

А. И. Ковалевич, директор; А. П. Кончиц, ст. науч. сотрудник; А. И. Сидор, ст. науч. сотрудник;  
И. Д. Ревяко, науч. сотрудник; Л. Л. Попкова, науч. сотрудник  
(Институт леса НАН Беларуси)

## РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУРАХ

Selection and genetic estimates have been made of growth and development of seed progeny of plus Scotch pine trees occurring in test-cultures established at different times. The results of studies on progenies of the plus Scotch pine trees occurring in test-cultures established in 1966–1971 showed that their survival percentage averaged 40 percent. On the strength of the selection and genetic estimates of half-sibs of the plus Scotch pine trees occurring in test-cultures 259 trees (39,8 percent of the individuals tested) were selected to establish elite seed orchards. In progeny testing in the test-cultures established in different years, a variety of progenies of the plus trees attested to their high productivity.

**Введение.** Одна из наиболее важных задач лесоводов республики – создание высокопродуктивных и устойчивых к неблагоприятным факторам лесов будущего, способных наиболее эффективно и полно выполнять защитные и рекреационные функции, обеспечивать потребности народного хозяйства в древесине и других видах лесной продукции.

Важнейшим мероприятием, направленным на повышение продуктивности и устойчивости лесов, является перевод лесного семеноводства на селекционно-генетическую основу. Эффективность такого перевода убедительно подтверждена многими исследователями [1–6]. Особая роль здесь отводится лесной селекции, направленной на отбор и размножение наиболее ценных природных популяций, экотипов, форм, отдельных плюсовых деревьев и гибридов, отличающихся быстрым ростом, высоким качеством ствола и рядом других хозяйственно-ценных признаков.

Исследования особенностей наследования хозяйственно-ценных признаков позволили разработать методы отбора, оценки и ранней диагностики наследственных свойств плюсовых деревьев [7–10]. Одновременно определена целесообразность различных направлений селекции и семеноводства, применение тех или иных методов к определенным породам и популяциям, разработана система плантационного семеноводства [11, 12].

**Основная часть.** В Беларуси планомерно осуществляется долгосрочная программа создания постоянной лесосеменной базы, которая предусматривает разработку научных основ ведения лесного семеноводства и практическое внедрение результатов исследований в производство. В порядке ее реализации проведена селекционная оценка насаждений и деревьев. В настоящее время выделены плюсовые насаждения на площади 1367,5 га, в которых отобрано 3434 плюсовых дерева основных лесобразующих пород и некоторых интродуцированных видов. Параллельно с этими работами проводилась селекционно-генетическая оценка насаждений и деревьев в испытательных культурах.

В период с 1966 г. по настоящее время заложено 28,6 га испытательных культур сосны, ели и дуба. На участках испытательных культур проходят проверку почти 1340 плюсовых деревьев.

Испытания потомства плюсовых деревьев, проведенные в различных странах, свидетельствуют об эффективности индивидуального отбора по фенотипу [13, 14]. Полученные предварительные данные по генетической оценке потомства плюсовых деревьев в испытательных культурах показывают, что в результате однократного фенотипического отбора плюсовых вариантов генетическое улучшение по объему ствола составляет 2–3%, по общей продуктивности – 7–8%. На семенных плантациях в зависимости от набора клонов эти показатели могут быть ниже или выше.

В связи с этим, только после испытания семенного потомства в культурах можно определить генетическую ценность плюсовых деревьев и насаждений. Наиболее ценные фенотипы могут дать начало новым синтетическим сортам [15, 16].

Критерием селекционной ценности выделенных фенотипов чаще всего служит их общая комбинационная способность, определяемая по результатам роста и развития полусибсового потомства. В практической лесной селекции эффект от применения индивидуального отбора оценивается обычно 2 параметрами:

- 1) величиной генетического улучшения селектируемого признака за одно поколение;
- 2) относительным числом испытываемых семей, достоверно превышающих контрольные варианты по фенотипическому выражению данного признака.

