

Е.М. Горлова, И.И. Коршиков

СЕМЕНОШЕНИЕ СОСНЫ СТАНКЕВИЧА (*PINUS STANKEWICZII* (SUKACZ.) FOMIN) В ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ И ИСКУССТВЕННОМ НАСАЖДЕНИИ КРЫМА

Pinus stankewiczii (Sukacz.) Fomin, Крым, популяции, насаждение, семенная продуктивность

Занесенная в Красную книгу Украины сосна Станкевича (*Pinus stankewiczii* (Sukacz.) Fomin) имеет разорванный ареал в Крыму. Ее небольшие природные популяции находятся на мысе Айя и в районе города Судак в урочище Новый Свет [3]. Несмотря на то, что этот реликтовый эндемик находится в заказниках общегосударственного значения, его малочисленные популяции в Крыму подвергаются избыточной антропогенной, прежде всего рекреационной, нагрузке. В результате стихийного туризма в местообитаниях *P. stankewiczii* нередки пожары. Последний крупный пожар уничтожил значительную часть природной популяции этого вида на мысе Айя. По этим причинам назрела острая необходимость изучения динамики внутривидовой изменчивости *P. stankewiczii*. Ранее, еще до крупных пожаров, нам удалось определить особенности генетической структуры популяций и их субпопуляционных элементов, а также крупного искусственного насаждения *P. stankewiczii* в Крыму [5]. Для того, чтобы выяснить реальные потенциалы к естественному возобновлению этого узколокального эндемика, необходимо изучение семеношения: урожая шишек и количества семян в них. Несмотря на длительную историю ботанических исследований *P. stankewiczii*, вопросами половой репродукции и семенного возобновления практически никто не занимался.

Цель работы – анализ индивидуальной и популяционной изменчивости показателей семеношения сосны Станкевича в природных и искусственном древостоях Крыма.

Объектами исследований служили наиболее старые деревья (около 100 и более лет) в двух популяциях: в урочище Аязьма (А) на мысе Айя и в 120 км от него – урочище вблизи поселка Новый Свет (НС). Обе популяции характеризуются диффузно-рассеянным типом пространственного размещения растений. В урочище Новый Свет нами исследованы две выборки растений – на горе Сокол (30 деревьев) и на горе Караул-оба (44 дерева), а также две выборки в урочище Аязьма – около города Балаклава (34 дерева) и на мысе Айя (35 деревьев) и одна выборка (48 деревьев) в крупном искусственном насаждении (около 50 лет) в поселке Морское. С каждого из 191 изучаемых деревьев собирали 5–10 шишек и определяли репродуктивные показатели в расчете на одну шишку: общее количество семенных чешуй, количество семенных чешуй в фертильном слое шишки, количество полных, пустых и недоразвитых семян. Согласно М.Г. Романовскому [8], были рассчитаны показатели гаметофитной и эмбриональной выживаемости семян, что адекватны их опыленности и оплодотворенности [7]. Были определены средние значения вышеназванных показателей для каждого дерева, выборки, урочища и вида в целом, выявлены пределы варьирования данных параметров и рассчитаны коэффициенты вариации. Наши исследования были проведены до крупномасштабного пожара на мысе Айя.

У *P. stankewiczii* шишки крупные, их длина (L) варьирует от 47,8 до 84,1 мм, а диаметр (D) составляет 28,3 – 30,4 мм. В природных популяциях и насаждении встречаются деревья с узкоконическими ($D/L < 0,56$, частота встречаемости 0,114 – 0,267),

яйцевидноконическими ($D/L = 0,56 - 0,66$, частота $0,666 - 0,863$) и ширококоническими ($D/L > 0,66$, частота $0,023 - 0,143$) шишками [1]. Объединенные группы растений с разной формой шишек имеют определенные генетические отличия [2].

