

УДК 630*165.51

DOI 10.36305/0513-1634-2022-144-9-13

**БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШИШЕК И ОСОБЕННОСТИ
ФОРМИРОВАНИЯ СЕМЯН В ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СОСНЫ
КРЫМСКИХ ЯЙЛ****Юрий Владимирович Плугатарь, Владимир Петрович Коба,
Игорь Анатольевич Крестьянишин, Олеся Олеговна Коренькова**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового
Красного знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»,
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52
E-mail: kobavp@mail.ru

Изучение биометрических характеристик шишек и особенностей формирования семян проводили в искусственных насаждениях *Pinus sylvestris* L., произрастающих на Крымских яйлах. Количественный учет и статистическую оценку результативности развития женских репродуктивных структур осуществляли по модельным деревьям. С каждого модельного дерева из средней части кроны в конце зимы начале весны собирали по 30-40 шт. шишек. В лабораторных условиях изучали длину, диаметр, коэффициент формы шишек, показатели качества семян. В результате проведенных исследований установлено, что в искусственных насаждениях *Pinus sylvestris* L. на Крымских яйлах величина длины шишек изменяется в пределах 5,3-6,7 см, диаметра – 2,4-3,7 см. Количество семян в шишке значительно варьирует при этом средние показатели имеют достаточно близкие значения. Вес семян изменяется по годам и в связи с особенностями условий произрастания. Жизнеспособность семян отдельных деревьев *Pinus sylvestris* L. характеризуется существенными различиями по уровню энергии прорастания.

Ключевые слова: искусственные насаждения; биометрия; шишки; семена; энергия прорастания; жизнеспособность

Введение

Одной из наиболее важных задач повышения результативности лесокультурных работ в высокогорных участках является анализ и оценка эффективности процессов репродукции в создаваемых искусственных насаждениях. Оценка семенной продуктивности и жизнеспособности семян позволяют дать общую характеристику результативности развития генеративной сферы [11, 13, 14]. Особый интерес эта проблема имеет при изучении механизмов адаптации, возможности распространения различных видов в связи с действием лимитирующих факторов. Известно, что в пессимальных условиях произрастания снижается интенсивность процессов репродукции. Воздействие неблагоприятных факторов оказывает негативное влияние на развитие мужской и женской генеративной сферы, вследствие чего происходит формирование некачественных семян или их полное отсутствие [12]. Определенное значение в настоящее время имеет и всевозрастающие процессы трансформации природной среды, связанные с глобальными климатическими изменениями [15, 16]. Поэтому количественные и качественные характеристики семенной продуктивности являются важнейшими показателями уровня оптимальности условий произрастания для различных видов растений.

Объекты и методы исследования

Изучение биометрических признаков шишек и качества семян *Pinus sylvestris* L. проводили в искусственных древостоях Крымских яйл. На пробных площадь (0,5 га), используя методы лесной таксации, выбирали по десять модельных деревьев [2]. Общую оценку динамики семеношения проводили по всей площади насаждений, определяя урожайность шишек по шкале В.Г. Капера [7].

Количественный учет и статистическую оценку результативности развития женских репродуктивных структур осуществляли по модельным деревьям. С каждого модельного дерева из средней части кроны в конце зимы начале весны собирали по 30-40 шт. шишек. В лабораторных условиях изучали длину, диаметр, коэффициент формы шишек. Индексы формы шишек определяли по методике, разработанной С.А. Мамаевым [4].

Семена из шишек извлекали после их сушки в термостате при температуре 45°C. Чтобы исключить перегрев семян, использовали принудительную вентиляцию. Проводили подсчет количества семян в шишках. Вес 1000 полнозернистых семян определяли с точностью до 0,1 г в четырехкратной повторности. В лабораторных условиях, используя стандартные методики, изучали динамику жизненных характеристик семян при проращивании в чашках петри на увлажненной фильтровальной бумаге при температуре 20-22°C. Энергию прорастания и всхожесть оценивали в процентах, соответственно, за 7 и 15 дней проращивания, в четырехкратной повторности по каждому образцу семян [8].

Обработку полученных количественных результатов проводили методами вариационной статистики [3].

Результаты и обсуждение

Размеры и форма шишек детерминируются влиянием факторов внешней среды, а также генетическими особенностями индивида [4]. По изучаемым пробным площадям в лесных культурах *Pinus sylvestris* L. на Крымских яйлах в годы наблюдений средние показатели длины шишек изменялись от 5,3 до 6,7 см, диаметра от 2,4 до 3,7 см. Эндогенное варьирование данных признаков характеризуется примерно одинаковым уровнем, для длины коэффициент вариации изменялся в пределах 5,3-9,8%, диаметра – 3,4-8,7%. На эндогенном уровне с увеличением длины шишки увеличивается ее диаметр, индивидуальная изменчивость не отличается подобной синхронностью. У отдельных деревьев при высоких средних значениях длины шишек диаметр был невелик и, наоборот, при относительно небольшой длине, шишки имели повышенные показатели диаметра.

