

УДК 574.3
DOI: 10.7868/S25000640230309

ОРОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ *PINUS BRUTIA* VAR. *PITYUSA* (STEVEN) SILBA В ГОРНОМ КРЫМУ

© 2023 г. В.П. Коба¹, О.О. Коренькова¹, Н.А. Макаров¹

Аннотация. Исследования проводили на территории произрастания природных популяций *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba в Горном Крыму. Целью исследований являлось изучение орографических характеристик ландшафта, выявление особенностей их влияния на состояние и перспективы развития насаждений *P. brutia* var. *pityusa*. При проведении наблюдений использовали методы космического зондирования и систему компьютерной оценки экспозиции и величины уклона отдельных участков изучаемых территорий, определяли интегральные показатели данных характеристик в градации по высотным поясам. В результате проведенных исследований установлено, что орографические факторы в суммарном действии оказывают заметное влияние на формирование древостоев *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму, особенно на первых этапах их развития. В прибрежной зоне в урочище Аязьма наиболее значительное лимитирующее действие оказывает крутизна склонов. В центральной части массива лесов *P. brutia* var. *pityusa* урочища Аязьма после повреждения древостоев верховыми пожарами сильная крутизна склонов способствует активному развитию эрозионных и оползневых процессов, особенно на территории проведения сплошных санитарных рубок. В урочище Батилиман при некотором уменьшении крутизны склонов важную роль играет их экспозиция. На южных склонах, которые занимают большую часть площади урочища Батилиман, ухудшаются возможности роста молодых растений *P. brutia* var. *pityusa*, что оказывает негативное влияние на процессы естественного возобновления сосны. Увеличение разнообразия орографических условий по показателю экспозиции склонов повышает дисперсность микроклиматических условий на горе Караул-Оба в сравнении с территориями западной части произрастания *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму. Особенности ландшафта урочища Новый Свет – сравнительно небольшой уклон и юго-восточная экспозиция склонов, а также повышение стабильности микроклимата в котловине горного амфитеатра, где расположена большая часть насаждений *P. brutia* var. *pityusa*, – обеспечивают улучшение условий произрастания. Благоприятное действие орографических факторов определило возможности произрастания *P. brutia* var. *pityusa* на территории урочища Новый Свет, в крайней восточной части ее распространения в Горном Крыму.

Ключевые слова: орография, склоны, экспозиция, крутизна, *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba, насаждения, условия произрастания.

OROGRAPHIC CONDITIONS FOR GROWTH OF *PINUS BRUTIA* VAR. *PITYUSA* (STEVEN) SILBA IN MOUNTAIN CRIMEA

V.P. Koba¹, O.O. Korenkova¹, N.A. Makarov¹

Abstract. The studies were carried out on the territory of growth of natural populations of *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba in the Crimean Mountains. The purpose of the research was to study the orographic characteristics of the landscape, to identify the features of their influence on the state of the prospects for the development of *P. brutia* var. *pityusa* plantations. When conducting observations, we used methods of space sounding and a system of computerized assessment of the exposure and slope of individual sections of the studied territories, and determined the integral indicators of these characteristics in gradations according to altitudinal zones. As a result of the research, it was found that the orographic factors in total have a noticeable effect on the formation of *P. brutia* var. *pityusa* forest stands in the Crimean Mountains, especially at the

¹ Никитский ботанический сад – Национальный научный центр Российской академии наук (Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Yalta, Russian Federation), Российская Федерация, 298648, г. Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52, e-mail: o.o.korenkova@mail.ru

first stages of their development. It was revealed that in the coastal zone in the Ayazma natural boundary, the steepness of the slopes has the most significant limiting effect. In the central part of the *P. brutia* var. *pityusa* forests in the Ayazma natural boundary, after forest stands were damaged by crown fires, the high steepness of the slopes contributes to the active development of erosion and landslide processes, especially in the area of clear sanitary felling. It is shown that in the Batiliman natural boundary, with a slight decrease in the steepness of the slope, their exposure plays an important role. On the southern slopes, which occupy most of the area of the Batiliman natural boundary, the growth opportunities for young *P. brutia* var. *pityusa* plants are deteriorating, which has a negative impact on the processes of its natural renewal. It has been established that an increase in the diversity of orographic conditions in terms of slope exposure also increases the dispersion of microclimatic conditions in Karaul-Oba Mountain in comparison with the territories of the western part of the growth of *P. brutia* var. *pityusa* in the Crimean Mountains. It is shown that the landscape features of the Novy Svet natural boundary – a relatively small slope and southeastern exposure of the slopes, an increase in the stability of the microclimate in the amphitheater basin, where most of the *P. brutia* var. *pityusa* plantations are located, provide an improvement in growing conditions. The total effect of orographic factors determined the growth possibilities of *P. brutia* var. *pityusa* in the territory of the Novy Svet natural boundary, the extreme eastern part of its distribution in the Crimean Mountains.

