

А.В. Жигунов¹, А.С. Бондаренко², М.А. Николаева¹

¹Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства

²ФГУ «Рослесозащита»

Жигунов Анатолий Васильевич родился в 1950 г., окончил в 1972 г. Ленинградский государственный университет, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства. Имеет более 140 печатных работ в области лесных культур, лесоведения, лесоводства.
E-mail: spb-nilh@inbox.ru



Бондаренко Александр Сергеевич родился в 1975 г., окончил в 1998 г. Санкт-Петербургскую государственную лесотехническую академию, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник отдела «Ленинградская лесосеменная станция» филиала ФГУ «Рослесозащита» – «ЦЗЛ Ленинградской области». Имеет 19 печатных работ в области лесного семеноводства.
E-mail: asbond@mail.ru



Николаева Марина Алексеевна родилась в 1960 г., окончила в 1984 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией лесного семеноводства Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства. Имеет более 30 печатных работ в области лесных культур и лесного семеноводства.
E-mail: spb-nilh@inbox.ru



ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОТБОРА ЭЛИТНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Выполнено изучение роста семей плюсовых деревьев в испытательных культурах ели европейской биологического возраста 43 года. Получены данные о динамике изменения рангового положения семей и их сохранности. По результатам опыта впервые в России даны рекомендации по выделению отдельных плюсовых деревьев в категорию элитных.

Ключевые слова: испытательные культуры, семья, семенное потомство, плюсовые деревья, элитные деревья, наследуемость.

Испытательные культуры, создаваемые с использованием семенного потомства плюсовых деревьев, необходимы для оценки их генетических свойств. Указанная оценка производится в возрасте, когда стабилизируется ранговое положение деревьев относительно друг друга. Именно в этот период становится возможным делать вывод о генетически обусловленном преимуществе в росте тех или иных семей. По результатам исследования семьи с хорошей сохранностью растений, показавшие достоверное превышение в скорости роста над контролем, подлежат переводу в категорию элитных. При этом контроль создается с использованием семян селекционной категории «нормальные». В соответствии с «Указаниями по лесному семеноводству в Российской Федерации» [4] окончательная оценка семенных потомств плюсовых деревьев в испытательных культурах производится в возрасте потомств не менее 1/2 возраста рубки главного пользования или возраста спелости, принятого для данного вида лесных растений в конкретной лесорастительной зоне.

Одни из старейших в России испытательных культур, заложенных весной 1969 г. сотрудниками Ленинградского НИИ лесного хозяйства на территории Ленинградской области в Гатчинском лесничестве (Орлинское участковое лесничество, кв. 48), в настоящее время относятся к 3-му классу возраста и достигли периода, в котором возможна окончательная оценка семенного потомства плюсовых деревьев и выделение перспективных плюсовых деревьев в категорию элитных. В перспективе вегетативным потомством отобранных элитных плюсовых деревьев предполагается выполнить закладку лесосеменных плантаций второго порядка.

Объект и методика

Задачами данного исследования являются оценка сохранности и скорости роста семей ели европейской в испытательных культурах и обоснование выделения перспективных семей плюсовых деревьев в категорию элитных.

Изучаемые культуры заложены в соответствии с методикой Ленинградского НИИ лесного хозяйства, положенной в основу методических рекомендаций института [1]. Схема закладки опыта соответствует действующим в настоящее время требованиям [3]. Семьи плюсовых деревьев представлены различным числом повторностей – от 1 до 12. Контроль представляет собой семенное потомство местных насаждений нормальной селекционной категории. Посадка произведена в пласт плужных борозд четырехлетними саженцами с размещением 6×1 м. Дополнение семей выполнено осенью 1969 г.

В испытательных культурах в 2008 г. проведен сплошной пересчет деревьев с измерением основных биометрических показателей: диаметр на высоте груди (с точностью до 0,1 см) и высота (с точностью до 10 см). На основании сплошного пересчета деревьев рассчитана также сохранность потомств.

В связи с высокой плотностью изучаемых культур измерение высот деревьев всех семей выполнить затруднительно, поэтому высоты замерены у части деревьев в количестве от 2 до 13 для каждой из семей. При расчете средней высоты для каждой семьи использована линейная зависимость высоты от диаметра, поскольку в начальный период хода роста для деревьев ели характерна линейная связь высоты с диаметром. При количестве выполненных измерений высот более 3-х в пределах одной семьи произведен индивидуальный расчет коэффициентов регрессии для каждой семьи. При меньшем количестве измерений (3 и менее) для расчета средней высоты семьи использовали коэффициенты регрессии, рассчитанные для всей совокупности растений в данных испытательных культурах. По результатам вычисления линейной регрессии для каждой семьи получены коэффициенты регрессии и рассчитаны соответствующие средние высоты для всех исследованных семей плюсовых деревьев (табл. 1).