Урожай шишек в год наших сборов (2000 г.) был высоким. Как и другие виды хвойных, *P. stankewiczii* характеризуется хронографической изменчивостью урожая шишек. Общее количество чешуй в шишках 191-го изучаемого растения варьировало в широких пределах: 61,4 – 126,6 шт. (табл. 1). Эти пределы варибельности количества чешуй в каждом из 5 изученных нами мест произрастания *P. stankewiczii* были меньшими. В целом этот показатель во всех локалитетах, согласно классификации С.А. Мамаева [6], отличался низким уровнем изменчивости. Количество продуктивных чешуй в шишках этого вида было естественно меньшим, составляя 22 – 58,4 шт., а уровень изменчивости

Таблица 1. Изменчивость количества чешуй и семян разных категорий в шишках растений сосны Станкевича в природных популяциях и искусственном насаждении Крыма

| Место произрастания растений | Статистические показатели | Количество чешуй в шишке, шт. | | Количество семян, шт. | | |
|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------|-----------------------|----------|--------------|
| | | общее | фертильных | полных | пустых | недоразвитых |
| Урочище Новый Свет | | | | | | |
| Гора Сокол | M±m | 99,5±1,5 | 38,3±1,0 | 48,0±2,6 | 9,1±1,2 | 19,4±2,5 |
| | Lim | 83,8-116,6 | 25,2-50,8 | 10,0-77,6 | 2,6-30,8 | 6,6-74,8 |
| | CV, % | 8,4 | 14,9 | 30,1 | 74,2 | 69,2 |
| Гора Караул-оба | M±m | 87,7±1,3 | 37,0±0,9 | 47,7±2,3 | 8,4±0,7 | 17,9±1,1 |
| | Lim | 73,0-107,5 | 27,0-58,4 | 19,0-95,8 | 1,8-21,4 | 7,2-43,2 |
| | CV, % | 9,8 | 16,7 | 31,5 | 56,8 | 42,0 |
| Среднее | M±m | 92,5±1,2 | 37,6±0,7 | 47,9±1,7 | 8,7±0,7 | 18,5±1,2 |
| | Lim | 73,0-116,6 | 25,2-58,4 | 10,0-95,8 | 1,8-30,8 | 6,6-74,8 |
| | CV, % | 11,1 | 15,9 | 30,7 | 64,7 | 55,5 |
| Урочище Аязьма | | | | | | |
| Возле Балаклавы | M±m | 96,9±1,9 | 33,8±1,0 | 35,9±3,0 | 15,7±2,0 | 16,7±1,8 |
| | Lim | 61,4-116,2 | 22,0-51,4 | 8,4-65,8 | 1,8-49,4 | 2,4-40,2 |
| | CV, % | 11,6 | 18,1 | 45,9 | 71,1 | 61,5 |
| Мыс Айя | M±m | 100,3±1,7 | 34,4±1,1 | 45,7±2,7 | 9,3±1,2 | 13,8±1,8 |
| | Lim | 75,4-118,2 | 23,2-47,9 | 16,2-80,0 | 1,2-30,4 | 2,8-45,0 |
| | CV, % | 10,1 | 18,8 | 35,5 | 74,4 | 75,2 |
| Среднее | M±m | 98,6±1,3 | 34,1±0,8 | 41,1±2,1 | 12,3±1,2 | 15,2±1,2 |
| | Lim | 61,4-118,2 | 22,0-51,4 | 8,4-80,0 | 1,2-49,4 | 2,4-45,0 |
| | CV, % | 10,9 | 18,3 | 41,2 | 78,2 | 68,0 |
| Среднее по природным популяциям | M±m | 95,4±0,9 | 35,9±0,5 | 44,7±1,4 | 10,4±0,7 | 16,9±0,9 |
| | Lim | 61,4-118,2 | 22,0-58,4 | 8,4-95,8 | 1,2-49,4 | 2,4-74,8 |
| | CV, % | 11,5 | 17,6 | 36,0 | 76,4 | 61,5 |
| Искусственное насаждение | | | | | | |
| Поселок Морское | M±m | 104,7±1,5 | 38,0±1,0 | 54,2±1,8 | 9,0±1,2 | 12,8±1,2 |
| | Lim | 78,4-126,6 | 25,0-63,2 | 26,4-86,2 | 2,4-47,4 | 3,0-43,6 |
| | CV, % | 9,7 | 18,1 | 23,0 | 91,7 | 64,0 |

их количества был средним. Доля продуктивных чешуй достигала 34,6 – 42,2% от общего количества чешуй в шишке.