Имеющиеся наблюдения показывают, что генетический сдвиг, достигаемый от применения индивидуального отбора по признакам продуктивности в популяциях лесных древесных пород, обычно не превышает 10%. В основном генетический сдвиг составляет всего 2–5%, значительно реже – 20–30%.

С использованием моделей дисперсионного анализа установлено, что доля влияния фактора

происхождения плюсовых деревьев составляет лишь несколько процентов, фактор семейной принадлежности не превышает 14%, а фактор повторности, включающий взаимодействие генотип – среда, составляет около 20%. Доля фактора, приходящаяся на индивидуальную изменчивость, доходит до 90% [17].

Оценка эффективности индивидуального отбора очень противоречива. Результаты генетической оценки плюс-деревьев по семенным потомствам зачастую свидетельствуют о низкой эффективности массового отбора, а также о небольшой частоте «элитных» деревьев. По некоторым оценкам число выдающихся полусибсовых семей плюс-деревьев варьирует в пределах 3–80%, а с учетом взаимодействий генотип – среда расчетная доля «элиты» не превышает 10–25% [18].

Следует отметить, что испытание фенотипов, отбираемых в популяциях по качеству их семенного потомства, остается пока единственным надежным, хотя и довольно трудоемким методом их генетической оценки по энергии роста.

При изучении полусибсовых потомств лучших фенотипов популяции – плюсовых деревьев – имеется возможность представить их генетическую характеристику и применить индивидуальный отбор.

Селекционно-генетическая оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной, используемых для закладки лесосеменных плантаций, проводилась путем обследования и изучения испытательных культур, заложенных в Корневской экспериментальной лесной базе. Создание испытательных культур проводилось с 1966 г. по 1971 г., общая площадь участка – 5,8 га.

Почва на опытном участке дерново-подзолистая, развивающаяся на глубоких песках, связных, мелкозернистых условия местопроизрастания – В<sub>2</sub>. Уровень грунтовых вод ниже 2 м.

Посадка испытательных культур производилась вручную под меч Колесова. Схема посадки: междурядья – 2 м, в ряду – 1 м. На 1 га высаживалось 5,0 тыс. однолетних сеянцев сосны, выращенных из семян плюсовых деревьев (первое гибридное поколение F<sub>1</sub>). В качестве контроля высаживались однолетние сеянцы, выращенные из семян смежных деревьев. Потомство отдельных плюсовых деревьев, а также контрольных вариантов высаживалось в 2–3 повторностях.

В испытательных культурах проходят проверку генетических свойств 752 плюсовых дерева сосны обыкновенной из Полесского и Белорусского лесосеменных районов, что составляет 55,0% от общего количества отобранных плюсовых деревьев (таблица).

В разрезе лесосеменных районов представительство испытываемых плюсовых деревьев

распределяется равномерно и в целом отражает структуру селекционного фонда по сосне обыкновенной. Наибольшее количество плюсовых деревьев было поставлено на испытание в 1967 г. – 398 шт.

Общее количество средних (контрольных) деревьев сосны, испытываемых в данных культурах, составляет 324 шт., т. е. в целом на всех участках представлено семенное потомство 1076 шт. маточных деревьев сосны. Всего на селекционных участках испытывается около 30 000 растений из 74 лесхозов.

В ходе изучения проводилось сплошное обследование семей и растений в них. При этом определялась сохранность семей плюсовых деревьев (путем подсчета числа пустых посадочных мест, количества живых и усохших деревьев), замерялись диаметры и высоты, определялось качество и санитарное состояние деревьев.

На основании замеров биометрических показателей для каждой семьи определяли таксационные показатели, качество стволов, сохранность, устанавливали динамику и причины отпада. Полученные показатели каждого потомства сравнивали с контролем. При этом определяли достоверность различий, селекционную разность, эффективность отбора.

Характер изменчивости признаков испытываемых потомств плюсовых деревьев определяли по общепринятой методике [19]. Уровни изменчивости оценивались по шкале, разработанной для древесных пород С. А. Мамаевым [20].

