

УДК 630\*165.6

*Е. В. Прохорова, Э. П. Лебедева, Л. С. Мошкина*

## ОЦЕНКА РОСТА И СЕМЕНОШЕНИЯ КЛОНОВЫХ ПОТОМСТВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА КОЛЛЕКЦИОННО-МАТОЧНОМ УЧАСТКЕ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

*Представлены результаты анализа роста клонов по высоте, приростам высоты, окружности стволика, а также анализ параметров шишек, средней массы шишек и массы 1000 штук семян. Делается вывод о возможности оценки плюсовых деревьев сосны по их клоновому потомству.*

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, клоновые потомства, рост, масса шишек и семян.

**Введение.** В 2004 году Государственная Дума Российской Федерации ратифицировала договор о присоединении России к Киотскому протоколу. Таким образом, в России продекларирована стратегия устойчивого управления лесами на основе рационального неистощительного и многоцелевого лесопользования. Однако лесной фонд России в освоенных районах продолжает интенсивно вырубаться, что приводит к отрицательной селекции, истощению лучшего генофонда лесов. Естественное возобновление не всегда способствует повышению продуктивности и сохранению генетического биоразнообразия из-за частого вегетативного возобновления лиственных насаждений и смены хвойных древостоев лиственными.

Повышение продуктивности и качества искусственно создаваемых лесов невозможно без использования генетически ценных семян. Получение таких семян возможно только на объектах единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК), созданных для каждого лесосеменного района с учетом эдафического и типологического происхождения исходного материала. Создание ЕГСК и на его основе постоянной лесосеменной базы является, во-первых, необходимым звеном сохранения генофонда главных лесообразующих пород соответствующего региона сосны, ели, дуба, а, во-вторых, предпосылкой для дальнейшего увеличения генетического биоразнообразия [1].

В 70–80-х годах в Республике Марий Эл (РМЭ) был заложен фундамент ЕГСК: отобраны плюсовые деревья и древостои, постоянные лесосеменные участки, лесосеменные плантации I порядка, испытательные и географические культуры.

**Цель работы** – провести анализ и оценку созданных объектов и на основе этого разработать стратегию создания и формирования объектов ЕГСК в республике.

**Методика и объекты.** Объектом исследования служил коллекционно-маточный участок (КМУ) сосны обыкновенной, заложенный в 1994 году на площади 6,4 га в Бушковском лесничестве Сернурского лесхоза.

КМУ был создан путем посадки привитых саженцев плюсовых деревьев. Каждое плюсовое дерево на участке представлено тридцатью прививками размещением 5x5 м. На КМУ было обследовано и измерено 32 клона. У пяти рамет каждого из 32 клонов, т.е. у 160 деревьев, были измерены такие показатели, как высота, приросты по высоте, окружность, диаметр кроны в ряду и между рядами.

В 2005 году осуществлен сбор шишек с 69 клонов в количестве от 7 до 47 штук с каждого, в среднем 30–35 штук. Измерены длина и ширина каждой шишки, всего

проведено 4424 измерения, определена средняя масса шишки по клонам, масса 1000 штук семян.

Все полученные данные обрабатывались методами вариационной статистики в среде Microsoft Excel, с применением программы «Анализ данных». Вычислялись следующие показатели: среднее значение признака, ошибка среднего, среднее квадратическое отклонение, коэффициент изменчивости, показатель точности, коэффициент достоверности среднего, коэффициенты корреляции и коэффициент ранговой корреляции Спирмэна.

Для изучения клоновой принадлежности на рост и развитие кроны применялся дисперсионный анализ.

**Обсуждение результатов.** Рост и семеношение клонов сосны на КМУ. Анализ роста клонов сосны. В республике отобрано достаточно много плюсовых деревьев и их клоновое потомство используется для создания лесосеменных плантаций, архивов клонов и коллекционно-маточных участков. Генетическую ценность плюсовых деревьев невозможно оценить в силу отсутствия в полном объеме испытательных культур. Поэтому первоначальное представление о ценности генофонда плюсовых деревьев может дать анализ роста и семеношения клоновых потомств на лесосеменных плантациях I порядка и коллекционно-маточных участках.

Анализ роста показал, что высота 10-летних клоновых потомств сосны составляет 4,1 м (табл.1).