Наиболее крупные по длине шишки отмечались в лесных культурах Бабуган яйлы, наиболее мелкие на Тырке яйле. По величине среднего диаметра дифференциация выражена менее четко, однако в целом более крупные и стабильные его значения наблюдались у шишек в посадках *P. sylvestris* Никитской яйлы. Следует также отметить влияние полноты насаждений на биометрические характеристики шишек. В лесных культурах с полнотой 0,5 в большинстве случаев длина и диаметр шишек увеличивались. Очевидно, это связано с уровнем освещенности, в разреженных насаждениях освещенность увеличивается, что благоприятно отражается на интенсивности ростовых процессов.

Отношение величины диаметра к длине характеризует форму шишек. Данный признак, который принято называть индексом формы шишек (ИФС), широко используют при изучении популяционной структуры и внутривидовой изменчивости. С применением шкалы классификации ИФС, предложенной С.А. Мамаевым [4], форму шишек *P. sylvestris* в лесных культурах Крымских яйл следует характеризовались как

конусовидную (ИФШ = 0,46-0,54). Коэффициент вариации индивидуальной изменчивости ИФШ больше коэффициента эндогенной изменчивости. Относительная стабильность индекса в кроне дерева свидетельствует о значительном влиянии генотипической составляющей в варьировании данного признака.

С использованием шестибалльной шкалы В.Г. Каппера [7], урожай семян *P. sylvestris* на Крымских яйлах за время проведения наблюдений был оценен в 1–2 балла. Таким образом, семенная продуктивность искусственных насаждений *P. sylvestris* на Крымских яйлах в период наблюдений имела невысокие показатели. Количество семян в шишке проявляет значительный уровень изменчивости до 28,3%, при этом средние показатели числа семян в шишках лесных культур *P. sylvestris* на яйлах имеют достаточно близкие значения. Выявлены некоторые различия по годам и с полнотой насаждения. Так, например, на Никисткой яйле в посадках с полнотой 0,9 средний показатель числа семян в шишке составил $59,4 \pm 1,1$ шт.

У отдельных деревьев лесных культур *P. sylvestris* на Крымских яйлах вес семян непостоянный, что определяется размером шишки и ее положением в кроне. Коэффициент эндогенной вариации данного признака изменялся от 8,5 до 10,1%. Показатель индивидуальной вариации веса семян изменялся от 7,2 до 13,9%. Некоторые исследователи при изучении внутригрупповой изменчивости биометрических признаков шишек *P. sylvestris* отмечали связь их размеров с весом семян [10]. В нашем случае подобная связь не установлена.

В изучаемых насаждениях *P. sylvestris* связь веса семян с их всхожестью просматривается на уровне тенденций, так, например, в насаждениях с полнотой 0,9 на Ялтинской яйле уровень связи данных показателей составил $0,564 \pm 0,134$. Для длины и диаметра шишек подобная связь не установлена. В целом по качеству семян, продуцируемых отдельными деревьями *P. sylvestris*, наблюдались заметные различия особенно по энергии прорастания, минимальное и максимальное значение которой были, соответственно, 39,0% и 83,2%. В то же время внутригрупповое варьирование всхожести семян характеризовалось невысокой величиной (коэффициент вариации составил 10,9%).

Общий анализ климатических факторов и процессов семеношения показал, что наиболее заметное влияние на величину всхожести семян оказывает совместное действие увлажненности и температурного режима, которое определяется как индекс сухости [9]. На 5%-м уровне значимости коэффициент корреляции всхожести семян и индекса сухости летнего периода в год оплодотворения яйцеклетки и начала формирования семян для насаждений Ай-Петринской яйлы с полнотой 0,9 составил $0,990 \pm 0,142$, в насаждениях с полнотой 0,5 он был незначительно ниже и составил $0,976 \pm 0,218$. Влияние других климатических факторов менее существенно.

Формирование семян, количественные и качественные характеристики которых практически не отличаются от аналогичных показателей семенного материала естественных древостоев *P. sylvestris* и близкородственных ей видов, свидетельствуют о том, что условия произрастания на яйлах не являются пессимальными, они в целом обеспечивают возможность успешной реализации начальных наиболее важных этапов онтогенеза. В этой связи большое практическое значение, с точки зрения повышения эффективности фитомелиоративных работ в верхнем поясе Крымских гор, имеет заготовка семян в искусственных насаждениях *Pinus sylvestris* L. на яйлах.

Выводы

1. Развитие генеративной сферы *Pinus sylvestris* L. в искусственных насаждениях Крымских яйл проходит полный цикл с формированием на последнем этапе семян, количественные и качественные характеристики которых близки к аналогичным

показателям естественных древостоев *Pinus sylvestris* L. и близкородственных ей видов. Это свидетельствует о достаточно благоприятных на Крымских яйлах условиях для произрастания *Pinus sylvestris* L.