**Результаты исследований.** Проведенные исследования эффективности индивидуального отбора показали, что далеко не все аттестованные в ходе селекционной инвентаризации плюсовые деревья сохраняют свои признаки роста и продуктивности в потомстве. Одним из важнейших показателей, определяющих продуктивность испытываемых полусибсовых потомств плюсовых деревьев, является их сохранность и продуктивность на единицу площади.

Анализ полусибсовых потомств плюсовых деревьев в испытательных культурах 1966 г. показывает, что сохранность потомств семей плюсовых деревьев изменяется в довольно широких пределах и не зависит от первоначального местопроизрастания плюсового дерева. Так, обследование семенного потомства плюсовых деревьев из Ивацевичского лесхоза показывает, что 50% семей к возрасту 40 лет имеют сохранность не более 30%, а 13,6% семей – 50% и более.

Результаты учета количества сохранившихся растений в семьях плюсовых деревьев от первоначально высаженных показали, что сохранность колеблется в пределах 20–63% при среднем значении 36,4%. У контрольных вариантов среднее значение сохранности составило 36,0%.

Количество испытываемых потомств плюсовых деревьев сосны обыкновенной, шт.

ГПЛХО	Год закладки						Всего
	1966	1967	1968	1969	1970	1971	
Полесский лесосеменной район							
Брестское	21	3	–	7	14	–	45
Гомельское	–	128	45	19	55	21	268
<i>Итого</i>	21	131	45	26	69	21	313
Белорусский лесосеменной район							
Витебское	10	109	17	12	31	–	179
Гродненское	9	15	–	26	14	–	64
Могилевское	1	68	1	2	12	4	88
Минское	–	75	4	14	11	4	108
<i>Итого</i>	20	267	22	54	68	8	439
<i>Всего</i>	41	398	67	80	137	29	752

Изучение биометрических показателей потомств плюсовых деревьев показывает, что размеры деревьев не всегда зависят от густоты стояния в насаждении. Так, при сохранности 63,3% потомков плюсового дерева 29/649 средний диаметр составил 17,2 см и высота – 17,6 м, а у потомков плюсового дерева 29/651 при сохранности 32% отмечены практически аналогичные значения высоты и диаметра.

Изменчивость диаметров ствола внутри изученных семей характеризуется от низкого до очень высокого уровня изменчивости – 10–42,6%, при среднем для всех семей – высоком уровне – 23,6%. У 1/3 испытываемых семей этот показатель характеризуется низким и средним уровнем.

При сравнении абсолютных значений среднего диаметра потомств плюсовых деревьев со средним значением диаметра контрольных вариантов установлено, что 13 семей из 43 испытываемых имеют значения выше контроля на 1–11,5%.

Анализируя данные средних значений высоты потомств плюсовых деревьев, необходимо отметить, что разница между минимальным и максимальным значениями составляет 3,5 м (плюсовое дерево 29/634 и 43/200). Запас стволовой древесины в лучших семьях колеблется в пределах 480–650 м<sup>3</sup>/га, что составляет 113–150% к контролю.

Средняя сохранность испытываемых потомств плюсовых деревьев в культурах 1967 г. и контрольных вариантов на участке – 43%. Вместе с тем следует отметить, что в отдельных вариантах испытания (5,4% от числа испытываемых) сохранность очень высокая и составляет 70% и более.

Средний диаметр у потомков плюсовых деревьев – 16,6 см, высота – 19,3 м. Анализ роста показывает, что у 195 семей потомств плюсовых

деревьев (52,3%) средний диаметр выше, чем у контроля. Необходимо отметить, что практически все плюсовые деревья из отдельных популяций (Бешенковичского, Быховского, Витебского, Василевичского, Гродненского, Горецкого, Глусского, Кобринского, Речицкого, Слуцкого, Слонимского, Старобинского и Светлогорского лесхозов) имеют потомство со средним диаметром, выше контрольного.

Изменчивость средних диаметров в семьях плюсовых деревьев варьирует в значительных пределах от 5 до 42%, при абсолютных значениях – от 11,4 до 22,8 см.

Высота потомств плюсовых деревьев изменяется от 16,3 до 20,7 м. Наибольшая средняя высота у семей испытываемых потомств отмечена у плюсовых деревьев Светлогорского, Слуцкого, Бегомльского, Слонимского, Бешенковичского и Василевичского лесхозов.

