

## ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ ПИЦУНДСКОЙ (*PINUS BRUTIA* VAR. *PITYUSA* (STEVEN) SILBA) НА ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ГОРНОГО КРЫМА

В.П. Коба<sup>1</sup>✉, А.Н. Салтыков<sup>2</sup>, Н.А. Макаров<sup>1</sup>, О.О. Коренькова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН «Ордена Трудового Красного знамени Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН», Россия, 298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, Никитский с-к, д. 52

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Институт «Агротехнологическая академия», Россия, 295007, Республика Крым, г. Симферополь, просп. Академика Вернадского, д. 4

kobavp@mail.ru

Установлено, что подрост сосны пицундской (*Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba) на территории горельников распределяется неравномерно, его плотность изменяется в пределах 2,9...8,2 тыс. шт./га., максимальная достигает 15 тыс. шт./га. Выделены ландшафтно-ценоотические зоны динамики процессов возобновления коренных древостоев *P. pityusa*. Выявлено увеличение численности подроста вблизи групп и одиночных растений, которые не были ликвидированы при проведении санитарных рубок на горельниках. Возможность роста и развития подроста на данных участках определялась влиянием фитогенного поля уцелевших деревьев, обеспечивающих защиту молодых растений *P. pityusa* от действия негативных факторов внешней среды. Определено, что относительно равномерное снижение плотности подроста наблюдается при движении от стены материнского древостоя на расстояние, кратное 2–3 величинам его средней высоты. Представлено влияние временного разрыва в хронологии прохождения лесных пожаров на возрастную и пространственную структуру подроста *P. pityusa*. Общая оценка специфики возрастной структуры позволила установить, что активизация естественного возобновления и формирование ценопопуляций подроста *P. pityusa* происходят в течение 2–3 лет после пожара. Установлено, что антропогенное вмешательство в природные процессы возобновления коренных сообществ снижает возможности реализации биоценоотических процессов поддержания целостности и восстановления лесного сообщества видами, способными к устойчивому существованию в сложившихся условиях. Показано сокращение биоценоотического пространства доминирования *P. pityusa* определяющего формирование насаждений порослевого происхождения с преобладанием дуба пушистого (*Quercus pubescens* Willd.) *n*-генерации, что в значительной степени снижает продуктивность, устойчивость и биологическое разнообразие лесных сообществ ландшафтного заказника «Мыс Айя».

**Ключевые слова:** *Pinus pityusa*, древостои, возобновление, подрост, численность, горельники

**Ссылка для цитирования:** Коба В.П., Салтыков А.Н., Макаров Н.А., Коренькова О.О. Возобновление сосны пицундской (*Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba) на заповедных территориях Горного Крыма // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2023. Т. 27. № 3. С. 26–35. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-3-26-35

Основное назначение государственных заповедников состоит в сохранении биологического разнообразия, поддержании в естественном состоянии и целостности природных комплексов и объектов охраняемых территорий. Во многих развитых странах показатель соотношения заповедных территорий к площади того или иного региона является одной из главных характеристик экологической оптимизации взаимодействия в системе человек — природа. В Европейских странах данный показатель в среднем составляет 18 %, в США — 12 %, в странах Африки и Азии не более 4 % [1–4].

На Западе при формировании природоохранных объектов часто используют систему и принципы организации национальных парков, которые наряду с задачами сохранения природ-

ных комплексов призваны обеспечить широкую просветительскую деятельность, развитие базовых представлений в социуме в области экологии, специфике природных явлений и антропогенно обусловленных процессов изменения окружающей среды. При этом в условиях рыночной экономики с приоритетом решения коммерческих вопросов уровень заповедного режима часто не в полной мере обеспечивает сохранность природных комплексов и объектов. Определенные проблемы также сопутствуют проведению системных наблюдений и научных исследований в решении задач поддержания биологического разнообразия на охраняемых территориях [5–9].

В Крыму находится один из самых известных в России заповедников, который был создан в 1923 г. и имел первоначальное название «Крымский заповедник». Впоследствии сеть заповедников на территории Крымского полуострова

значительно увеличилась. В настоящее время оно достигло семи, общая занимаемая ими площадь — 1415 км<sup>2</sup> [10]. Различный статус заповедных территорий определяет специфику их охраны, возможности финансового обеспечения мероприятий по поддержанию природных комплексов в их изначальном ненарушенном состоянии, предупреждению негативных явлений, связанных с деятельностью человека [11].

В Горном Крыму сосна пицундская (*Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba) естественно произрастает в двух достаточно удаленных один от другого районах — в западной части на мысе Айя и в восточной — г. Караул-Оба и урочище Новый Свет. В 1982 г. был создан ландшафтный заказник «Мыс Айя» на площади 1132 га. В его состав вошли все естественные древостои *P. pityusa* мыса Айя. Искусственные насаждения данного вида имеются и в других заповедных территориях Крымского полуострова. В настоящее время одним из актуальных вопросов сохранения *P. pityusa* в Крыму является изучение процессов семенного возобновления, особенностей роста этого вида на разных стадиях онтогенеза.

## Цель работы

Цель работы — изучение особенностей возобновления коренных древостоев и искусственных насаждений *P. pityusa* в условиях заповедных территорий Горного Крыма, анализ состояния и динамики роста вида на первых этапах формирования древостоя.

