

ДИНАМИКА СЕЗОННОГО ПРИРОСТА ПОБЕГОВ СОСНЫ КАЛАБРИЙСКОЙ *PINUS BRUTIA* VAR. *PITYUSA* (STEVEN) SILBA В ГОРНОМ КРЫМУ

Н.А. Макаров, В.П. Коба✉

ФГБУН «Ордена Трудового Красного знамени Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН»,
298648, Республика Крым, г. Ялта, п. Никита, Никитский спуск, д. 52

kobavp@mail.ru

Представлены материалы изучения биометрических показателей побегов в естественных древостоях *Pinus brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму. Выполнен анализ специфики их сезонного прироста в соответствии с динамикой условий произрастания. Установлены изменения сезонного прироста побегов в зависимости от орографических условий и режима увлажнения. Зафиксировано снижение сезонного прироста побегов преимущественно в насаждениях прибрежной зоны — в западной части ареала сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa*, в урочище Аязьма, в годы с недостаточным количеством осадков. Выявлена пролонгация действия засухи на интенсивность прироста в древостоях прибрежной зоны урочища Батилиман и в верхней части урочища Аязьма в первый год постзасушливого периода. Определено, что в настоящее время по показателям величины сезонного прироста побегов наиболее жесткие условия произрастания *P. brutia* var. *pityusa* сформировались на г. Караул-Оба. В западной части ареала, в урочище Батилиман, обнаружено увеличение изменчивости сезонного прироста побегов вследствие повышения уровня флуктуации климатических факторов. Показано, что такая ситуация отражает негативные тенденции снижения жизненного потенциала насаждений сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* на г. Караул-Оба и в урочище Батилиман. Сделан вывод, что в условиях глобальных изменений природной среды снижение стабильности сезонного прироста побегов может усилить деструктивные процессы в насаждениях сосны *P. brutia* var. *pityusa* в пределах перечисленных территорий.

Ключевые слова: древостои, побеги, прирост, динамика, условия произрастания

Ссылка для цитирования: Макаров Н.А., Коба В.П. Динамика сезонного прироста побегов сосны калабрийской *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba в Горном Крыму // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 2. С. 45–54. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-2-45-54

Сосна калабрийская *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba относится к кайнозойским реликтам и имеет крайне ограниченный ареал. В настоящее время естественные насаждения сохранились на Черноморском побережье Кавказа от Анапы до Пицунды, в Крыму — в западной части ареала в районе урочищ Аязьма и Батилиман, в восточной части в урочище Новый Свет [1–6]. В 2010–2020-е годы в связи с усилением антропогенного воздействия на крымские ландшафты обострилась проблема сохранения указанных реликтовых насаждений. Несмотря на предпринимаемые меры по усилению их охраны, даже на заповедных территориях деструктивные явления полностью исключить не удастся. В связи с этим актуальной проблемой охраны *P. brutia* var. *pityusa* является формирование базы специфических биологических данных по этому виду, в том числе анализ жизненного потенциала в зависимости от динамики условий произрастания [7–12].

В системе взаимодействия растение — внешняя среда анализ особенностей роста вегетатив-

ных органов имеет важное значение, в частности при оценке текущего состояния и перспектив развития как отдельных растений, так и всего растительного сообщества. В связи с этим при мониторинге лесных насаждений одной из первостепенных задач является изучение динамики роста вегетативных органов в целях оценки влияния внешних факторов на их биометрические показатели [13–21].

Цель работы

Цель работы — изучение биометрических показателей побегов сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* в естественных древостоях Горного Крыма, анализ особенностей их сезонного прироста в зависимости от динамики условий произрастания.

Объект и методы исследований

Работы по изучению сезонного прироста побегов сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* проводили в естественных насаждениях Горного Крыма. С помощью методов лесной таксации [22] были заложены пробные площади по четырем гипсометрическим профилям в западной части

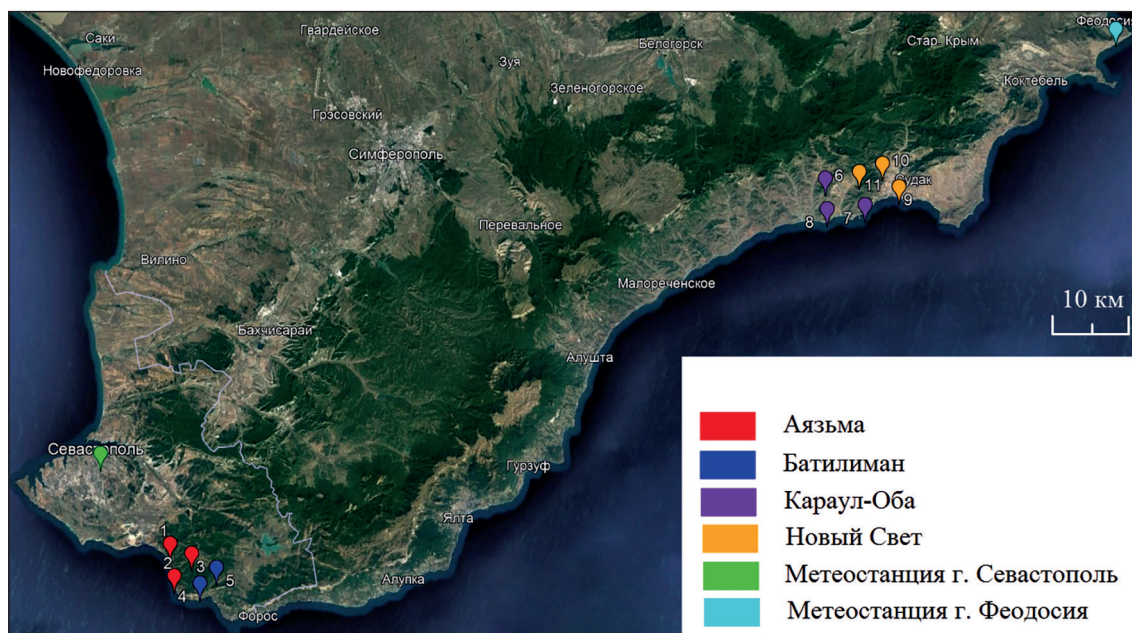


Рис. 1. Схема расположения пробных площадей в естественных насаждениях сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму

