

УДК 581.48

DOI: 10.25684/0513-1634-2023-149-106-111

ОЦЕНКА РЕПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ *PINUS BRUTIA* VAR. *PITYUSA* (STEVEN) SILBA ГОРНОГО КРЫМА

Никита Александрович Макаров, Владимир Петрович Коба,
Олеся Олеговна Коренькова

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52
E-mail: makarov.crimea@yandex.ru, kobavp@mail.ru, o.o.korenkova@mail.ru

Исследования проводили в насаждениях *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba, распространенных в восточной и западной частях Горного Крыма. В западной части распространения, на мысе Айя, *Pinus brutia* var. *pityusa* еще недавно формировала единый однородный по составу лесной массив. В последние три десятилетия произошло значительное ухудшение состояния насаждений *Pinus brutia* var. *pityusa*. В результате чего возникает необходимость проведения анализа эффективности процессов репродукции, оценки семенной продуктивности и биометрических характеристик репродуктивных структур *Pinus brutia* var. *pityusa*. В ходе исследований установлено, что репродуктивный потенциал *Pinus brutia* var. *pityusa* не обеспечивает возможности естественного процесса воспроизводства ее природных популяций в Горном Крыму. В западной части насаждений *Pinus brutia* var. *pityusa* Горного Крыма размеры семенных крылаток больше в сравнении с восточными. Уменьшение размеров семенных крылаток в восточной части насаждений *Pinus brutia* var. *pityusa* Горного Крыма уменьшает парусность и дальность воздушного переноса семян, это снижает возможности распространения и повышает вероятность близкородственных связей на данных территориях.

Ключевые слова: *Pinus brutia* var. *pityusa*; репродуктивный потенциал; семена; крылатки; Горный Крым

Введение

Насаждения *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba распространены в восточной и западной части Горного Крыма. Данный вид находится под угрозой исчезновения и занесен в Красные книги Российской Федерации и Республики Крым, статус – реликтовый вид, крымско-новороссийский эндемик [7, 9, 10]. В прошлом активно развивалось хозяйственное использование *P. brutia* var. *pityusa* на территории Горного Крыма, где происходила активная заготовка древесины. В результате чего, в настоящее время площадь произрастания вида сравнительно невелика и приурочена к местам скалистых склонов [10].

В 1973 г. на западе Крыма был организован заказник «Мыс Айя», здесь *P. brutia* var. *pityusa* формировала единый однородный по составу лесной массив. В конце XIX в. древостой исследуемого вида к востоку от Балаклавы, были распространены на территории размером около 1,5 тыс. га [6]. В XIX в. их площадь значительно сократилась до 460 га [5, 10, 12].

В последние три десятилетия произошло значительное ухудшение состояния насаждений *P. brutia* var. *pityusa*, что в основном связано с повышением интенсивности неорганизованной рекреации. В результате которой происходит прямое физическое повреждение и уничтожение растений при заготовке горючих материалов для разведения костров, а также вытаптывание развивающегося самосева *P. brutia* var. *pityusa*. Бессистемное ничем не ограниченное в настоящее время движение по территории заказника, организация мест отдыха, хаотическое прокладывание тропинок маршрутов — все это негативно влияет на структуру и состав насаждений *P. brutia* var. *pityusa* [2–4, 10, 11]. Поэтому анализ эффективности развития процессов репродукции, оценка семенной продуктивности и биометрических

характеристик репродуктивных структур *P. brutia* var. *pityusa* является важнейшей составляющей в формировании стратегии охраны и восстановления ее природных популяций.

Целью работы являлось изучение семенной продуктивности древостоев *P. brutia* var. *pityusa*. Исходя из цели работы, были поставлены следующие задачи: оценить репродуктивный потенциал насаждений *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму; выявить причины определяющие процессы воспроизводства исследуемого вида.

Объект и методы исследования

Исследования проводили в пределах древостоев *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму. В западной части южного макросклона Главной гряды Крымских гор на мысе Айя пробные площади ленточного типа были заложены в центральной части массива лесов *P. brutia* var. *pityusa* на высоте 180 м н.у.м., и верхней – на высоте 290 м н.у.м. Пробные площади также закладывались в центральной части насаждений *P. brutia* var. *pityusa* урочища Батилиман, на г. Караул-Оба и в урочище Новый Свет. Всего было заложено 12 пробных площадей по 0,2 га (рис. 1).