## Объект и методы исследований

Исследования процессов естественного возобновления *P. pityusa* были выполнены в период 2007–2022 гг. На первом этапе для изучения особенностей дифференциации семенного возобновления в связи с динамикой условий произрастания в урочище Аязьма в Балаклаве были заложены пробные площади под пологом коренных древостоев и за его пределами на пустоши горельников. При формировании сети опытных объектов и проведении полевых исследований использовали методические положения и подходы полевой геоботаники, фитоценологии и лесоведения П. Грейг-Смита [12], Ю.А. Злобина [13], С.С. Пятницкого [14], С.Н. Санникова [15] и И.Б. Кучерова [16]. Сеть учетных площадок размером 1×1 (м<sup>2</sup>) в количестве 248 шт. была размещена с использованием системы трансектов. Под пологом материнских насаждений, пройденных низовыми пожарами, заложено 50 и 198 площадок размещено на открытых пространствах горельников. На втором этапе проведения исследований система пробных площадей была расширена. С учетом изменения плотности цено-

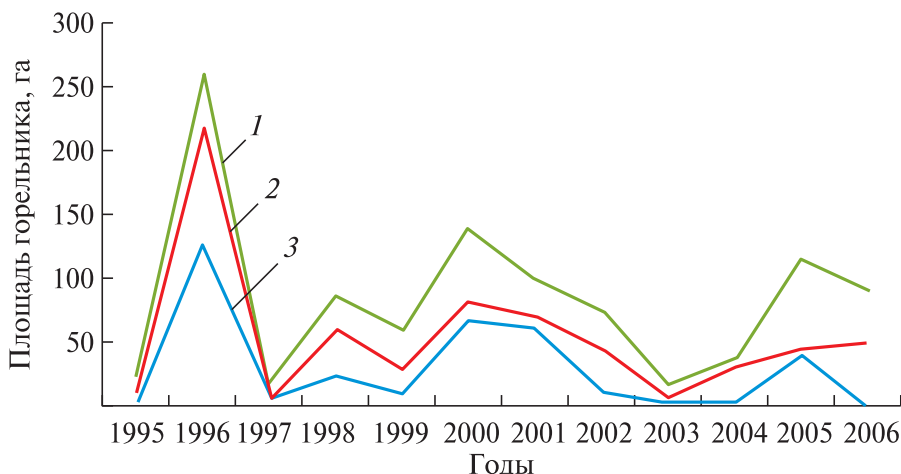
популяций и субценопопуляционных фрагментов подроста *P. brutia* var. *pityusa* размер пробных площадей был увеличен до 10×10 м<sup>2</sup>. На учетных площадках и пробных площадях измеряли биометрические показатели подроста: высоту (см), прирост верхушечной оси за последний год (см), диаметр шейки корня (см), возраст растений (лет), размер кроны (см). Впоследствии наблюдения были продолжены в целях оценки динамики пространственно-возрастной структуры подроста и молодняков *P. pityusa*. Для каждого растения на пробной площади были выполнены аналогичные измерения, за исключением того, что диаметр стволов подроста определялся на уровне 1,3 м от земной поверхности, поскольку высота растений увеличилась. При этом дополнительно были заложены пробные площади в государственном Карадагском природном заповеднике.

## Результаты и обсуждение

Маршрутные обследования ландшафтного заказника «Мыс Айя» показали, что на его территории преобладают спелые и перестойные чистые по составу насаждения *P. pityusa*. Незначительную площадь занимают древостои с небольшим участием можжевельника высокого (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) и дуба пушистого (*Quercus pubescens* Willd.) Большую часть насаждений составляют древостои IV–V класса бонитета, запас древесины в возрасте спелости изменяется в пределах 100–150 м<sup>3</sup>/га, при средней полноте насаждений 0,5–0,6. Жизнеспособный подрост *P. pityusa* приурочен преимущественно к насаждениям, пройденным лесными пожарами. За пределами пирогенного ряда естественное возобновление имеет фрагментарный характер.

Лесные пожары в сосняках Южного берега Крыма наблюдаются с определенной периодичностью [17–22]. Динамика реализации пирогенных явлений в различных районах Горного Крыма характеризуется хронологической синхронностью, о чем свидетельствуют материалы Книги учета лесных пожаров на территории Севастопольского лесничества, Ялтинского горно-лесного заповедника и национального парка «Крымский» (рис. 1). Наиболее вероятно, это связано с изменением режима увлажненности.

Пожары 1996 и 2001 гг. причинили наибольший ущерб лесным насаждениям Горного Крыма. Так, например, в 1996 г. на территории Севастопольского лесничества площадь, пройденная огнем, составила 128 га, в том числе в Чернореченском участковом лесничестве — 60,1 га, из которых 40 га было охвачено верховыми пожарами. В 2000 г. площадь поврежденных огнем древостоев на территории Севастопольского лесничества составила 67 га, в 2001 г. — 60 га.



**Рис. 1.** Площади горельников Севастопольского лесничества, Ялтинского горно-лесного заповедника и Национального парка «Крымский»: 1 — Севастопольское лесничество; 2 — Ялтинский горно-лесной заповедник; 3 — Национальный парк «Крымский»

**Fig. 1.** The burnt areas of Sevastopol Forestry, Yalta Mountain Forest Reserve and «Krymsky» National Park: 1 — Sevastopol Forestry; 2 — Yalta Mountain Forest Reserve; 3 — «Krymsky» National Park

Т а б л и ц а 1

**Биометрическая оценка подроста *P. pityusa* на горельниках ландшафтного заказника «Мыс Айя», по данным наблюдений 2007–2008 гг.**

**Biometric assessment of *P. pityusa* undergrowth in the burnt area of the landscape reserve «Cape Aya», based on observations in 2007–2008**

| Объект/год наблюдений | Высота, см    | Диаметр ствола, см | Количество шт./га |
|-----------------------|---------------|--------------------|-------------------|
| Горельник 2001 г.     |               |                    |                   |
| 1/2007                | 132,2 ± 9,69  | 1,0 ± 0,12         | 2900              |
| 2/2007                | 89,9 ± 7,87   | 0,9 ± 0,08         | 8180              |
| 1/2008                | 139,9 ± 3,66  | 0,9 ± 0,05         | 14700             |
| 2/2008                | 135,7 ± 2,73  | 0,6 ± 0,02         | 14100             |
| 6/2008                | 125,6 ± 4,09  | 0,71 ± 0,07        | 10400             |
| Горельник 1996 г.     |               |                    |                   |
| 3/2008                | 28,5 ± 16,92  | 2,9 ± 0,29         | 5400              |
| 4/2008                | 191,3 ± 6,30  | 1,0 ± 0,06         | 6900              |
| 5/2008                | 208,6 ± 5,98  | 1,4 ± 0,08         | 10800             |
| 7/2008                | 183,7 ± 10,29 | 0,8 ± 0,12         | 1600              |
| 8/2008                | 192,3 ± 26,90 | 2,2 ± 0,58         | 600               |

На территории Чернореченского участкового лесничества в 2001 г. площадь лесных пожаров составила 53 га, верховым пожаром было уничтожено 31,4 га древостоев *P. pityusa*. Наиболее пирогенно неблагонадежной является прибрежная часть лесничества, где расположен ландшафтный заказник «Мыс Айя». На данной территории низовые пожары в насаждениях *P. pityusa* часто переходят в верховые, причиняя значительный ущерб.