Т а б л и ц а 1

Статистические показатели роста клоновых потомств сосны на КМУ

Показатели	$\bar{X}$	$S_x$	$\sigma$	$V, \%$	$P_x$	$min$	$max$
Высота, м	4,10	0,05	0,48	11,84	5,29	2,10	5,70
Окружность, см	21,20	0,36	3,22	15,45	6,91	17,09	25,2
Диаметр кроны в ряду, м	2,06	0,05	0,52	27,15	8,37	3,86	5,12
Диаметр кроны между рядами, м	2,16	0,05	0,36	16,72	7,17	1,70	2,59

Максимальная высота – 5,7 м, минимальная – 2,1 м. Высота в зависимости от клона варьирует от 5,0 до 2,7 м, разница у клонов составляет 2,3 м. Самый высокий клон в 1,8 раза выше самого низкого. Четыре самых высоких клона (с высотой 4,7–5,0) достоверно (на разных уровнях значимости) превышают среднюю высоту (172, 272, 245, 180). Доля таких клонов составляет 12,5 %. Клоны достоверно более низкие по сравнению со средней (182, 193, 148, 266, 198) имеют высоту 2,7–3,7 м, их доля составляет 18,8 %. Все остальные клоны с высотой от 3,8 до 4,5 м, достоверно от средней не отличаются, их доля – 68,3 %. Таким образом, выделяем три группы клонов по высоте: высокие (172, 272, 245, 180), со средней высотой (171, 154, 184, 179, 243, 229, 112, 192, 181, 226, 146, 199, 251, 156, 114, 60, 157, 210, 257, 206, 255, 61), низкие клоны (182, 193, 274, 148, 266, 198).

О достоверном влиянии клона на высоту можно судить по результатам однофакторного дисперсионного анализа, где в качестве факторов, влияющих на высоту, были взяты клоны. Доля влияния клона, обуславливающая изменчивость высоты, составляет 43 %.

Другими факторами, обуславливающими рост клонов, могут быть: влияние подвоев, почвенные и погодные условия, неодинаковая реакция клонов на равные условия.

Следующий показатель роста – диаметр растения, в данном случае – окружность стволика на высоте 1,3 м. Средняя окружность стволика – 21,2 см.

Так же, как и по высоте, можно выделить клоны, которые имеют окружность больше средней, и клоны с окружностью меньше общей средней окружности. В первую группу вошли клоны 184, 272, 172, 114, из них два (172, 272) вошли в группу самых высоких, а 184, 114 – в группу средних по высоте. В группу с окружностью меньшей, чем средняя, вошли 61, 255, 146, 193, 274, 266, 198, из этой группы 274, 266, 198 вошли в группу самых низких клонов.

Эти данные говорят о том, что между этими важнейшими показателями, характеризующими рост, существует взаимосвязь. О высокой степени корреляции этих двух показателей свидетельствует коэффициент ранговой корреляции Спирмэна –  $r_s=0,78$ , достоверный при уровне значимости 0,01 ( $r_{s \text{ табличный}} = 0,45$ ).

Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил зависимость изменчивости окружности от принадлежности его к клону, доля влияния этого фактора составляет 54 %.

При высокой степени обусловленности роста клонов индивидуальными особенностями плюсовых деревьев окружающие условия, в том числе погодные, оказывают существенное влияние на рост, выражаемый через текущий и годичный приросты.

Приросты высоты по годам изменяются, но каждый клон реагирует на меняющиеся погодные условия по-разному. Выделяются клоны, у которых ежегодно независимо от погодных условий образуются высокие приросты, у других клонов высокие приросты образуются только в годы с оптимальными погодными условиями, а некоторые клоны во все годы образуют низкие приросты. В группу клонов с большими и самыми низкими приростами входят не всегда одни и те же клоны. Например, среди группы с высокими приростами только один клон – 172 за все годы входил в эту группу, 272 и 245 клоны в трех из пяти лет имеют стабильно высокий прирост, а клоны 146, 243, 180, 228 – два раза из пяти входят в группу с высокими приростами, клоны 193, 184, 255, 171, 179, 181 – один раз. В группу с минимальными приростами в течение всех пяти лет входит клон 198, три раза из пяти – клоны 266, 274, 257, клоны 148, 210 – два раза, клоны – 154, 156, 61, 112, 243 – по одному разу входят в группу клонов с худшими приростами. Эти данные говорят о том, что клоны имеют неодинаковую реакцию на меняющиеся погодные условия.

По исследованиям М. М. Котова [2], на фоне общей закономерности роста наблюдается годичная изменчивость прироста у отдельных деревьев. Уровень изменчивости зависит от вида растений, фазы онтогенеза, индивидуальности деревьев и условий среды. Изменяющиеся темпы роста обуславливают определенную ритмику, по которой деревья одной и той же популяции существенно отличаются.