Таблица 1

Средние значения высоты для семей плюсовых деревьев ели европейской

Номер семьи	Количество деревьев, шт.	Диаметр, см	Количество замеренных деревьев, шт.	Коэффициенты уравнения линейной регрессии $Y = a + bX^*$		Средняя высота, м
				<i>a</i>	<i>b</i>	
12-26	25	23,8 ± 1,41	3	9,20	0,38	18,2
7-83	28	20,6 ± 1,05	4	3,54	0,69	17,7
35-54	215	20,0 ± 0,38	13	11,86	0,31	18,0
20-54	95	19,2 ± 0,48	2	9,20	0,38	16,5
29-54	191	19,0 ± 0,43	8	14,92	0,13	17,3
3-26	284	19,0 ± 0,37	2	9,20	0,38	16,4
47-54	147	18,1 ± 0,52	-	9,20	0,38	16,1
К-54	97	17,8 ± 0,61	2	9,20	0,38	16,0
18-54	325	17,7 ± 0,29	10	15,09	0,13	17,5
28-54	408	17,6 ± 0,30	12	7,45	0,50	16,2
11-83	63	17,0 ± 1,47	3	9,20	0,38	15,7
11-26	104	16,9 ± 0,48	10	6,68	0,51	15,3
Контроль	227	16,8 ± 0,34	8	10,84	0,33	16,4
9-26	355	16,7 ± 0,36	12	10,27	0,32	15,6
8-83	48	16,4 ± 0,75	3	9,20	0,38	15,4
36-54	284	16,2 ± 0,32	10	9,05	0,40	15,5
44-54	248	16,1 ± 0,37	6	10,78	0,22	14,3
2-26	259	15,8 ± 0,33	4	8,09	0,40	14,5
<i>Среднее</i>	3506	17,5 ± 0,10	112	9,20	0,38	15,9

* Зависимость высоты от диаметра.

С целью определения уровня аддитивной генетической составляющей в фенотипической изменчивости признаков использован коэффициент варьирования в узком смысле,

рассчитываемый как доля межсемейной дисперсии соответствующего биометрического показателя в его общей фенотипической изменчивости (дисперсии).

Для определения достоверности различий между биометрическими показателями семей плюсовых деревьев и контроля использован t-критерий Стьюдента для независимых выборок.

Результаты и обсуждение

В целях определения уровня аддитивной генетической составляющей в фенотипической изменчивости биометрических показателей выполнен расчет коэффициента наследуемости в узком смысле. По результатам измерения диаметров на исследуемом участке испытательных культур наследуемость в узком смысле составила 0,05, что говорит о достаточно низком уровне вклада аддитивной генетической вариации в общую изменчивость признака (различия между семьями по среднему значению диаметра невелики). Это может быть обусловлено как недостаточной интенсивностью и низким качеством отбора плюсовых деревьев, так и тем фактом, что плюсовые деревья отобраны в пределах одного лесного массива и генетически обусловленный уровень варьирования показателей низок за счет высокой интенсивности обмена генетическим материалом в пределах популяции.

По результатам измерений хода роста деревьев в испытательных культурах, а также на основе использования методики расчета средних высот, изложенной выше, получены средние значения объема ствола для каждой из семей. На основании рекомендаций «Лесотаксационного справочника» [2] видовое число принято равным 0,494. Результаты измерений и рассчитанные на их основе средние высоты и объемы ствола в испытательных культурах приведены в табл. 2 для семьи, в которой упорядочены по среднему значению диаметра.

В соответствии с полученными данными семь семей плюсовых деревьев достоверно (на уровне значимости 0,05) превышают контроль по значению диаметра. К ним относятся (по уменьшению среднего диаметра) семьи № 12-26, 7-83, 35-54, 20-54, 29-54, 3-26, 47-54. При этом превышение среднего значения диаметра для указанных семей над контролем составляет от 8 (№ 47-54) до 42 % (№ 12-26). По высоте превышение достигает 11 %, по среднему объему ствола – 13 ... 123 %.

Одна семья (№ 2-26) по среднему значению диаметра достоверно отличается в меньшую сторону от контроля и является, таким образом, основным претендентом на исключение из состава возможных кандидатов в элиту. Несмотря на самые лучшие показатели роста, семьи № 7-83 и № 12-26 также не следует причислять к элитным в связи со слишком малой их представленностью (по одной повторности). Тем не менее, следует отметить их высокую скорость роста и по возможности продолжить испытания в рамках других опытов.

