

УДК 502.572:614.84 (477.75)

ПОСЛЕПОЖАРНЫЕ СУКЦЕССИИ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ КРЫМА

Кобечинская В. Г., Онищенко Т. С.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: valekohome@mail.ru*

Выполнен сравнительный анализ послепожарных сукцессий искусственных и природных сосновых насаждений в предгорных и южнобережных регионах Крыма после низовых пожаров различной интенсивности. На молодых гарях близки показатели по высоте нагара, но количество погибших деревьев выше в два раза среди искусственных насаждений, что обусловлено более интенсивным повреждением ствола (до камбия), т. е. приводятся данные по изменению морфологических показателей древостоев. Кустарниковый ярус искусственных насаждений в предгорной зоне хорошо выражен и обилен. Напротив, в южнобережных фитоценозах он очень слабо развит. Здесь угнетено почти 70 % деревьев. Описана динамика возобновления подроста сосны. В целом, возобновление в естественных насаждениях выше в 6–10 раз по сравнению с искусственными посадками. Определяющие факторы выживания подроста разных возрастных групп – это условия произрастания и климатические факторы. Выявлено отсутствие подроста сосны с 8-летнего возраста независимо от происхождения насаждения из-за интенсивного задернения травостоя, дефицита светового довольствия и высокой сомкнутости главного яруса. Также интенсивно идет формирование кустарникового яруса, но он отличается по флористическому составу с учетом районов исследований. После пожара активизируются сукцессионные процессы и формируются смешанные лиственно-сосновые насаждения в исследуемых климатических зонах. Дана оценка запасов подстилки в разновозрастных горельниках. В искусственных насаждениях объемы накопления подстилки выше в 1,5 раза, но благодаря более благоприятным условиям минерализации (кол-во осадков в 2 раза больше, чем на ЮБК) она достаточно быстро разрушается. Ведущей фракцией в составе подстилки на всех горельниках является хвоя, но в искусственных фитоценозах ее участие более значимо. Второе место занимает фракция шишек, тогда как в природных сообществах ее роль крайне мала, здесь второе место занимает фракция коры. По-видимому, это обусловлено высотой огневого повреждения ствола деревьев. Природные насаждения более уязвимы к огневому воздействию, чем искусственные, из-за соотношения компонентных фракций подстилки, поэтому разложение ее из-за большей сухости климата ЮБК идет медленнее, создаются ее значительные запасы, которые легко подвергаются возгоранию. Поэтому вопросы организации противопожарной охраны на заповедных территориях являются приоритетными для сохранения этих экосистем.

Ключевые слова: пожар низовой, сосновые насаждения, жизненность древостоя, численность подроста, запасы подстилки, климатические факторы.

ВВЕДЕНИЕ

Географическая изменчивость характеристик лесных пожаров обусловлена следующими показателями: особенностями распределения осадков (сезонность лесных пожаров), типом растительности, разнообразием лесорастительных условий (различия в интенсивности горения лесов), послепожарными изменениями в сообществе. Однако, при всей своей разрушительной силе, лесной пожар, в то же

время, оказывается лесообразующим фактором, так как на площадях, затронутых его воздействием, развивается комплекс огнестойкой растительности, происходит смена пород, в лесном фонде увеличивают свое присутствие пирогенные породы [1–4 и др.] В результате регулярных лесных пожаров происходит определенная стабилизация структуры лесного фонда в связи с вытеснением теневыносливых пород на светолюбивые, формируются растительные комплексы, более устойчивые к воздействию огня [5]. Масштабы воздействия пожаров на природные экосистемы определяются значительными размерами выгоревших площадей и длительностью восстановления уничтоженных лесных ценозов [6–8]. Одной из важных проблем является оценка эффективности восстановления коренных древостоев на горельниках в связи с динамикой экологических факторов в постпирогенный период.

Сосна крымская относится к деревьям 1 класса горимости и занимает значительные площади (46,7 тыс. га или около 18 %) в составе древостоя природных крымских лесов. Площади лесов искусственного происхождения в Крыму составляют более 76 тыс. га, в их составе насаждения сосны крымской главенствуют – 79,6 %. Поэтому представляет определенный научный интерес провести сравнительный анализ послепожарных сукцессий, происходящих в лесах искусственного и естественного происхождения из сосны крымской в разных климатических зонах – предгорной и южнобережной, с оценкой адаптации этих древостоев, поврежденных огнем при низовых пожарах разной интенсивности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования были выбраны горельники разного возраста после низовых пожаров: 3 пробных участка искусственных посадок из сосны крымской (*Pinus pallasiana* D.) [9], заложенных в сосновом массиве вблизи Симферопольского водохранилища, которое испытывает значительные рекреационные нагрузки и частые палы в предгорной зоне, и 2 учетные площади южнобережных гарей в Оползневском лестничестве (кв. 13, высота над уровнем моря – 150–200 м) Ялтинского природного горно-лесного заповедника (ЯГЛПЗ). Размеры пробных площадей сосновых насаждений, пройденных огнем, в среднем составляют 0,5 га.

