

## ОЦЕНКА ГИБРИДНОГО ПОТОМСТВА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕЛЕКЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ

Ребко С.В.

*Белорусский государственный технологический университет  
(г. Минск, Беларусь)*

### ВВЕДЕНИЕ

Основным способом определения генетической ценности селекционного материала является проверка его признаков и свойств по семенному потомству в испытательных культурах. В работах многочисленных авторов отмечается, что на протяжении продолжительного периода испытаний семенное потомство сосны обыкновенной характеризуется неодинаковым ростом в высоту и по диаметру, а также приростом в высоту за вегетационный период, изменяя по этим селекционным показателям свои ранги в динамике.

В настоящее время проблема оценки семенного потомства сосны обыкновенной в испытательных культурах является одной из главных задач в лесной селекции, поскольку в научной литературе до последнего времени остается дискуссионным вопрос о минимальном возрасте, при достижении потомством которого можно проводить оценку по ряду хозяйственных признаков. Так, В.В. Митроченко считает возможным выделение наиболее перспективных семей в испытательных культурах уже в 1-летнем возрасте [1].

По мнению М.В. Рогозина, проведение диагностики быстроты роста сосны обыкновенной представляется возможным при достижении потомством 4-летнего возраста, так как из сохранившейся к этому возрасту части деревьев можно отобрать такие, которые сформируют будущее насаждение. Оставшиеся ненужные деревья автор рекомендует вырубать, поскольку они в последующем окажутся в подчиненной части древостоя [2].

Наблюдая на протяжении длительного периода испытаний за динамикой роста сибсовых и полусибсовых семей сосны обыкновенной, Ю.П. Ефимов указывает на значительные изменения рангов потомств по их высоте. Так, в 1-летнем возрасте превышение высот сибсового потомства над высотами полусибсов в относительных величинах достигает 65–74%, в 3-летнем возрасте – 50%, в 5-летнем – 32%, а к 6–8-летнему возрасту эта величина составляет всего 12–15%. К 10–12-летнему возрасту, по данным автора, не оказалось ни одной семьи полных сибсов, достоверно превышающей полусибсовые семьи одних и тех же клонов по средней высоте. Изучение меняющихся во временной динамике рангов у потомств позволили автору заключить, что до 6–7-летнего возраста не представляется возможным провести их оценку по показателям роста [3]. К аналогичному мнению приходит А.В. Чудный. По результатам его исследований, минимальный возраст, с которого можно проводить предварительную оценку потомств сосны обыкновенной, должен составлять не менее 10 лет [4].

На существующие различия в характере роста потомств сосны обыкновенной указывают Р.Г. Шверножук и Ю.А. Ломовских. Проведенные ими исследования показали, что в 5-летнем возрасте поставленное на испытание полусибсовое потомство характеризуется более интенсивным ростом в высоту по сравнению с контролем. Однако дальнейшие наблюдения за динамикой его роста показали, что уже к возрасту 10 лет наблюдается постепенное выравнивание показателей роста сравниваемых групп. В связи с этим авторы считают недостаточным для получения надежных оценок по селективируемым признакам 10-летний период испытаний и рекомендуют проводить изучение роста потомств в более позднем возрасте [5].

К аналогичным выводам приходят А.И. Видякин, Е.Ю. Хорькова и Т.П. Клабукова. Авторами установлено, что с увеличением возраста потомств сосны обыкновенной наблюдается увеличение достоверных межсезонных различий по показателям роста. Именно поэтому первую оценку семей в испытательных культурах авторы рекомендуют проводить после завершения начального этапа формирования насаждений, примерно в возрасте 22–25 лет [6].

Таким образом, анализ литературных источников показывает, что изучение роста потомств сосны обыкновенной в испытательных культурах на протяжении длительного периода их испытаний является необходимым для выделения среди них наиболее перспективных и ценных в селекционном отношении, поскольку поставленные на испытание семьи характеризуются неодинаковым ростом в высоту и по диаметру в различном возрасте.

Целью нашей работы является оценка поставленного на испытание семенного потомства гибридно-семенной плантации сосны обыкновенной Негорьского УОЛ по наиболее ценным селективируемым признакам.

## МЕТОДИКА И ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении оценки гибридного потомства сосны обыкновенной в испытательных культурах нами за основу взята методика, разработанная В.М. Роне и др. [7]. Она предусматривает оценку роста потомств по совокупности изменяющихся на протяжении определенного периода выращивания селективируемых признаков с использованием селекционных индексов. Индекс селекционной оценки авторы рекомендуют находить по следующей формуле:

$$I = a_1 \times I_1 + a_2 \times I_2 + a_3 \times I_3 \dots + \dots + a_n \times I_n,$$

где  $I$  – индекс селекционной оценки;  $a_1, a_2, a_3, a_n$  – принимаемые селекционером коэффициенты значимости селекционных признаков;  $I_1, I_2, I_3, I_n$  – значения индексов принятых для расчета селекционных признаков.