Fig. 1. Scheme of trial plots in natural plantations of Calabrian pine *P. brutia* var. *pityusa* in the Crimean Mountain

южного макросклона Главной гряды Крымских гор на мысе Айя, в урочищах Аязьма и Батилиман, и в восточной — на г. Караул-Оба и в урочище Новый Свет (рис. 1). В урочище Аязьма пробные площади заложены на высоте 50, 180, и 290 м н. у. м., в Батилимане — 50 и 120 м н. у. м., на г. Караул-Оба — 40, 70 и 120 м н. у. м., в урочище Новый Свет — 50, 100 и 140 м н. у. м. Все пробные площади юго-восточной экспозиции с крутизной склонов 10...15°.

В период с 2019 по 2022 гг. на пробных площадях изучали динамику биометрических показателей побегов сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa*. В осенний период в средней части кроны с южной стороны у трех модельных деревьев на каждой пробной площади измеряли сезонный прирост 10 побегов. Погодные условия анализировали с помощью данных метеорологических станций г. Севастополя и г. Феодосии [23]. Количественные результаты наблюдений были обработаны с использованием методов вариационной статистики [24].

Результаты и обсуждение

Изучение сезонного прироста побегов в природных популяциях исследуемой сосны *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму показало, что он существенно изменяется в зависимости от орграфических особенностей и режима увлажнения. В западной части ареала *P. brutia* var. *pityusa*, в урочище Аязьма, в годы с невысоким количеством осадков (в 2019 г. выпало 369 мм, 2020 г. — 272 мм, при среднегодовой норме для Севасто-

польского района 426 мм) наблюдалось снижение сезонного прироста наряду с увеличением его различий в зависимости от местопроизрастания древостоев. Наиболее значительные изменения сезонного прироста побегов наблюдались в прибрежной зоне по сравнению с центральной частью массива сосновых лесов сосны *P. brutia* var. *pityusa* в урочище Аязьма. В 2019 г. среднее значение прироста побегов на высоте 50 м н. у. м. составило $28,3 \pm 2,7$ мм, на высоте 180 м н. у. м. этот показатель увеличился до $37,6 \pm 3,1$ мм. В 2020 г. эти различия несколько выровнялись — на высоте 50 м н. у. м. среднее значение прироста побегов составило $26,1 \pm 2,2$ мм, на высоте 180 м н. у. м. — $33,4 \pm 2,1$ мм. Очевидно, это связано с ухудшением в 2020 г. условий произрастания по степени увлажнения (табл. 1).

В последствии количество осадков увеличилось, в частности в 2021 г. в Севастопольском районе их выпало 482 мм, что превысило показатель 2020 г. на 210 мм (рис. 2). Повышение увлажнения в 2021 г. и 2022 г. повлияло на увеличение сезонного прироста побегов и снижение различий в приросте в зависимости от высоты местопроизрастания. В верхней части распространения сосны *P. brutia* var. *pityusa*, в урочище Аязьма, сезонный прирост побегов отличался более стабильными значениями по годам. Средние показатели изменялись в пределах 30,1...34,3 мм, что связано с некоторым увеличением количества осадков с высотой местопроизрастания над уровнем моря [25, 26]. Не исключается также дополнительное поступление влаги в почву при выпа-

Т а б л и ц а 1

Сезонный прирост побегов сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму за период наблюдения 2019–2022 гг.

Seasonal growth of Calabrian pine *P. brutia* var. *pityusa* shoots in the Crimean Mountain for the observation period 2019-2022

Год	Высота, м н. у. м.	Сумма осадков, мм		Сумма темпера- тур за январь — июль, °С	Прирост	
		осень — зима — весна	январь — июль		$L \pm l$, мм	V , %
Аязьма						
2019	50	336	190	2150	$28,3 \pm 2,7$	23,9
	180				$37,6 \pm 3,1$	24,1
	290				$32,2 \pm 3,0$	26,1
2020	50	311	119	2148	$26,1 \pm 2,2$	18,5
	180				$33,4 \pm 2,1$	13,7
	290				$32,9 \pm 3,3$	21,8
2021	50	185	259	2102	$34,8 \pm 2,6$	22,4
	180				$32,1 \pm 2,7$	21,9
	290				$30,1 \pm 3,0$	22,0
2022	50	302	235	2249	$43,3 \pm 4,3$	22,4
	180				$48,4 \pm 5,4$	24,8
	290				$34,3 \pm 4,0$	29,1
Батилиман						
2019	50	336	190	2150	$31,3 \pm 3,1$	28,8
	120				$36,7 \pm 3,1$	31,5
2020	50	311	119	2148	$23,7 \pm 2,2$	27,6
	120				$24,9 \pm 2,3$	26,5
2021	50	185	259	2102	$21,7 \pm 2,1$	23,4
	120				$24,4 \pm 2,3$	25,4
2022	50	302	235	2249	$37,8 \pm 3,3$	26,4
	120				$32,1 \pm 3,1$	21,7
Караул-Оба						
2019	40	306	276	2236	$20,3 \pm 1,8$	28,2
	70				$21,8 \pm 1,9$	23,3
	120				$18,9 \pm 1,4$	23,1
2020	40	274	297	2237	$18,6 \pm 1,2$	25,4
	70				$21,6 \pm 1,8$	26,5
	120				$17,4 \pm 1,2$	22,6
2021	40	159	125	2254	$19,5 \pm 1,4$	24,5
	70				$17,7 \pm 1,4$	25,7
	120				$15,2 \pm 1,2$	24,3
2022	40	475	252	2365	$24,3 \pm 1,9$	25,4
	70				$21,5 \pm 1,4$	19,8
	120				$19,9 \pm 1,3$	23,1
Новый Свет						
2019	50	306	276	2236	$61,2 \pm 1,7$	24,7
	100				$40,9 \pm 1,9$	14,6
	150				$37,9 \pm 1,4$	12,4
2020	50	274	297	2237	$45,5 \pm 1,5$	10,3
	100				$38,8 \pm 1,3$	10,6
	150				$38,5 \pm 1,7$	14,2
2021	50	156	125	2254	$44,8 \pm 1,3$	9,8
	100				$38,5 \pm 1,7$	14,3
	150				$37,8 \pm 1,3$	10,6
2022	50	475	252	2365	$40,2 \pm 2,0$	15,2
	100				$36,8 \pm 1,5$	12,5
	150				$40,9 \pm 1,9$	14,5