Неодинаковая ритмика роста в значительной степени определяет дифференциацию и продуктивность на том или ином этапе развития. На основе анализа внутривидового разнообразия типов деревьев по характеру изменчивости темпов роста был разработан метод оценки по относительным приростам. По мнению М. М. Котова, абсолютная величина прироста не может иметь решающего значения, так как отбираемые растения в момент отбора могут быть на разной стадии общего объема текущего прироста, поэтому методика отбора по относительному приросту предусматривает принимать средний годовой прирост всех обследуемых деревьев за 100 %, выражая годичный прирост каждого дерева в процентах от среднегодового. По формированию годичного прироста высоты как комплексного показателя реакции деревьев на измене-

ния погодных условий выделяются разные типы особей: с высокими темпами роста, независимо от погодных условий; средним ростом в засушливые и быстрым ростом во влажные годы и, наоборот, со слабым ростом во все годы.

Таким образом, приняв за 100 % общие средние приросты в высоту за последние пять лет, можно выделить клоны, имеющие стабильно высокий (выше среднего, больше 100 %) прирост в высоту (172, 272, 245 клоны), клоны, имеющие низкий прирост в высоту в течение пяти лет (266, 198, 257), и клоны, прирост которых за все пять лет нестабилен (192, 184, 206) (табл.2).

Таблица 2

## Различия клонов по относительным приростам в высоту за последние 5 лет

№ клона	2004		2003		2002		2001		2000	
	см	%								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
181	88,6	116	72,2	105	66,2	107	60,6	111	35	85
229	88	115	78,2	114	65,2	106	57,8	106	39,4	96
243	84,8	111	73,4	107	69	112	48,4	88	30,8	75
180	84,4	110	76,8	112	65,6	106	50	91	32,8	80
172	83,2	109	80,4	117	73,8	119	78,6	144	59,2	144
272	80,8	106	72,2	105	72,8	118	77,2	141	55,8	136
154	80,8	106	70,6	103	55,8	90	40,6	74	33	80
245	80	105	79,8	116	69	112	64,2	117	50,8	124
171	80,6	105	76,2	111	67,8	110	61,2	112	41,2	100
60	80	105	73,8	108	65,8	106	44	80	47,2	115
251	80,4	105	72	105	62	100	48,2	88	35	85
210	79,4	104	58,6	85	53,4	86	44	80	33,4	81
206	78,6	103	66,4	97	59,4	96	58,8	107	38,6	94
157	79	103	62,4	91	60,8	98	55,6	102	42	102
148	77,8	102	70,8	103	61	99	39,2	72	25,8	63
226	77	101	70,4	103	67	108	62,8	115	40,4	99
182	77,6	101	68,4	100	57,8	94	44,6	82	40	98
114	77,4	101	63,4	92	60,4	98	50,4	92	33,2	81
179	76,8	100	75,4	110	73,4	119	56	102	32,8	80
156	76,4	100	70,2	102	57,4	93	38	69	32,6	80
146	75,6	99	72,6	106	70,8	115	61,6	113	57,2	140
193	73,8	96	65,6	96	57,8	94	46,6	85	54,4	133
257	73,4	96	53,2	78	46,6	75	47,8	87	31,8	78
192	72,4	95	64,2	94	59,8	97	63,4	116	49,8	121
184	70,2	92	72,4	106	64,2	104	64,6	118	39	95
199	70,6	92	61	89	59,2	96	62	113	44	107
255	67	88	67,6	99	61	99	65	119	46,6	114
112	66,6	87	60	87	53,4	86	52,8	97	43,6	106
274	64,8	85	58	85	51,6	83	47	86	37,2	91
61	63,6	83	64	93	60	97	58,4	107	50	122
266	60,4	79	55,2	80	47,6	77	45,4	83	38	93
198	57,6	75	43,4	63	33,4	54	31,8	58	27,8	68
среднее	76,5	100	68,6	100	61,8	100	54,7	100	41	100

Если рассмотреть рейтинги по высоте и относительным приростам, то получается следующая закономерность: все самые высокие клоны, занимающие 1,2,3,4,5 места, –

за все пять лет имеют относительные приросты более 100 %, и наоборот, 31 и 32 места по рейтингу высоты имеют клоны, у которых приросты за все пять лет ниже 100 %. В первые 10 мест по рейтингу высоты вошли растения, относительные приросты которых не менее чем за три года были выше 100 %.

