ТРУДЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

www.journal.spb-niilh.ru
ISSN 2079-6080

DOI 10.21178/2079–6080.2024.4.90
УДК 630*422.2 (581.5)

Состояние насаждений сосны крымской в Карадагском заповеднике

© В.Л. Ярыш

Condition of Crimean pine plantations at the Karadag Reserve

V.L. Yarysh (T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station – Nature Reserve of RAS – Branch of A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS)

In this work examines artificial plantations of Crimean pine (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) (age 54–58 years) on the territory of the Karadag Reserve located in the Crimea. For the mountainous Crimea, the Crimean pine is the main species in forest cultures. In 2019–2020, cases of oppression, desiccation and death of Crimean pine trees. In 2021, sample areas were laid down areas to study the sanitary condition and causes of mass desiccation and death of these plants. The results obtained showed that the influence of relief: exposure, slope steepness, elevation, terracing, is ambiguous. The majority of healthy trees have stands that are located on terraced southern and southeastern slopes with a steepness of 22º and 23º, at an altitude of 250 m and higher. The greatest desiccation and death of trees were recorded on conditionally flat areas (without terracing) on the western and northwestern slopes at an altitude of 110 m above sea level. The influence of climatic factors was revealed: temperature indices, precipitation, humidity of the soil moisture in forest communities. The highest temperature values were noted for three years in a row (2018–2020), low precipitation in 2019 (four consecutive months in summer and fall), and five consecutive months in the 2020 winter-spring period. In all years of observations since 2000, soil moisture from July 2019 through August 2020 year (13 months), has been abnormally low. This affected the growth and regeneration of root systems of trees in Crimean pine plantations, resulting in desiccation and death of plants. The depressed and dying trees were infested by beetles subfamily Scolytidae, which are accelerating the demise of these pines.

Key words: Crimea, Crimean pine, artificial plantations, sanitary condition, climatic factors, relief, insect pests

Состояние насаждений сосны крымской в Карадагском заповеднике

В.Л. Ярыш

В работе исследуются искусственные насаждения сосны крымской (возраст 54–58 лет) на территории Карадагского заповедника, расположенного в Крыму. Для горного Крыма сосна крымская (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) – основная порода в лесных культурах. В 2019–2020 годах отмечены случаи угнетенности и гибели деревьев сосны крымской. В 2021 году были заложены пробные площади для изучения санитарного состояния и причин массового усыхания этих растений. Полученные результаты показали, что влияние таких характеристик рельефа, как экспозиция, крутизна склонов, высота местности над уровнем моря, террасирование, неоднозначно. Большинство здоровых деревьев относятся к насаждениям, которые расположены на террасированных южных и юго-восточных склонах с крутизной 22° и 23°, на высоте выше 250 м. Наибольшее усыхание и гибель деревьев зафиксировано на условно равнинных участках (без террасирования) на западных и северо-западных склонах на высоте местности над уровнем моря 110 м. Выявлено влияние климатических факторов, таких как температура воздуха, количество осадков, влажность почвы в лесных сообществах. Отмечены самые высокие температурные показатели в течение трех лет подряд (2018–2020 годы), низкое количество выпавших осадков в 2019 (четыре месяца подряд в летне-осенний период) и 2020 годах (пять месяцев подряд в зимне-весенний период). За годы наблюдений, начиная с 2000 года, влажность почвы с июля 2019 года по август 2020 года (13 месяцев), была аномально низкой. Это повлияло на рост и регенерацию корневых систем деревьев в насаждениях сосны крымской, что привело к усыханию и гибели растений. Угнетенные и усыхающие деревья заселены насекомыми подсемейства Короеды (Scolytidae), что ускоряет гибель этих деревьев.

Ключевые слова: Крым, сосна крымская, искусственные насаждения, санитарное состояние, климатические факторы, рельеф, насекомые вредители

Ярыш Виталий Леонидович – старший научный сотрудник, канд. с.-х. наук
E-mail: galina.yarish65@gmail.com

Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН – филиал ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»
298188, Россия, Крым, Феодосия, п. г. т. Курортное, ул. Науки, д. 24
Телефон: (36562)2-62-12

Введение

Работы по формированию искусственных сосновых насаждений в Крыму проводились в 60–80-х годах XX столетия. Сосна крымская – основная порода в лесных культурах горного Крыма. В силу своей ксерофитности, обладая пластичной корневой системой, сосна успешно растет на каменистых бесплодных склонах и удовлетворительно – во всех типах лесорастительных условий от сухого бора до свежего груда [5, 10, 14, 15]. Естественный ареал расположен в центральной части Крымских гор [9].

На территории Карадагского заповедника, который представляет собой горный массив и расположен на юго-востоке Крыма, были созданы искусственные насаждения сосны крымской на площади 130,1 га [12]. Следует отметить, что в заповеднике отсутствуют естественные сосновые древостои.