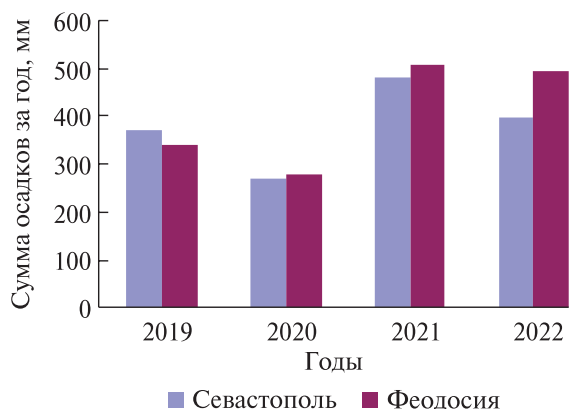


Рис. 2. Годовая сумма осадков в районах проведения исследований

Fig. 2. Annual sum of precipitation in the study areas

Т а б л и ц а 2

Влияние погодных условий на сезонный прирост побегов сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* в местах произрастания, в зависимости от высоты над уровнем моря
Influence of weather conditions on seasonal of Calabrian pine *P. brutia* var. *pityusa* shoot growth in the growth sites, depending on the altitude above sea level

Высота, м н. у. м.	Сумма осадков, мм		Сумма температур за январь — июль, °С
	осень — зима — весна	январь — июль	
Аязьма			
50	-0,27	0,75	0,66
180	0,42	0,29	0,97
290	0,75	-0,33	0,92
Батилиман			
50	0,58	0,21	0,91
120	0,66	0,08	0,46
Караул-Оба			
40	0,86	0,49	0,95
70	0,71	-0,64	0,16
120	0,94	-0,16	0,57
Новый Свет			
50	-0,21	-0,23	-0,62
100	-0,44	-0,35	-0,81
150	0,89	0,18	0,95

дении росы, которое на высоте 300...400 м н. у. м. усиливается в связи с возрастанием вертикального температурного градиента, особенно в теплый период года [27, 28].

С помощью корреляционного анализа была проведена оценка влияния погодных условий на сезонный прирост побегов сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* (табл. 2). Сумма атмосферных осадков за период осени — зимы — весны существенно влияет на прирост побегов сосны в сред-

ней и в верхней частях массива сосновых лесов в урочище Аязьма. Очевидно, это связано с формированием резерва почвенной влаги в осенне-зимний период, когда в западной части Горного Крыма выпадает около 48 % среднегодового объема атмосферных осадков. В прибрежной зоне, где большая часть рельефа представлена склонами высокой крутизны с уклоном 45...50°, переход поверхностного стока в грунтовый происходит менее эффективно, что снижает возможность накопления влаги в почве в холодный сезон. Здесь в большей степени на рост побегов оказывают осадки первой половины года, коэффициент корреляции составляет 0,75. Температурный режим начала вегетационного периода также оказывает существенное влияние на рост побегов *P. brutia* var. *pityusa* в урочище Аязьма, преимущественно в средней части массива ее лесов.

В насаждениях урочища Батилиман по сравнению с насаждениями урочища Аязьма в 2019 г. сезонная динамика прироста побегов сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* достаточно близка. В 2020 г. вследствие уменьшения количества осадков прирост побегов заметно снизился. В 2021 г., несмотря на улучшение условий произрастания вследствие увеличения увлажнения, в насаждениях урочища Батилиман отмечалось дальнейшее снижение сезонного прироста побегов, причем в большей степени в древостоях прибрежной зоны. И только в 2022 г. увеличился сезонный прирост побегов, его средние показатели в некотором приближении достигли значений, которые наблюдались в этот период в урочище Аязьма.

В урочище Батилиман крутизна склонов на месте произрастания сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* сравнительно невелика, в среднем 10...15°, что повышает вероятность перехода поверхностного стока в грунтовый и увеличивает возможность накопления почвенной влаги при выпадении атмосферных осадков. В то же время в ландшафтной структуре урочища Батилиман преобладают склоны южной экспозиции — 92 %, что способствует увеличению интенсивности испарения выпадающих осадков с поверхности почвы, особенно в весенне-летние месяцы. Это определяет слабое влияние осадков периода январь — июль на динамику роста побегов сосны *P. brutia* var. *pityusa* в насаждениях урочища Батилиман. Влияние температурного режима на рост побегов в наибольшей степени появляется в насаждениях прибрежной зоны урочища Батилиман. Микроклимат урочища Батилиман формируется под значительным влиянием крутых склонов восточной части мыса Айя. Высота скального массива здесь достигает 630 м н. у. м., он закрывает с севера сравнительно узкую полосу насаждений

сосны, что сглаживает динамику температурного фона. При этом морские туманы, снижая температуру в прибрежной зоне, могут влиять на рост побегов в начале вегетационного периода.