Keywords: orography, slopes, exposure, steepness, *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba, plantations, growing conditions.

ВВЕДЕНИЕ

Различные виды растений природной флоры эволюционно адаптировались к условиям внешней среды, определяющим географию их распространения [1]. В системе экологических факторов, оказывающих влияние на рост и развитие растений, возможности успешной реализации их репродуктивного потенциала важное значение имеют орографические факторы, действие которых в наибольшей степени проявляется в условиях горных ландшафтов [2]. Экспозиция и крутизна склонов, высота над уровнем моря во многом определяют температурный режим, влагосодержание и динамику питательных веществ в почве, в целом специфику формирования почвенного покрова [3; 4]. С увеличением крутизны склонов возрастает интенсивность эрозионных процессов, с различием территориального расположения по отношению к сторонам света связано изменение инсоляционного режима. Все это определяет то, что орографические факторы даже на относительно небольших участках природных ландшафтов могут оказывать существенное влияние на структуру и состав фитоценозов, их продуктивность и устойчивость к действию неблагоприятных факторов внешней среды [5; 6].

В настоящее время важное значение приобретают задачи комплексной оценки условий произрастания редких и исчезающих видов растений в пределах их естественных ареалов, выявление лимитирующих факторов, которые в условиях всевозрастающих климатических изменений могут оказывать негативное действие на состояние

природных популяций [7–9]. В Горном Крыму естественно произрастает *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba – представитель средиземноморской флоры, включенный в Красные книги Российской Федерации и Республики Крым в классификации категории реликтовый вид, крымско-новороссийский эндемик, находящийся под угрозой исчезновения [10; 11]. В настоящее время проблема охраны *P. brutia* var. *pityusa* в значительной степени усугубляется глубокой трансформацией условий произрастания в местах ее естественного распространения в связи с постоянно возрастающим антропогенным прессом.

Целью исследований являлось изучение орографических характеристик ландшафта, выявление особенностей их влияния на состояние и перспективы развития насаждений *P. brutia* var. *pityusa*. Задачи – выявить особенности влияния уклона и экспозиции склонов на произрастание *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в пределах территорий естественного произрастания *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму. С использованием данных спутниковых систем дистанционного зондирования (Google Планета Земля) изучали специфику ландшафтов урочищ Аязма, Батилиман, Новый Свет, горы Караул-Оба (рис. 1). Определяли уклон и экспозицию склонов на относительно однородных по характеристикам рельефа участках, измеряли их площадь. Оценивали суммарные показатели пло-



Рис. 1. Территории исследования: 1 – урочища Аязьма, Батилиман, 2 – гора Караул-Оба, урочище Новый Свет.

Fig. 1. Study areas: 1 – Ayazma and Batiliman natural boundaries; 2 – Karaul-Oba Mountain, Novy Svet natural boundary.

шадей территорий с интервалом уклонов 0–5, 6–10, 11–15, 16–20, 21–25, 26–30, 31–35, 36–40, 41–50°. Анализировали специфику изучаемых ландшафтов по величине территорий склонов различной экспозиции. В градации расположения над уровнем моря по отдельным высотным поясам с интервалом 0–100, 101–200, 201–300, 301–400, 401–500, 501–600 м определяли интегральные характеристики орографических условий произрастания *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму. Верификацию материалов дистанционного зондирования осуществляли методом маршрутного обследования изучаемых объектов. Общая площадь обследования составила 1120 га, по отдельным территориям: урочища Аязьма – 310 га, Батилиман – 240 га, Новый

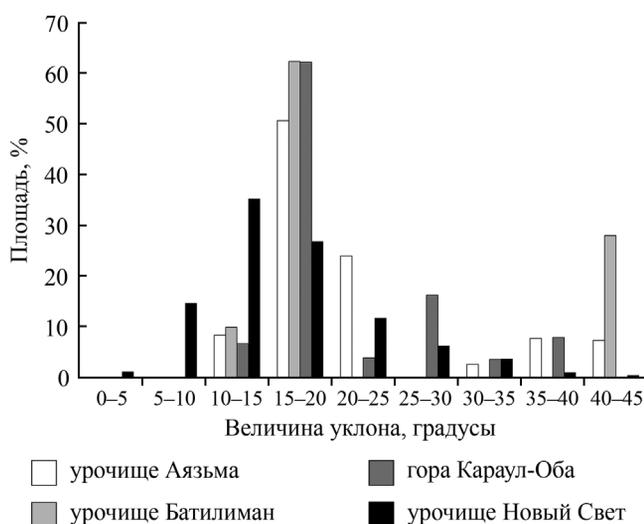


Рис. 2. Распределение площади насаждений *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму по величине уклона.