Для Крыма характерны периодически повторяющиеся засухи. Особенно сильные в 1992–1994 и 2000–2001-х годах привели к массовому усыханию сосновых лесных насаждений. По материалам «Обзоров санитарного состояния лесов АР Крым» в 2002 году усыхание сосны крымской составило 42 % [1]. В 2011–2012 годы по результатам базового лесоустройства в Крыму отмечалось частичное усыхание сосны крымской в искусственных посадках в юго-восточном районе (г. Судак – г. Феодосия) [6].

В 2019 году в сосновых насаждениях заповедника были отмечены случаи угнетенности деревьев, резком снижении прироста в высоту, усыхании побегов и пожелтении хвои. В 2020 году количество усохших и угнетенных деревьев в насаждениях сосны крымской увеличилось (рис. 1).

Рис. 1. Усыхание и гибель деревьев в насаждениях культур сосны крымской на территории Карадагского заповедника в 2019–2020 годы

В связи с резким ухудшением санитарного состояния культур и для исследования причин усыхания и гибели деревьев на территории заповедника были заложены пробные площади в насаждениях с преобладанием сосны крымской.

Цель исследования данной работы – изучение санитарного состояния древостоя, причин и факторов, которые повлияли на усыхание и гибель деревьев в искусственных насаждениях сосны крымской в 2019–2020 годах на территории Карадагского заповедника.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования для изучения причин усыхания и гибели деревьев в насаждениях сосны крымской на территории Карадагского заповедника в 2019–2020 годах послужили искусственные сосновые насаждения, в которых было заложено 15 пробных площадей (ПП).

При проведении мелиоративных работ сосны были посажены как на относительно равнинных участках, так и террасированных склонах. Между рядами сосен встречаются дуб пушистый (*Quercus pubescens*), дуб скальный (*Quercus petraea*), граб восточный (грабинник) (*Carpinus oriental*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), фисташка туполистная (*Pistacia mutica*), груша лохолистная (*Pyrus elaeagnifolia*).

Пробы закладывались в насаждениях, в которых возраст деревьев колеблется от 54 до 58 лет, на участках с типичными условиями произрастания. Почва коричневая, средний и тяжелый суглинок, грунты нестойкие и стойкие. Степень задернения слабая и средняя. Выход каменистых пород на поверхность от 5 до 20 %.

Количество деревьев на пробных площадях составляло от 150 до 200 экземпляров, площади ПП колебались от 0,1 до 0,60 га в зависимости от густоты деревьев.

При учете на ПП деревья сосны крымской подразделялись на 3 категории состояния: здоровые экземпляры (зеленая хвоя, наличие побегов текущего года), угнетенные (с уменьшением или отсутствием весеннего прироста, усыханием отдельных ветвей на дереве, наличие светлой и желтоватой хвои, угнетенное состояние всего растения), погибшие – с полностью с пожелтевшей, побуревшей или опавшей хвоей [11]. При обследовании экземпляры сосны крымской других категорий состояния (погибшие в предыдущие годы и ветровал), а также деревья других пород не учитывались.

Для исследования причин усыхания и гибели деревьев сосны крымской в насаждениях были изучены климатические факторы, такие как температурные показатели, осадки, влажность почвы в лесных сообществах.

Были изучены состав и возраст насаждений, бонитет и тип леса, почва, подлесок, травянистый покров. Для изучения влияния рельефа, который оказывает косвенное влияние на растительность за счет перераспределения тепла, света, влаги, на колебание температуры воздуха и почвы, интенсивность заморозков, скорость ветра и др. [5, 16], были рассмотрены наиболее экологически значимые элементы рельефа – высота местности над уровнем моря, крутизна склонов, их экспозиция.

Рассмотрено санитарное состояние культур, как на равнинных участках, так и на террасированных склонах. Проведено обследование на наличие насекомых вредителей на погибших и угнетенных деревьях.

Результаты исследований

Результаты проведенных учетов показали, что в насаждениях с преобладанием сосны крымской (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb*)*) в Карадагском заповеднике материнский полог образуют также такие породы как дуб пушистый (*Quercus pubescens*), дуб скальный (*Quercus petraea*), сосна пицундская (*Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba), грабинник (граб восточный) (*Carpinus oriental*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), на пробной площади № 7 встречается груша лохолистная (*Pyrus elaeagnifolia*), на пробных площадях № 11 и № 13 – фисташка туполистная (*Pistacia mutica*) (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика насаждений сосны крымской в Карадагском заповеднике