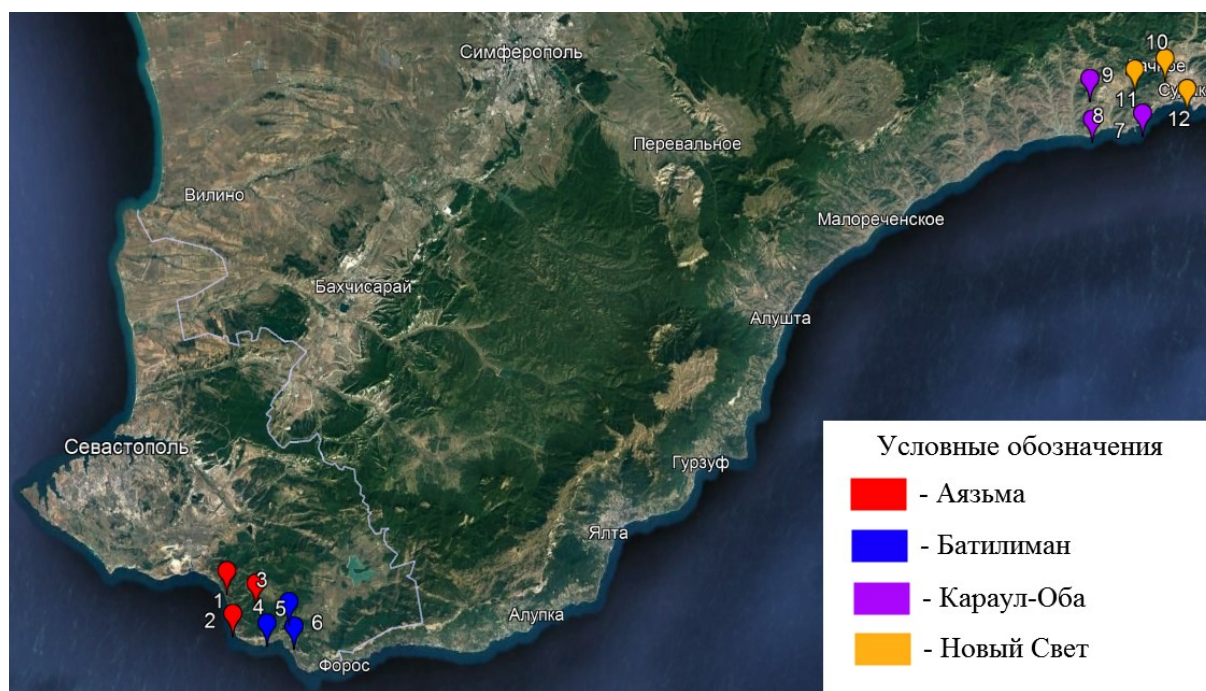


Рис. 1 Схема расположения пробных площадей *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba в Горном Крыму

В осенний период 2022 г. была проведена оценка семенной продуктивности, сбор шишек *P. brutia* var. *pityusa*, изучение их биометрических показателей. На каждой пробной площади отбирали по 10 модельных деревьев. У 30 семян с модельного дерева измеряли длину, толщину и ширину, длину семян с крылаткой, длину и ширину крылатки. Семенную продуктивность определяли с использованием шкалы Капера [1]. Биометрические характеристики анализировали, применяя методы вариационной статистики, определяли среднее значение и среднестатистические отклонения [8].

Результаты и их обсуждение

Оценка современного состояния древостоев *P. brutia* var. *pityusa* на мысе Айя в различных высотных поясах свидетельствует, что в целом они характеризуются

сравнительно невысокими биоэкологическими показателями. В верхнем поясе на высоте 290 м н.у.м. биоэкологические показатели древостоев *P. brutia* var. *pityusa* заметно снижаются. Очевидно, это связано с изменением эдафических условий произрастания. В подлеске встречаются *Pinus brutia* var. *pityusa*, *Pistacia atlantica* Desf., *Cotinus coggygria* Scop., *Juniperus deltoides* R.P. Adams, *J. excelsa* M. Bieb., *Quercus pubescens* и *Paliurus spina-christi*. При этом увеличивается флористический состав до 36 видов травяного яруса. Проективное покрытие – 50%.

Насаждения Батилимана в последние десятилетия в плане ухудшения состояния и трансформации условий произрастания претерпели меньшие изменения, из-за того, что основные процессы деградации древостоев *P. brutia* var. *pityusa* в данном урочище и на примыкающих территориях бухты Ласпи произошли значительно раньше. Последние единичные деревья *P. brutia* var. *pityusa* в прибрежной части Ласпи были отмечены в конце XIX в. В настоящее время в Батилимане *P. brutia* var. *pityusa* формирует сильно изреженные низкопродуктивные насаждения с участием можжевельника высокого (*Juniperus excelsa* Bieb.), земляничника мелкоплодного (*Arbutus andrachne* L.) и дуба пушистого (*Quercus pubescens* Willd.). Флористический состав пробной площади представлен 34 видами травяного яруса. Проективное покрытие достигает 70%. Ассоциация *Pinus brutia* var. *pityusa* – *Quercus pubescens* + *Juniperus deltoides* + *Arbutus andrachne* – *Cistus creticus* subsp. *eriocephalus* + *Ruscus aculeatus* – *Stipa bromoides*.