Fig. 2. Distribution of the planting area of *P. brutia* var. *pityusa* in the Crimean Mountains by slope.

Свет – 450 га, гора Караул-Оба – 120 га. Особенности климатических условий в районах произрастания *P. brutia* var. *pityusa* анализировали, используя данные метеорологических станций Севастополя и Феодосии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Большую часть территории урочища Аязьма занимают склоны с уклоном 15–20°, их доля от общей площади равна 36 %, склоны крутизной 20–25° составляют 17 %. Участки скалистых обрывов с уклоном 35° и выше, где *P. brutia* var. *pityusa* представлена отдельными небольшими группами и единичными деревьями, занимают 28 % (рис. 2). Средняя величина уклона территории обследования составила 30,4°.

В градации высотного расположения в нижнем поясе, в пределах высот 0–100 м над уровнем моря, большая часть рельефа представлена склонами сильной крутизны, величина уклона которых варьирует в пределах 45–50°. Это определяет высокий уровень эрозионных процессов и в значительной степени ограничивает возможности формирования устойчивого почвенного покрова, что снижает продуктивность насаждений прибрежной зоны.

Высотный пояс 100–200 м над уровнем моря характеризуется более пологим рельефом, наибольшую площадь занимают склоны, величина уклона которых составляет 15–20° (табл. 1).

На высоте 200–300 м над уровнем моря так же, как в прибрежной зоне, преобладают склоны с большим уклоном. Несмотря на определенное ухудшение условий произрастания по характеристике крутизны склонов, в недавнем прошлом здесь формировалось основное ядро массива лесов *P. brutia* var. *pityusa* урочища Аязьма, которое в результате прохождения верховых пожаров в конце XX столетия претерпело значительные изменения структуры и состава, а на отдельных участках произошла полная деградация насаждений. Последующее развитие негативных явлений было связано с проведением нерациональных хозяйственных мероприятий на территории прохождения верховых пожаров. Сплошная вырубка на крутых склонах поврежденным огнем деревьев способствовала усилению эрозионных и оползневых процессов, что существенно ограничило возможности естественного восстановления коренных древостоев на данных территориях. Это также определило усиление деструктивных процессов не только на территории горельников, но

Таблица 1. Интегральная оценка орографических условий в высотной градации распространения *P. pityusa*
Table 1. Integral assessment of orographic conditions in the altitudinal gradation of distribution of *P. pityusa*

Высота н.у.м., м Altitude above sea level, m	Преобладающая величина уклонов, градусы Dominant value of slopes, degrees	Преобладающая экспозиция склона, % Dominant slope exposure, %
урочище Аязьма / Ayazma natural boundary		
0–100	45–50	З / W; 37,0
100–200	15–20	З / W; 48,2
200–300	45–50	З / W; 37,8
300–400	15–20	ЮЗ / SW; 46,9
400–500	15–20	ЮЗ / SW; 41,8
500–600	15–20	ЮЗ / SW; 48,7
урочище Батилиман / Batiliman natural boundary		
0–100	15–20	Ю / S; 60,1
100–200	15–20	Ю / S; 60,2
200–300	15–20	Ю / S; 62,5
300–400	15–20	Ю / S; 89,3
400–500	15–20	Ю / S; 100
500–600	15–20	Ю / S; 100
гора Караул-Оба / Karaul-Oba Mountain		
0–100	15–20	ЮВ / SE; 30,7
100–200	15–20	ЮВ / SE; 28,0
200–300	15–20	Ю / S; 45,5
урочище Новый Свет / Novy Svet natural boundary		
0–100	10–15	ЮВ / SE; 60,0
100–200	10–15	ЮВ / SE; 47,0
200–300	15–20	ЮВ / SE; 50,8
300–400	15–20	ЮВ / SE; 42,4

и на примыкающих к ним участках леса в результате вывала деревьев, связанного с подвижкой грунта и выходом на поверхность грунтовых вод.

Далее с продвижением вверх по склону рельеф ландшафта приобретает большее разнообразие. В его структуре начинают преобладать овраги и промоины, более часто встречаются скальные выходы рифтовых известняков юрского периода [12]. При этом в пределах верхнего пояса в урочище Аязьма на высотах 300–600 м над уровнем моря *P. brutia* var. *pityusa* распространена на сравнительно пологих участках, что связано с общим ухудшением эдафических условий произрастания, на фоне которых фактор крутизны склона начинает играть первостепенное значение в формировании лесных фитоценозов данного вида.