Таким образом, отбор по относительным приростам может позволить выделить те клоны, которые благодаря стабильно высоким годичным приростам занимают наиболее высокие рейтинги по высоте, и так как характер роста признак наследуемый, то эти клоны целесообразно использовать при создании лесосеменных плантаций. А клоны со стабильно низкими приростами – исключить из селекционного процесса.

Для целей семеноводства при создании лесосеменных плантаций следует использовать клоновые потомства тех плюсовых деревьев, которые прошли оценку по семенному потомству в испытательных культурах, по клоновому потомству на архивах клонов, маточно-коллекционных участках и лесосеменных плантациях первого порядка. По результатам оценки 32 клонов на КМУ для создания плантаций повышенной генетической ценности следует использовать клоны, вошедшие в 1 группу по высоте, со стабильными высокими (превышающие 100 %) относительными приростами: 172, 272, 245, 180.

Клоны, вошедшие в группу растений с высотой достоверно меньше средней, имеющие стабильно низкие относительные приросты высоты (менее 100% за весь период), нецелесообразно использовать в семеноводческих целях до тех пор, пока они не пройдут оценку в испытательных культурах.

**Морфометрические показатели шишек, масса шишек и семян на КМУ сосен.** На коллекционно-маточном участке были собраны шишки отдельно по клонам, от 7 до 47 шишек с одного клона. Шишки, собранные с разных клонов, отличаются по морфометрическим показателям.

Длина шишек варьирует от 3,1 до 5,2 см. Коэффициент вариации внутри клонов составляет от 5,3 до 17,1 %, то есть изменчивость варьирует от слабой до значительной. У большинства клонов изменчивость умеренная (47 клонов), у 18 клонов – значительная, у четырех – слабая. Эта изменчивость метамерная, то есть она обусловлена различиями нахождения шишек в кроне: южная, северная, восточная, западная стороны; верхняя, средняя, нижняя часть кроны. Клоны по длине шишек можно разбить на три группы: длинные, средние, короткие. В группу длинных относятся клоны, длина шишек которых достоверно больше средней величины ( $t_d \geq 2,8$ ), в группу средних вошли клоны, длина шишек у которых достоверно не отличается от средней, и в группу коротких вошли клоны, у которых длина шишек достоверно меньше средней величины ( $t_d \leq 2,8$ ).

В группу длинных вошли 20 клонов, в группу средних – 28, в группу коротких – 21 клон.

Ширина шишек изменяется от 1,6 до 2,7 см. Изменчивость этого признака варьирует от 5,2 до 20,0%, то есть от слабой до умеренной.

Коэффициенты корреляции, вычисленные между длиной и шириной шишек по клонам, показывают, что связь между этими двумя показателями изменяется от 0,12 до 0,96, то есть от слабой до очень высокой, в целом по КМУ характер связи значительный (0,66). Следовательно, эти два показателя тесно взаимосвязаны между собой.

Размеры шишек, разделение шишек по группам длины и ширины имеют практическое значение, потому что по литературным данным [3–8] размеры шишек коррелируют с массой шишек, а, следовательно, с урожаем семян. Масса одной шишки по клонам варьирует от 2,8 до 14,4 г, в среднем по КМУ составляет 9,5 г.

Коэффициент корреляции между длиной шишек и массой шишки равен 0,74, а между шириной шишек и массой шишки – 0,81, то есть связь между этими показателями высокая. Коэффициент ранговой корреляции Спирмэна ( $r_s$ ) между длиной шишки и массой шишки равен 0,75, а между шириной шишки и массой шишки 0,87. Причем ширина шишки влияет на массу шишки больше, чем длина.

Клоны на КМУ отличаются по размерам и массе шишек. Выделяются группы с крупными шишками, их доля составляет около 30 %. Выявлено, что крупношишечные клоны имеют наибольшую массу шишек.

Масса 1000 штук семян варьирует от 4,7 до 9,6 г. Клоны с массой 1000 штук, превышающих величину 8,1 г, составляют 10,5 %. Остальные имеют массу 1000 штук, не отличающуюся от средней (6 г). Клонов с мелкими семенами на КМУ не обнаружено.

На КМУ представлена незначительная доля клоновых потомств плюсовых деревьев, отобранных в Республике Марий Эл. Рост клоновых потомств отражает рост плюсовых деревьев. Достоверно различаются клоны не только по показателям роста, но и по характеру семеношения, урожаю, размерам шишек, массе 1000 штук семян. Это свидетельствует о полиморфизме отобранных плюсовых деревьев, что обуславливает необходимость оценки их генотипов по семенному потомству, а, следовательно, быстрой закладки испытательных культур, включающих все потомства плюсовых деревьев с учетом типов лесорастительных условий.