Номер ПП	Квартал /Выдел	Площадь выдела/ пл. ПП, га	Густота, шт./га	Состав насаждения	Тип леса	Бонитет	Высота н. у. м.	Экспозиция и крутизна склона	Возраст, лет
1	13/22	2,4/0,6	310	6Скр3Дп1Гв	$С_1$МДп	IV	280	Ю 23°	54
2	17/24	2,2/0,25	737	8Скр2Дп	$С_0$ФДп	IV	200	ЮВ 22°	57
3	18/3	2,8/0,18	912	10Скр	$С_1$МДп	IV	250	ЮЗ 10°	57
4	18/8	3,3/0,5	370	9Скр1Дс	$В_1$МГДс	IV	370	Ю 15°	57
5	18/14	4,8/0,57	332	4Скр4Дс1Гв1Яо	$В_1$МГДс	IV	370	Ю 18°	57
6	18/16	2,5/0,33	555	7Скр3Дп	$С_1$МДп	IV	210	ЮЗ 15°	57
7	18/22	2,4/0,3	500	10Скр+Дп+Гл	$С_0$ФДп	IV	180	ЮЗ 20°	57
8	18/26	1,5/0,39	423	8Скр2Дп	$С_0$ФДп	IV	180	ЮЗ 17°	57
9	18/28	2,0/0,32	546	7Скр3Дп	$С_0$ФДп	V	220	ЮЗ 17°	57
10	18/36	1,5/0,38	479	7Скр3Дп	$С_1$МДп	IV	150	З18°	57
11	23/6	0,8/0,21	885	10Скр+Фт	$С_0$ФДп	V	220	ЮЗ 20°	58
12	23/8	1,5/0,13	1533	7Скр3Сп	$С_1$МДп	IV	110	З 8°	58
13	23/15	0,4/0,1	2100	10Скр+Фт	$С_1$ГДп	III	110	З 5°	58
14	23/21	0,9/0,29	590	9Скр1Дп	$С_1$МДп	IV	110	СЗ 10°	56
15	23/26	0,7/0,1	1886	7Скр3Сп	$С_1$ГДп	IV	110	СЗ 5°	58

Примечания. Скр – сосна крымская, Сп – сосна пицундская, Дп – дуб пушистый, Дс – дуб скальный, Гв – граб восточный (грабинник), Фт – фисташка туполистная, Гл – груша лохолистная, Яо – ясень обыкновенный; $С_1$МДп – сухая можжевеловая судубрава с дубом пушистым, $С_0$ФДп – очень сухая фисташковая судубрава с дубом пушистым, $В_1$МГДс – сухая можжевелово-грабинниково-дубовая суборь с дубом скальным, $С_1$ГДп – сухая грабинниковая судубрава с дубом пушистым

Данные, характеризующие санитарное состояние деревьев сосны крымской на пробных площадях приведены в таблице 2.

Таблица 2

Санитарное состояние деревьев сосны крымской на пробных площадях в Карадагском заповеднике

№ ПП	Количество деревьев			
	Всего, шт.	В том числе по категориям состояния, %		
		Здоровые	Угнетенные	Погибшие
1	186	71,0	22,6	6,4
2	184	81,5	10,3	8,2
3	166	67,5	20,5	12,0
4	185	69,2	27,7	8,1
5	189	69,9	23,8	6,3

№ ПП	Количество деревьев			
	Всего, шт.	В том числе по категориям состояния, %		
		Здоровые	Угнетенные	Погибшие
6	183	60,7	24,6	14,7
7	150	60,0	24,0	16,0
8	165	45,4	18,2	36,4
9	177	47,5	30,5	22,0
10	184	45,7	8,6	45,7
11	184	53,3	26,1	20,6
12	138	50,8	10,3	38,9
13	210	28,6	9,5	61,9
14	170	70,6	14,1	15,3
15	198	1,0	10,6	88,4

Пробные площади заложены в различных типах леса, определенной зависимости состояния деревьев от них не выявлено. ПП №№ 1, 3, 6, 10, 12, 14 расположены в сухой можжевеловой судубраве с дубом пушистым (C_1МДп), гибель и угнетенность деревьев здесь соответствует 6,4–45,7 % и 8,6–24,6 %, ПП №№ 2, 7, 8, 9, 11 – в очень сухой фисташковой судубраве с дубом пушистым (C_0ФДп) (гибель – 8,2–36,4 % и угнетенность 10,3–30,5 %), ПП № 4 и 5 – в сухой можжевелово-грабинниково-дубовой субори с дубом скальным (B_1МГДс), в этих условиях наблюдается наименьшая гибель (6,3–8,1 %), угнетенность составляет 23,8–27,7 %, на ПП № 13 и 15 – в сухой грабинниковой судубраве с дубом пушистым (C_1ГДп) – угнетенность деревьев – 9,5–10,6 % и наибольший процент гибели – 61,9–88,4 %.

Исследование условий произрастания сосны крымской, к которым относится бонитет насаждений, показало, что в заповеднике прямая зависимость усыхания деревьев от класса бонитета не наблюдается. В насаждениях, относящихся к V классу бонитета (ПП № 9 и 11), доля погибших деревьев составляет 22,0–45,7 %, в IV классе – 6,3–88,4 %, в III классе (ПП № 13) – 61,9 %.