Средняя сохранность деревьев в испытательных культурах составляет 69 %, при этом различия между исследуемыми семьями по данному показателю сравнительно небольшие (от 49 до 79 %), что говорит о сопоставимом уровне устойчивости изучаемых семей к неблагоприятным факторам среды. Таким образом, повреждаемость неблагоприятными факторами среды не является определяющим показателем при отборе перспективных семей в данном опыте. Следует отметить, что контроль демонстрирует наилучшую сохранность растений (79 %). Средняя сохранность семей колеблется от 49 (№ 12-26) до 78 % (№ 36-54). Семьи № 12-26 и № 7-83 показывают сравнительно низкую сохранность растений (49 и 53 % соответственно). Данный факт в определенной степени объясняет высокие показатели скорости роста оставшихся особей.

Таблица 2

Средние значения биометрических показателей для семей плюсовых деревьев или европейской

Номер семьи	Количество деревьев, шт.	Количество повторностей, шт.	Средняя сохранность, %	Диаметр		Высота		Объем ствола		Достоверность отличия по диаметру от контроля ($p = 0,05$)
				см	% от контроля	м	% от контроля	м ³	% от контроля	
12-26	25	1	49	23,8 ± 1,41	142	18,2	111	0,401	223	+
7-83	28	1	53	20,6 ± 1,05	122	17,7	108	0,291	162	+
35-54	215	6	75	20,0 ± 0,38	119	18,0	110	0,280	156	+
20-54	95	2	75	19,2 ± 0,48	114	16,5	101	0,235	131	+
29-54	191	5	69	19,0 ± 0,43	113	17,3	105	0,243	135	+
3-26	284	8	66	19,0 ± 0,37	113	16,4	100	0,229	128	+
47-54	147	5	63	18,1 ± 0,52	108	16,1	98	0,204	113	+
К-54	97	4	54	17,8 ± 0,61	106	16,0	97	0,197	110	-
18-54	325	11	73	17,7 ± 0,29	105	17,5	106	0,213	118	-
28-54	408	12	73	17,6 ± 0,30	105	16,2	99	0,195	109	-
11-83	63	2	72	17,0 ± 1,47	101	15,7	95	0,175	98	-
11-26	104	4	75	16,9 ± 0,48	100	15,3	93	0,169	94	-
Контроль	227	6	79	16,8 ± 0,34	100	16,4	100	0,180	100	-
9-26	355	10	72	16,7 ± 0,36	99	15,6	95	0,167	93	-
8-83	48	2	48	16,4 ± 0,75	97	15,4	94	0,160	89	-
36-54	284	8	78	16,2 ± 0,32	96	15,5	94	0,157	87	-
44-54	248	9	61	16,1 ± 0,37	96	14,3	87	0,144	80	-
2-26	259	9	63	15,8 ± 0,33	94	14,5	88	0,140	78	+
<i>Среднее</i>	3506	-	69	17,5 ± 0,10	104	15,9	97	0,189	105	-

Низкая сохранность этих семей, помимо недостаточного количества повторностей, является еще одним аргументом в пользу отбраковки их из кандидатов в элиту. Другие семьи (№ 35-54, 20-54, 29-54, 3-26, 47-54), демонстрирующие достоверно высокие показатели скорости роста, характеризуются достаточно высокими показателями сохранности (от 63 до 75 %), что свидетельствует в пользу выделения указанных семей в элиту.

В целях определения стабильности проявления наследственных свойств плюсовых деревьев по скорости роста в семенном потомстве выполнена ранговая оценка в разном возрасте (табл. 3). Данные были упорядочены по рангу семьи в возрасте растений 43 года. Для сопоставимости результатов в анализ не включены семьи, для которых по каким-либо причинам имеются данные не за все годы наблюдений.

**Изменение рангового положения семей плюсовых деревьев
ели европейской по диаметру ствола**

Номер семьи	Ранг семьи по возрасту растений			
	3 года	17 лет	29 лет	43 года
35-54	2	3	1	1
20-54	7	9	9	2
29-54	11	14	4	3
3-26	8	5	4	4
47-54	1	1	6	5
18-54	12	6	10	6
28-54	9	10	7	7
11-26	10	4	2	8
Контроль	–	12	7	9
9-26	6	11	12	10
36-54	5	2	11	11
44-54	3	13	14	12
2-26	14	6	13	13