Сбор материала осуществлялся по стандартным лесотипологическим методикам с выявлением: высоты древостоя и сомкнутости крон, среднего диаметра и площади поперечного сечения стволов, бонитета, породного состава по ярусам, возобновления древостоя, возраста горельника. Оценивалось санитарное состояние насаждений, высота нагара на стволах, количество погибших экземпляров как молодняка, так и лесообразующих пород; средний возраст подроста, видовой и морфологический состав кустарникового яруса, флористический состав травянистой растительности; фракционный и весовой состав подстилки [4, 10–12]. Возраст горельников и древостоя по квартальным выделам были взяты из лесотаксационных таблиц Государственного казенного учреждения Республики Крым (ГКУ РК) «Северо-западное объединенное лесничество» и в Оползневом лесничестве ЯГЛПЗ. Все полученные данные были обработаны вариационно-статистическими методами [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В наших исследованиях мы ограничились исследованием воздействия только низовых пожаров на сосновые насаждения, т. к. они возникают наиболее часто.

На исследуемой территории вблизи Симферопольского водохранилища были выделены среди искусственных сосновых посадок следующие пробные площади: участок № 1 – старовозрастный горельник (1991 г.), участок № 2 – здесь был устойчивый низовой пожар, который произошел в 2015 г., участок № 3 – здесь выявлен беглый низовой пожар, произошедший в 2010 г.

Проведя сравнительный анализ (таблица 1) состояния древостоя пробных площадей искусственных сосновых насаждений, пройденных огнем в этом районе предгорного Крыма, можно выделить следующие закономерности.

Анализ важнейших таксационных характеристик свидетельствует о том, что наибольшие показатели высоты древостоя и площади поперечного сечения выявлены на участке № 3 с устойчивым низовым пожаром. Наибольшие величины среднего диаметра древостоя отмечены на участке № 1 – старовозрастного горельника. На показатели древостоя оказывают условия местопроизрастания (рельеф, характеристика почвенного покрова) и осуществляемые в лесу хозяйственные мероприятия (удаление больных и засохших деревьев, санитарная рубка и пр.).

Таблица 1

Характеристика древостоя пробных площадей искусственных сосновых насаждений, пройденных огнем, вблизи Симферопольского водохранилища

Показатели \ № участка	1	2	3
Возраст древостоя, лет	60	55	55
Возраст горельника, лет	25	1	7
Высота древостоя, м	12-14	13-15	15-16
Средний диаметр, см (min-max)	25 ± 1,25 (17,5-36)	23,3 ± 1,16 (18,4-29,4)	20,5 ± 1,03 (17-24,8)
Сомкнутость древостоя	0,5-0,7	0,4-0,6	0,4-0,7
Бонитет	III	III-IV	III
Площадь поперечного сечения, м/га	9,82 (4,81-20,36)	4,25 (2,6-6,76)	13,2 (9,1-18,81)
Санитарное состояние, %	64,29 (12,5-77)	69,7 (55,2-95,1)	88 (72-100)
Высота нагара, м	-	2,5 (3,5-0,5)	0,5-1,15
Количество погибших экземпляров деревьев	14	10	8

Сомкнутость древостоя – 0,5–0,7, наибольшая – на участке № 1 и № 3, благодаря чему на затененной пологом насаждения почве происходит накопление лесной подстилки, вследствие которой поддерживается плодородие почвы, лучше и обильнее развивается подрост, разнообразнее породный состав кустарникового яруса. Скорость прироста древесины близка на всех пробных площадях, поэтому все насаждения относятся к среднему бонитету III–IV.

