

УДК 630\*165.6

*А. А. Прохорова, Е. В. Прохорова*

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕМЯН ЕЛИ НА АРХИВЕ КЛОНОВ

*Изучена изменчивость семян ели рамет на клоновом архиве по морфометрическим показателям: длине, ширине, форме семени, массе 1000 штук семян. Установлена индивидуальная и эндогенная изменчивость этих показателей.*

**Ключевые слова:** ель, изменчивость, рамета, размеры, форма и масса семян.

**Введение.** В проекте концепции федеральной целевой программы «Развитие лесного семеноводства на период 2009–2020 годов» указывается, что повышение продуктивности, качества, устойчивости лесов, усиление их средообразующих функций – одна из основных задач лесного комплекса Российской Федерации. Средством ее решения является использование при воспроизводстве лесов семян с ценными наследственными свойствами. Лесной кодекс Российской Федерации устанавливает, что при воспроизводстве лесов должны использоваться улучшенные и сортовые семена лесных растений, а если такие семена отсутствуют, то нормальные семена лесных растений [1].

Качество семян, получаемых с объектов постоянной семенной базы, в конечном итоге определяет эффективность семеноводства. Т. П. Некрасова считает, что к качественным показателям семян, кроме посевных, относятся морфометрические особенности. Морфологическая характеристика семян определяется их величиной, формой и морфологической специализацией [2].

Семена ели европейской описываются как крылатые, до 4(5–6) мм длиной, 2 мм шириной, темно-бурые, матовые, продолговато-яйцевидные, кончики семян отогнуты [3]. Семена ели сибирской характеризуются следующими показателями: длина – 4 (3,9 – 4,2) мм, ширина – 2,3 (2,2–2,4) мм [4].

По мнению С. А. Мамаева, на величину семян могут влиять экологические факторы или эндогенные причины, дифференцированные у деревьев разной величины. Наиболее важным фактором индивидуальной изменчивости семян является генотипическое варьирование этого признака [5]. Отмечается при этом значительное варьирование размеров и форм семян, определяемое наследственностью, но при сильном отклонении условий от обычных они тоже значительно изменяются [2].

По данным П. П. Попова, на Урале масса 1000 штук семян внутри популяции на различных деревьях ели сильно варьирует, в такой же степени она изменчива и по популяциям на всей территории ареала [4]. В то же время он отмечает невысокую внутри межпопуляционную изменчивость морфометрических показателей семян ели сибирской. На морфологические особенности семян, как прогностические признаки интенсивности роста сеянцев на первых этапах жизни, указывают И. И. Попивший, Т. Д. Солomatова, отмечая при этом большую массу 1000 семян у клоновых потомств [6]. Ещё ранее более высокую массу семян ели на клоновых плантациях отмечал В. И. Долголиков [7].

Таким образом, исследования морфологических особенностей семян хвойных: сосны обыкновенной (С. А. Мамаев), сосны сибирской (Т. П. Некрасова), ели (П. П. Попов, В. И. Долголиков, И. И. Попивций) свидетельствуют об изменчивости морфологических признаков, определяемых генотипом растений, а также экологическими факторами.

**Цель работы** – изучение особенностей морфологии семян ели клоновых потомств на архиве клонов.

**Решаемые задачи** – дать анализ изменчивости морфологии семян ели в связи с их принадлежностью к раметам клоновых потомств, представленных на архиве клонов.

**Методы исследования.** Семена для исследования собирались в архиве клонов ели Куженерского лесничества Республики Марий Эл. В связи с утратой схемы размещения клонов в архиве не удалось установить точное размещение клонов и их рамет. У всех пронумерованных рамет собрано по 10-15 или все имеющиеся шишки. Извлеченные семена из шишек одной раметы объединялись в одну партию, а из смешанного образца каждой партии для измерения отбиралось по 10-12 семян. Измерялись длина семени –  $L_s$ , ширина семени –  $B_s$ (мм) и вычислялось отношение  $B_s/L_s$  семени. Измерения производили, используя микроскоп МБС-10 с двухкратным увеличением. Определялась масса 1000 штук семян, г. Всего измерено более 1100 штук семян. Все данные обработаны с применением методов вариационной статистики с использованием программы Microsoft Excel.