Главным преимуществом данной методики является то, что селекционеру представляется возможным включить в оценку потомств необходимое число селекционных признаков, а также характер их возрастных изменений.

При оценке потомств сосны обыкновенной гибридной формы в качестве наиболее ценных признаков нами выбраны следующие: общая высота семей, прирост растений в высоту за вегетационный период и диаметр корневой шейки потомств. По каждому селекционному признаку сосны обыкновенной расчет индекса ведется отдельно.

В таблице 1 приводится оценка семенных потомств сосны обыкновенной по их средней высоте в возрасте 2, 3, 4 и 5 лет. Для расчета индекса потомств по высоте ( $I_I$ ) необходимо рассчитать стандартизированное отклонение каждого потомства от средней высоты всех потомств в различном возрасте ( $S/s$ ) и среднее отклонение по всем возрастам оценки ( $S_1/s_1, S_2/s_2, S_3/s_3, S_4/s_4$ ).

Для примера приводим расчет этих показателей для семенного потомства № 1–3 в 2-летнем возрасте:

$$S_I = 24,9 - 26,8 = -1,9 \text{ см}; s_I = [(1/(n-1)) \times (\sum x_i \times x_i - (\sum x_i)^2/n)]^{0,5},$$

где  $n$  – количество испытываемых семей;  $x_i$  – отдельные значения высот у испытываемых потомств в 1-летнем возрасте. Применяв данную формулу, получим:

$$s_I = [(1/(16-1)) \times (13969,76 - 217902,24/16)]^{0,5} = 4,84 \text{ см.}$$

Стандартизированное отклонение потомства № 1–3 равно:

$$S_I/s_I = -1,9/4,84 = -0,39.$$

Аналогичным образом ведется расчет и по остальным потомствам в конкретном их возрасте. В конечном итоге получаем значения средних отклонений, в результате ранжирования которых и получаем определенный порядок потомств по данному селекционному признаку. Наилучшими показателями роста в высоту за первые 4 года испытаний характеризуется семенное потомство № 3–5, 2–2, 2–6, 2–7, 3–3. При наблюдении за ростом растений в испытательных культурах нами было замечено, что ряд семенных потомств по годам исследований характеризуется неодинаковым приростом в высоту. В связи с этим нами также произведена оценка потомств по приросту в высоту за вегетационный период. Результаты расчетов приводятся в таблице 2.

Статистической обработкой экспериментального материала установлено, что темпы прироста потомств в высоту за 4-летний период испытаний удовлетворительно описываются регрессионным уравнением вида  $y = b_0 + b_1 \times x$ . Например, для семенного потомства № 1–3 нахождение коэффициентов регрессионного уравнения производится следующим образом:

$$y = [(24,9 + 59,0 + 83,4 + 129,9)/4] = 74,30; x = [(1 + 2 + 3 + 4)/4] = 2,5;$$

$$b_1 = [(\sum x y) - (\sum x \sum y)/n] / [(\sum x^2) - (\sum x)^2/n] = [(1 \times 24,9 + 2 \times 59,0 + 3 \times 83,4 + 4 \times 129,9) - (1 + 2 + 3 + 4) \times (24,9 + 59,0 + 83,4 + 129,9)/4] / [(1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2) - ((1 + 2 + 3 + 4)^2/4)] = 33,94.$$

Таблица 1 - Индекс семенных потомств сосны обыкновенной гибридной формы по их средней высоте в различном возрасте ( $I_j$ )