При изучении влияния крутизны склона на угнетение и гибель деревьев выявлено, что при крутизне склона 21° и выше наблюдается наименьшее количество таких растений (ПП № 1 и 2). Экспозиция (расположение насаждений на горных склонах относительно сторон света) выраженного влияния не имеет. При этом установлено, что к южным и юго-восточным склонам (ПП №№ 1, 2, 4, 5) приурочено наименьшее количество погибших сосен – 6,3–8,2 %, а угнетенных – 10,3–27,7 %. На юго-западе и западе количество угнетенных деревьев составляло 8,6–30,5 %, погибших – 12,0–61,9 %. Интересно, что на северо-западном склоне расположены ПП № 15 (с самыми высокими показателями усыхания и гибели деревьев) и ПП № 14, где эти же показатели – одни из самых низких.

При рассмотрении данных по усыханию сосновых деревьев в зависимости от высоты местности над уровнем моря, отмечена тенденция уменьшения погибших и угнетенных растений с возрастанием высоты. Так, на высоте 250 м и более число погибших составляет 6,3–12,0 %, а на высоте 110 м – 38,9–88,4 % (исключение на этой высоте представляет ПП № 14, которой принадлежат одни из самых низких показателей по усыханию и гибели деревьев – 14,1 и 15,3 % соответственно). Насаждение на ПП № 2, имея самые высокие показатели по здоровым деревьям (81,5 %), расположено на высоте 200 м.

Известно, что террасированием склонов достигается улучшение гидрологического режима почвогрунтов по сравнению с равнинными площадками и целинными участками. Ступенчатые террасы с обратным уклоном в 4–5°, значительно ослабляют эрозионные процессы, задерживая смыв почвы на межтеррасных участках [5].

В связи с вышеперечисленным, был проведен анализ влияния технологии создания культур сосны крымской – посадкой на террасированных склонах и посадкой на условно равнинных участках с уклоном от 5 до 8°. Было выявлено, что на равнинных участках (ПП №№ 12, 13, 15) количество угнетенных деревьев составляло от 9,5 до 10,6 %, погибших – от 38,9 до 88,4 %, что является одним из самых больших показателей. В культурах, созданных на террасах, количество угнетенных растений колебалось в довольно большом диапазоне – от 8,6 до 30,5 %, однако число погибших было значительно меньшим, чем на равнине – от 6,3 до 45,7 %. Таким образом, отмечено положительное влияние террасирования на жизнестойкость культур сосны.

Климат Карадага умеренно-континентальный, среднегодовая температура воздуха – 12,1 °С, среднегодовое количество осадков – 357 мм, первые заморозки осенью относятся к середине ноября, последние заморозки – к концу марта, увлажнение территории недостаточное и соответствует условиям сухой степи [12].

Для выявления причин усыхания и гибели деревьев в сосновых насаждениях были изучены климатические факторы (осадки, температура, влажность почвы). Метеоданные были предоставлены Карадагским ландшафтно-экологическим стационаром, который расположен на территории заповедника. На рисунке 2 предоставлены температурные показатели за 2000–2021 годы.

Рис. 2. Среднегодовые температурные показатели на территории Карадагского заповедника (2000–2021 годы)

При рассмотрении среднегодовых температурных показателей в годы, когда были отмечены признаки массового усыхания сосны крымской в заповеднике, выявлено, что три года подряд с 2018 по 2020 год наблюдались самые высокие за весь рассматриваемый период среднегодовые показатели температуры: 2018 г. – 13,6 °С, 2019 г. – 13,5 °С, 2020 г. – 13,6 °С.

Таблица 3

Количество осадков, выпавших на территории Карадагского заповедника (2000–2021 годы)