Таким образом, в пределах западных территорий Горного Крыма зависимость роста сосны *P. brutia* var. *pityusa* от степени увлажнения достаточно четко выражена, особенно в прибрежной зоне. В наибольшей степени это проявляется в насаждениях урочища Балитиман, где влияние засухи имеет пролонгирующий характер, что, очевидно, связано с активным иссушением почвы в засушливые годы и слабой водоудерживающей способностью подстилающего каменисто-щебенчатого грунта. В этих условиях влагонасыщение корнеобитаемого почвенного слоя древесных растений происходит медленно, даже при увеличении количества выпадающих осадков. Подобная ситуация наблюдается и в насаждении сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* урочища Аязма вследствие ухудшения структуры почвы в связи с увеличением в ней каменисто-щебенчатой фракции как результата интенсификации эрозионных процессов на крутых склонах, примыкающих к скалистым обрывам [29, 30].

В восточной части ареала *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму у сезонного прироста побегов — существенно иная изменчивость. В частности, на г. Караул-Оба прирост наименьший, особенно на высоте 120 м н. у. м. В 2021 г. в среднем он составил $15,2 \pm 1,2$ мм — самое низкое значение для всех изучаемых насаждений. На г. Караул-Оба выявлена некоторая специфика сезонного прироста сосны *P. brutia* var. *pityusa* — в прибрежной зоне он выше по сравнению с верхними участками распространения насаждений. Очевидно, в верхней части г. Караул-Оба в условиях высокой эродированности склонов, практически полного отсутствия почвенного покрова и усиления ветрового режима происходит активное иссушение грунта, особенно на южных склонах [1]. В прибрежной зоне в условиях действия увлажненного воздуха, поступающего с морскими бризами, интенсивность данного процесса снижается. Это в той или иной степени оказывает положительное влияние на улучшение условий произрастания в прибрежной зоне по характеристике увлажнения почвы. В насаждениях г. Караул-Оба также отмечается снижение интенсивности прироста побегов, поскольку большая часть атмосферных осадков испаряется или стекает с поверхности склонов при сильных ливнях, слабо насыщая влагой глубинные слои грунта. В насаждениях г. Караул-Оба возможности роста сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* в наибольшей степени определяются количеством осадков за период осень — зима — весна.

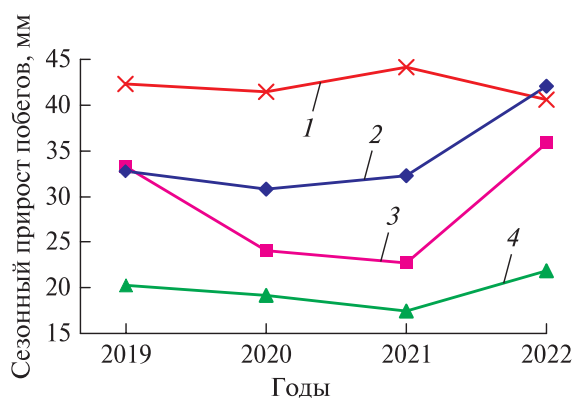


Рис. 3. Сезонный прирост побегов сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* в насаждениях Горного Крыма: 1 — урочище Новый Свет; 2 — урочище Аязма; 3 — урочище Батилиман; 4 — г. Караул-Оба

Fig. 3. Seasonal growth of Calabrian pine *P. brutia* var. *pityusa* shoots in plantations of the Crimean Mountain: 1 — Novy Svet tract; 2 — Ayazma tract; 3 — Batiliman tract; 4 — Karaul-Oba

При этом усиление зависимости сезонного прироста от данного фактора наблюдается в прибрежных насаждениях и верхних участках г. Караул-Оба. Атмосферные осадки периода январь — июль не оказывают существенного влияния на динамику прироста побегов. Температурный режим на г. Караул-Оба так же, как и в урочище Батилиман, наиболее существенно влияет на сезонный прирост побегов древостоев сосны *P. brutia* var. *pityusa* прибрежной зоны, что наиболее вероятно связано с влиянием морских туманов в весенний период.

В урочище Новый Свет в период проведения исследований зафиксированы наиболее высокие показатели сезонного прироста побегов сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa*. В 2019 г. на высоте 50 м н. у. м. его среднее значение было почти в два раза выше аналогичных величин для урочища Аязма и Батилиман. Снижение сезонного прироста побегов в насаждениях урочища Новый Свет отмечено на высоте 100 м н. у. м. в 2022 г. В этот год в целом на всех высотных поясах произошло снижение интенсивности прироста побегов. Это может быть связано с расположением основного массива насаждений сосны *P. brutia* var. *pityusa* урочища Новый Свет в котловине гор, окружающей данную территорию. Здесь в условиях относительно замкнутого пространства усиливается формирование локального микроклимата, который может заметно влиять на температурный режим и, соответственно, на динамику увлажнения почвы. В условиях котловины не исключается также специфическое распределение подземного стока и формирования грунтовых вод. Очевидно, поэтому на большей части территории урочища Новый Свет сезонный прирост побегов сосны

P. brutia var. *pityusa* наименее связан с влиянием погодных условий. Только в верхней части горного склона урочища Новый Свет количество выпадающих осадков за период осень — зима — весна и температурный режим первой половины вегетационного периода в той или иной степени оказывают влияние на сезонный прирост побегов сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa*.