Временной разрыв в хронологии прохождения лесных пожаров оказывает влияние на возрастную и пространственную структуру подроста *P. pityusa*. Исследования, проведенные в ландшафтном заказнике 2007–2008 гг. на территории пожаров 1996 и 2001 гг., показали, что подрост *P. pityusa* на горельниках встречается повсеместно, однако его размещение по площади крайне неравномерно. Количество подроста изменяется от 2,9 до 8,2 тыс. шт./га., максимальная плотность достигает 15 тыс. шт./га (табл. 1).

Численность растений по отдельным учетным площадкам значительно варьирует: она может вдвое превышать средний показатель, при этом доля площадок в границах системно расположенных трансект, где подрост *P. pityusa* отсутствовал, изменяется от 44 до 73 %. Относительно равномерное снижение плотности подроста наблюдается при движении от стены материнского древостоя на расстояние, кратное 2–3 величинам его средней высоты. Вблизи стены древостоя на удалении 15–16 м количество подроста составило 14,1...14,7 тыс. шт./га (на объектах исследования 3 и 4 в 2008 г.). С увеличением расстояния от стены материнского древостоя до 30...35 м плотность подроста снижается до 3...10 тыс. шт./га (в 2007 г. на объекте исследования 1 и в 2008 г. на объекте исследования 6). Данная специфика возобновления сосны на горельниках нами была описана для насаждений *Pinus pallasiana* D. Don южного макросклона Главной гряды Крымских гор [23].

Формирование отдельных локалитетов подроста вне указанной зоны связано в основном с особенностями эдафо-орографических условий

микростаций, в пределах которых сеянцы *P. pityusa* смогли успешно произрастать. Увеличение численности подроста происходит вблизи групп и одиночных растений, которые не были ликвидированы при проведении санитарных рубок на горельниках. Возможность роста и развития подроста на данных участках определялась влиянием фитогенного поля уцелевших деревьев, обеспечивающих защиту молодых растений *P. pityusa* от действия негативных факторов внешней среды [24].

Варьирование численности и биометрических показателей подроста, изменение пространственной структуры ценопопуляций при увеличении расстояния от стены материнского древостоя позволяют выделить три ландшафтно-ценотические зоны динамики процессов возобновления коренных древостоев *P. pityusa*. Первая — с повышенной плотностью подроста, где наиболее интенсивно формируются ценотические условия первых этапов развития лесного моносообщества. Присутствие сопутствующих и второстепенных пород здесь незначительно, однако в связи с высокой плотностью подроста *P. pityusa* впоследствии существенно возрастает внутривидовая конкуренция.

В пределах второй зоны, которую можно характеризовать как переходную от среды лесного биоценоза к условиям открытого пространства, плотность подроста заметно снижается. В границах данного пространства влияние полога материнского древостоя также снижается, что связано с увеличением расстояния от стены материнского древостоя до подроста или с изменением его сомкнутости в результате изреживания либо фрагментации насаждений — образование прогалов и полян. В данной ситуации снижается внутривидовая конкуренция и возрастает уровень межвидового взаимодействия в борьбе за ресурсы многофакторного пространства экологической ниши. На первых этапах роста сеянцев здесь в наибольшей степени проявляется конкуренция по отношению к растениям травяного яруса. При этом все большее значение в реализации подроста приобретает влияние условий ландшафта. Микропонижения, защита от инсоляции в результате затенения различными элементами рельефа, экспозиция и крутизна склонов — все это в большей степени оказывает влияние на динамику естественного возобновления коренных древостоев *P. pityusa*. В результате снижения плотности в данной экологической зоне наблюдается увеличение биометрических показателей подроста.

За переходной следует зона диффузной конкуренции, для которой характерно резкое снижение густоты и сомкнутости крон подроста. В пространстве третьей структурно-функцио-

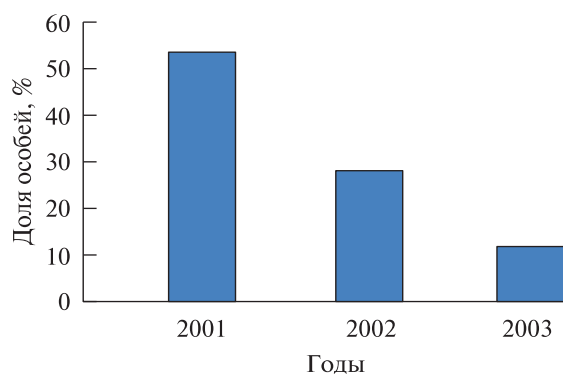


Рис. 2. Возрастные спектры подроста *P. pityusa* на горельниках ландшафтного заказника «Мыс Айя» с доминированием поколения 2001 г.

Fig. 2. Age spectra of undergrowth of *P. pityusa* in the mountain forests of the landscape reserve «Mys Aya», dominated by the 2001 generation

нальной зоны усиливается лимитирующее действие абиотических факторов, связанных со спецификой ландшафта, увеличением температурного, влажностного, инсоляционного градиентов биоценотической среды. Структура фитоценоза формируется с участием сопутствующих древесных растений и кустарников, резко снижается уровень внутривидовой конкуренции.