**Заключение.** В лесном фонде Республики Марий Эл отобрано и аттестовано достаточно большое количество плюсовых деревьев и древостоев, которые являются ценным генофондом главных лесообразующих пород. Важнейшей задачей является сохранение этого генофонда путем закладки архивов клонов с включением потомств всех плюсовых деревьев. Использование плюсового генофонда при создании семеноводческих объектов позволит повысить продуктивность создаваемых искусственных насаждений в республике. Для выполнения этой задачи необходимо помимо закладки лесосеменных плантаций I порядка постепенно переходить на более высокий уровень путем создания ЛСП более высоких порядков. С этой целью в первую очередь необходимо ускорить закладку испытательных культур, включив в них семенное потомство всех плюсовых деревьев сосны, ели, лиственницы, дуба, учитывая при этом типы лесорастительных условий, в которых отобраны плюсовые деревья из имеющегося лесокультурного фонда. Так как оценка потомств в испытательных культурах происходит в течение нескольких десятилетий, то следует включить в этот процесс оценки по методикам ранней диагностики, которые позволят сократить период испытания семенных потомств, а также не исключать возможность оценки плюсовых деревьев по клоновым потомствам как по характеру роста, так и по показателям семеношения и устойчивости. Оценка клоновых и семенных потомств с привлечением методик ранней диагностики позволит быстрее подойти к отбору сортов-клонов, перспективных для создания лесосеменных плантаций и получения генетически ценных семян.

#### Список литературы

1. Долголиков, В. И. Величина шишек и семян ели на клоновых семенных плантациях / В. И. Долголиков // Лесное хозяйство. – 1977. – №3. – С.46–47.
2. Котов, М. М. Организация лесосеменной базы / М. М. Котов. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 136 с.
3. Котов, М. М. Повышение урожайности сосны на ПЛСУ / М. М. Котов // Лесное хозяйство. – 1983. – №2. – С.30–33.

4. Кублик, В. А. Селекционно-генетические основы создания постоянной лесосеменной базы сосны обыкновенной в Ульяновской области: Автореф. дис... канд. с/х. наук: 06.03.01 / В. А. Кублик. – Йошкар-Ола, 1998. – 24 с.
5. Кузнецова, Г. В. Особенности роста и развития кедровых сосен на лесосеменных объектах Средней Сибири: Автореф. дис... канд. биол. наук: 03.00.05 / Г. В. Кузнецова. – Красноярск, 2001. – 25 с.
6. Пак, Л. Н. Селекционный отбор и аттестация плюсовых деревьев в Читинской области / Л. Н. Пак, В. П. Бобринев // Лесное хозяйство. – 2004. – №1. – С.36–38.
7. Пихельгас, Э. И. Основы селекции сосны обыкновенной в условиях Эстонской ССР: Автореф. дис... доктора с/х. наук / Э. И. Пихельгас. – Тарту, 1971. – 99 с.
8. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. – М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. – 197 с.

Статья поступила в редакцию 24.09.08

*Ye. V. Prokhorova, E. P. Lebedeva, L. S. Moshkina*

#### **GROWTH AND SEED FORMATION IN *PINUS SILVESTRIS* CLONES ON A COLLECTION-STOOD BED SITE IN MARI EL**

*The results of the analysis of the clones growth by height, height increment, stipitate girth as well as conelet parameters, average conelet weight and the weight of 1000 seeds analysis are presented. The conclusion is made about the possibility to evaluate plus pine trees against their clones.*

**Key words:** *Pinus Silvestris, clone offspring, growth, conelets and seeds weight.*

---

*ПРОХОРОВА Елена Валерьевна* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологий МарГТУ. Область научных интересов – селекция, семеноводство, технология и создание объектов единого генетико-селекционного комплекса. Автор 37 публикаций.

*ЛЕБЕДЕВА Эмилия Петровна* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологий МарГТУ. Область научных интересов – лесное семеноводство, лесная селекция. Автор более 100 публикаций.

*МОШКИНА Любовь Сергеевна* – аспирант кафедры лесоводства МарГТУ, магистр лесного дела. Область научных интересов – проекты Киотского протокола в лесном хозяйстве, оценка углероддепонирующей способности древесной растительности и ее пространственное распределение. Автор 5 публикаций.