По расположению относительно сторон света в урочище Аязьма более распространены участки юго-западной и западной экспозиции, занимающие 40 и 31 % общей площади соответственно (рис. 3). Доля южных склонов сравнительно невелика – 12 %. Для южных районов с сухим климатом крутизна и экспозиция склонов являются важными

показателями в характеристике локальных экологических условий. По данным некоторых исследователей, влияние величины уклона в горных ландшафтах в интегральной характеристике сопоставимо с зональностью широтных изменений условий произрастания [13]. На южных склонах уровень инсоляции выше в сравнении с другими экспозициями [14]. Имеются данные, свидетельствующие о том, что при возделывании сельскохозяйственных культур в предгорном Крыму на склонах западной экспозиции развитие растений происходит более медленно, особенно на первых этапах роста, и это оказывает влияние на их продуктивность [15].

В высотном разрезе ландшафт урочища Аязьма (высота гор в данном районе достигает отметки 580 м над уровнем моря) характеризуется достаточно четко выраженной дифференциацией расположения элементов рельефа относительно сторон света. В нижней части, в прибрежной зоне до высоты 300 м над уровнем моря, где расположен основной массив лесов *P. brutia* var. *pityusa*, горные склоны в данном урочище в большей части имеют западную экспозицию. Их доля в градации по

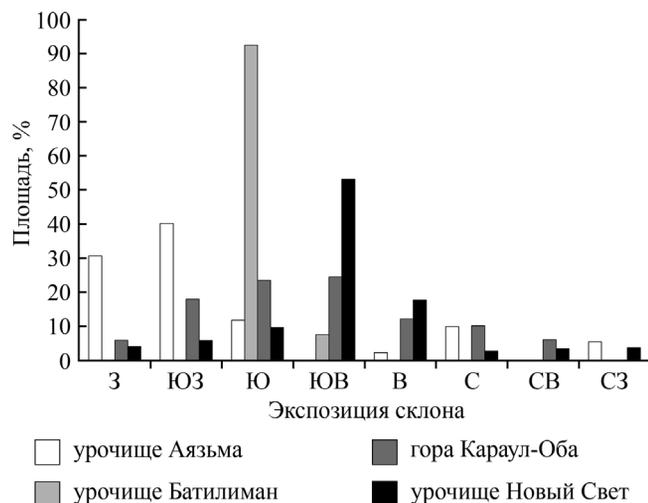


Рис. 3. Характеристика экспозиции склонов на территории произрастания *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму.
Fig. 3. Characteristics of the exposure of slopes in the territory of growth of *P. brutia* var. *pityusa* in the Crimean Mountains.

отдельным высотным поясам изменяется в пределах 37–48,2 %. В верхней части территории произрастания *P. brutia* var. *pityusa* в урочище Аязьма в структуре ландшафта преобладают склоны юго-западной экспозиции. Оценивая в целом динамику орографических факторов, следует отметить, что по величине уклона значительная часть территории заказника характеризуется достаточно жесткими условиями произрастания в связи с большой крутизной склонов. Преобладание в структуре ландшафта склонов западной и юго-западной экспозиции также в определенной степени может оказывать лимитирующее действие на процессы роста и развития *P. brutia* var. *pityusa* на площади урочища Аязьма.

Орографические условия второй наиболее крупной территории произрастания *P. brutia* var. *pityusa* в западной части Горного Крыма, включенной в состав заказника «Мыс Айя» – урочища Батилиман, – заметно отличаются от таковых урочища Аязьма, несмотря на то, что два этих заповедных объекта находятся сравнительно недалеко друг от друга. Примерно половину площади (52 %) урочища Батилиман занимают склоны крутизной 15–20°, более пологие склоны крутизной 10–15° составляют незначительную часть – 8 %. Остальные 40 % территории урочища – это скальные обрывы с углом отвеса 40–45° и выше, где лесная растительность практически полностью отсутствует. По высотным поясам в урочище Батилиман участки произрастания *P. brutia* var. *pityusa* характеризуются срав-

нительно однородными показателями уклона. На формирование микроклимата и в целом на условия произрастания сосны в урочище Батилиман значительное влияние оказывает обрывистый склон восточной части мыса Айя. Большая высота скального массива, до 630 м над уровнем моря, закрывающего с севера сравнительно узкую полосу территории прибрежной зоны, где расположена основная часть древостоев *P. brutia* var. *pityusa* урочища Батилиман, определяет повышение температурного фона и сглаживание его сезонной динамики. Повышение температурного фона также, очевидно, связано с преобладанием в структуре ландшафта урочища Батилиман склонов южной экспозиции – 92 %, и только 8 % имеют юго-восточную.