2. Наиболее крупные по длине шишки формируются в искусственных насаждениях Бабуган яйлы, наиболее мелкие на Тырке яйле. По величине среднего диаметра дифференциация выражена менее четко, однако в целом более крупные и стабильные его значения наблюдались у шишек в посадках *Pinus sylvestris* L. Никитской яйлы. Выявлено влияние полноты насаждений на биометрические характеристики шишек, при ее снижении длина и диаметр шишек увеличивается.

3. В настоящее время возможности проведения селекционно-лесокультурных работ в искусственных насаждениях *Pinus sylvestris* L. яйлы значительно расширяются, так как многие из них достигли возраста репродуктивной активности. Отбор и использование семенного материала адаптированного к местным условиям произрастания будет способствовать повышению эффективности фитомелиоративных работ на Крымских яйлах.

Список литературы

1. Абатурова М.П., Зворыкина К.В., Правдин Л.Ф. Особенности формирования популяций сосны обыкновенной. – М.: Наука, 1984. – 127 с.
2. Анучин Н.П. Лесная таксация. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 512 с.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
4. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. – М.: Наука, 1973. – 284 с.
5. Некрасов В.И. Основы семеноведения древесных растений при интродукции. – М.: Наука, 1973. – 275 с.
6. Попов П.П. Географическая изменчивость семенной продуктивности *Picea abies* и *P. abovata* (Pinaceae) // Растительные ресурсы. – 2006. – Т. 42. – Вып. 4. – С. 1-16.
7. Родин А.Н. Пособие лесокulturнику. – М.: Лесн. пром., 1969. – 194 с.
8. Ростовцев С.А., Любич Е.С., Соломонова А.А. Семена деревьев и кустарников, методы определения всхожести. – М., 1975. – 37 с.
9. Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // Мировой агроклиматический справочник. – Л.; М.: Гидрометеиздат, 1937. – С. 5-27.
10. Черепин В.Л. Изменчивость семян сосны обыкновенной. – Новосибирск: Наука, 1980. – 183 с.
11. Batkhui N.O., Udval B., Jigjid B.E. Seed and cone morphological variation and seed germination characteristics of Scots pine populations (*Pinus sylvestris* L.) in Mongolia // Mongolian Journal of Biological Sciences. – 2020. – Vol. 18(1). – P. 41-54. DOI: 10.22353/mjbs.2020.18.14
12. Degtyareva A. Characteristics of *Pinus sylvestris* L. seeds under drought conditions in the steppe region of the Central Chernozem region // Journal of Agriculture and Environment. – 2021. – Vol. 3(19). – P.1-4. DOI: 10.23649/jae.2021.3.19.1
13. Gülcü S., Bilir N. Growth and survival variation among scots pine (*Pinus sylvestris* L.) provenances // International Journal of Genomics. – 2017. – Vol. 2017. – P.1904623. DOI: 10.1155/2017/1904623
14. Mullin T.J., Persson T., Abrahamsson S. Effects of inbreeding depression on seed production in Scots pine (*Pinus sylvestris*) // Canadian Journal of Forest Research. – 2019. – Vol. 49. – P.854-860. DOI: 10.1139/cjfr-2019-0049

15. Parfenova E.I., Kuzmina N.A., Kuzmin S.R. Climate Warming Impacts on Distributions of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Seed Zones and Seed Mass across Russia in the 21st Century // Forests. – 2021. – Vol. 12(8). – P.1097. DOI: 10.3390/f12081097

16. Sannikov S.N., Sannikova N.S., Petrova I.V. The Hypothesis about the Lofoten Pleistocene Refugium for *Pinus sylvestris* L. // Russian Journal of Ecology. – 2019. – Vol. 50. – P. 218–226. DOI: 10.1134/S1067413619030123

Статья поступила в редакцию 04.05.2022 г.

Plugatar Yu.V., Koba V.P., Krestyanishin I.A., Korenkova O.O. Biometric characteristics of cones and features of seed formation in artificial stands of Scots pine on the Crimean yailas // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2022. – № 144 – P 9-13.

The study of the biometric characteristics of cones and the features of seed formation was carried out in artificial plantations of *Pinus sylvestris* L. growing on the Crimean yailas. Quantitative accounting and statistical evaluation of the effectiveness of the development of female reproductive structures was carried out using model trees. 30-40 cones were collected from each model tree from the middle part of the crown in late winter and early spring. In laboratory conditions, length, diameter, cone shape factor, and seed quality indicators were studied. As a result of the research, it was found that in artificial plantations of *P. sylvestris* on the Crimean yailas, the length of cones varies within 5.3-6.7 cm, diameter – 2.4-3.7 cm. The number of seeds in a cone varies significantly. The averages are fairly close. The weight of the seeds varies from year to year and due to the peculiarities of growing conditions. The viability of seeds of individual *P. sylvestris* trees is characterized by significant differences in the level of germination energy.

Key words: *artificial plantations; biometrics; cones; seeds; germination energy; viability*