Санитарное состояние в целом можно оценить как удовлетворительное на пробных площадях № 1 и № 2. Неудовлетворителен этот показатель на участке № 3, т. к. здесь повреждено более 88 % деревьев. При невысокой величине нагара (0,5–1,15 м) определяющим фактором выступила рекреационная нагрузка, обилие тропиночно-дорожной сети в сочетании с интенсивным уплотнением почвы привели к значительному угнетению древостоя. Коэффициент рекреации здесь достигает 0,4–0,5, т. е. участок находится на четвертой стадии дигрессии, за которой следует распад сообщества. Наибольшее количество погибших деревьев выявлено на участке № 1 (14 экз.), т. к. для оздоровления леса здесь произошла вырубка поврежденного древостоя в прошлые годы. Реконструкции и новых посадок деревьев на этом горельнике не проводилось.

Рассмотрим результаты изучения древостоя (таблица 2) природных сосновых лесов ЯГЛПЗ, выполненные на двух участках в Оползневом лесничестве: пробная площадь № 4 – здесь был устойчивый низовой пожар в 2013 г.; на пробной площади № 5 произошел устойчивый низовой пожар в 2007 г.

Таблица 2

Характеристика древостоя пробных площадей естественных сосновых насаждений, пройденных огнем, в Оползневском лесничестве в Ялтинском горно-лесном природном заповеднике

Показатели \ № участка	4	5
Возраст древостоя, лет	60-70	50-60
Возраст горельника, лет	4	10
Высота древостоя, м	12–13	10–12
Средний диаметр, см (min-max)	26 ± 1,4 (20,5-36)	23,3 ± 1,16 (17,5-34,2)
Сомкнутость древостоя	0,3-0,4	0,2-0,3
Бонитет	V-a	V-a
Санитарное состояние, %	54,8 (11,5–60,0)	69,7 (55,2–95,1)
Высота нагара, м	1,8 (2,2–0,8)	2,1 (2,0–1,1)
Количество погибших экземпляров деревьев	5	11

Несмотря на сходные показатели возраста сосны, высота деревьев здесь ниже (10–13 м), чем в искусственных посадках в предгорной зоне. Почти в два раза ниже сомкнутость древостоя, особенно на участке № 5 (0,2–0,3). Это связано с тем, что здесь хорошо выражены световые окна из-за гибели молодняка, поэтому сформировался устойчивый травянистый ярус, его общее проективное покрытие составляет более 50 %.

Особенность климатических условий – частые продолжительные засухи, высокие летне-осенние температуры и близость материнских скальных пород к

поверхности с очень маленьким почвенным профилем способствовали тому, что бонитет древостоя низкий – V-a.

Санитарное состояние в целом этих сообществ можно оценить как удовлетворительное. Количество погибших деревьев на участке № 5 выше в два раза, чем на участке № 4, это подтверждает показатель санитарного состояния (69,7 %) поврежденных деревьев, часть их прекратила рост и погибла, а другая часть угнетена с учетом значительности высоты нагара (2,1 м) на стволах.

Сравнение характеристики древостоя в естественных насаждениях ЮБК и искусственных предгорного Крыма показывает, что сомкнутость и бонитет древостоя более высокий в искусственных посадках. Данные показатели зависят от произрастания сосны крымской в разных экотопических условиях.

Проведя сравнительный анализ динамики возобновления сосны на всех пяти пробных площадях (таблица 3), можно сделать вывод, что на участках № 1–4 начиная с 6–8-летнего возраста возобновление полностью отсутствует. В искусственных насаждениях на участке № 3 его вообще нет из-за интенсивной рекреации и почти полного отсутствия подстилки. Использование данной территории под рекреацию нарушило все элементы лесного биогеоценоза: разрушение лесной подстилки, вытаптывание травянистого покрова, угнетение подлеска и подроста, полное отсутствие возобновления древостоя. Также крайне низкие показатели однолетних всходов – на участке № 1 и № 2. Закономерно отсутствие всех возрастных групп подроста на горельнике 2015 года (уч. № 2). Более значимые показатели – на старовозрастном горельнике (уч. № 1), но из-за интенсивного задернения травостоя, дефицита светового довольствия и высокой сомкнутости главного яруса после 5 лет возобновление сосны также полностью отсутствует. Следовательно, без естественного стимулирования и проведения лесопосадок говорить об устойчивости искусственных насаждений проблематично

Таблица 3

Динамика возобновления древостоя на пробных площадях искусственных и естественных сосновых насаждений, пройденных огнем, в окрестности Симферопольского водохранилища и Ялтинского горно-лесного природного заповедника, экз./га

№уч. Возраст	1		2		3		4		5	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
1 год	1750	82,4	625	100	0	0	8750	72,9	6250	53,2
2–5 лет	375	17,6	0	0	0	0	3250	27,1	3750	31,9
6–8 лет	0	0	0	0	0	0	0	0	1750	14,9
9–10 л.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Итого:	2125	100	625	100	0	100	12000	100	11750	100

В целом, возобновление в естественных насаждениях выше в 6–10 раз (11750–12000 экз./га) по сравнению с искусственными посадками.