Годы	Количество осадков по месяцам, мм												Всего, мм
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2000	18,7	50,4	55,7	5,9	3,1	47,0	0,0	88,2	10,8	5,6	1,1	21,8	308,3
2001	15,5	29,3	32,7	59,8	33,2	35,7	8,0	5,2	51,5	17,0	105,7	80,3	473,9
2002	24,4	18,7	27,5	24,8	7,1	41,3	3,4	173,1	134,1	127,1	22,9	3,8	608,2
2003	53,8	67,1	26,3	58,2	2,2	10,5	60,2	37,0	37,4	57,5	81,4	23,7	515,3
2004	106,4	57,9	34,8	13,1	61,4	73,8	24,8	31,5	5,4	12,2	47,4	22,5	491,2
2005	56,1	46,1	34,0	29,7	28,0	47,3	42,2	29,7	67,4	61,0	75,2	93,5	610,2
2006	29,2	40,1	47,2	16,5	63,2	34,8	67,0	42,2	17,0	22,8	52,3	5,1	437,4
2007	34,4	11,9	113,8	22,8	8,7	47,8	3,2	34,7	60,7	60,2	137,4	18,4	554,0
2008	13,1	12,7	55,3	37,4	51,2	14,5	47,2	0,0	105,9	22,4	23,2	42,2	425,0
2009	21,3	94,5	83,2	0,0	43,8	2,7	44,8	24,3	28,9	17,2	110,8	52,7	524,1
2010	70,8	77,5	24,7	22,9	20,2	130,7	29,5	20,8	24,5	133,1	44,5	115,5	714,5
2011	29,5	3,8	5,5	55,1	25,7	21,0	11,4	38,2	14,7	87,9	10,7	40,7	344,3
2012	56,4	15,8	34,2	21,0	28,7	25,3	39,5	76,8	1,5	9,7	20,0	20,8	349,7
2013	32,0	35,5	26,2	3,2	4,5	146,2	31,5	5,9	23,8	51,2	9,1	5,8	374,9
2014	63,2	15,0	11,3	12,2	14,5	212,3	5,2	10,7	71,3	20,5	34,0	45,2	515,3
2015	60,2	63,2	63,9	38,2	13,3	61,5	1,9	20,5	3,9	80,8	24,1	15,0	446,5
2016	37,7	31,1	21,3	10,5	122,1	138,2	80,7	43,8	33,5	15,8	23,5	60,7	618,7
2017	41,7	22,0	35,4	39,7	61,0	34,6	13,5	36,7	16,8	31,4	30,3	26,4	389,3
2018	69,3	34,8	34,2	4,7	30,4	24,3	85,2	0,3	99,5	58,2	45,7	86,5	573,1
2019	49,9	39,7	20,0	39,4	21,7	3,4	53,2	5,9	9,9	8,4	16,8	59,9	328,2
2020	12,7	22,9	5,0	11,3	18,5	37,8	30,7	35,2	31,2	28,5	19,9	21,4	275,2
2021	47,5	24,8	43,5	34,5	10,3	116,8	39,5	94,2	16,1	7,0	46,1	70,9	551,2

Количество выпавших осадков по месяцам и годам, начиная с 2000 г., неравномерное, отмечается низкое количество осадков в различные годы (например, в 2000-м, в 2011–2013 годах), на протяжении одного или двух месяцев. Однако 2019 и 2020 годы – самые засушливые за все время наблюдения (328,2 и 275,2 мм соответственно). В 2019 году в июне, августе–ноябре (четыре месяца подряд), а в 2020 году в январе-мае (пять месяцев подряд) отмечался минимум осадков.

В таблице 4 предоставлены данные по влажности почвы в лесных сообществах Карадагского заповедника за 1998–2021 годы.

Таблица 4

Показатели влажности почвы в лесных сообществах Карадагского заповедника (1998–2021 годы)

Годы	Показатели влажности почвы по месяцам, %												Среднее за год, %
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1998	35,7	37,7	36,7	31,6	24,1	30,1	24,4	16,3	15,1	14,8	20,9	31,9	26,6
1999	25,7	31,5	34,8	33,9	21,3	23,5	16,7	16,9	19,1	22,1	19,4	27,3	24,4
2000	32,4	32,5	35,3	31,4	22,9	20,4	18,7	16,2	19,2	17,2	17,3	16,9	23,4
2001	24,4	22,0	22,8	21,2	29,4	22,6	16,4	11,8	15,1	17,8	17,7	33,3	21,2
2002	32,1	28,7	29,4	31,7	22,7	19,3	14,9	32,1	35,2	34,6	37,6	39,3	29,8
2003	34,8	36,3	38,6	34,4	26,0	18,0	17,5	17,4	21,2	17,0	26,1	27,1	26,2
2004	37,5	29,5	33,9	32,9	35,8	35,5	27,1	24,1	18,7	19,5	21,4	27,3	28,6
2005	29,9	32,5	27,9	29,7	30,5	24,4	23,1	16,3	20,8	25,5	31,4	32,5	27,0
2006	-	52,0	36,4	37,0	31,5	32,9	30,3	19,8	19,9	20,7	29,5	25,7	30,5
2007	30,7	35,4	38,2	31,2	25,9	18,7	17,5	18,7	23,3	22,3	34,3	35,3	27,6
2008	34,8	33,2	29,4	33,7	28,8	27,0	22,8	18,4	14,5	27,8	22,9	31,3	27,0
2009	33,5	34,2	33,9	32,7	32,7	22,0	19,1	18,2	18,0	16,4	34,5	33,1	27,4
2010	41,7	39,9	37,1	35,0	27,1	21,9	33,1	16,1	15,4	27,9	26,1	38,2	30,0
2011	36,7	35,7	33,8	34,7	34,2	24,0	18,0	21,1	18,9	-	27,5	29,8	28,6
2012	32,0	34,4	31,0	23,7	21,4	22,5	16,5	14,5	17,7	18,1	20,7	20,9	22,8
2013	22,2	32,0	31,9	26,1	13,5	35,4	19,7	14,8	15,1	25,0	20,4	20,1	23,0
2014	17,8	35,7	27,5	21,4	15,7	26,1	21,2	14,6	23,0	18,0	20,2	25,5	22,2
2015	34,8	36,4	37,5	33,5	23,2	22,4	18,2	12,8	14,0	23,2	27,5	26,5	25,8
2016	29,7	32,8	27,0	23,2	31,0	31,1	25,8	19,4	18,1	18,1	20,9	26,5	25,3
2017	32,6	31,9	25,2	28,3	24,1	27,3	18,3	12,8	15,9	16,2	22,4	30,3	23,8
2018	35,2	29,9	24,5	21,2	24,9	16,0	23,7	15,2	28,9	22,7	20,1	28,9	24,3
2019	36,8	31,8	26,4	33,6	24,1	18,1	14,7	12,0	13,2	14,3	14,5	23,1	21,9
2020	29,4	30,0	22,8	18,6	20,2	13,3	14,7	16,4	15,3	16,9	20,0	15,5	19,4
2021	28,7	28,9	28,5	28,7	19,1	23,0	24,7	26,2	16,8	14,5	18,2	25,7	23,6