Приведенные результаты показывают, что до возраста 29 лет наблюдается значительное изменение рангового положения практически всех ранжированных семей. В последующий период (от 29 до 43 лет) ранговое положение большинства семей стабилизируется. Существенное повышение ранга наблюдается у семьи № 20-54, а понижение – у № 11-26. Следует отметить быстрорастущую семью № 35-54 (плюсовое дерево № 478 по государственному реестру), которая проявляет стабильность рангового положения, на протяжении всего периода роста занимая высшие ранги. Данную семью можно рекомендовать к переводу в элиту, как имеющую стабильно высокое ранговое положение и достоверно отличающуюся (на уровне значимости 0,05) от контроля. По результатам испытания на данном участке культур семья № 35-54 в возрасте 43 лет в шести повторностях по диаметру показала превышение над контролем на 19, по высоте – на 10, по объему ствола – на 56 %. Напротив, семья № 47-54, которая до 17 лет демонстрировала наилучшие среди всех семей показатели роста, в последующем утратила лидерство, однако по результатам последних измерений находится в числе лидеров и по среднему значению диаметра достоверно отличается от контроля. Учитывая ухудшение рангового положения данной семьи, отсутствие непосредственных замеров высоты, а также тот факт, что эта семья по среднему значению диаметра занимает последнее место среди семей, достоверно отличающихся от контроля, целесообразно в настоящее время не относить ее к элитным и продолжить наблюдения для уточнения степени стабильности биометрических показателей.

Следует отметить, что до настоящего времени в России отсутствовали плюсовые деревья, отнесенные к категории элитных по результатам проверки их семенного потомства в испытательных культурах, поэтому полученные результаты можно считать первым шагом в этом направлении.

Заключение

Совокупность семей в исследуемых испытательных культурах характеризуется низким уровнем генетической изменчивости признаков продуктивности (коэффициент наследуемости в узком смысле для диаметра ствола составляет 0,05), что вероятнее всего связано с происхождением семенного материала из одной популяции.

Семьи испытываемых плюсовых деревьев характеризуются сходным уровнем сохранности (49 ... 78 %).

Отбраковке из кандидатов в элитные деревья подлежит семья № 2-26, по скорости роста достоверно отстающая по диаметру на 12 % от контроля и имеющая стабильно низкие ранги биометрических показателей в процессе хода роста насаждения.

Среди семей плюсовых деревьев, имеющих достаточное для принятия решения об их генетических свойствах количество повторностей, наилучшими показателями скорости роста и стабильностью рангового положения характеризуется семья № 35-24 (плюсовое дерево № 478 по государственному реестру). Превышение средних значений биометрических показателей данной семьи над контролем по диаметру составляет 19, по высоте – 10, по объему ствола – 56 %. Превышение над контролем по диаметру достоверно на уровне значимости 0,05. Таким образом, в соответствии с [4] плюсовое дерево № 478 по государственному реестру рекомендуется к

переводу в категорию элитных. Рекомендуются также к переводу в категорию элитных плюсовые деревья, являющиеся материнскими для семей № 20-54, 29-54, 3-26 (плюсовое дерево № 408 по госреестру). Указанное семенное потомство характеризуется высокой скоростью роста (достоверное превышение по диаметру составляет 13...14 %) и стабильностью рангового положения в ряду других семей.

Необходимо продолжить наблюдения в испытательных культурах ели европейской в целях выявления кандидатов как в категорию элитных, так и подлежащих отбраковке. В отношении всех исследованных плюсовых деревьев требуется выполнение работ по приведению в соответствие номеров плюсового дерева по государственному реестру и номеров семей в испытательных культурах, а также установлению наличия вегетативного потомства соответствующих плюсовых деревьев на имеющихся лесосеменных плантациях Северо-Запада России. Указанная информация необходима для планирования дальнейшей работы с потомством плюсовых деревьев (как семенным, так и вегетативным), вплоть до создания в будущем лесосеменных плантаций второго порядка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долголиков В.И., Осьминина Р.Ф. Испытание потомства сосны и ели на Северо-Западе РСФСР: метод. рек. Л.: ЛенНИИЛХ, 1984. 44 с.
2. Лесотаксационный справочник / Грошев Б.И., Сеницын С.Г., Мороз П.И., Сеперович И.П. 2-е изд., перераб. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 288 с.
3. Основные положения методики закладки испытательных культур плюсовых деревьев основных лесообразующих пород. Воронеж: Гослесхоз СССР, 1982. 18 с.
4. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. Утв. приказом Рослесхоза 11.01.2000. М., 2000. 198 с.

Поступила 07.12.10

A.V. Zhigunov¹, A.S. Bondarenko², M.A. Nikolayeva¹

¹Saint-Petersburg Forestry Research Institute

²Russian Center of Forest Health

Primary Results of the Spruce Elite Trees Selection in the Leningrad Region

Growth of the Spruce (*Picea abies*) elite trees families in the trial forest plantation at biological age of 43 years has been investigated. Data regarding growth rank dynamics and families preservation are obtained. Recommendation on the reference of the plus trees to the elite category are put forward.

Key words: trial forest plantation, sylvatic family, seminal posterity, plus trees, elite trees, heritability.