Среднее количество полных семян в шишках разных растений существенно варьировало: от 8,4 до 95,8 шт. У растений трех локалитетов – горы Сокол и Караул-оба, а также мыс Айя среднее количество полных семян на одну шишку было очень близким – 45,7 – 48 шт., а в локалитете возле Балаклавы существенно ниже – 35,9 шт. Однако, наибольшее количество полных семян отмечено в шишках растений искусственного насаждения – 54,2 шт. Количество пустых семян в шишках растений варьировало в очень широких пределах – 1,2 – 49,4 шт. При этом среднее их количество у растений в четырех изучаемых локалитетах было близким – 8,4 – 9,3 шт. на одну шишку и только в локалитете возле Балаклавы их было существенно больше – 15,7 шт. Недоразвитых семян, отделяющихся с крылатками от чешуй, в шишках *P. stankeviczii* во всех пяти локалитетах было больше, чем пустых семян. Среднее количество этих неполноценных семян у растений варьировало от 2,4 до 74,8 шт., а по локалитетам – 12,8 – 19,4 шт. на одну шишку.

У более распространенной в Крыму сосны крымской (*Pinus pallasiana* D. Don), имеющей практически такие же линейные размеры шишек, как и у *P. stankeviczii*, но несколько другую их форму, среднее количество полных семян в первый год наших наблюдений (1996 г.) варьировало от 46,6 до 57,8 шт., а во второй (1997 г.) – 36,1 – 49,4 шт. [4]. Можно считать, что семенная продуктивность *P. stankeviczii* в расчете на одну шишку в обеих популяциях в период наших исследований (2000 г.) была высокой. Это подтверждают результаты расчета доли полных семян от количества фертильных семяпочек в шишке (табл. 2). Для локалитетов природных популяций минимальной эта доля была 53,1% (Балаклава), а максимальной – 66,4% (отмечена у растений на мысе Айя), в искусственном насаждении еще выше – 71,3% (Морское). Расчетная семенная продуктивность в 40–50% от потенциально возможной считается хорошей у

Таблица 2. Доля семян разных категорий от количества фертильных семяпочек в шишках растений сосны Станкевича в природных популяциях и искусственном насаждении Крыма, %

| Место произрастания растений | Количество фертильных семяпочек, шт. | Доля семян от количества фертильных семяпочек, % | | | Доля пустых семян от общего количества полномерных семян, % |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--|--------|--------------|---|
| | | полных | пустых | недоразвитых | |
| Урочище Новый Свет | | | | | |
| Гора Сокол | 76,6 | 62,7 | 11,9 | 25,3 | 15,9 |
| Гора Караул-оба | 74,0 | 64,5 | 11,4 | 24,2 | 15,0 |
| Среднее | 75,2 | 63,7 | 11,6 | 24,6 | 15,4 |
| Урочище Аязьма | | | | | |
| Возле Балаклавы | 67,6 | 53,1 | 23,2 | 24,7 | 30,4 |
| Мыс Айя | 68,8 | 66,4 | 13,5 | 20,1 | 16,9 |
| Среднее | 68,2 | 60,3 | 18,0 | 22,3 | 23,0 |
| Среднее по природным популяциям вида | 71,8 | 62,3 | 14,5 | 23,5 | 18,9 |
| Искусственное насаждение | | | | | |
| Поселок Морское | 76,0 | 71,3 | 11,8 | 16,8 | 14,2 |

широкоареальной сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) [7]. Доля пустых семян от количества фертильных семян, а также по отношению к полномерным семенам у *P. stankeviczii* была невысокая, исключая локалитет возле Балаклавы. В шишках этого вида абсолютное и относительное количество недоразвитых семян выше, чем пустых семян. Это свидетельство того, что часть опыленных семян, составляющая в природных локалитетах 20,1–25,3% и в искусственном – 16,8%, коллапсирует до оплодотворения.