Анализируя в целом интегральные характеристики сезонного прироста побегов сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* в Горном Крыму, следует отметить, что в период проведения исследований наиболее высокие показатели прироста побегов наблюдались в насаждениях урочища Новый Свет (рис. 3), наиболее жесткие условия произрастания сформировались на г. Караул-Оба. В западной части ареала сосны калабрийской, в урочище Батилиман, изменчивость сезонного прироста побегов увеличивается вследствие флуктуации погодных условий. Это отрицательно сказывается на жизненном потенциале насаждений сосны *P. brutia* var. *pityusa* в пределах г. Караул-Оба и урочища Батилиман. В условиях глобальных изменений природной среды, связанных с потеплением климата, которое проявляется и в Горном Крыму [31], снижение стабильности сезонного прироста побегов может определить усиление деструктивных процессов в насаждениях сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* в пределах г. Караул-Оба и урочища Батилиман.

Выводы

Сезонный прирост побегов сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* в насаждениях Горного Крыма заметно варьирует в зависимости от орграфических и погодными условий. В западной части ареала, в урочище Аязьма, в годы с невысоким количеством осадков сезонный прирост побегов снижается преимущественно в насаждениях прибрежной зоны. Сходная ситуация наблюдается в древостоях урочища Батилиман. Засуха оказывает пролонгирующее действие на интенсивность прироста побегов в древостоях прибрежной зоны урочища Батилиман и в верхней части урочища Аязьма в первый год после засушливого периода. Наиболее жесткие условия для произрастания сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* сформировались на г. Караул-Оба. В западной части ареала сосны в Горном Крыму, в урочище Батилиман, изменчивость сезонного прироста побегов увеличивается вследствие повышения уровня флуктуации погодных условий. Эта ситуация отражает негативные тенденции снижения жизненного потенциала насаждений сосны калабрийской *P. brutia* var. *pityusa* в пределах г. Караул-Оба и урочища Батилиман. В условиях глобальных изменений природной среды снижение активности

роста побегов отражает усиление негативных тенденций ухудшения состояния в насаждениях *P. brutia* var. *pityusa* на данных территориях.

Список литературы

- [1] Коба В.П., Коренькова О.О., Макаров Н.А. Погодные условия и фенология вылета пыльцы *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада, 2022. № 145. С. 83–88.
- [2] Плугатарь Ю.В. Леса Крыма. Симферополь: Ариал, 2015. 385 с.
- [3] 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. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-138-50-56
- [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] 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. DOI 10.33075/2220-5861-2018-4-70-74
- [6] The plant list. URL: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-2563110> (дата обращения 10.01.2023).
- [7] Попович А.В. Фитосоциологическая значимость и флористическое разнообразие памятника природы «Роща сосны пицундской» (Джанхотский бор) // Вестник Краснодарского регионального отделения Русского географического общества, 2021. Вып. 11. С. 220–229.
- [8] Постарнак Ю.А. Воздействие рекреационной деятельности на сообщества сосны пицундской // Курортно-рекреационный комплекс в системе регионального развития: инновационные подходы, 2012. № 1. С. 227–232.
- [9] Джангиров М.Ю. Особенности изменения ареала прибрежных фитоценозов сосны пицундской Кавказского побережья Черного моря // Социально-экономические проблемы развития курортов России: Сб. науч. трудов, Сочи, 23–24 апреля 2015 года. Сочи: Изд-во Сочинского научно-исследовательского центра РАН, 2015. С. 129.
- [10] Джангиров М.Ю. Об изолированной юго-восточной популяции сосны пицундской (*Pinus pityusa* Steven) на территории Российской Федерации // Социально-экономические проблемы развития курортов России: Сб. науч. тр., Сочи, 25 апреля 2013 года. Сочи: Изд-во Сочинского научно-исследовательского центра РАН, 2013. С. 147–150.
- [11] Анненкова И.В. Прогноз изменения условий произрастания сосны пицундской на основе климатических моделей // Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий: Сб. статей IX Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., Сочи, 06–08 октября 2022 г. Сочи: Донской издательский центр, 2022. С. 27–31.
- [12] Крыленко С.В., Алейникова А.М., Крыленко В.В. Естественное восстановление прибрежных растительных сообществ сосны пицундской после лесных пожаров // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности, 2015. № 2. С. 26–32.
- [13] Коренькова О.О. Особенности сезонного роста побегов крымской популяции *Juniperus deltoides* R.P. Adams // Вестник Нижневартковского государственного университета, 2022. № 4(60). С. 33–42. DOI: 10.36906/2311-4444/22-4/04