В восточной части Горного Крыма на горе Караул-Оба *P. brutia* var. *pityusa* представлена небольшими участками редколесья с низким уровнем видового разнообразия. В составе насаждений увеличилась представленность можжевельников – высокого (*J. excelsa*) и дельтовидного (*Juniperus deltoides* R.P. Adams.), что свидетельствует о ксерофитизации условий произрастания. В подлесок входят *Pistacia atlantica* и *Juniperus deltoides*. Флористический состав нижнего яруса представлен 30 видами травяного яруса. Низкая относительная полнота 0,4 свидетельствует о том, что деградация лесных насаждений на данной территории превысила адаптивный потенциал растительного сообщества в поддержании естественных процессов устойчивого развития. Сравнительно невысокие показатели высоты и диаметра деревьев характеризуют пессимальность условий произрастания.

На территории урочища Новый Свет состояние насаждений *P. brutia* var. *pityusa* существенно лучше по сравнению с таковыми на горе Караул-Оба, хотя они практически вплотную примыкают к селитебным территориям, которые в недавнем прошлом являлись частью природного массива *P. brutia* var. *pityusa*. Подлесок в насаждениях урочища Новый Свет представлен *Pistacia atlantica* и *Juniperus deltoides*.

Деградация структуры и состава, ухудшение жизненного состояния природных популяций *P. brutia* var. *pityusa* негативно отразились на реализации процессов репродукции. По показателю количества шишек на дереве семенная продуктивность насаждений *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму в 2022 г. имела крайне низкую величину и изменялась в пределах 0-1, что связано с общим снижением уровня жизненного состояния древостоев, а также с цикличностью режима увлажненности. В 2019 и 2020 гг. в Крыму наблюдалось заметное сокращение годового количества осадков. В целом периодичность наступления засушливых периодов в Крыму составляет 1-12 лет.

По специфике эдафических характеристик в западной части природного ареала *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму условия произрастания для данного вида более благоприятны в сравнении с восточной. На мысе Айя и в урочище Батилиман среднее содержание гумуса по почвенным профилям составило 3,6%, на г. Караул-Оба и в Новом Свете среднее содержание гумуса в слое почвы 0...50 см было 3,2%. Наиболее

пессимальные по увлажненности условия наблюдаются в экотопах Караул-Оба, где средняя влажность полуметрового слоя почвы в июне составила 4,7%, в сентябре 2,0% [10].

По длине и ширине, наиболее крупные шишки формируются в насаждениях урочища Аязьма, средние показатели здесь соответственно были $61,5 \pm 0,8$ мм и $38,2 \pm 0,3$ мм (табл. 1). В насаждениях *P. brutia* var. *pityusa* г. Караул-Оба шишки были самыми мелкими, средняя величина длины составила $52,5 \pm 0,8$ мм, ширины – $32,6 \pm 0,3$ мм.

Таблица 1

Биометрические характеристики семян *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba в насаждениях Горного Крыма