При рассмотрении влажности почвы в лесных сообществах, можно отметить, что средние показатели колебались от 19,4 до 30,5. В разные годы низкая влажность наблюдалась один–два месяца в году, в 2001-м – три месяца – с января по март. Но в 2019 и 2020 годах наблюдалась аномалия, которая заключалась в снижении влажности на протяжении шести месяцев подряд (июль–декабрь) в первом случае и семи месяцев подряд (январь–июль) – во втором.

Известно, что корневая система деревьев, в частности сосновых, имеет весенний и осенний максимумы роста, которые связаны с формированием в эти периоды оптимального температурного уровня при достаточной влагообеспеченности [3, 4, 13]. Основная масса корней располагается в поверхностном слое почвы до 60 см, причем, чем ближе к поверхности почвы, тем более интенсивно выражается корненаселенность [4, 13], в этой же зоне наблюдается колебание показателя влажности почвы [2, 17].

При совокупном рассмотрении аномально высоких температурных показателей в 2018–2020 гг. и низкого количества выпавших осадков в этот же период, можно сделать вывод, что это привело к резкому снижению влажности почвы, а, следовательно, повлияло на рост и регенерацию корневых систем деревьев, что ухудшило снабжение растений влагой и привело к их усыханию.

Детального лесопатологического обследования пробных площадей не проводилось. Однако при учетах как на угнетенных, так и на усыхающих и погибших деревьях было выявлено наличие ходов насекомых ксилофагов (рис. 3). На здоровых деревьях присутствие этих насекомых обнаружено не было. По данным исследований видового состава жесткокрылых-ксилобионтов – обитателей древесины сосны крымской на разных стадиях ее разрушения, которые проводились на территории Судакского государственного лесоохотничьего хозяйства, прилегающего к Карадагскому заповеднику, было выявлено 4 вида подсемейства короедов (Scolytidae). Доминирующими видами являются большой и малый сосновые лубоеды (*Tomicus piniperda* и *Tomicus minor*) [8]. На модельных деревьях (рис. 3) четко видны маточные и личиночные ходы большого соснового лубоеда [9].

Рис. 3. Ходы большого соснового лубоеда (*Tomicus piniperda*)

При обследовании полного и частичного усыхания деревьев сосны крымской и сосны пицундской на Южном берегу Крыма (от Балаклавы до Нового Света) отмечено, что «засушливые годы (2019–2020) вызвали нарушение развития некрофитных грибов, от недостатка влаги они оказались «законсервированными» на стадии формирования плодовых тел. Это дало возможность для вспышки вторичных консументов – короедов и лубоедов» [3].

Настоящие ксилофаги являются первопоселенцами на преимущественно ослабленных, усыхающих и недавно отмерших деревьях с плотно прилегающей корой сосны крымской. Лишь при дополнительном питании они могут повреждать здоровые деревья (кору на веточках, побеги и т. п.) [8, 9]. Лубоеды при высокой численности, благодаря особенностям дополнительного питания, способны вызывать у живых деревьев значительную потерю побегов (20 %) текущего года, ослабляя их и подготавливая для будущего заселения. Короеды и лубоеды поражают кору, древесину и луб, по которым транспортируется влага и питательные вещества. Насекомые способны переносить грибковые инфекции, а выедая молодые побеги, ослабляют защитные силы деревьев [7]. Наличие этих насекомых ускоряют процесс отмирания ослабленных сосен.