- [14] Горышина Т.К. Экология растений. М.: Высшая школа, 1979. 368 с.
- [15] Донец Е.В. Особенности влияния режима осадков на годичный прирост сосны обыкновенной в условиях юго-западной части Крапивинского нефтяного месторождения // Омский научный вестник, 2014. № 1(128). С. 149–151.
- [16] Al Farsi Kh.A.A.Y., Lupton D., Hitchmough J.D., Cameron R.W.F. How fast can conifers climb mountains? Investigating the effects of a changing climate on the viability of *Juniperus seravschanica* within the mountains of Oman, and developing a conservation strategy for this tree species // J. of Arid Environments, 2017, v. 147, pp. 40–53. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2017.07.020
- [17] Yousefi S., Avand M., Yariyan P. Identification of the most suitable afforestation sites by *Juniperus excelsa* specie using machine learning models: Firuzkuh semi-arid region, Iran // Ecological Informatics, 2021, v. 65, p. 101427. DOI: 10.1016/j.ecoinf.2021.101427
- [18] Плугатарь Ю.В., Коренькова О.О., Коба В.П. Сезонный рост побегов *Juniperus excelsa* М.-Bieb. в Горном Крыму // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада, 2022. № 143. С. 64–71. DOI 10.36305/0513-1634-2022-143-64-71
- [19] Сергеева К.А. Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений. М.: Наука, 1971. 174 с.
- [20] Шиманюк А.П. Дендрология. М.: Лесн. пром-сть, 1967. 334 с.
- [21] Farjon A. A Handbook of the World's Conifers. Brill: Leiden & Boston, 2017, 1154 p.
- [22] Анучин Н.П. Лесная таксация. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 512 с.
- [23] Погода в мире. URL: <https://rp5.ru> (дата обращения 10.01.2023).
- [24] Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. школа, 1990. 350 с.
- [25] Bardelli T., Gómez-Brandón M., Ascher-Jenull J., Fornasier F., Arfaioli P., Francioli D., Egli M., Sartori G., Insam H., Pietramellara G. Effects of slope exposure on soil physico-chemical and microbiological properties along an altitudinal climosequence in the Italian Alps // Science of The Total Environment, 2017, v. 575, pp. 1041–1055. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.176
- [26] Bardelli T., Ascher-Jenull J., Stocker E.B., Fornasier F., Arfaioli P., Fravolini G., Roberta L., Medeiros A., Egli M., Pietramellara G., Insam H., Gómez-Brandón M. 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, 2018, v. 167, pp. 100–115. DOI: 10.1016/j.catena.2018.04.031
- [27] Соколова Г.Г. Влияние высоты местности, экспозиции и крутизны склона на особенности пространственного распределения растений // Acta Biologica Sibirica, 2016. № 3. С. 34–45.
- [28] Пинской В.Н., Идрисов И.А., Каширская Н.Н., Ельцов М.В., Потапов А.В., Борисов А.В. Влияние экспозиции склона на химические и биологические свойства почв земледельческих террас Восточного Кавказа // Аридные экосистемы, 2022. Т. 28. № 2(91). С. 113–121. DOI: 10.24412/1993-3916-2022-2-113-121
- [29] Плугатарь Ю.В., Коба В.П., Папельбу В.В., Новицкий М.Л., Макаров Н.А. Некоторые свойства почв и типологическая структура насаждений *Pinus pityusa* (Pinaceae) Горного Крыма // Земледелие, 2021. № 7. С. 15–21. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-7-15-21
- [30] Плугатарь Ю.В., Коба В.П., Новицкий М.Л., Пшеничников Н.А., Папельбу В.В. Почвенные условия в насаждениях *Arbutus andrachne* L. Южного берега Крыма // Земледелие, 2022. № 8. С. 7–12. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-8-7-12
- [31] Коба В.П., Жигалова Т.П. Климатические факторы и динамика пожаров в лесах Горного Крыма // Лесоведение, 2014. № 2. С. 52–58.

Сведения об авторах

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

Коба Владимир Петрович — д-р биол. наук, профессор, зав. лабораторией лесоведения, ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН», Заслуженный деятель науки и техники Республики Крым, kobavp@mail.ru

Поступила в редакцию 30.05.2023.

Одобрено после рецензирования 18.07.2023.

Принята к публикации 19.12.2023.

PINUS BRUTIA VAR. PITYUSA (STEVEN) SILBA SEASONAL GROWTH DYNAMICS IN CRIMEAN MOUNTAINS

N.A. Makarov, V.P. Koba✉

Nikita Botanical Gardens — National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 52, Nikitsky descent, 298648, Yalta, Republic of Crimea, Russia

kobavp@mail.ru

In the western and eastern territories, *P. brutia* var. *pityusa* in the Crimean Mountains, four hypsometric profiles were used to establish trial plots. Seasonal growth of shoots was measured on trial plots near model trees. The purpose of the research was to study the biometric parameters of shoots in natural stands of *P. brutia* var. *pityusa* in the Crimean Mountains, analysis of the specifics of their seasonal growth depending on the dynamics of growing conditions. As a result of the research, it was found that the seasonal growth of shoots in plantations of *P. brutia* var. *pityusa* in the Crimean Mountains varies markedly due to the peculiarities of the orographic conditions and the moisture regime. It has been established that in the western part of the distribution of *P. brutia* var. *pityusa*, in the Ayazma tract, in years with low rainfall, the seasonal increase in shoots decreases, to the greatest extent in the plantations of the coastal zone. The prolongation of the drought effect on the growth intensity in the forest stands of the coastal zone of the Batiliman tract and in the upper belt of the Ayazma tract in the first year of the post-drought period was revealed. At present, in terms of the magnitude of seasonal growth of shoots, the most severe conditions for the growth of *P. brutia* var. *pityusa* are formed in Mount Karaul-Oba. In the western part of its distribution in the Crimean Mountains, in the Batiliman tract, an increase in the amplitude of the variability of the seasonal growth of shoots is observed due to an increase in the level of climatic factors fluctuation. It is shown that this situation reflects negative trends in the decline in the life potential of *P. brutia* var. *pityusa* city of Karaul-Oba and the natural boundary of Batiliman. It is concluded that under the conditions of global changes in the natural environment, this can enhance destructive processes in plantations of *P. brutia* var. *pityusa* within the above-mentioned areas.

Keywords: stands, shoots, growth, dynamics, growing conditions

Suggested citation: Makarov N.A., Koba V.P. *Dinamika sezonnogo prirosta pobegov sosny kalabriyskoy Pinus brutia var. pityusa (Steven) Silba v Gornom Krymu [Pinus brutia var. pityusa (Steven) Silba seasonal growth dynamics in Crimean Mountains]*. Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin, 2024, vol. 28, no. 2, pp. 45–54.