В урочище Батилиман совместно с *P. brutia* var. *pityusa* произрастает *Arbutus andrachne* L. – теплолюбивое вечнозеленое растение, представитель средиземноморской флоры, который в других насаждениях *P. brutia* var. *pityusa* Горного Крыма не встречается. Как показали наши наблюдения в условиях южного макросклона Главной гряды Крымских гор, естественное возобновление коренных древостоев *Pinus pallasiana* D. Don и *Arbutus andrachne* более успешно происходит на юго-восточных склонах в сравнении с южными [16; 17]. Очевидно, неблагоприятные орографические факторы по показателю экспозиции склонов, повышая нагрев поверхности почвы в весенне-летний период, оказывают негативное воздействие на рост семян, что является одной из причин неудовлетворительного семенного возобновления *P. brutia* var. *pityusa* в урочище Батилиман. По нашим данным, в насаждениях *P. pallasiana* Горного Крыма на высоте 700 м над уровнем моря на склонах южной экспозиции величина нагрева поверхности почвы в мае достигает 55,2 °С, в июле – 66,5 °С, что в значительной степени лимитирует процессы роста и развития растений данного вида на ювенильном этапе онтогенеза [18]. Очевидно, что в урочище Батилиман, где наблюдается большая изреженность древостоев, высокий уровень инсоляции на южных склонах является одним из важных лимитирующих факторов семенного возобновления *P. brutia* var. *pityusa*. Доля молодых растений в составе насаждений *P. brutia* var. *pityusa* здесь крайне незначительна.

Больше половины территории горы Караул-Оба (54 %) занимают ландшафты с крутизной склонов 15–20°, в равной пропорции представлены склоны с углом наклона поверхности 10–15

и 25–30° – по 12 %. Участки крутизной 20–25 и 30–35° занимают 14 %. Средняя величина уклона рельефа ландшафта горы Караул-Оба составляет 21,6°, что заметно меньше, чем в урочищах Аязма и Батилиман, это улучшает возможности роста *P. brutia* var. *pityusa*. Однако небольшая высота (300 м над уровнем моря) и слабо выраженная стена обрывистого склона верхней части горы Караул-Оба не в полной мере обеспечивают стабильность микроклиматических условий. По показателю территориального расположения относительно сторон света на горе Караул-Оба преобладают участки южной экспозиции (71 %), которые примерно в равных долях представлены южными склонами – 26 %, юго-восточными – 24 % и юго-западными – 21 %. Увеличение разнообразия орографических условий по экспозиции склонов повышает дисперсность микроклиматических условий на горе Караул-Оба в сравнении с западными территориями произрастания *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму.

В высотном распределении на горе Караул-Оба преобладают склоны крутизной 15–20°, при этом в прибрежной части более распространены обрывистые участки с высокой интенсивностью эрозионных процессов, с выходом на поверхность каменисто-щебенчатого грунта, с низким уровнем формирования почвенного покрова. В пределах высот 0–200 м над уровнем моря на горе Караул-Оба склоны в большей части имеют юго-восточную экспозицию, что можно характеризовать как положительный фактор в обеспечении процессов роста и семенного воспроизводства *P. brutia* var. *pityusa* на данных территориях. Условия произрастания в верхней части горы Караул-Оба, где преобладают склоны южной экспозиции, очевидно, по температурному режиму поверхности почвы менее благоприятны для *P. brutia* var. *pityusa* на ювенильном этапе развития.

Структура ландшафта урочища Новый Свет характеризуется снижением уклонов элементов рельефа в сравнении с другими местами произрастания *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму. Здесь преобладают склоны крутизной 10–15° (36 %). Участки с уклоном 5–10° занимают 15 % площади урочища. Более пологий рельеф улучшает возможности перехода поверхностного стока в грунтовый, что повышает влагонасыщение почвы и снижает интенсивность эрозионных процессов. При уменьшении крутизны склонов увеличивается интенсивность формирования почвенного покрова [19]. Все это благоприятно влияет на рост и развитие

насаждений *P. brutia* var. *pityusa* в урочище Новый Свет. Преобладание в структуре ландшафта склонов юго-восточной экспозиции (55 %) также улучшает возможности семенного возобновления *P. brutia* var. *pityusa*.

