnosti lesnykh biotsenozov [Genetic factors of resistance and productivity of forest biocenoses]. *Produktivnost' i stabil'nost' lesnykh ekosistem,* Tez. dokl. Mezhdunar. simp., Krasnoyarsk, 1982, pp. 28-29. (In Russian)
9. Mamaev S.A. Formy vnutrividovoi izmenchivosti drevesnykh rastenii (na primere semeistva *Pinaceae* na Urale) [Forms of intraspecific variation of woody plants (by the example of the *Pinaceae* family in the Urals)]. Moscow, Nauka, 1972, 284 p. (In Russian)
10. Osnovnye polozheniya metodiki zakladki ispytatel'nykh kul'tur plyusovykh derev'ev osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod [The main provisions of the progeny test methodology for the main forest tree species]. Voronezh, TsNIILGiS, 1982, 18 p. (In Russian)
11. Petrov S.A. Metody opredeleniya i prakticheskoe ispol'zovanie koeffitsienta nasleduemosti v lesovodstve [Methods of determination and practical use of the heritability coefficient in forestry]. Moscow, 1973, 53 p. (In Russian)
12. Pirs S. Polevye opyty s plodovymi derev'yami i drugimi mnogoletnimi rasteniyami [Field experiments with fruit trees and other perennial plants]. Moscow, Kolos, 1969, 224 p. (In Russian)
13. Pravdin, L.F. Sosna obyknovennaya. Izmenchivost', vnutrividovaya sistematika i selektsiya [Pinus sylvestris. Variability, intraspecific taxonomy and breeding]. Moscow, Nauka, 1964, 192 p. (In Russian)
14. Putach E.A., Egorov M.N. Osnovnye metody ispytaniya semennogo potomstva plyusovykh derev'ev [Basic methods of plus trees seed progeny testing]. Sostoyanie i puti tekhnicheskogo progressa v lesokhozyaistvennom proizvodstve Voronezhskoi oblasti. Voronezh, 1977, pp. 30-32. (In Russian)
15. Pyatnitskii S.S. Praktikum po lesnoi selektsii [Workshop on forest tree breeding]. Moscow, Publ. s.-kh. literatury, zhurnalov i plakatov, 1961, 272 p. (In Russian)
16. Rait D.V. Vvedenie v lesnuyu genetiku: per. s angl. [Introduction to forest genetics]. Moscow, Lesnaya promyshlennost', 1973, 470 p. (In Russian)
17. Rogozin M.V. Selektsiya sosny obyknovennoi dlya plantatsionnogo vyrashchivaniya [*Pinus sylvestris* breeding for plantation cultivation]. Perm', PGNIU, 2013, 200 p. (In Russian)
18. Romanovskii M.G. Polimorfizm drevesnykh rastenii po priznakam–korrelyatsiyam [Polymorphism of forest plants on the traits-correlations]. *Genetika,* vol. XXIV, 1988, № 7, pp. 1241-1249. (In Russian)
19. Romeder E., Shenbakh G. Genetika i selektsiya lesnykh porod [Genetics and breeding of forest species]. Moscow, Publ. s.-kh. literatury, zhurnalov i plakatov, 1962, 268 p. (In Russian)
20. Rone V.M. Issledovanie i proverka nasledstvennosti plyusovykh derev'ev [Study and validation of plus trees heredity]. Lesnaya selektsiya / *In Kundzinyn A.V. (*ed.). Moscow, Lesnaya promyshlennost', 1972, pp. 180-200. (In Russian)
21. Tarakanov V.V., Demidenko P., Ishutin Ya.N., Bushkov N.T. Selektsionnoe semenovodstvo sosny obyknovennoi v Sibiri [*Pinus sylvestris* breeding in Siberia]. Novosibirsk, Nauka, 2001, 230 p. (In Russian)
22. Fedorkov A.L., Turkin A.A. Vozrast otsenki kachestva potomstv v ispytatel'nykh kul'turakh sosny [Age of quality assessment in *Pinus* progeny test]. *Lesovedenie,* 2009, № 2, pp. 69-71. (In Russian)
23. Tsarev A.P. Metodika sortoispytaniya lesnykh porod [Methodology of forest species breeding]. Voronezh, TsNIILGiS, 1977, 41 p. (In Russian)
24. Tsarev A.P. Programmy lesnoi selektsii: zarubezhnyi i otechestvennyi opyt (obzor) [Tree breeding programs: foreign and domestic experience (review)]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo Gosudarstvennogo Universiteta*. Petrozavodsk, 2014, no. 2, pp. 70-76. (In Russian)
25. Shmal'ts X. Selektsiya rastenii [Plant breeding]. Moscow, Kolos, 1973, 296 p. (In Russian)
26. Yablokov A.S. Selektsiya drevesnykh porod [Tree species breeding]. Moscow, Sel'khozizdat, 1962, 487 p. (In Russian)
27. Haapanen M. Within-plot subsampling of trees for assessment in progeny trials of Scots pine. *Silva Fennica*, 1995, vol. 29 (1), pp. 13-19. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 10.04.2017