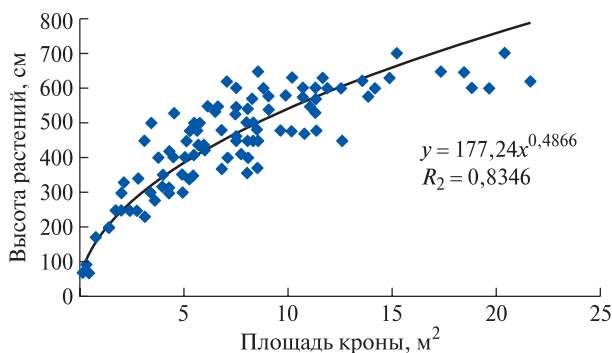
При изучении возраста подроста *P. pityusa* по количеству мутовок годового прироста верхушечного побега в некоторых случаях у молодых растений в первые десятилетия их развития наблюдалось формирование нескольких верхушечных приростов. Очевидно, что в засушливом климате приморского пояса горно-лесной зоны Крыма различные травоядные животные в качестве кормовой базы используют молодые побеги хвойных растений. В данном случае повреждение подроста *P. pityusa*, наиболее вероятно, связано с объеданием верхушечных побегов косулями (*Capreolus capreolus* L.), которые в этих местах достаточно часто встречаются. Следует отметить, что данное, казалось бы, негативное, явление в определенной степени способствует выживанию подроста в периоды значительного снижения количества годовых осадков за счет сокращения листовой поверхности испарения и изменения аллометрии надземной и подземной частей растений [25]. Общая оценка специфики возрастной структуры позволила установить, что активизация естественного возобновления и формирование ценопопуляций подроста *P. pityusa* происходят в течение 2–3 лет после пожара (рис. 2).

При проведении полевых наблюдений установлено, что за 15-летний период (2007–2022) на территории ландшафтного заказника «Мыс Айя» санитарные рубки были проведены дважды. В результате сохранилась лишь часть семенных деревьев, которая оказалась труднодоступной

**Биометрические показатели подроста *P. pityusa* на горельниках ландшафтного заказника «Мыс Айя», по данным наблюдений на 2022 г.**

**Biometric assessment of undergrowth of *P. pityusa* in the burnt area of landscape reserve «Cape Aya», based on observations for 2022**

| Объект    | Количество, шт./га | Высота, см     | Диаметр ствола, см | Возраст, лет | Площадь кроны, м <sup>2</sup> |
|-----------|--------------------|----------------|--------------------|--------------|-------------------------------|
| Вариант 1 |                    |                |                    |              |                               |
| 1         | 400                | 437,5 ± 45,89  | 8,6 ± 2,11         | 24,0 ± 2,01  | 5,5 ± 1,28                    |
| 2         | 400                | 417,5 ± 86,35  | 7,6 ± 1,99         | 21,5 ± 0,50  | 7,0 ± 2,11                    |
| 3         | 700                | 355,7 ± 31,61  | 5,4 ± 0,79         | 20,5 ± 1,02  | 5,8 ± 0,95                    |
| 4         | 1200               | 396,6 ± 34,23  | 9,2 ± 1,51         | 21,5 ± 0,26  | 5,4 ± 0,91                    |
| 1-4       | 700                | 395,2 ± 21,73  | 7,9 ± 0,84         | 21,6 ± 0,44  | 5,8 ± 0,57                    |
| Вариант 2 |                    |                |                    |              |                               |
| 1         | 400                | 330,7 ± 93,03  | 8,7 ± 2,71         | 20,1 ± 2,02  | 5,3 ± 1,95                    |
| 2         | 600                | 497,1 ± 32,27  | 7,6 ± 0,76         | 23,9 ± 0,94  | 8,5 ± 1,09                    |
| 3         | 900                | 541,1 ± 33,64  | 10,5 ± 1,07        | 23,9 ± 0,98  | 14,2 ± 1,76                   |
| 4         | 1000               | 543,0 ± 50,24  | 9,6 ± 1,31         | 22,5 ± 0,54  | 11,6 ± 2,22                   |
| 1-4       | 800                | 487,7 ± 29,92  | 8,9 ± 0,70         | 22,7 ± 0,59  | 10,3 ± 1,08                   |
| Вариант 3 |                    |                |                    |              |                               |
| 1         | 500                | 412,0 ± 60,69  | 5,4 ± 0,58         | 22,2 ± 0,37  | 6,8 ± 1,44                    |
| 2         | 900                | 480,0 ± 35,90  | 7,0 ± 0,66         | 21,8 ± 0,43  | 7,2 ± 1,08                    |
| 3         | 1300               | 426,9 ± 30,71  | 6,6 ± 0,61         | 21,7 ± 0,43  | 5,8 ± 0,70                    |
| 4         | 1300               | 576,15 ± 26,23 | 9,9 ± 0,65         | 24,2 ± 0,34  | 9,0 ± 0,61                    |
| 1-4       | 1000               | 485,5 ± 19,60  | 7,6 ± 0,42         | 22,6 ± 0,27  | 7,3 ± 0,46                    |



**Рис. 3.** Взаимосвязь между высотой деревьев и площадью кроны в молодых древостоях *P. pityusa*

**Fig. 3.** Relationship between tree height and crown area in young stands of *P. pityusa*

для выполнения рубки либо была безупречной с позиции оценки санитарного состояния. В связи с этим сеть пробных площадей увеличили в целях расширения охвата территории горельника, включая участки проведения санитарных рубок.

Возраст молодняков *P. pityusa* на объекте исследования по итогам наблюдений, проведенных в 2022 г., изменялся от  $20,1 \pm 2,02$  до  $24,2 \pm 0,34$  лет (табл. 2). За 15-летний период на исследуемых объектах произошли существенные изменения биометрических показателей растений. Значительно увеличались диаметр и высота молодняков естественного происхождения, а также увеличилась площадь кроны среднего дерева.

В целом позитивная динамика комплекса биометрических показателей, наличие положительной связи между средней высотой дерева и площадью кроны (рис. 3), хорошее жизненное состояние молодняков свидетельствуют о том, что на данном этапе происходит реализация естественных механизмов восстановления биоценологического пространства природных популяций *P. pityusa*, утраченного в результате пожара.