В высотном разрезе в урочище Новый Свет наблюдается некоторая дифференциация орографических условий. В нижней части в пределах высот 0–200 м над уровнем моря более распространены участки с уклоном 10–15°, на вышерасположенных территориях преобладают склоны крутизной 15–20°. Экспозиция элементов рельефа урочища Новый Свет достаточно однородна – по всему гипсометрическому профилю распространения *P. brutia* var. *pityusa* преобладают участки юго-восточного направления. Важной особенностью данного урочища является то, что с северной стороны его территория ограничивается горным массивом с расположенной в центральной части достаточно обширной котловиной, в пределах которой находится основная площадь насаждений *P. brutia* var. *pityusa*. Несмотря на сравнительно небольшую высоту горного массива (400 м над уровнем моря), он защищает древостои *P. brutia* var. *pityusa* от негативного действия холодных северных ветров в зимний период. Определенная замкнутость пространства также способствует повышению стабильности микроклиматических условий в амфитеатре котловины. Таким образом, орографические особенности ландшафта урочища Новый Свет – сравнительно небольшой уклон и юго-восточная экспозиция склонов, а также повышение стабильности микроклимата в котловине горного амфитеатра – обеспечивают улучшение условий произрастания насаждений *P. brutia* var. *pityusa*. Очевидно, именно специфика орографических факторов на данных территориях определила возможности произрастания *P. brutia* var. *pityusa* в крайней восточной части ее распространения в Горном Крыму, где в сравнении с западными участками возрастает континентальность климата и ухудшается температурный режим, особенно в зимний период. Средняя многолетняя температура зимнего периода в районе Феодосии составляет 3,7 °С, что на 2,1° меньше в сравнении с данным показателем в районе Севастополя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рельеф территорий произрастания *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму характеризуется значительным разнообразием. Орографические факторы

в суммарном действии оказывают заметное влияние на формирование древостоев, особенно на первых этапах их развития. В западной части распространения сосны, в урочище Аязьма, в прибрежной зоне произрастания лимитирующее действие оказывает крутизна склонов, которая здесь в основном составляет 45–50°. При этом преобладают склоны западной экспозиции, что ухудшает возможности роста молодых растений. В центральной части урочища Аязьма после повреждения древостоев *P. brutia* var. *pityusa* верховыми пожарами высокая крутизна склонов способствовала активному развитию эрозионных и оползневых процессов, особенно на территории проведения сплошных санитарных рубок. Это определило усиление деструктивных процессов не только на площади горельников, но и на примыкающих к ним участках леса в результате вывала деревьев, связанного с подвижкой грунта и выходом на поверхность грунтовых вод. В урочище Батилиман при некотором снижении крутизны склонов определяющую роль играет их экспозиция. На южных склонах, которые занимают большую часть площади урочища Батилиман, ухудшаются возможности роста *P. brutia* var. *pityusa* на ювенильном этапе онтогенеза, что оказывает существенное влияние на процессы естественного возобновления сосны. Величина уклона склонов на горе Караул-Оба в среднем составляет 21,6°, что заметно меньше, чем в урочищах Аязьма и Батилиман, это улучшает