DOI: 10.18698/2542-1468-2024-2-45-54


References

- [1] Koba V.P., Koren'kova O.O., Makarov N.A. *Pogodnye usloviya i fenologiya vyleta pyl'tsy Pinus brutia var. pityusa (Steven) Silba* [Weather conditions and phenology of pollen emergence of Pinus brutia var. pityusa (Steven) Silba]. Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada [Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden], 2022, no. 145, pp. 83–88.
- [2] Plugatar' Yu.V. *Lesnaya Kryma* [Forests of Crimea]. Simferopol: ARIAL, 2015, 385 p.
- [3] Isikov V.P., Trikoz N.N. *O prichinakh usykhaniya sosny krymskoy i sosny pitsundskoy v Krymu v 2020 godu* [On the reasons for the drying out of Crimean pine and Pitsunda pine in Crimea in 2020]. Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada [Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden], 2021, no. 138, pp. 50–56. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-138-50-56
- [4] Klimenko N.I., Plugatar' Yu.V., Klimenko O.E., Klimenko N.N. *Pinus brutia Ten. var. pityusa (Steven) Silba v usloviyakh zapadnogo stepnogo prichernomorskogo rayona Kryma* [Pinus brutia Ten. var. pityusa (Steven) Silba in the conditions of the western steppe Black Sea region of Crimea]. Promyshlennaya botanika [Industrial Botany], 2021, v. 21, no. 2, pp. 75–80.
- [5] Kashirina E.S., Golubeva E.I. *Kontseptsiya organizatsii sistemy rekreatsionnogo monitoringa na Bol'shoy sevastopol'skoy trope* [Concept of organizing a recreational monitoring system on the Great Sevastopol Trail]. Sistemy kontrolya okruzhayushchey sredy [Environmental Control Systems], 2018, no. 14(34), pp. 70–74. DOI 10.33075/2220-5861-2018-4-70-74
- [6] The plant list. Available at: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-2563110> (accessed 10.01.2023).
- [7] Popovich A.V. *Fitosozologicheskaya znachimost' i floristicheskoe raznoobrazie pamyatnika prirody «Roshcha sosny pitsundskoy» (Dzhankhotskiy bor)* [Phytosozological significance and floristic diversity of the natural monument «Pitsunda Pine Grove» (Dzhankhotsky Forest)]. Vestnik Krasnodarskogo regional'nogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva [Bulletin of the Krasnodar regional branch of the Russian Geographical Society], 2021, v. 11, pp. 220–229.
- [8] Postarnak Yu.A. *Vozdeystvie rekreatsionnoy deyatel'nosti na soobshchestva sosny pitsundskoy* [Impact of recreational activities on Pitsunda pine communities]. Kurortno-rekreatsionnyy kompleks v sisteme regional'nogo razvitiya: innovatsionnye podkhody [Resort and recreational complex in the system of regional development: innovative approaches], 2012, no. 1, pp. 227–232.
- [9] Dzhangiroy M.Yu. *Osobennosti izmeneniya areala pribrezhnykh fitosenozov sosny pitsundskoy Kavkazskogo poberezh'ya Chernogo morya* [Features of changes in the area of coastal phytocenoses of Pitsunda pine on the Caucasian coast of the Black Sea]. Sotsial'no-ekonomicheskie problemy razvitiya kurortov Rossii: sb. nauchnykh trudov [Socio-economic problems of the development of resorts in Russia: a collection of scientific Proceedings], Sochi, April 23–24, 2015. Sochi: Federal State Budgetary Institution of Science Sochi Research Center of the Russian Academy of Sciences, 2015, p. 129.
- [10] Dzhangiroy M.Yu. *Ob izolirovannoy yugo-vostochnoy populyatsii sosny pitsundskoy (Pinus pityusa Steven) na territorii Rossiyskoy Federatsii* [On the isolated south-eastern population of Pitsunda pine (Pinus pityusa Steven) on the territory of the