**Анализ результатов.** Анализ 1120 штук семян 132 деревьев клоновых потомств плюсовых деревьев ели в архиве клонов показал, что длина семени варьирует от 3,0 до 5,0 мм, ширина – 1,9-2,9 мм. Если судить по этим показателям, то следует считать, что в архиве имеются деревья, принадлежащие к ели европейской, с длиной семени более 4 мм и ели сибирской с длиной семян менее 4 мм.

Анализ длины семени у каждой конкретной раметы показал следующее. Длина семени варьирует от 1,8 до 5,8 мм, при средней длине 4,07 мм. По длине семени можно выделить три группы рамет: с короткими ( $L_s \leq \bar{x} - \delta$ ) – менее 3,6 мм; средними ( $L_s = \bar{x} \pm \delta$ ) – от 3,7 до 4,4 мм; длинными ( $L_s \geq \bar{x} + \delta$ ) – более 4,4 мм семенами. Доля рамет с короткими семенами составила 12,9 %, со средними – 73,5 % и с длинными – 13,6 %. В пределах группы изменчивость длины семени отдельных рамет неодинакова. В табл. 1 приведены данные о средних значениях длины семени по раметам, а также данные длины семени случайно взятых отдельных рамет, входящих в эту группу.

Таблица 1

Статистические показатели длины семени (мм) рамет в архиве клонов

Группы рамет	Раметы	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V, %	min	max
короткие	1	3,0±0,2	23,9	2,2	4,0
	2	3,1±0,3	27,1	2,0	4,4
	3	3,3±0,1	7,4	2,8	3,6
	среднее	3,3±0,05	16,9	2,0	4,4
средние	1	3,7±0,4	27,1	1,8	4,8
	2	4,0±0,2	12,5	3,0	4,6
	3	4,3±0,2	14,9	3,2	5,2
	среднее	4,1±0,02	11,2	1,8	5,2
длинные	1	4,5±0,2	13,1	4,0	5,8
	2	4,6±0,1	9,6	3,6	5,4
	3	5,0±0,1	7,8	4,2	5,6
	среднее	4,6±0,03	8,4	3,6	5,8
В среднем по архиву		4,07±0,02	13,7	1,8	5,8

Семена, извлеченные из шишек одной раметы, имеют неодинаковую длину, определяемую эндогенной изменчивостью. Эндогенная изменчивость длины семени характеризуется различной амплитудой колебания. В одних случаях максимальные значения длины семени в 2,2 раза превышают минимальное, в других – 1,2 раза, но чаще всего это отношение составляет 1,4-1,5 раза. Коэффициент изменчивости составляет 5,1–23,9 %, что характеризует уровни изменчивости длины семени отдельных рамет от очень низкой (5,1 %) и низкой (7,8–12,6 %) у одних до средней (13,1–14,8 %) и повышенной (23,9 %) у других.

Ширина семени изменяется от 1,2 до 4,2 мм, при средней ширине 2,48 мм. Различия рамет по ширине семени приведено в табл. 2 (приведены данные о средних значениях ширины семени по группам, а также данные ширины семени случайно взятых отдельных рамет, входящих в эту группу).

Т а б л и ц а 2

Статистические показатели ширины семени (мм) по группам

Группы рамет	Раметы	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V, %	min	max
узкие	1	1,9±0,1	20,9	1,4	2,4
	2	2,1±0,1	15,0	1,6	2,8
	3	2,2±0,1	21,0	1,2	2,6
	среднее	2,2±0,04	15,8	1,2	2,8
средние	1	2,3±0,1	10,6	2,2	3,0
	2	2,5±0,2	25,6	1,2	3,8
	3	2,6±0,07	8,7	2,4	3,0
	среднее	2,5±0,01	11,8	1,2	4,2
широкие	1	2,7±0,1	8,5	1,6	2,8
	2	2,8±0,1	3,6	2,6	2,8
	3	2,9±0,1	8,5	2,4	3,4
	среднее	2,7±0,02	11,0	1,6	3,4
В среднем по архиву		2,48±0,01	13,4	1,2	4,2

Отличия по ширине семян менее значительны, чем по длине, но по этому показателю можно выделить три группы рамет: с узкими ( $B_s \leq \bar{x} - \delta$ ) с шириной менее 2,2 мм; средними ( $B_s = \bar{x} \pm \delta$ ) – от 2,3 до 2,6 мм; широкими ( $B_s \geq \bar{x} + \delta$ ) – более 2,7 мм семенами. Доли этих групп составили, соответственно, 11,9; 70,3; 17,8 %.