Номер семенного потомства	Высота потомств в различном возрасте, см				Стандартизированное отклонение по возрастам				Среднее отклонение	Ранг индекса потомств по средней высоте ( $I_j$ )
	2	3	4	5	2	3	4	5		
1-3	24,9	59,0	83,4	129,9	-0,39	0,59	-0,14	0,58	0,16	8
1-6	27,4	55,7	84,8	130,4	0,12	-0,16	0,02	0,61	0,15	9
1-8	26,1	52,8	81,2	131,2	-0,14	-0,82	-0,39	0,68	-0,17	10
2-2	30,6	65,2	94,5	145,7	0,79	2,01	1,13	1,80	1,43	2
2-6	31,6	60,5	93,1	143,1	0,99	0,94	0,97	1,60	1,12	3
2-7	33,9	58,7	90,1	145,8	1,47	0,52	0,63	1,81	1,11	4
3-3	28,6	59,9	89,8	130,5	0,37	0,80	0,59	0,62	0,60	5
3-5	40,5	60,0	99,4	155,3	2,83	0,82	1,68	2,55	1,97	1
4-1	33,0	51,1	86,0	128,4	1,28	-1,21	0,16	0,46	0,17	7
4-12	20,9	59,4	82,9	133,0	-1,22	0,68	-0,19	0,82	0,02	11
5-1	23,0	55,9	79,5	124,4	-0,79	-0,11	-0,58	0,15	-0,33	13
6-1	26,6	53,8	63,6	109,9	-0,04	-0,59	-2,39	-0,98	-1,00	15
6-3	29,7	55,0	79,9	121,6	0,60	-0,32	-0,53	-0,07	-0,08	12
6-7	28,3	47,9	70,6	111,6	0,31	-1,94	-1,59	-0,85	-1,02	16
7-8	27,2	51,4	81,9	113,2	0,08	-1,14	-0,31	-0,72	-0,52	14
10-5	34,5	56,4	86,8	124,6	1,59	0,00	0,25	0,16	0,50	6
Среднее	26,8	56,4	84,6	122,5	-	-	-	-	-	-

Подставив полученные путем расчетов коэффициенты в формулу уравнения, получим  $b_0 = y - b_1 \times x = 74,30 - 33,94 \times 2,5 = -10,55$ . Темп прироста  $\Delta$  потомств определяется отклонением  $(b_{0\Delta} - b_0)/s$ , где  $b_{0\Delta}$  - среднее значение  $b_0$  по опыту;  $s$  - стандартизированное отклонение  $b_0$  по опыту. Аналогичным образом производится расчет и для остальных семенных потомств.

Таким образом, результаты расчетов оценки семенного потомства по приросту в высоту позволяют сделать вывод, что высокий ранг потомства по средней высоте не всегда соответствует такому же значению ранга по темпам прироста за вегетационный период. Например, семенное потомство № 6-1 имеет по высоте ранг 15, а по темпу прироста потомство занимает ранг под номером 2. Просуммировав отклонения этого семенного потомства по высоте и приросту, получим, что потомство ранг под номером 5.

Таблица 2 - Регрессия средних высот семенных потомств сосны обыкновенной в различном возрасте и оценка темпов прироста в высоту ( $I_2$ )

Номер семенного потомства	Уравнение регрессии $y = b_0 + b_1 x$	$b_{0a} - b_0$	$(b_{0r} - b_0) / s$	Ранг индекса потомств по приросту в высоту ( $I_2$ )	Сумма рангов потомств по средней высоте и приросту в высоту ( $I = I_1 + I_2$ )	Общий ранг потомств по высоте и приросту в высоту
1-3	-10,55+33,94xx	-3,0	-0,67	13	-0,51	13
1-6	-9,95+33,81xx	-2,4	-0,54	12	-0,39	12
1-8	-13,10+34,37xx	-5,5	-1,25	15	-1,42	15
2-2	-9,65+37,46xx	-2,1	-0,47	9	0,96	3
2-6	-9,70+36,71xx	-2,1	-0,48	11	0,64	7
2-7	-9,65+36,71xx	-2,1	-0,47	10	0,64	6
3-3	-6,70+33,56xx	0,9	0,20	7	0,80	5
3-5	-7,15+38,38xx	0,4	0,10	8	2,07	2
4-1	-5,65+32,11xx	1,9	0,43	6	0,60	8
4-12	-15,90+35,98xx	-8,3	-1,88	16	-1,86	16
5-1	-11,25+32,78xx	-3,7	-0,83	14	-1,16	14
6-1	-1,45+25,97xx	6,1	1,38	2	-0,38	11
6-3	-3,60+30,06xx	4,0	0,90	4	0,82	4
6-7	-3,55+27,26xx	4,0	0,91	3	-0,11	10
7-8	-3,70+28,85xx	3,9	0,87	5	0,35	9
10-5	0,40+30,07xx	8,0	1,80	1	2,30	1

Расчеты по диаметру корневой шейки семенных потомств аналогичны вычислениям по высоте и представлены в таблице 3. Анализ данной таблицы позволяет заключить, что на протяжении 4 лет испытания наибольший диаметр корневой шейки характерен для потомств № 3-5, 2-2, 2-7, 2-6, 10-5, т.е. это практически те семьи, которые отличаются наилучшим ростом в высоту.