Распределение полусибсовых потомств плюсовых деревьев по запасу показывает, что в испытательных культурах значительный процент составляют семьи с запасом, выше контрольного в 1,5–2 раза.

В результате анализа установлено, что лучше контроля по запасу растет 49,1% семей, причем превышение над контролем на 1–10% имеют 7,3% семей, а более 10–41,8% семей плюсовых деревьев. Следует отметить, что около 2% потомств имеют продуктивность выше контроля в 2,5 раза и более (54/592, 26/603, 76/852, 5/9, 72/191). Данные деревья естественно произрастают в Октябрьском, Светлогорском, Слуцком, Бегомльском и Слонимском лесхозах.

Наиболее продуктивные и отстающие в росте семьи плюсовых деревьев по сравнению с контролем по запасу древесины приведены на рис. 1.

В результате анализа роста и развития семей плюсовых деревьев в испытательных культурах

1968 г. закладки выявлено, что семьи 36 плюсовых деревьев (64% от всех испытываемых) превосходят контроль по запасу древесины на 1 га, в том числе 23% превосходят контроль на 10% и более. Такое довольно большое количество деревьев объясняется относительно высокой сохранностью в семьях плюсовых деревьев по отношению к контролю. Так, у плюсовых деревьев сохранность изменяется от 11 до 78% (в среднем 42%), а среднее значение сохранности среди контрольных вариантов равно 34%.

Наибольшее количество плюсовых деревьев, имеющих хорошие показатели по росту и развитию потомства, произрастают на территории Гомельского и Рогачевского лесхозов. Высокие таксационные показатели потомства у выделенных плюсовых деревьев из этих лесхозов можно объяснить незначительным расстоянием их произрастания и места испытания, так как известно, что в испытываемых условиях местные популяции отличаются хорошим ростом и развитием.

В испытательных культурах сосны обыкновенной 1969 г. проходят проверку генетических свойств 67 плюсовых деревьев из Белорусского и Полесского лесосеменных районов. Белорусский лесосеменной район представлен 42 плюсовыми деревьями, а Полесский – 25.

В результате изучения испытательных культур 1969 г. создания установлено, что в потомстве семей отдельных плюсовых деревьев сохранность колеблется в пределах 22–70%. Особенно высокую сохранность имеют семьи большей части плюсовых деревьев Калинковичского и Гродненского лесхозов.

Абсолютные значения диаметра у потомств плюсовых деревьев изменяются в пределах 14,5–24,5 см, при коэффициенте изменчивости от 11

до 31%. Высота у семей плюсовых деревьев находится в пределах 16,0–20,4 м, при средней на участке 17,9 м. Отдельные семьи плюсовых деревьев способны формировать насаждения в возрасте почти 40 лет с запасом древесины 500 м<sup>3</sup> и более на 1 га.

Анализ показывает, что лучше контроля по запасу стволовой древесины на 1 га растет 56,7% испытываемых потомств, запас стволовой древесины на 1 га выше по сравнению с контролем, при этом превышение над контролем 1–10% имеет лишь 7,5% семей, а у 49,2% семей оно составляет 10% и более.

На участке испытания, заложенного в 1970 г., селекционно-генетическую оценку проходят 125 полусибсовых потомств плюсовых деревьев из 21 лесхоза Белорусского и Полесского лесосеменных районов.

Выявлено, что семьи 42 плюсовых деревьев (33,6% от числа испытываемых) превосходят по запасу контрольные на 10% и более.

Сохранность растений в семьях сильно колеблется и в среднем составляет лишь 28%. Это связано с тем, что на участке отмечены небольшие очаги корневой губки. Биометрические показатели деревьев – средний диаметр и высота – при высоком уровне изменчивости (до 40%) имеют абсолютные значения: 17,9 см и 18,5 м соответственно.

На данном участке испытания значительное количество потомств плюсовых деревьев (15,2%) отстают в росте от контрольных на 50% и более.