При этом смыкания кроны растений в границах сложившихся ценопопуляций не произошло. Причиной отсутствия единого кронового пространства является снижение плотности распределения растений, произошедшее после проведения санитарных рубок. Уменьшение численности подроста и изменение структуры его ценопопуляций на территории горельника является следствием проведения лесовосстановительных лесохозяйственных мероприятий, которые были сведены в основном к вырубке деревьев и раскорчевке пней. Такие не вполне рациональные действия привели к усилению эрозийных и оползневых процессов на площади горельника и примыкающих территориях, что способствовало вывалу отдельных не поврежденных огнем деревьев. Образовавшиеся прогалины и поляны осваиваются сопутствующими породами и кустарниками. На пробных площадях отмечено присутствие дуба пушистого (*Q. pubescens*) порослевого происхождения. В настоящее время это единичные экземпляры, но со временем

**Биометрическая оценка подроста *P. pityusa* на опытных объектах  
Карадагского природного заповедника**

**Biometric assessment of *P. pityusa* undergrowth in the experimental sites of the Karadag Nature Reserve**

| Объект | Количество растений,<br>тыс. шт./га | Высота, см    | Диаметр<br>ствола, см | Средняя площадь<br>кроны, м <sup>2</sup> | Общая площадь<br>крон, м <sup>2</sup> /га |
|--------|-------------------------------------|---------------|-----------------------|--|---|
| 1      | 1,6                                 | 164,3 ± 41,09 | 4,7 ± 1,69            | 2,0 ± 0,84                               | 3234,34                                   |
| 2      | 1,4                                 | 159,0 ± 40,49 | 5,6 ± 1,59            | 1,6 ± 0,61                               | 2292,18                                   |
| 3      | 1,0                                 | 159,1 ± 46,58 | 4,5 ± 1,73            | 1,9 ± 0,77                               | 1959,38                                   |
| 4      | 0,9                                 | 205,7 ± 64,63 | 5,9 ± 1,26            | 4,4 ± 1,01                               | 3944,22                                   |
| 1–4    | 1,2                                 | 169,3 ± 22,72 | 5,5 ± 0,81            | 2,1 ± 0,42                               | 2585,37                                   |

процессы экологического замещения *P. pityusa* могут усилиться, и численность сопутствующих и второстепенных пород будет возрастать. В том случае, когда влияние санитарных рубок на процессы роста и развития молодняков исключено, площадь кронового пространства подроста и молодняков *P. pityusa* заметно увеличивается.

При обследовании искусственных насаждений *P. pityusa* на территории Карадагского природного заповедника выявлены те же закономерности, что и для ее природных сообществ на мысе Айя — снижение плотности подроста с удалением от стены материнского насаждения и синхронное увеличение среднего диаметра, высоты и крон растений (табл. 3).

Таким образом, антропогенное вмешательство в природные механизмы восстановления коренных сообществ снижает возможности реализации экологических процессов поддержания целостности растительного покрова, следствием которых согласно «правила предварения» или «закона выравнивания среды», изложенного в работах И.Б. Кучеров (1995), является восстановление лесного сообщества видами, способными к устойчивому существованию в сложившихся условиях [16]. В данном случае за сокращением пространства доминирования *P. pityusa* последует формирование насаждений порослевого происхождения со значительным долевым участием *Q. pubescens* n-генерации, что окажет влияние на продуктивность, устойчивость и биологическое разнообразие лесных экосистем ландшафтного заказника «Мыс Айя» и Карадагского природного заповедника. Обоснованность данного теоретического положения, как одного из итогов проведенных исследований, была проверена нами при изучении специфики возобновления *P. pityusa* в условиях сухих сугрудов на южных склонах отрогов Крымских гор Карадагского природного заповедника. При выполнении полевых наблюдений было установлено, что естественное возобновление и формирование ценопопуляций подроста *P. pityusa* достаточно успешно происходит и за пределами пирогенного ряда. Жизнеспособный

подрост наблюдался в «окнах» полога материнских насаждений, он активно развивается и на примыкающих залежных землях.

### Выводы

Временной разрыв в хронологии прохождения лесных пожаров оказывает влияние на возрастную и пространственную структуру подроста *P. pityusa*. Исследования, проведенные в естественных насаждения мыса Айя, показали, что подрост *P. pityusa* на горельниках встречается неравномерно. Его количество изменяется в пределах 2,9...8,2 тыс. шт./га., максимальная численность растений составляет 15 тыс. шт./га. Относительно равномерное снижение плотности подроста наблюдается при движении от стены материнского древостоя на расстояние, кратное 2–3 величинам его средней высоты. Увеличение численности подроста происходит вблизи групп и одиночных растений, которые не были ликвидированы при проведении санитарных рубок на горельниках.

Выделены три ландшафтно-ценотические зоны динамики процессов возобновления коренных древостоев *P. pityusa*. Первая — с повышенной плотностью подроста, где наиболее интенсивно формируются ценотические условия начальных этапов развития лесного моносообщества. Присутствие сопутствующих и второстепенных пород здесь незначительно, однако существенно возрастает внутривидовая конкуренция. В пределах второй зоны экологическое значение полога материнского древостоя в формировании ценотической среды снижается, возрастает уровень конкуренции с растениями травяного яруса. При этом все большее значение в реализации подроста приобретает влияние ландшафта. В третьей структурно-функциональной зоне усиливается лимитирующее действие абиотических факторов. Состав фитоценоза *P. pityusa* формируется с участием в большей степени сопутствующих древесных растений и кустарников.

Антропогенное вмешательство в природные процессы возобновления коренных сообществ

снижает возможности реализации биоценологических процессов поддержания целостности и восстановления лесного сообщества видами, способными к устойчивому существованию в сложившихся условиях. За сокращением биоценологического пространства доминирования *P. pityusa* последует формирование насаждений порослевого происхождения с преобладающим участием *Q. pubescens* *n*-генерации, что в значительной степени снизит продуктивность, устойчивость и биологическое разнообразие лесных сообществ ландшафтного заказника «Мыс Айя».