- Russian Federation]. *Sotsial'no-ekonomicheskie problemy razvitiya kurortov Rossii: sb. nauchnykh trudov*, Sochi, 25 aprelya 2013 goda [Socio-economic problems of the development of resorts in Russia: collection. scientific works], Sochi, April 25, 2013. Sochi: Federal State Budgetary Institution of Science Sochi Research Center of the Russian Academy of Sciences, 2013, pp. 147–150.
- [11] Annenkova I.V. *Prognoz izmeneniya usloviy proizrastaniya sosny pitsundskoy na osnove klimaticheskikh modeley* [Forecast of changes in the growing conditions of Pitsunda pine based on climate models]. *Ustoychivoe razvitie osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy: sb. statey IX Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Sustainable development of specially protected natural territories: collection. articles of the IX All-Russian (national) scientific and practical conference], Sochi, October 06–08, 2022. Sochi: State government institution of the Krasnodar Territory «Natural ornithological park in the Imereti Lowland», Don Publishing Center, 2022, pp. 27–31.
- [12] Krylenko S.V., Aleynikova A.M., Krylenko V.V. *Estestvennoe vosstanovlenie pribrezhnykh rastitel'nykh soobshchestv sosny pitsundskoy posle lesnykh pozharov* [Natural restoration of coastal plant communities of Pitsunda pine after forest fires]. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Bulletin of the Russian Peoples' Friendship University. Series: Ecology and life safety], 2015, no. 2, pp. 26–32.
- [13] Koren'kova O.O. *Osobennosti sezonnogo rosta pobegov krymskoy populyatsii Juniperus deltoides R.P. Adams* [Features of seasonal growth of shoots of the Crimean population of *Juniperus deltoides* R.P. Adams]. *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Nizhnevartovsk State University], 2022, no. 4(60), pp. 33–42. DOI: 10.36906/2311-4444/22-4/04
- [14] Goryshina T.K. *Ekologiya rasteniy* [Plant ecology]. Moscow: Higher school, 1979, 368 p.
- [15] Donets E.V. *Osobennosti vliyaniya rezhima osadkov na godichnyy prirost sosny obyknovennoy v usloviyakh yugo-zapadnoy chasti Krapivinskogo neftyanogo mestorozhdeniya* [Features of the influence of precipitation regime on the annual growth of Scots pine in the southwestern part of the Krapivinskoye oil field]. *Omskiy nauchnyy vestnik* [Omsk Scientific Bulletin], 2014, no. 1(128), pp. 149–151.
- [16] Al Farsi Kh.A.A.Y., Lupton D., Hitchmough J.D., Cameron R.W.F. How fast can conifers climb mountains? Investigating the effects of a changing climate on the viability of *Juniperus seravschanica* within the mountains of Oman, and developing a conservation strategy for this tree species. *J. of Arid Environments*, 2017, v. 147, pp. 40–53. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2017.07.020
- [17] Yousefi S., Avand M., Yariyan P. Identification of the most suitable afforestation sites by *Juniperus excelsa* specie using machine learning models: Firuzkuh semi-arid region, Iran. *Ecological Informatics*, 2021, v. 65, p. 101427. DOI: 10.1016/j.ecoinf.2021.101427
- [18] Plugatar' Yu.V., Koren'kova O.O., Koba V.P. *Sezonnyy rost pobegov Juniperus excelsa M.-Bieb. v Gornom Krymu* [Seasonal shoot growth of *Juniperus excelsa* M.-Bieb. in the Mountainous Crimea]. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada* [Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden], 2022, no. 143, pp. 64–71. DOI 10.36305/0513-1634-2022-143-64-71
- [19] Sergeeva K.A. *Fiziologicheskie i biokhimicheskie osnovy zimostoykosti drevesnykh rasteniy* [Physiological and biochemical bases of winter hardiness of woody plants]. Moscow: Nauka, 1971, 174 p.
- [20] Shimanyuk A.P. *Dendrologiya* [Dendrology]. Moscow: Forest industry, 1967, 334 p.
- [21] Farjon A. *A Handbook of the World's Conifers*. Brill: Leiden & Boston, 2017, 1154 p.
- [22] Anuchin N.P. *Lesnaya taksatsiya* [Forest taxation]. Moscow: Lesnaya industry, 1982, 512 p.
- [23] *Pogoda v mire* [Weather in the world]. Available at: <https://rp5.ru> (accessed 01.10.2023).
- [24] Lakin G.F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Higher School, 1990, 350 p.
- [25] Bardelli T., Gómez-Brandón M., Ascher-Jenull J., Fornasier F., Arfaioli P., Francioli D., Egli M., Sartori G., Insam H., Pietramellara G. Effects of slope exposure on soil physico-chemical and microbiological properties along an altitudinal climosequence in the Italian Alps. *Science of The Total Environment*, 2017, v. 575, pp. 1041–1055. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.176
- [26] Bardelli T., Ascher-Jenull J., Stocker E.B., Fornasier F., Arfaioli P., Fravolini G., Roberta L., Medeiros A., Egli M., Pietramellara G., Insam H., Gómez-Brandón M. 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*, 2018, v. 167, pp. 100–115. DOI: 10.1016/j.catena.2018.04.031
- [27] Sokolova G.G. *Vliyanie vysoty mestnosti, ekspozitsii i krutizny sklona na osobennosti prostranstvennogo raspredeleniya rasteniy* [The influence of terrain height, exposure and slope steepness on the characteristics of the spatial distribution of plants]. *Acta Biologica Sibirica*, 2016, no. 3, pp. 34–45.
- [28] Pinsky V.N., Idrisov I.A., Kashirskaya N.N., El'tsov M.V., Potapov A.V., Borisov A.V. *Vliyanie ekspozitsii sklona na khimicheskie i biologicheskie svoystva pochv zemledel'cheskikh terras Vostochnogo Kavkaza* [The influence of slope exposure on the chemical and biological properties of soils on agricultural terraces of the Eastern Caucasus]. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems], 2022, v. 28, no. 2(91), pp. 113–121. DOI: 10.24412/1993-3916-2022-2-113-121
- [29] Plugatar' Yu.V., Koba V.P., Papel'bu V.V., Novitskiy M.L., Makarov N.A. *Nekotorye svoystva pochv i tipologicheskaya struktura nasazhdeniy Pinus pityusa (Pinaceae) Gornogo Kryma* [Some soil properties and typological structure of *Pinus pityusa* (Pinaceae) plantations in the Crimean Mountains]. *Zemledelie*, 2021, no. 7, pp. 15–21. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-7-15-21
- [30] Plugatar' Yu.V., Koba V.P., Novitskiy M.L., Pshenichnikov N.A., Papel'bu V.V. *Pochvennye usloviya v nasazhdeniyakh Arbutus andrachne L. Yuzhnogo berega Kryma* [Soil conditions in plantations of *Arbutus andrachne* L. on the southern coast of Crimea]. *Zemledelie*, 2022, no. 8, pp. 7–12. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-8-7-12
- [31] Koba V.P., Zhigalova T.P. *Klimaticheskie faktory i dinamika pozharov v lesakh Gornogo Kryma* [Climatic factors and dynamics of fires in the forests of the Crimean Mountains]. *Lesovedenie*, 2014, no. 2, pp. 52–58.

Authors' information

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

Koba Vladimir Petrovich  — Dr. Sci. (Biology), Professor, Head 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», kobavp@mail.ru

Received 30.05.2023.

Approved after review 18.07.2023.

Accepted for publication 19.12.2023.

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