Выводы

1. В зависимости от рельефа наилучшие показатели по количеству здоровых деревьев имеют насаждения, которые расположены на террасированных южных и юго-восточных склонах с крутизной 22° и 23°, на высоте от 250 м и выше. Наибольшее усыхание и гибель деревьев зафиксированы на условно равнинных участках (без террасирования) на западных и северо-западных склонах, на высоте над уровнем моря 110 м.

2. По типам леса самые высокие показатели гибели деревьев (61,9 и 88,4 %) имеют насаждения, которые расположены в сухой грабинниковой судубраве с дубом пушистым ($С_1$ГДп). Самые низкие показатели гибели сосны крымской (6,3 и 8,1 %) имеют насаждения в сухой можжевелово-грабинниково-дубовой субори с дубом скальным ($В_1$МГДс). Прямой зависимости усыхания деревьев от класса бонитета в заповеднике не выявлено.

3. Понижение влажности почвы в течение 13 месяцев подряд с июля 2019 по август 2020 года при аномально высоких температурных показателях и малом количестве выпавших осадков в этот же период повлияло на рост и регенерацию корневых систем деревьев в насаждениях сосны крымской, что привело к угнетению 8,6–30,5 % и гибели 6,3–88,4 % растений.

4. Угнетенные и усыхающие деревья на пробных площадях заселены насекомыми ксилофагами. Выявлено присутствие большого соснового лубоеда (*Tomicus piniperda*). Популяции этих насекомых ускоряют полную гибель ослабленных и угнетенных деревьев.

5. В связи с проявлениями глобальных климатических изменений, в том числе и на региональном уровне, необходимо дальнейшее изучение и мониторинг произрастания сосны крымской на территории Карадагского заповедника на предмет устойчивости искусственно созданных лесных насаждений с учетом того, что они расположены за пределами их естественного распространения.

Работа выполнена на Уникальной научной установке "Государственный природный заповедник "Карадагский" в рамках темы Госзадания КНС-ПЗ РАН – филиал ФИЦ ИнБЮМ, регистрационный номер: 1022061600227–9–1.6.20.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агапонов, Н.Н. Лесная наука в Крыму (результаты исследований Крымской ГЛНИС за1952–2006 гг. и реферативный справочник) / В.Л. Мешкова (ред.) / Н.Н. Агапонов, Ю.В. Плугатарь. – Алушта, 2006, 250 с. – ISBN 966-84-30-94-8.
2. Домасевич, А.А. Содержание почвенной влаги при различных способах обработки почвы в лесных культурах сосны обыкновенной / А.А. Домасевич // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2009. – № 1. – С. 150–152.

3. Исиков, В.П. О причинах усыхания сосны крымской и сосны пицундской в Крыму в 2020 году / В.П. Исиков, Н.Н. Трикоз // Бюллетень государственного Никитского ботанического сада. – 2021. – Вып. 138. – С. 50–56. – DOI: 10.36305/0513-1634-2021-138-50-56.
4. Калинин, М.И. Корневедение / М.И. Калинин. – М. : Экология, 1991. – 173 с. – ISBN 5-10-002293-0.
5. Ковальский, А.И. Очерки истории крымских лесов / А.И. Ковальский, Н.И. Цыплаков. – Симферополь : Бизнес-Информ, 2006. – 112 с. – ISBN 966-648-131-6.
6. Левчук, О.И. К вопросу усыхания насаждений сосны крымской (*Pinus nigra Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) в Крыму / О.И. Левчук // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2016. – № 5 (168). – С. 25–30.
7. Мозолевская, Е.Г. Питающиеся на соснах сосновые лубоеды / Е.Г. Мозолевская // Живой лес. – 2009. – № 1. – С. 28–29.
8. Неволина, Н.Б. Жесткокрылые-ксилобионты горного Крыма / Н.Б. Неволина, К.Б. Рыжов // Лесной вестник. – 2008. – № 1 (58). – С. 92–96.
9. Падий, Н.Н. Краткий определитель вредителей леса / Н.Н. Падий. – М : Лесная пром-сть, 1972. – 288 с.
10. Плугатарь, Ю.В. Леса Крыма : монография / Ю.В. Плугатарь. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2015. – 368 с. – ISBN 978-5-9906366-5-1.
11. Правила санитарной безопасности в лесах. Постановление правительства Российской Федерации от 9 декабря 2020 года № 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах».
12. Проект організації території та охорони природних комплексів Карадазького природного заповідника НАН України. – Ірпінь, 2005. – 210 с.
13. Рахтеенко, И.Н. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений / И.Н. Рахтеенко. – Минск : Издательство академии наук БССР, 1963. – 253 с.
14. Роговой, В.И. Лесотипологическая структура насаждений сосны крымской в Крыму / В.И. Роговой, Л.А. Селиванова, И.А. Трофименко, Ю.П. Швец, В.В. Разумный // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2016. – № 6 (169). – С. 35–41.
15. Салтыков, А.Н. Современное состояние насаждений сосны Крымской (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) на северном макросклоне Крымских Гор / А.Н. Салтыков, В.И. Роговой, В.Л. Ярыш // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – № 33 (196). – С. 17–33. – DOI: 10.37279/2413-1946.
16. Соколова, Г.Г. Влияние высоты местности, экспозиции и крутизны склона на особенности пространственного распределения растений / Г.Г. Соколова // Acta Biologica Sibirica. – 2016. – № 2 (3). – С. 34–45. – URL: http://dx.doi.org/10.14258/abs.v2i3.1453 (Опубликовано 29.08.2016)
17. Якунин, А.А. Развитие корневых систем деревьев при разной влажности почвы / А.А. Якунин // Лесное хозяйство. – 1970. – № 7. – С. 32–35.