Вместе с тем, потомство плюсовых деревьев из Богушевского, Буда-Кошелевского, Волковысского, Осиповичского, Петриковского лесхозов способно формировать насаждения с запасом древесины в 1,5 и более раз выше контрольных вариантов.

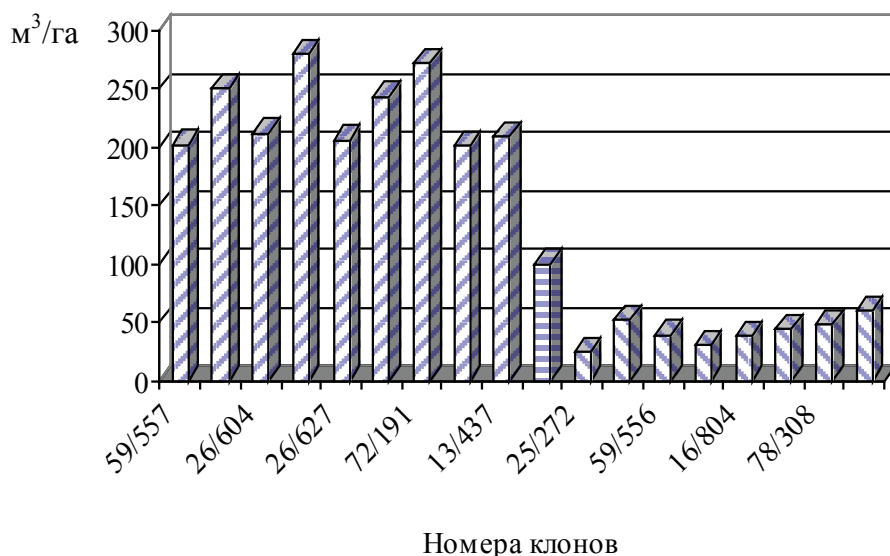


Рис. 1. Запас наиболее быстро растущих и отстающих в росте семей плюсовых деревьев в испытательных культурах 1967 г. создания

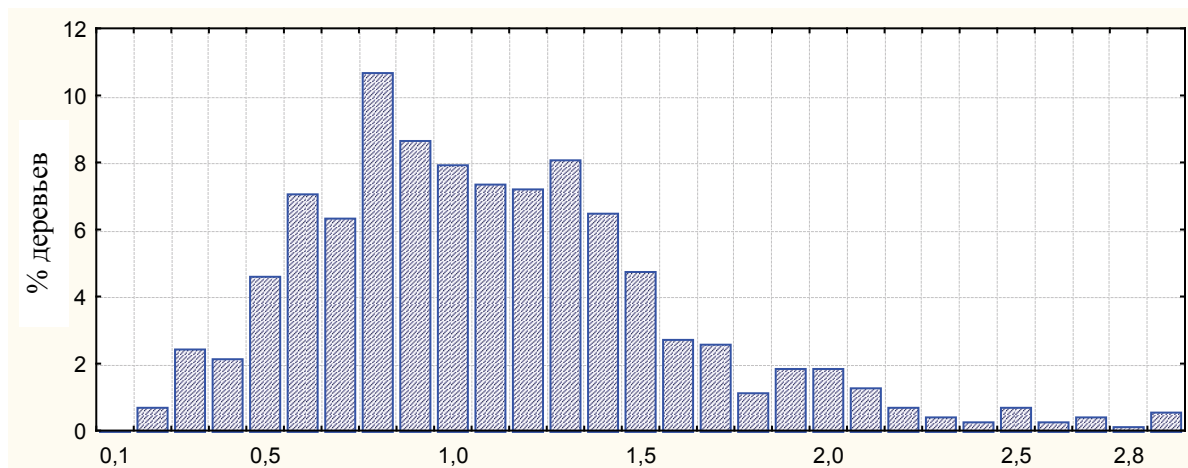


Рис. 2. Распределение семей плюсовых деревьев в испытательных культурах 1966–1971 гг. создания по запасу по относительным ступеням от контроля