возможности роста *P. brutia* var. *pityusa*. Однако небольшая высота и слабо выраженная стена обрывистого склона верхней части горы Караул-Оба не обеспечивают здесь стабильность микроклиматических условий. Увеличение разнообразия орографических условий по показателю экспозиции склонов также повышает дисперсность микроклиматических условий на горе Караул-Оба в сравнении с западными территориями произрастания *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму. Орографические особенности ландшафта урочища Новый Свет – сравнительно небольшой уклон и юго-восточная экспозиция склонов, а также повышение стабильности микроклимата в котловине горного амфитеатра – обеспечивают улучшение условий произрастания насаждений *P. brutia* var. *pityusa*. Суммарное действие орографических факторов определило благоприятные условия произрастания в урочище Новый Свет, крайней восточной части ареала *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму, где в сравнении с западными участками возрастает континентальность климата и ухудшается температурный режим зимнего периода.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколова Г.Г. 2016. Влияние высоты местности, экспозиции и крутизны склона на особенности пространственного распределения растений. *Acta Biologica Sibirica*. 2(3): 34–45. doi: 10.14258/abs.v2i3.1453
2. Самбыла Ч.Н. 2015. Влияние экспозиции склонов на ценоотическое разнообразие и запасы фитомассы сообществ с доминированием *Rhododendron aureum georgi* горно-тундрового пояса высокогорий восточной Тувы. *Современные проблемы науки и образования*. 4: 510.
3. Bardelli T., Gómez-Brandón M., Ascher-Jenull J., Fornasier F., Arfaïoli P., Francioli D., Egli M., Sartori G., Insam H., Pietramellara G. 2017. Effects of slope exposure on soil physico-chemical and microbiological properties along an altitudinal climosequence in the Italian Alps. *Science of the Total Environment*. 575: 1041–1055. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.176
4. Bardelli T., Ascher-Jenull J., Burkia Stocker E., Fornasier F., Arfaïoli P., Fravolini G., Alves Medeiros L.R., Egli M., Pietramellara G., Insam H., Gómez-Brandón M. 2018. Impact of slope exposure on chemical and microbiological properties of Norway spruce deadwood and underlying soil during early stages of decomposition in the Italian Alps. *CATENA*. 167: 100–115. doi: 10.1016/j.catena.2018.04.031
5. Ха Д.Т.Т., Жигунов А.В., Бондаренко А.С. 2019. Влияние орографических факторов и почвенного плодородия на рост плантаций *Manglietia conifera* Blume в провинции Туенкуанг Республики Вьетнам. *Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства*. 1: 54–67. doi: 10.21178/2079-6080.2019.1.54
6. Самбыла Ч.Н. 2016. Зависимость структуры фитомассы растительных сообществ высокогорий Тувы от экспозиции склона. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 10: 77–83.
7. Егоров А.В., Онипченко В.Г. 2014. Распределение видов высокогорных растений Тебердинского заповедника вдоль градиентов трех орографических факторов. *Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический*. 119(4): 49–64.
8. Машуков Д.А., Бенькова А.В., Бенькова В.Е., Шашкин А.В., Прокушкин А.С. 2018. Значение экспозиции склонов для роста лиственницы Гмелина в мерзлотных условиях Средней Сибири. II. Особенности радиального роста на разной высоте стволов. *Сибирский лесной журнал*. 3: 11–20. doi: 10.15372/SJFS20180302