REFERENCES

1. Agaponov N.N., Plugatar Yu.V. Forest science in the Crimea (results of investigation at the Crimean SFSIS, 1952–2006 and reference book). Meshkova V.L (ed.). Alushta, 2006, 250 p. (In Russian).
2. Domasevich A.A. The content of soil moisture in various methods of tillage in forest crops of Scots pine. *Proceedings of BStU. Iss. 1. Forestry. Nature management. Processing of Renewable Resources [Trudy BGTU. Seriya 1. Lesnoe khozyajstvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vozobnovlyaemykh resursov]*, 2009, no. 1, pp. 150–152. (In Russian).
3. Isikov V.P., Trikoz N.N. About the reasons for the drying out of Crimean pines and Pitsunda pines in the Crimea in 2020. *Bull. State Nikitsky bot. garden [Byulleten' gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada]*, 2021, vol. 138, pp. 50–56. (In Russian).
4. Kalinin M.I. Root science. Moscow, Ecology, 1991, 173 p. (In Russian).
5. Kovalsky A.I., Tsyplakov N.I. Essays on forest history in Crimea. Simferopol, Business-Inform, 2006, 112 p. (In Russian).
6. Levchuk O.I. On the issue of drying out of plantations of the Crimean pine (*Pinus nigra* J.F. Ar-Nold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) in the Crimea. *Transactions of Taurida Agricultural Science [Izvestiya sel'skokhozyajstvennoj nauki Tavridy]*, 2016, no. 5 (168), pp. 25–30. (In Russian).

7. Mozolevskaya E.G. Feeding on pine trees pine beetles. *Living forest [Zhivoj les]*, 2009, no. 1, pp. 28–29. (In Russian).
8. Nevolina N.B., Ryzhov K.B. Coleoptera-xylobiont of Crimea. *Forestry Bulletin [Lesnoj vestnik]*, 2008, no. 1 (58), pp. 92–96. (In Russian).
9. Padiy N.N. Brief identifier of forest pests. Moscow, Forestry industry, 1972, 288 p. (In Russian).
10. Plugatar Yu.V. Forests of Crimea. A monograph. Simferopol, IT "Arial", 2015, 368 p. (In Russian).
11. Sanitary safety regulations in forests. Decree of the Government of the Russian Federation of December, 9, 2020, no. 2047 «On the approval of the Rules of sanitary safety in forests». (In Russian).
12. The project of the organization of the territory and protection of the natural complexes of the Karadaz natural reserve of the National Academy of Sciences of Ukraine. Irpin, 2005, 210 p. (In Ukrainan).
13. Rakhteenko I.N. Growth and interaction of root systems of woody plants. Minsk, Publishing house of the Academy of Sciences of the BSSR, 1963, 254 p. (In Russian).
14. Rogovoy V.I., Selivanova L.A., Trofimenko I.A., Shvets Yu.P., Razumny V.V. Forest typological structure of Crimean pine plants in Crimea. *Transactions of Taurida Agricultural Science [Izvestiya sel'skokhozyajstvennoj nauki Tavridy]*, 2016, no. 6 (169), pp. 35–41. (In Russian).
15. Saltykov A.N., Rogovoy V.I., Yarysh V.L. Today's statement of the stands of Austrian Pine (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) on the Northern macroslope of the Crimean Mountains. *Transactions of Taurida Agricultural Science [Izvestiya sel'skokhozyajstvennoj nauki Tavridy]*, 2023, no. 33 (196), pp. 17–33. (In Russian).
16. Sokolova G.G. The influence of terrain altitude, slope exposure and slope degree on plant spatial distiribution. *Acta Biologica Sibirica*, 2016, vol. 2, no. 3, pp. 34–45. (In Russian).
17. Yakunin A.A. Development of tree root systems at different soil moisture. *Forestry [Lesnoe khozyajstvo]*, 1970, no. 7, pp. 32–35. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 30.08.2024