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 22-24-20128.*

## Список литературы

- [1] Галущенко С.В., Галущенко Н.Н. Строго охраняемые природные территории как основа реальной заповедности. Международный и европейский опыт // Гуманитарный экологический журнал, 2017. Т. 3 (62). № 19. С. 1–11.
- [2] Burivalova Z., Hart S.J., Radeloff V.C., Srinivasan U. Early warning sign of forest loss in protected areas // *Current Biology*, 2021, v. 31, iss. 20, pp. 4620–4626. DOI: 10.1016/j.cub.2021.07.072
- [3] Powlen K.A., Gavin M.C., Jones K.W. Management effectiveness positively influences forest conservation outcomes in protected areas // *Biological Conservation*, 2021, v. 260, pp. 109192. DOI: 10.1016/j.biocon.2021.109192
- [4] Ribeiro M.P., Mello K., Valente R.A. How can forest fragments support Protected Areas connectivity in an urban landscape in Brazil? // *Urban Forestry & Urban Greening*, 2022, pp. 127683. DOI: 10.1016/j.ufug.2022.127683
- [5] Diniz M.F., Dallmeier F., Gregory T., Martinez V., Saldívar-Bellassai S., Benitez-Stanley M.A., Sánchez-Cuervo A.M. Balancing multi-species connectivity and socio-economic factors to connect protected areas in the Paraguayan Atlantic Forest // *Landscape and Urban Planning*, 2022, v. 222, p. 104400. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2022.104400
- [6] Liu Y., Ziegler A., Jie W., Shijing L., Dashan W., Rongrong X., Decha D., Hailong L., Zhenzhong Z. Effectiveness of protected areas in preventing forest loss in a tropical mountain region // *Ecological Indicators*, 2022, v. 136, p. 108697. DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.108697
- [7] Opuni-Frimpong E., Gabienu E., Adusu D., Opuni-Frimpong N.Y., Dampety F.G. Plant diversity, conservation significance, and community structure of two protected areas under different governance // *Trees, Forests and People*, 2021, v. 4, p. 100082. DOI: 10.1016/j.tfp.2021.100082
- [8] Silva-Pereira I., Meira-Neto J.A.A., Rezende V.L., Eisenlohr P.V. Biogeographic transitions as a source of high biological diversity: Phylogenetic lessons from a comprehensive ecotone of South America // *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 2020, v. 44, p. 125528. DOI: 10.1016/j.ppees.2020.125528
- [9] Ullah S.M.A., Tani M., Tsuchiya J., Rahman M.A., Moriyama M. Impact of protected areas and co-management on forest cover: A case study from Teknaf Wildlife Sanctuary, Bangladesh // *Land Use Policy*, 2022, v. 113, p. 105932. DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105932
- [10] Позаченюк Е.А., Соцкова Л.М., Калинчук И.В., Шудрик Е.В. Инициатива Крымского экорегиона // Заповедники Крыма. Биоразнообразие и охрана природы в Азово-Черноморском регионе: Материалы VII Международ. науч.-практ. конф., 24–26 октября 2013 г. Симферополь, 2013. С. 144–148.
- [11] Александрова М.А. Формирование правового режима земель особо охраняемых природных территорий в отечественном праве XII–XX веков // Альманах современной науки и образования, 2014. Т. 5–6. С. 18–21.
- [12] Грейг-Смит П. Количественная экология растений. М.: Мир, 1967. 358 с.
- [13] Злобин Ю.А. Оценка качества ценопопуляций подростов древесных пород // *Лесоведение*, 1976. Т. 6. С. 72–79.
- [14] Пятницкий С.С. Методика исследований естественного семенного возобновления в лесах левобережной Лесостепи Украины. Харьков: Изд-во Харьков. ун-та, 1959. 38 с.
- [15] Санников С.Н., Санникова Н.С. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса. М.: Наука, 1985. 152 с.
- [16] Кучеров И.Б. О принципе дополнителности в геоботанике: методологические предпосылки возникновения комплементарных подходов к изучению растительности // *Журнал общей биологии*, 1995. Т. 56 (4). С. 486–505.
- [17] Коба В.П. Возобновление сосны Палласа на горельниках в Горном Крыму // *Лесоведение*, 2016. Т. 4. С. 270–278.
- [18] Коба В.П. Особенности восстановления древостоев сосны крымской в постпирогенный период // *Экосистемы*, 2017. Т. 11. С. 10–13.
- [19] Левченко К.В., Матвеев С.М. Факторы горимости и послепожарные изменения в горных лесах Крымского заповедника // *Лесотехнический журнал*, 2017. Т. 4. С. 91–100.
- [20] Лукина Л.И., Тохтамыш О.К., Мастепанова О.И. Противопожарное обустройство лесов в Севастопольском лесничестве // *Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность: Сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., 23–26 сентября 2019 г. Севастополь*, 2019. С. 926–930.
- [21] Ежегодный доклад о состоянии и об охране окружающей среды города Севастополя за 2019 год. Севастополь, 2020. 316 с.
- [22] Салтыков А.Н. Системная целостность и сходство пространственно-возрастной структуры подростов сосны обыкновенной и сосны крымской // *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*, 2021. Т. 141. С. 44–54.
- [23] Коба В.П. К проблеме воспроизводства естественных древостоев *Pinus pallasiana* D. Don. // *Сб. науч. трудов Государственного Никитского ботанического сада*, 2004. Т. 123. С. 178–186.
- [24] Коба В.П. Возобновление коренных насаждений *Pinus pallasiana* D. Don после верховых пожаров на фоне динамики абиотических факторов в постпирогенный период // *Растительные ресурсы*, 2004. Т. 40(2). С. 19–30.
- [25] Коба В.П., Жигалова Т.П. Влияние травоядных животных на возобновление сосны крымской в условиях пустоши горельников // *Уч. зап. Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия: Биология*, 2012. Т. 25 (64). № 1. С. 92–97.

## Сведения об авторах

**Коба Владимир Петрович** <sup>✉</sup> — д-р биол. наук, профессор, заведующий лабораторией лесоведения ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН», kobavp@mail.ru

**Салтыков Андрей Николаевич** — канд. с.-х. наук, доцент, зав. кафедрой лесного дела и садово-паркового строительства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», saltykov.andrey.1959@mail.ru

**Макаров Никита Александрович** — аспирант лаборатории лесоведения ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН», makarov.crimea@yandex.ru

**Коренькова Олеся Олеговна** — канд. биол. наук, науч. сотр. лаборатории лесоведения ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН», o.o.korenkova@mail.ru

Поступила в редакцию 17.08.2022.

Одобрено после рецензирования 05.12.2022.