№ п/п	Длина, мм		Толщина, мм		Ширина, мм		Длин. сем с крылаткой		Длин. крылат.		Ширина крылат., мм	
	M±s	V	M±s	V	M±s	V	M±s	V	M±s	V	M±s	V
Аязьма												
1	7,1±0,1	4,8	3,5±0,1	5,5	4,4±0,1	7,1	23,5±0,9	11,7	16,4±0,7	13,4	8,8±0,1	4,5
2	7,2±0,1	1,8	3,7±0,2	3,1	4,7±0,2	7,8	22,9±0,2	3,0	16,1±0,3	6,8	8,5±0,5	18,9
3	7,4±0,1	4,1	3,5±0,1	3,6	4,5±0,1	6,8	22,8±0,2	3,4	16,0±0,4	8,4	8,3±0,6	5,9
Общ	7,2±0,2	4,0	3,5±0,1	4,9	4,6±0,2	7,2	23,1±0,3	30,6	16,2±0,3	9,7	8,5±0,2	11,6
Батилиман												
1	7,3±0,2	3,2	3,7±0,2	5,3	4,8±0,2	5,8	23,1±0,7	9,4	16,2±0,1	2,1	8,3±0,1	3,3
2	7,2±0,1	1,7	3,6±0,1	3,5	4,7±0,1	9,3	22,2±0,2	3,1	15,6±0,3	5,3	8,7±0,3	9,5
3	7,3±0,2	5,0	3,3±0,2	5,8	4,2±0,2	15,3	23,1±0,2	2,5	17,1±0,3	4,6	7,8±0,3	11,6
Общ	7,3±0,2	3,6	3,5±0,1	6,4	4,6±0,1	11,5	22,8±0,2	5,8	16,3±0,2	5,7	8,3±0,2	9,8
Караул-Оба												
1	5,9±0,3	17,0	3,2±0,3	3,7	3,7±0,1	5,5	21,4±0,4	5,3	14,9±0,5	11,2	7,5±0,6	4,5
2	6,5±0,1	3,4	3,3±0,1	7,8	4,1±0,1	6,4	22,5±0,2	3,1	15,9±0,3	5,1	8,8±0,2	5,8
3	6,5±0,1	3,3	3,2±0,1	3,8	4,9±0,4	24	22,2±0,3	4,4	16,2±0,2	4,7	7,6±0,7	6,9
Общ	6,3±0,1	10,4	3,2±0,1	5,7	4,3±0,2	19,1	22,0±0,2	4,7	15,7±0,3	8,0	7,9±0,3	9,6
Новый Свет												
1	6,6±0,2	6,8	3,2±0,2	6,9	4,3±0,2	6,9	20,9±0,2	2,1	15,3±0,2	4,4	7,6±0,2	3,9
2	6,7±0,2	6,8	4,1±0,1	11,3	3,5±0,2	11,8	21,2±0,2	2,7	15,5±0,1	2,1	7,8±0,2	5,4
3	7,8±0,2	6,9	4,9±0,2	4,7	3,8±0,1	2,6	22,4±0,3	4,0	15,5±0,2	3,7	8,4±0,2	5,7
Общ	7,1±0,2	10,2	4,1±0,1	18,6	3,8±0,2	12,4	21,5±0,2	4,4	15,4±0,2	3,4	7,9±0,2	6,7

По количеству чешуй наблюдались такие же закономерности: наибольшее число в насаждениях *P. brutia* var. *pityusa* Аязьмы (среднее общее количество чешуй $103,7 \pm 1,1$ шт., семенных – $53,8 \pm 0,8$ шт.), наименьшее на г. Караул-Оба – среднее общее количество чешуй $52,5 \pm 0,8$ шт., семенных – $32,6 \pm 0,3$ шт. По размеру наиболее крупные семена формируются в насаждениях *P. brutia* var. *pityusa* урочища Батилиман, средний показатель длины составил $7,3 \pm 0,2$ мм, толщину – $3,5 \pm 0,1$ мм, ширины – $4,6 \pm 0,1$ мм. Самые мелкие семена по длине и толщине формируются в насаждения г. Караул-Оба, средние показатели были $7,3 \pm 0,2$ мм и $3,5 \pm 0,1$ мм, соответственно. Повышенная вариация и увеличение среднего показателя ширины семян по отдельным деревьям до $4,9 \pm 0,4$ мм, характеризует высокую дифференциацию потенциала семенной продуктивности насаждения *P. brutia* var. *pityusa* г. Караул-Оба и отражает последствия кризисных явлений, когда в составе редколесья остались единичные деревья раннее существовавшего на данных территориях высокопродуктивного древостоя. В западной части насаждений *P. brutia* var. *pityusa* Горного Крыма размеры семенных крылаток больше (в урочище Батилиман среднее значение длины – $16,3 \pm 0,2$ мм, ширины –

8,3±0,2 мм) в сравнении с насаждениями востока полуострова (в урочище Новый Свет среднее значение длины – 15,4±0,2 мм, ширины – 7,9±0,2 мм). Уменьшение размеров семенных крылаток снижает их парусность и, соответственно, дальность воздушного переноса семян, что уменьшает возможности распространения и повышает вероятность близкородственных связей в насаждениях *P. brutia* var. *pityusa* восточной части произрастания в Горном Крыму, что, в свою очередь, приводит к низкому качеству подроста и, деградации популяции в целом. Все 100 шт. семян в насаждениях *P. brutia* var. *pityusa* характеризовался следующими показателями: в урочище Аязьма он был 5,3 г., в урочище Батилиман – 4,6 г., на г. Караул-Оба – 3,8±0,1 г., в урочище Новый Свет – 5,6±0,3 г. Таким образом, средний вес семян насаждений восточной и западной частей ареала существенно не отличаются.