По ширине семян также выявлена эндогенная изменчивость, коэффициент вариации равен 3,6–20,9 %, то есть изменчивость ширины семян у отдельных рамет изменяется от очень низкой (3,6 %) до повышенной (20,9 %).

Отношение ширины семени к его длине  $B_s/L_s$  характеризует форму семени. Выделены следующие группы: длинные и широкие; длинные и средние; длинные и узкие; средние и широкие; средние и средние; средние и узкие; короткие и широкие; короткие и средние; короткие и узкие (табл. 3). Ширина семени в среднем составляет 61–62 % от длины, но у конкретных рамет соотношение может быть иным, так же как и абсолютные показатели длины и ширины семени.

Соотношение ширины к длине семени варьирует от 0,48 до 0,79, причем одно и то же соотношение характерно для семян отдельных рамет из разных групп по форме семени. Например, раметы, имеющие семена в группах средние по длине и узкие, длинные и средние по ширине, имеют  $B_s/L_s=0,50-0,51$ . В то же время в одной и той же группе по форме семян это соотношение может быть неодинаковым, что характеризует индивидуальные особенности семян раметы. Например, у разных рамет из группы длинные и широкие это соотношение составляет 0,64 и 0,57, из группы средние и широкие

Т а б л и ц а 3

Статистические показатели длины и ширины семян,  $V_s/L_s$  рамет по группам форм семени

Группа формы семени	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$		$V_s/L_s$
	длины семени ( $L_s$ ), мм	ширины семени ( $V_s$ ), мм	
длинные, широкие	4,8±0,07	2,9±0,1	0,60
	4,6±0,07	2,8±0,07	0,60
	4,7±0,08	2,7±0,05	0,57
длинные, средние	5,0±0,1	2,5±0,1	0,5
	4,6±0,1	2,6±0,07	0,56
	4,5±0,08	2,5±0,07	0,55
длинные, узкие	4,5±0,2	2,2±0,1	0,48
средние, широкие	4,4±0,2	2,7±0,09	0,61
	4,2±0,06	2,9±0,07	0,69
средние, средние	3,9±0,09	2,7±0,07	0,69
	4,2±0,08	2,6±0,1	0,61
	4,1±0,1	2,4±0,09	0,58
средние, узкие	4,3±0,09	2,5±0,04	0,58
	4,3±0,2	2,2±0,1	0,51
	3,9±0,1	2,2±0,1	0,56
короткие, широкие	3,9±0,1	2,1±0,1	0,53
	3,4±0,2	2,7±0,1	0,79
	3,2±0,2	2,5±0,1	0,78
короткие, средние	3,6±0,2	2,5±0,04	0,69
	3,3±0,2	2,4±0,2	0,72
короткие, узкие	3,3±0,2	2,2±0,1	0,67
	3,5±0,2	2,1±0,2	0,60
	3,1±0,03	2,0±0,1	0,64

0,61 и 0,69, из группы короткие и средние 0,69 и 0,78. В целом, у изучаемой совокупности доля рамет в ступенях  $V_s/L_s$  неодинакова, преобладают семена, имеющие ступень  $V_s/L_s$  0,56-0,60 – 33,9 % и ступень 0,61-0,65 – 21,2 %, меньше всего рамет со ступенью 0,46-0,50 – 2,6 % и 0,76-0,80 – 0,9 %. Эти данные по отношению  $V_s/L_s$  свидетельствуют о том, что форма семени очень разнообразна и объясняется положением их в шишке, то есть эндогенной изменчивостью, а также принадлежностью к различным клонам, определяющим индивидуальную изменчивость.

Одним из показателей качества семян является масса 1000 штук семян. По литературным данным, средняя масса 1000 штук семян ели европейской составляет 5,1 г, колеблется в пределах от 3 до 8 г, у ели сибирской – менее 5 г [3]. В. И. Долголиков делит гибридные семена ели по массе на 11 фракций с массой одного семени от 2 до 12 мг, но с преобладанием доли семян с массой от 5 до 8 мг [7]. Согласно «Указаниям по лесному семеноводству в Российской Федерации» (2000 г.), средняя масса 1000 штук семян ели европейской равна 5,8 г, максимальная – 12 г, минимальная – 3,1 г, для ели сибирской эти показатели равны, соответственно, 4,7; 8,4 и 2,9 г.