Гаметофитная выживаемость опыленных семян, рассчитанная по М.Г. Романовскому [8], у растений природных локалитетов широко варьирует: 0,167 – 0,962 (табл. 3) и несколько меньше в искусственном насаждении: 0,463 – 0,952. Этот показатель, определенный для отдельных локалитетов, варьировал в значительно меньших пределах – 0,741 – 0,794, а в насаждении гаметофитная выживаемость семян была самой высокой – 0,830. Так как уровень гаметофитной выживаемости семян адекватен относительной доле опыленных семян от количества фертильных, то можно констатировать, что в целом их опыленность у диффузно-рассеянных растений популяций *P. stankeviczii* в Крыму высокая, а в более плотном искусственном насаждении – еще больше. Очевидно, что в искусственном насаждении условия опыления семян лучше из-за более плотного расположения растений, чем в природных популяциях. Однако во всех древостоях *P. stankeviczii* встречаются отдельные растения с очень низкой опыленностью семян.

Таблица 3. Показатели гаметофитной и эмбриональной выживаемости семян у сосны Станкевича в природных популяциях и искусственном насаждении Крыма, рассчитанные по М.Г.Романовскому [8]

| Место произрастания растений | Количество изученных шишек, шт. | Статистические показатели | Гаметофитная выживаемость (W_g) | Эмбриональная выживаемость (W_z) |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Урочище Новый Свет | | | | |
| Гора Сокол | 157 | M±m | 0,741±0,030 | 0,825±0,021 |
| | | Lim | 0,167 - 0,918 | 0,420 - 0,955 |
| | | CV, % | 21,9 | 13,8 |
| Гора Караул-оба | 228 | M±m | 0,751±0,017 | 0,833±0,016 |
| | | Lim | 0,383 - 0,906 | 0,584 - 0,966 |
| | | CV, % | 15,0 | 12,6 |
| Среднее | | M±m | 0,747±0,016 | 0,830±0,013 |
| | | Lim | 0,167 - 0,918 | 0,420 - 0,966 |
| | | CV, % | 17,9 | 13,0 |
| Урочище Аязьма | | | | |
| Возле Балаклавы | 179 | M±m | 0,743±0,028 | 0,689±0,037 |
| | | Lim | 0,350 - 0,962 | 0,178 - 0,904 |
| | | CV, % | 22,1 | 30,2 |
| Мыс Айя | 201 | M±m | 0,794±0,025 | 0,819±0,024 |
| | | Lim | 0,411 - 0,957 | 0,386 - 0,978 |
| | | CV, % | 18,8 | 17,0 |
| Среднее | | M±m | 0,769±0,019 | 0,758±0,023 |
| | | Lim | 0,350 - 0,962 | 0,178 - 0,978 |
| | | CV, % | 20,5 | 24,5 |
| Среднее по виду | | M±m | 0,757±0,012 | 0,796±0,013 |
| | | Lim | 0,167 - 0,962 | 0,178 - 0,978 |
| | | CV, % | 19,2 | 19,3 |
| Поселок Морское | 240 | M±m | 0,830±0,014 | 0,860±0,015 |
| | | Lim | 0,463 - 0,952 | 0,394 - 0,956 |
| | | CV, % | 12,1 | 12,3 |

Эмбриональная выживаемость оплодотворенных семян у *P. stankeviczii* также высокая, за исключением локалитета возле Балаклавы. В трех остальных природных локалитетах из 81,9 – 83,3% оплодотворенных семян формируются полные семена, а в искусственном насаждении этот показатель достигает 86%. В четырех из пяти древостоев встречаются отдельные растения, у которых эмбриональная выживаемость оплодотворенных семян ниже 50%.