Выводы

В настоящее время репродуктивный потенциал *P. brutia* var. *pityusa* не обеспечивает возможности естественного процесса воспроизводства ее природных популяций в Горном Крыму. Повышенная вариация и увеличение среднего показателя ширины семян у отдельных деревьев, характеризует высокую дифференциацию биоэкологических показателей диаспор и семенной продуктивности насаждений *P. brutia* var. *pityusa*, что отражает последствия кризисных явлений, когда в составе редколесья остались единичные деревья раннее существовавшего на данных территориях высокопродуктивного древостоя. В западной части насаждений *P. brutia* var. *pityusa* Горного Крыма размеры семенных крылаток больше в сравнении с восточными. Уменьшение размеров семенных крылаток в восточной части насаждений *P. brutia* var. *pityusa* Горного Крыма уменьшает парусность и дальность воздушного переноса семян, это снижает возможности распространения и повышает вероятность близкородственных связей на данных территориях.

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 22-24-20128 «Научные основы формирования системы охраны и мониторинга природных популяций *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba Горного Крыма»

Список литературы

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 512 с.
2. Исиков В.П., Трикоз Н.Н. О причинах усыхания сосны крымской и сосны пицундской в Крыму в 2020 году // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2021. – № 138. – С. 50-56.
3. Каширина Е.С., Голубева Е.И. Концепция организации системы рекреационного мониторинга на Большой севастопольской тропе // Системы контроля окружающей среды. – 2018. – № 14(34). – С. 70-74.
4. Клименко Н.И., Плугатарь Ю.В., Клименко О.Е., Клименко Н.Н. *Pinus brutia* Ten. var. *pityusa* (Steven) Silba в условиях западного степного причерноморского района Крыма // Промышленная ботаника. – 2021. – Т. 21(2). – С. 75-80.
5. Коба В.П., Коренькова О.О., Макаров Н.А. Экологические особенности распространения пыльцы в популяциях *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba Горного Крыма // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. – 2023. – Т. 16(2). – С. 164-177.
6. Колесников А.И. Сосна пицундская и близкие к ней виды. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 174 с.

7. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / гл. ред. колл.: Ю.П. Трутнев и др.; сост. Р. В. Камелин и др. – М.: Тов-во научн. изданий КМК, 2008. – 855 с.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
9. Плугатарь Ю.В. Леса Крыма. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 385 с.
10. Плугатарь Ю.В., Коба В.П., Пательбу В.В., Новицкий М.Л., Макров Н.А. Некоторые свойства почв и типологическая структура насаждений *Pinus pityusa* (*Pinaceae*) Горного Крыма // Земледелие. – 2021. – № 7. – С. 15-21.
11. Постарнак Ю.А. Воздействие рекреационной деятельности на сообщества сосны пицундской // Курортно-рекреационный комплекс в системе регионального развития: инновационные подходы. – 2012. – № 1. – С. 227-232.
12. Kashirina E.S., Novikov A.A. Using of GIS for estimation of the recreational loads on natural protected areas // Proceedings of the International conference "InterCarto/InterGIS", 2016. – Vol. 22. – No. 2. – P. 174-181.

Статья поступила в редакцию 05.05.2023 г.

Makarov N.A., Koba V.P., Korenkova O.O. Evaluation of reproductive potential in natural populations of *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba in the Mountainous Crimea // Bull. Of the State Nikita Botan. Gard. – 2023. – № 149. – P. 106-111

The research was carried out in plantations of *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba, common in the eastern and western parts of the Crimean Mountains. In the western part of the distribution, at Cape Aya, *P. brutia* var. *pityusa* is still steadily forming a forest massif, correspondingly homogeneous in composition. In the latter, a meeting of the state of *P. brutia* var. *pityusa* stands was held three times. As a result, it is planned to analyze the effectiveness of reproduction processes, assess seed productivity and biometric characteristics of the reproductive organs of *P. brutia* var. *pityusa*. In the course of research, it was found that the reproductive potential of *P. brutia* var. *pityusa* does not have the possibility of natural reproduction of its natural population in the Crimean Mountains. In the western part of *P. brutia* var. *pityusa* plantations in the Crimean Mountains, the size of the seed wings is closer to the eastern ones. A decrease in the size of seed wings in the eastern parts of *P. brutia* var. *pityusa* plantations in the Crimean Mountains.

Key words: *Pinus brutia* var. *pityusa*; reproductive potential; seeds; lionfish; Mountainous Crimea