Принята к публикации 21.03.2023.

## RENEWAL OF *PINUS BRUTIA* VAR. *PITYUSA* (STEVEN) SILBA IN RESERVED TERRITORIES OF MOUNTAIN CRIMEA

V.P. Koba<sup>1✉</sup>, A.N. Saltykov<sup>2</sup>, N.A. Makarov<sup>1</sup>, O.O. Korenkova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nikita Botanical Gardens — National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 52, Nikitsky s-k, 298648, Nikita village, Yalta, Republic of Crimea, Russia

<sup>2</sup>V.I. Vernadsky Crimean Federal University, 4, Academician Vernadsky av., 295007, Simferopol, Republic of Crimea, Russia

kobavp@mail.ru

It has been established that undergrowth of *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba is unevenly distributed on the territory of the burnt areas, its density varies within 2,9...8,2 thousand units/ha, the maximum reaches 15 thousand units/ha. The landscape-coenotic zones of the dynamics of the processes of renewal of native *P. pityusa* forest stands have been identified. An increase in the number of undergrowth near groups and single plants, which were not eliminated during sanitary felling on burnt areas, was revealed. The possibility of growth and development of undergrowth in these areas was determined by the influence of the phytogenic field of surviving trees, which protect young plants of *P. pityusa* from negative environmental factors. It was determined that a relatively uniform decrease in the density of undergrowth is observed when moving from the wall of the parent stand at a distance that is a multiple of 2–3 values of its average height. The effect of a time gap in the chronology of the passage of forest fires on the age and spatial structure of *P. pityusa* undergrowth is presented. A general assessment of the specifics of the age structure made it possible to establish that the activation of natural regeneration and the formation of coenopopulations of *P. pityusa* undergrowth occur within 2–3 years after the fire. It has been established that anthropogenic interference in the natural processes of renewal of indigenous communities reduces the possibility of implementing biocenotic processes of maintaining the integrity and restoration of the forest community by species capable of sustainable existence under the prevailing conditions. A reduction in the biocenotic space of *P. pityusa* dominance, which determines the formation of stands of coppice origin, with a predominance of *Quercus pubescens* Willd. *n*-generation, which significantly reduces the productivity, sustainability and biological diversity of forest communities of the Cape Aya landscape reserve.

**Keywords:** *P. pityusa*, stands, regeneration, undergrowth, abundance, burnt forests

**Suggested citation:** Koba V.P., Saltykov A.N., Makarov N.A., Korenkova O.O. *Vozobnovlenie sosny pitzundskoi (Pinus brutia var. pityusa (Steven) Silba) na zapovednykh territoriyakh Gornogo Kryma* [Renewal of *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba in reserved territories of Mountain Crimea]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 3, pp. 26–35. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-3-26-35

## References


- [1] Galushchenko S.V., Galushchenko N.N. *Strogo okhranyaemye prirodnye territorii kak osnova real'noy zapovednosti. Mezhdunarodnyy i evropeyskiy opyt* [Strictly protected natural territories as the basis of a real reserve. International and European experience]. *Gumanitarnyy ekologicheskiy zhurnal* [Humanitarian ecological journal], 2017, v. 3 (62), no. 19, pp. 1–11.
- [2] Burivalova Z., Hart S.J., Radeloff V.C., Srinivasan U. Early warning sign of forest loss in protected areas. *Current Biology*, 2021, v. 31, iss. 20, pp. 4620–4626. DOI: 10.1016/j.cub.2021.07.072