В целом можно констатировать, что семенная продуктивность *P. stankeviczii* в природных популяциях и искусственном насаждении Крыма в год наших наблюдений (2000 г.) была высокой. Это дает основания надеяться на хорошее семенное возобновление этого вида. Однако естественное возобновление *P. stankeviczii* в природных популяциях происходит не ежегодно. Причины этого необходимо выяснять. Для разработки эффективных мер по сохранению и воспроизводству генофонда *P. stankeviczii* необходимы комплексные научные исследования, направленные на раскрытие механизмов адаптации и жизнеспособности популяций этого уникального эндемика Крыма.

1. Горлова Е.М. Изменчивость размеров и формы женских шишек сосны пицундской (*Pinus pityusa* Stev.) в насаждениях Крыма // Промышленная ботаника. – 2002. – Вып. 2. – С. 215 – 217.
2. Горлова Е.М. Анализ дифференциации насаждений *Pinus stankeviczii* (Sukacz.) Fom. по данным аллозимной изменчивости и индексным показателям шишек // Промышленная ботаника. – 2005. – Вып. 5. – С. 267 – 270.
3. Колесников А.И. Сосна пицундская и близкие к ней виды. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 176 с.
4. Коршиков И.И., Терлыга Н.С., Бычков С.А. Популяционно-генетические проблемы дендротехногенной интродукции (на примере сосны крымской). – Донецк: ООО “Лебедь”, 2002. – 328 с.
5. Коршиков И.И., Горлова Е.М. Генетическая структура, подразделенность и дифференциация популяций сосны Станкевича (*Pinus stankeviczii* (Sukacz.) Fomin) в Горном Крыму // Генетика. – 2006. – 42, № 6. – С. 824 – 832.
6. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере сем-ва Pinaceae на Урале). – М.: Наука, 1973. – 284 с.
7. Некрасова Т.П. Изменчивость числа семян в шишках сосны от опыления // Лесоведение. – 1986. – № 1. – С. 38 – 42.
8. Романовский М.Г. Гаметофитная смертность семян сосны обыкновенной // Генетика. – 1989. – 25, № 1. – С. 99 – 108.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 28.04.2007

УДК 634.99(477.75)

СЕМЕНОШЕНИЕ СОСНЫ СТАНКЕВИЧА (*PINUS STANKEVICZII* (SUKACZ.) FOMIN) В ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ И ИСКУССТВЕННОМ НАСАЖДЕНИИ КРЫМА

Е.М. Горлова, И.И. Коршиков

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Изучено семеношение: урожай шишек и семенная продуктивность у столетних и более возрастных 143-х растений сосны Станкевича (*Pinus stankeviczii* (Sukacz.) Fomin) в двух локалитетах природной популяции урочища Аязма и двух локалитетах популяции урочища Новый Свет, а также в 50-летнем искусственном насаждении в поселке Морское. Урожай шишек во всех древостоях был высоким, а среднее количество полных, пустых и недоразвитых семян у растений варьировало, соответственно 35,9 – 54,2 шт., 8,4 – 15,7 шт. и 12,8 – 19,4 шт. в расчете на одну шишку. Опыленность фертильных семян у *P. stankeviczii*, несмотря на диффузно-рассеянный тип пространственного размещения растений в популяциях, была высокой – 74,1 – 79,4%.

UDC 634.99(477.75)

PINUS STANKEVICZII (SUKACZ.) FOMIN SEED PRODUCTIVITY IN NATURAL POPULATIONS AND ARTIFICIAL STANDS OF CRIMEA

Ye.M. Gorlova, I.I. Korshikov

Donetsk Botanical Gardens, Nat. Acad. of Sci. of Ukraine

Seed productivity and cone crop of 143 *Pinus stankeviczii* trees (aged hundred and more) from two localities of Ayazma tract natural population as well as from two localities of Novy Svet tract natural population, and trees (aged fifty) from artificial stands of Morskoye settlement were studied. The cone crop in every stands was high. Average number of full-grained, empty, and undeveloped seeds per a cone varied as 35,9 – 54,2; 8,4 – 15,7; and 12,8 – 19,4 respectively. *P. stankeviczii* fertile seedbud pollination was high (74,1 – 79,4%) despite a diffusely dispersed type of a plant spatial distribution.