Таблица 3 - Индекс семенных потомств сосны обыкновенной гибридной формы по среднему диаметру корневой шейки в различном возрасте ( $I_3$ )

Номер семенного потомства	Диаметр корневой шейки потомств в различном возрасте, мм				Стандартизированное отклонение по возрастам				Среднее отклонение	Ранг индекса потомств по диаметру корневой шейки ( $I_3$ )
	2	3	4	5	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-3	7,0	14,7	23,2	39,4	-0,14	0,88	-0,13	-0,03	0,14	7
1-6	6,7	11,9	22,1	35,0	-0,35	-1,02	-0,37	-0,78	-0,63	12
1-8	6,7	12,8	22,8	38,5	-0,35	-0,41	-0,22	-0,19	-0,29	9
2-2	8,9	15,6	29,8	45,9	1,20	1,50	1,31	1,07	1,27	2
2-6	7,8	13,9	28,8	44,4	0,42	0,34	1,09	0,81	0,67	4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2-7	7,5	15,4	30,7	47,9	0,21	1,36	1,51	1,40	1,12	3
3-3	8,8	12,5	20,7	33,1	1,13	-0,61	-0,68	-1,10	-0,32	11
3-5	11,1	15,5	33,9	48,7	2,75	1,43	2,21	1,54	1,98	1
4-1	9,1	12,5	26,0	39,1	1,34	-0,61	0,48	-0,08	0,28	6
4-12	5,1	11,9	20,7	35,4	-1,48	-1,02	-0,68	-0,71	-0,97	16
5-1	7,2	12,8	23,2	38,1	0,00	-0,41	-0,13	-0,25	-0,20	8
6-1	7,2	12,5	17,1	29,3	0,00	-0,61	-1,46	-1,74	-0,95	14
6-3	6,6	11,5	20,9	31,1	-0,42	-1,29	-0,63	-1,44	-0,95	15
6-7	8,5	12,5	21,6	33,3	0,92	-0,61	-0,48	-1,07	-0,31	10
7-8	6,1	13,0	20,4	33,7	-0,77	-0,27	-0,74	-1,00	-0,70	13
10-5	7,5	15,6	26,8	39,4	0,21	1,50	0,66	-0,03	0,58	5
Сред- нее	7,2	13,4	23,8	39,6	-	-	-	-	-	-

Ранее нами указывалось, что преимуществом данной методики является возможность использования селекционером при оценке потомств важных хозяйственно-ценных признаков. В таблице 4 нами приведен суммарный ранг семенных потомств по высоте, приросту в высоту и диаметру корневой шейки, рассчитанный на основании ранжирования отклонений по этим признакам. В результате расчетов средних рангов семенных потомств с учетом всех учитываемых селекционных признаков оказалось, что наилучшим общим ростом обладают потомства № 3-5, 2-2, 2-7, 10-5 и 2-6.

Кроме того, с использованием коэффициентов  $a_1$ ,  $a_2$  и  $a_3$ , отражающих значимость для селекционера селекционных признаков, можно увеличивать значения селекционных индексов. Например, если ведется селекция на быстроту роста потомств, то целесообразно при оценке придавать большее значение индексам роста и темпа прироста потомств, увеличивая стоящие перед ними коэффициенты  $a_1$  и  $a_2$ . В таблице 4 указаны рассчитанные значения с учетом указанных коэффициентов. Например, если мы акцентируем большее внимание на высоте деревьев, то лучшими здесь являются потомства № 3-5 и 2-2 с индексами 11 и 15.

Однако если селекция ведется по показателю прироста потомств в высоту за вегетационный период, то в данном случае на первый план выходят семенные потомства № 10-5 и 3-5 с индексами соответственно 13 и 18, а для семенного потомства № 2-2 индекс селекционной оценки по исследуемому показателю занимает 3-е место и равен 22.

Таким образом, в результате проведенной оценки гибридного потомства сосны обыкновенной с использованием селекционных индексов выделены наиболее перспективные семьи, отличающиеся наилучшими показателями роста. К ним относятся семенные потомства № 3-5, 2-2, 2-7, 10-5 и 2-6.

Таблица 4 - Суммарный ранг семенного потомства сосны обыкновенной по всем учитываемым признакам с учетом их коэффициентов значимости