- [3] Powlen K.A., Gavin M.C., Jones K.W. Management effectiveness positively influences forest conservation outcomes in protected areas. *Biological Conservation*, 2021, v. 260, pp. 109192. DOI: 10.1016/j.biocon.2021.109192
- [4] Ribeiro M.P., Mello K., Valente R.A. How can forest fragments support Protected Areas connectivity in an urban landscape in Brazil? *Urban Forestry & Urban Greening*, 2022, pp. 127683. DOI: 10.1016/j.ufug.2022.127683
- [5] Diniz M.F., Dallmeier F., Gregory T., Martinez V., Saldivar-Bellassai S., Benitez-Stanley M.A., Sánchez-Cuervo A.M. Balancing multi-species connectivity and socio-economic factors to connect protected areas in the Paraguayan Atlantic Forest. *Landscape and Urban Planning*, 2022, v. 222, p. 104400. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2022.104400
- [6] Liu Y., Ziegler A., Jie W., Shijing L., Dashan W., Rongrong X., Decha D., Hailong L., Zhenzhong Z. Effectiveness of protected areas in preventing forest loss in a tropical mountain region. *Ecological Indicators*, 2022, v. 136, p. 108697. DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.108697
- [7] Opuni-Frimpong E., Gabienue E., Adusu D., Opuni-Frimpong N.Y., Dampety F.G. Plant diversity, conservation significance, and community structure of two protected areas under different governance. *Trees, Forests and People*, 2021, v. 4, p. 100082. DOI: 10.1016/j.tfp.2021.100082
- [8] Silva-Pereira I., Meira-Neto J.A.A., Rezende V.L., Eisenlohr P.V. Biogeographic transitions as a source of high biological diversity: Phylogenetic lessons from a comprehensive ecotone of South America. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 2020, v. 44, p. 125528. DOI: 10.1016/j.ppees.2020.125528
- [9] Ullah S.M.A., Tani M., Tsuchiya J., Rahman M.A., Moriyama M. Impact of protected areas and co-management on forest cover: A case study from Teknaf Wildlife Sanctuary, Bangladesh. *Land Use Policy*, 2022, v. 113, p. 105932. DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105932
- [10] Pozachenyuk E.A., Sotskova L.M., Kalinchuk I.V., Shudrik E.V. *Iniitsiativa Krymskogo ekoregiona* [Initiative of the Crimean Ecoregion]. *Zapovedniki Kryma. Bioraznoobrazie i okhrana prirody v Azovo-Chernomorskom regione: Mat. VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Reserves of Crimea. Biodiversity and nature protection in the Azov-Black Sea region: Mat. VII Intern. scientific-practical. Conf.]*, October 24–26, 2013. Simferopol, 2013, pp. 144–148.
- [11] Aleksandrova M.A. *Formirovanie pravovogo rezhima zemel' osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy v otechestvennom prave XII–XX vekov* [Formation of the legal regime of lands of specially protected natural areas in domestic law of the XII–XX centuries]. *Al'manakh sovremennoy nauki i obrazovaniya* [Almanac of modern science and education], 2014, v. 5–6, pp. 18–21.
- [12] Greig-Smith P. *Kolichestvennaya ekologiya rasteniy* [Quantitative plant ecology]. Moscow: Mir, 1967, 358 p.
- [13] Zlobin Yu.A. *Otsenka kachestva tsenopopulyatsiy podrosta drevesnykh porod* [Assessment of the quality of cenopopulations of undergrowth of tree species]. *Lesovedenie*, 1976, v. 6, pp. 72–79.
- [14] Pyatnitskiy S.S. *Metodika issledovaniy estestvennogo semennogo vozobnovleniya v lesakh levoberezhnoy Lesostepi Ukrainy* [Methodology for researching natural seed regeneration in the forests of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine]. Kharkov: Kharkov Publishing House university, 1959, 38 p.
- [15] Sannikov S.N., Sannikova N.S. *Ekologiya estestvennogo vozobnovleniya sosny pod pologom lesa* [Ecology of natural regeneration of pine under the forest canopy]. Moscow: Nauka, 1985, 152 p.
- [16] Kucherov I.B. *O printsipe dopolnitel'nosti v geobotanike: metodologicheskie predposylki vozniknoveniya komplementarnykh podkhodov k izucheniyu rastitel'nosti* [On the principle of complementarity in geobotany: methodological prerequisites for the emergence of complementary approaches to the study of vegetation]. *Zhurnal obshchey biologii* [Journal of General Biology], 1995, v. 56 (4), pp. 486–505.
- [17] Koba V.P. *Vozobnovlenie sosny Pallas na gorel'nikah v Gornom Krymu* [Renewal of Pallas pine on burnt forests in the Mountainous Crimea]. *Russian Journal of Forest Science [Lesovedenie]*, 2016, v. 4, pp. 270–278.
- [18] Koba V.P. *Osobennosti vosstanovleniya drevostoev sosny krymskoy v postpirogennyi period* [Peculiarities of restoring stands of Crimean pine in the post-pyrogenic period]. *Ekosistemy* [Ecosystems], 2017, v. 11, pp. 10–13.
- [19] Levchenko K.V., Matveev S.M. *Factory gorimosti i poslepozharnye izmeneniya v gornykh lesakh Krymskogo zapovednika* [Flammability factors and post-fire changes in the mountain forests of the Crimean Reserve]. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forestry Engineering Journal], 2017, v. 4, pp. 91–100.
- [20] Lukina L.I., Tokhtamysh O.K., Mastepanova O.I. *Protivopozharnoe obustroystvo lesov v Sevastopol'skom lesnichestve* [Fire-fighting arrangement of forests in the Sevastopol forestry]. *Ekologicheskaya, promyshlennaya i energeticheskaya bezopasnost'* [Ecological, industrial and energy safety], 2019, pp. 926–930.
- [21] *Ezhegodnyy doklad o sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy goroda Sevastopolya za 2019 god* [Annual report on the state and environmental protection of the city of Sevastopol for 2019]. Sevastopol, 2020, 316 p.
- [22] Saltykov A.N. *Sistemnaya tselostnost' i skhodstvo prostranstvenno-vozrastnoy struktury podrosta sosny obyknovlennoy i sosny krymskoy* [System integrity and similarity of the space-age structure of the undergrowth of Scots pine and Crimean pine]. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada* [Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden], 2021, v. 141, pp. 44–54.
- [23] Koba V.P. *K probleme vosproizvodstva estestvennykh drevostoev Pinus pallasiana D. Don.* [On the problem of reproduction of natural stands of *Pinus pallasiana* D. Don.]. *Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada* [Collection of scientific works of the State Nikitsky Botanical Garden], 2004, v. 123, pp. 178–86.
- [24] Koba, V.P. *Vozobnovlenie korenykh nasazhdenij Pinus pallasiana D. Don posle verhovnykh pozharov na fone dinamiki abioticheskikh faktorov v postpirogennyi period* [Restoration of indigenous plantations of *Pinus pallasiana* D. Don after crown fires against the background of the dynamics of abiotic factors in the post-pyrogenic period] *Rastitelnye resursy* [Plant Resources], 2004, v. 40(2), pp. 19–30.
- [25] Koba V.P., Zhigalova T.P. *Vliyaniye travoyadnykh zhivotnykh na vozobnovlenie sosny krymskoy v usloviyakh pustoshi gorel'nikov* [Influence of herbivores on the renewal of the Crimean pine in the conditions of the barren wasteland]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya: Biologiya* [Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. IN AND. Vernadsky. Series: Biology], 2012, v. 25 (64), no. 1, pp. 92–97.

*The work was carried out with the financial support of the RGNF grant No. 22-24-20128.*

## Authors' information

**Koba Vladimir Petrovich**  — Dr. Sci. (Biology), Professor, Head of the Laboratory of Forest Science of the FSBSI «Order of the Red Banner of Labor Nikitsky Botanical Garden — National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», kobavp@mail.ru

**Saltykov Andrey Nikolaevich** — Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Head of the Department of Forestry and Landscape Construction of the Institute «Agrotechnological Academy», V.I. Vernadsky Crimean Federal University, saltykov.andrey.1959@mail.ru

**Makarov Nikita Aleksandrovich** — pg. of the Laboratory of Forest science of the Order of the Red Banner of Labor Nikitsky Botanical Garden — National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, makarov.crimea@yandex.ru

**Korenkova Olesya Olegovna** — Cand. Sci. (Biology), Researcher of the Laboratory of Forest science of the Order of the Red Banner of Labor Nikitsky Botanical Garden — National Research Center of the RAS, o.o.korenkova@mail.ru

Received 17.08.2022.

Approved after review 05.12.2022.

Accepted for publication 21.03.2023.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов  
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article  
The authors declare that there is no conflict of interest