9. Габибуллаева Л.А. 2021. Влияние экспозиции склона на семенную продуктивность *Nigella sativa* L. в условиях Дагестана. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 58(1): 125–132.
10. Камелин Р.В. 2008. Сосна пицундская. В кн.: *Красная книга Российской Федерации (растения и грибы)*. М., Товарищество научных изданий КМК: 562–563.
11. *Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы*. 2015. Симферополь, АРИАЛ: 480 с.
12. Бусыгин В.О., Бунин А.А. 2018. Влияние орографических факторов на структуру ландшафтов Белозерского заказника. *Молодой ученый*. 21(207): 192–194.
13. Автономов А.Н., Артемьева Г.Н. 2012. Рост культур сосны обыкновенной на склонах разной экспозиции. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 14(1(8)): 1946–1949.
14. Коренькова О.О. 2022. Особенности сезонного роста побегов крымской популяции *Juniperus deltoides* R.P. Adams. *Вестник Нижневартковского государственного университета*. 4(60): 33–42. doi: 10.36906/2311-4444/22-4/04
15. Иванченко В.И., Булава А.Н. 2021. Влияние экспозиции участка на продуктивность виноградного растения. *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство*. 27(190): 5–17.
16. Коба В.П., Жигалова Т.П. 2016. Возобновление сосны Палласа на горельниках в Горном Крыму. *Лесоведение*. 4: 270–278.
17. Коба В.П., Папельбу В.В., Сахно Т.М. 2018. Состояние и дендрометрические характеристики молодых растений *Arbutus andrachne* L. заповедника «Мыс Мартьян». *Вестник Нижневартковского государственного университета*. 3: 42–46.
18. Коба В.П. 2004. Возобновление коренных насаждений *Pinus pallasiana* D. Don после верховых пожаров на фоне динамики абиотических факторов в постпирогенный период. *Растительные ресурсы*. 40(2): 19–30.
19. Пинской В.Н., Идрисов И.А., Каширская Н.Н., Ельцов М.В., Потапова А.В., Борисов А.В. 2022. Влияние экспозиции склона на химические и биологические свойства почв земледельческих террас Восточного Кавказа. *Аридные экосистемы*. 282(91): 113–121. doi: 10.24412/1993-3916-2022-2-113-121
20. the *Total Environment*. 575: 1041–1055. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.176
4. Bardelli T., Ascher-Jenull J., Burkia Stocker E., Fornasier F., Arfaïoli P., Fravolini G., Alves Medeiros L.R., Egli M., Pietramellara G., Insam H., Gómez-Brandón M. 2018. Impact of slope exposure on chemical and microbiological properties of Norway spruce deadwood and underlying soil during early stages of decomposition in the Italian Alps. *CATENA*. 167: 100–115. doi: 10.1016/j.catena.2018.04.031
5. Kha D.T.T., Zhigunov A.V., Bondarenko A.S. 2019. [Influence of orographic factors and soil fertility on the growth of *Manglietia conifera* Blume plantations in Tuyên Quang province of Vietnam]. *Proceedings of the Saint Petersburg Forestry Research Institute*. 1: 54–67. (In Russian). doi: 10.21178/2079–6080.2019.1.54
6. Sambyla Ch.N. 2016. [Structure dependence of plant communities phytomass of Tuva highlands on slope exposure]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 10: 77–83. (In Russian).
7. Egorov A.V., Onipchenko V.G. 2014. [Species distribution along 3 orographic gradients in the Teberda Reserve]. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdel biologicheskiiy*. 119(4): 49–64. (In Russian).
8. Mashukov D.A., Benkova A.V., Benkova V.E., Shashkin A.V., Prokushkin A.S. 2018. [The effect of slope exposition on growth dynamics of Gmelin larch in permafrost conditions of Central Siberia. II. Specifics of tree radial growth at different heights of the stems]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal*. 3: 11–20. (In Russian). doi: 10.15372/SJFS20180302
9. Gabibullaeva L.A. 2021. [Effect of slope exposure on *Nigella sativa* L. seed productivity in Dagestan]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 58(1): 125–132. (In Russian).
10. Kamelin R.V. 2008. [Pitsunda pine]. In: *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby)*. [The Red Book of the Russian Federation (plants and fungi)]. Moscow, KMK Scientific Press Ltd.: 562–563. (In Russian).
11. *Krasnaya kniga Respubliki Krym. Rasteniya, vodorosli i griby*. [Red Book of the Republic of Crimea. Plants, algae and fungi]. 2015. Simferopol, ARIAL: 480 p. (In Russian).
12. Busygin V.O., Bunin A.A. 2018. [Influence of orographic factors on the landscape structure of the Belozersky Reserve]. *Molodoy uchenyy*. 21(207): 192–194. (In Russian).
13. Avtonomov A.N., Artemyeva G.N. 2012. [Growth of pine ordinary cultures on slopes of different exposition]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 141(18): 1946–1949. (In Russian).
14. Korenkova O.O. 2022. [Features of seasonal growth of shoots of the Crimean population *Juniperus deltoides* R.P. Adams]. *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta*. 4(60): 33–42. (In Russian). doi: 10.36906/2311-4444/22-4/04
15. Ivanchenko V.I., Bulava A.N. 2021. [Effect of site exposure on productivity grape plant]. *Izvestiya sel'skokhozyaystvennoy nauki Tavriydy. Sel'skoe khozyaystvo, lesnoe khozyaystvo, rybnoe khozyaystvo*. 27(190): 5–17. (In Russian).
16. Koba V.P., Zhigalova T.P. 2016. [Specifics of *Pinus pallasiana* D. Don regeneration in Montane Crimea at burnt sites after clear sanitary cuts]. *Lesovedenie*. 4: 270–278. (In Russian).

REFERENCES

1. Sokolova G.G. 2016. [The influence of terrain altitude, slope exposure and slope degree of plant spatial distribution]. *Acta Biologica Sibirica*. 2(3): 34–45. (In Russian). doi: 10.14258/abs.v2i3.1453
2. Sambyla C.N. 2015. [The effect of the exposure of the slopes to coenotic diversity and stocks of phytomass communities with dominance of *Rhododendron aureum georgi* of tundra belts highlands of the eastern Tuva]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 4: 510. (In Russian).
3. Bardelli T., Gómez-Brandón M., Ascher-Jenull J., Fornasier F., Arfaïoli P., Francioli D., Egli M., Sartori G., Insam H., Pietramellara G. 2017. Effects of slope exposure on soil physico-chemical and microbiological properties along an altitudinal climosequence in the Italian Alps. *Science of*

17. Koba V.P., Papelbu V.V., Sakhno T.M. 2018. [Dendrometric features and state of young plants of *Arbutus andrachne* L. in Cape Martiyan Reserve]. *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta*. 3: 42–46. (In Russian).
18. Koba V.P. 2004. [Renewal of aboriginal plants of *Pinus pallasiana* D. Don after crowning fires against a background of dynamics of abiotic factors in post pyrogenic period]. *Rastitel'nye resursy*. 40(2): 19–30. (In Russian).
19. Pinsky V.N., Idrisov I.A., Kashirskaya N.N., Eltsov M.V., Potapova A.V., Borisov A.V. 2022. Slope exposure and its effect on chemical and biological soil properties on agricultural terraces of the eastern Caucasus. *Arid Ecosystems*. 12(2): 217–224. doi: 10.1134/S2079096122020111

Поступила 22.04.2023