Номер семенного потомства	Ранг семенных потомств				Индекс селекционной оценки потомств $I = a_1 \times I_1 + a_2 \times I_2 + a_3 \times I_3$			
	по высоте $I_1$	по приросту в высоту $I_2$	по диаметру корневой шейки $I_3$	общий $I_4$	$a_1 = 1;$ $a_2 = 1;$ $a_3 = 1$	$a_1 = 2;$ $a_2 = 1;$ $a_3 = 1$	$a_1 = 1;$ $a_2 = 2;$ $a_3 = 1$	$a_1 = 1;$ $a_2 = 1;$ $a_3 = 2$
1-3	8	13	7	8	28	36	41	35
1-6	9	12	12	14	33	42	45	45
1-8	10	15	9	13	34	44	49	43
2-2	2	9	2	2	13	15	22	15
2-6	3	11	4	5	18	21	29	22
2-7	4	10	3	3	17	21	27	20
3-3	5	7	11	7	23	28	30	34
3-5	1	8	1	1	10	11	18	11
4-1	7	6	6	6	19	26	25	25
4-12	11	16	16	16	43	54	59	59
5-1	13	14	8	15	35	48	49	43
6-1	15	2	14	12	31	46	33	45
6-3	12	4	15	9	31	43	35	46
6-7	16	3	10	11	29	45	32	39
7-8	14	5	13	10	32	46	47	45
10-5	6	1	5	4	12	18	13	17

## ЛИТЕРАТУРА

1. Митроченко, В.В. Комбинационная способность клонов сосны обыкновенной по признаку роста в высоту / В.В. Митроченко // Лесоводство и агролесомелиорация: Респ. темат. межвед. сборник / Укр. ордена «Знака Почета» НИИ лесн. хоз-ва и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого; П.С. Пастернак (отв. ред.). – Киев: Урожай, 1984. – Вып. 69: Селекция, лесные культуры и защитное лесоразведение. – С. 69–70.
2. Рогозин, М.В. Ранняя диагностика быстроты роста сосны обыкновенной в культурах / М.В. Рогозин // Лесоведение. – 1983. – № 2. – С. 66–72.
3. Ефимов, Ю.П. Рост семенного потомства, полученного от контролируемого переопыления клонов / Ю.П. Ефимов // Гибридизация лесных древесных пород: сб. науч. тр. / ЦНИИЛГиС; под ред. А.П. Царева (отв. ред.) [и др.]. – Воронеж, 1988. – С. 14–22.
4. Чудный, А.В. О сроках испытания потомства деревьев сосны обыкновенной в селекционно-семеноводческих целях / А.В. Чудный // Исследования по лесному семеноводству и выращиванию посадочного материала хвойных пород. – М., 1983. – С. 3–8.

5. Шверножук, Р.Г. Изучение биоэлектрических реакций на внешние воздействия у полусибсов плюсовых деревьев сосны различного географического происхождения в связи с оценкой адаптивных признаков / Р.Г. Шверножук, Ю.А. Ломовских // Генетические основы лесной селекции и семеноводства: сб. науч. тр. / ЦНИИЛГиС; под ред. П.В. Ковалева (гл. ред.) [и др.]. – Воронеж, 1982. – С. 60–66.

6. Видякин, А.И. Результаты предварительной оценки плюсовых деревьев сосны и ели в испытательных культурах Вятского лесосеменного района / А.И. Видякин, Е.Ю. Хорькова, Т.П. Клабукова // Лесохоз. инф. – 2002. – № 6. – С. 41–42.

7. Индекс селекционной оценки потомств / В.М. Роне [и др.]. // Методические рекомендации и указания для лесного хозяйства: сб. науч. тр. / Гос. ком. лес. хоз-ва Совмина СССР, Лит. НИИ лес. хоз-ва, Лат. НИИ лесохоз. проблем, Эст. НИИ лес. хоз-ва и охр. природы, БелНИИЛХ; под ред. Л.А. Кайрюкштиса (пред.) [и др.]. – Вильнюс: Мокслас, 1979. – Вып. IV. – С. 14–16.

---

УДК 630\*232.411.6

## ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ КУЛЬТУР ЛИСТВЕННИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ НА ВЫРУБКАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЕЁ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ

Решетников В. Ф., Лопес Е. Н

ГЛХУ «Жорновская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси»  
(г. Осиповичи, Беларусь)

### ВВЕДЕНИЕ

Лиственница европейская в настоящее время пользуется повышенным интересом как порода, отличающаяся долговечностью, быстрым ростом, устойчивостью против пожаров, повреждений грибками и насекомыми, ветро- и почвозащитными, а также водоохранными свойствами. Кроме того, она даёт древесину высокого качества, которая по своим физико-механическим свойствам является наиболее ценной из всех наших хвойных пород и может с успехом заменить дуб и ясень.

Быстрый рост лиственницы, высокая продуктивность естественных и особенно искусственных лиственничных лесов отмечены многими исследователями и производственниками [1 - 7]. В настоящее время широкое внедрение лиственницы в лесокультурное производство сдерживается острым дефицитом посадочного материала, однако в его качестве можно использовать естественное возобновление лиственницы, источником которого могут