В изучаемом архиве клонов ели преобладают потомства ели гибридной (*Picea fen-pica*). Масса 1000 штук варьирует от 3,3 до 9,1 г, при средней 5,68 г, что несколько меньше, чем для ели европейской (на 2 %), и больше, чем для ели сибирской (17,4 %). Раметы по массе 1000 штук семян распределены следующим образом: с массой 1000 штук семян более 5 г – 73,5 %, доля рамет с мелкими семенами от 2,5 до 3,5 г – 8 %. Доля рамет с особенно крупными семенами (свыше 7,5 г) составляет 11,2 %, но рамет с семенами с максимально возможной массой (12 г) в архиве не обнаружено.

Между размерами и массой семян установлена прямая корреляционная связь. Коэффициент корреляции ( $r$ ) между длиной семени и массой 1000 штук семян варьирует

от 0,37 до 0,72, указывая на умеренную и сильную связь между этими величинами, в целом для изучаемой группы связь значительная ( $r=0,56$ ). Между шириной семени и массой 1000 штук семян коэффициент корреляции варьирует от 0,39 до 0,69, то есть связь между этими показателями изменяется от умеренной до значительной. Для всей группы связь между шириной семени и массой 1000 штук семян значительная ( $r=0,56$ ), такая же, как между длиной семени и массой 1000 штук семян.

**Вывод.** Таким образом, изучение морфометрических показателей семян ели в архиве клонов показало, что по всем изучаемым признакам: длине ( $L_s$ ), ширине ( $B_s$ ), отношению  $B_s/L_s$ , массе 1000 штук семян существует индивидуальная и эндогенная изменчивость. Подобное варьирование этих показателей семян характерно для семян ели в естественных древостоях. Клоновое потомство плюсовых деревьев ели, отобранных в разных лесничествах Республики Марий Эл, образует семена, изменчивость которых характерна для показателей семян естественных древостоев ели. Это свидетельствует о сохранении естественного многообразия ели по изучаемым показателям в архиве клонов.

#### Список литературы

1. Лесной кодекс Российской Федерации. – М.: «Омега-Л», 2007. – 55 с.
2. Некрасова, Т. П. Биологические основы семеношения кедров сибирского / Т. П. Некрасова. – Новосибирск: Наука, 1972. – 275 с.
3. Пчелин, В. И. Дендрология / В. И. Пчелин. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2007. – 520 с.
4. Попов, П. П. Ель европейская и сибирская: Структура, интеграция и дифференциация популяционных систем / П. П. Попов. – Новосибирск: Наука, 2005. – 231 с.
5. Мамаев, С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале) / С. А. Мамаев. – М.: Наука, 1973. – 284 с.
6. Попивций, И. И. Характеристика лесных семян / И. И. Попивций, Т. Д. Соломатова // Лесное хозяйство. – 2001. – № 6. – С. 25-27.
7. Долголиков, В. И. Величина шишек и семян ели на клоновых семенных плантациях / В. И. Долголиков // Лесное хозяйство. – 1997. – № 3. – С. 46-48.

Статья поступила в редакцию 25.01.11.

Исследования выполнены на базе лабораторий Центра коллективного пользования научным оборудованием «Экология, биотехнологии и процессы получения экологически чистых энергоносителей» ФГБОУ ВПО «ПГТУ» в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (соглашение № 14.132.21.1331).

*A. A. Prokhorova, E. V. Prokhorova*

#### SPRUCE SEEDS MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS VARIABILITY ON THE BASE OF CLONE BANK

*Variability of ramets spruce seeds with the use of clone bank is studied with morphometric characteristics: length, width, form of seed, mass of 1000 seeds. Individual and endogenous variability of the characteristics is determined.*

**Key words:** *spruce, variability, ramet, size, form and mass of seeds.*

---

*ПРОХОРОВА Александра Александровна* – инженер ФГУ «Рослесозащита» центра защиты леса Чувашской Республики, аспирант кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологии Поволжского государственного технологического университета (Россия, Йошкар-Ола). Область научных интересов – лесное семеноводство, молекулярная генетика древесных видов. Автор 16 публикаций.

E-mail: a\_katavas@rambler.ru

*ПРОХОРОВА Елена Валерьевна* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологии Поволжского государственного технологического университета (Россия, Йошкар-Ола). Область научных интересов – селекция, семеноводство лесных древесных пород. Автор 44 публикаций.

E-mail: ProhorovaEV@volgatech.net