### Литература

1. Роне, В. М. Генетический анализ лесных популяций / В. М. Роне. – М.: Наука, 1980. – 160 с.
2. Молотков, П. И. Семеноводство лесных пород / П. И. Молотков, И. Н. Патлай, Н. И. Давыдова. – Киев: Урожай, 1989. – 232 с.
3. Данченко, А. М. Генетико-селекционные основы лесного сортового семеноводства / А. М. Данченко. – Щучинск, 1985. – 105 с.
4. Проказин, Е. П. Сортовое семеноводство хвойных пород / Е. П. Проказин. – М.: ВНИИТЭСХ, 1983. – 84 с.
5. Ненюхин, В. И. Селекционное семеноводство лесообразующих пород / В. И. Ненюхин. – М.: ЦБНТИ, 1983. – 34 с.
6. Ефимов, Ю. П. Организация элитного семеноводства основных лесообразующих пород в Центральной лесостепи РСФСР / Ю. П. Ефимов // Повышение продуктивности, устойчивости и защитной роли лесных экосистем. – Воронеж, 1990. – С. 11–19.
7. Повышение продуктивности лесов на селекционно-генетической основе / В. И. Савченко [и др.]. – Минск.: Ураджай, 1981. – 199 с.
8. Попов, В. Я. К методике отбора наиболее перспективных деревьев сосны для селекционно-семеноводческих целей / В. Я. Попов // Леса Урала и хозяйство в них. – Свердловск, 1976. – С. 187–193.
9. Патлай, И. Н. Проверка наследственных свойств сосны и дуба в опытных культурах / И. Н. Патлай // Состояние и перспективы развития лесной генетики. – Рига, 1974. – С. 85–88.
10. Василевская, Л. С. Селекционно-генетическая оценка насаждений и деревьев главных лесообразующих пород / Л. С. Василевская // Селекция, генетика и семеноводство древесных пород как основа создания высокопродуктивных лесов. – М., 1980. – С. 97–100.
11. Бауманис, И. И. Селекция сосны обыкновенной в Латвийской ССР на повышение быстроты роста и смолопродуктивности: автореф.

... дис. канд. с.-х. наук / И. И. Бауманис. – Рига, 1977. – 21 с.

12. Гусев, С. П. Типы лесосеменных плантаций II-го поколения хвойных пород и особенности их создания на Северо-Западе РСФСР / С. П. Гусев. – Л., 1986. – 39 с.

13. Раманаускас, В. И. Селекция сосны на основе популяционной изменчивости и адаптивной способности: разработка систем селекции древесных пород / В. И. Раманаускас, И. С. Андриушкявичене. – Рига, 1981. – С. 42–44.

14. Долголиков, В. И. Комбинационная способность клонов ели обыкновенной по признаку роста в высоту / В. И. Долголиков // Разработка основ систем селекции древесных пород. – Рига, 1981. – С. 14–17.

15. Молотков, П. И. Стратегия селекции и семеноводства сосны обыкновенной / П. И. Молотков, И. Н. Патлай // Лесная генетика, селекция и физиология растений. – М., 1990. – С. 9–16.

16. Поджарова, З. С. Рекомендации по закладке испытательных культур и архивов клонов главных лесообразующих пород / З. С. Поджарова, А. И. Ковалевич. – Гомель, 1982. – 20 с.

17. Махнев, А. К. Генетико-селекционная оценка испытательных культур сосны обыкновенной и ели сибирской: 1-е Междунар. совещание по сохранению лесных генетических ресурсов в Сибири / А. К. Махнев, А. Е. Лебедев, Н. Е. Уманова. – Барнаул, 2007. – С. 10–15.

18. Генетическая стратегия адаптации и перспективы отбора сосны на интенсивность роста в оптимальных условиях: 1-е Междунар. совещание по сохранению лесных генетических ресурсов в Сибири / В. В. Тараканов [и др.]. – Барнаул, 2007. – С. 22–26.

19. Методика изучения внутривидовой изменчивости древесных пород / А. И. Ирошников [и др.]. – М.: ЦНИИЛГиС, 1973. – 10 с.

20. Мамаев, С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале) / С. А. Мамаев. – М.: Наука, 1973. – 284 с.