Исследования также выявили, что в естественных сосновых насаждениях Ялтинского горно-лесного природного заповедника на участке № 4 после воздействия огня возобновление сначала возрастает. Эта динамика объясняется тем, что обнажается почва, накапливается много зольных элементов, в результате резко возрастает первичное возобновление, но потом этот показатель резко снижается из-за активизации задернения, и численность особей 2–5 лет падает в 2,5 раза. При 10-летнем пожаре на участке № 5 много однолеток, число 2–3-леток снижается в 2,5 раза, но показатели достаточно выравнены из-за активного воздействия огня и высокого обилия зольности. Более старшего возраста подрост угнетен и погибает.

Анализ возобновления сосны в ЯГЛПЗ на участке № 5 установил, что количество подроста сосны на га меньше, чем на участке № 4, так как на более старом горельнике значительны запасы накопленной подстилки, которые препятствуют формированию подроста, т. к. семена, прорастая на ней, не доходят корешками до земли, зависая на толстой подстилке, что, безусловно, приводит к резкому падению показателей возобновления древостоя [14–16].

При воздействии огня идет уничтожение молодняка и, естественно, погибает все возобновление. Благодаря образованию золы создается благоприятная минерализация подстилки, доступ семян к почве [2].

Поэтому сначала происходит резкий всплеск возобновления, но потом он снижается, поскольку идет активное восстановление травянистого яруса, который вытесняет всходы. Формирование кустарникового яруса также глушит возобновление, в результате происходит замена на сообщества более низкой продуктивности, сосна постепенно выпадает, ее возобновление ослабевает, и активно идет возобновление листопадных растений [4, 17]. Поэтому так губительны пожары для южнобережной экосистемы, ведь в искусственных насаждениях можно посадить сосну, а в естественных заповедных территориях на крутых склонах и пересеченной местности искусственные посадки очень затруднены и дорогостоящие.

Представляет интерес анализ видового спектра деревьев, которые внедряются под полог соснового насаждения. Это позволяет выявить на перспективу смену пород древостоя. Выполненный анализ установил практически полное отсутствие устойчивого возобновления сосны на разновозрастных горельниках в окрестностях Симферопольского водохранилища (рисунок 1).

Исследуя динамику возобновления древостоя пробных площадей в искусственных насаждениях окрестностей Симферопольского водохранилища, можно сделать вывод, что состав его имел смешанный характер. Кроме сосны Станкевича (*Pinus brutia*), включались примеси дуба пушистого (*Quercus pubescens*), клена Стевена (*Acer stevenii*), ясеня узколистного (*Fraxinus angustifolia*), гледичии трехколючковой (*Gleditsia triacanthos*) и ореха грецкого (*Juglans regia*). На первом участке было выявлено наибольшее количество экземпляров всех видов. Лучше всего возобновлялся ясень узколистный – 2000 экземпляров, гледичия трехколючковая и орех грецкий встретились в количестве 250 экземпляров, меньше

всего было выявлено дуба пушистого и клена Стевена – по 125 экземпляров. На втором участке обнаружено наибольшее количество гледичии трехколючковой – 525 экземпляров, также встречался единично орех грецкий и дуб пушистый, экземпляры клена Стевена и ясеня узколистного не были выявлены. На третьем участке возобновление лиственных пород полностью отсутствовало.

Изучив динамику возобновления древостоя в ЯГЛПЗ, было установлено, что в составе древесного яруса сосны единично встречается можжевельник высокий (*Juniperus excelsa*) высотой до 6–7 м. Также идет активное внедрение дуба пушистого (*Quercus pubescens*), грабинника восточного (*Carpinus orientalis*) и фисташки туполистной (*Pistacia mutica*). По балкам формируются парцелла дубово-грабинниковая с можжевельником колючим (*Juniperus oxycedrus*). Второй древесный ярус выражен слабо, он представлен единично дубом пушистым, сосной крымской и ясенем остроплодным (*Fraxinus oxycarpa*). Из-за гибели молодняка в результате пожара хорошо выражены световые окна, которые активно заселяют грабинник и фисташка туполистная, единично встречается груша лохолистная (*Pyrus elaeagrifolia*) (рисунок 2).

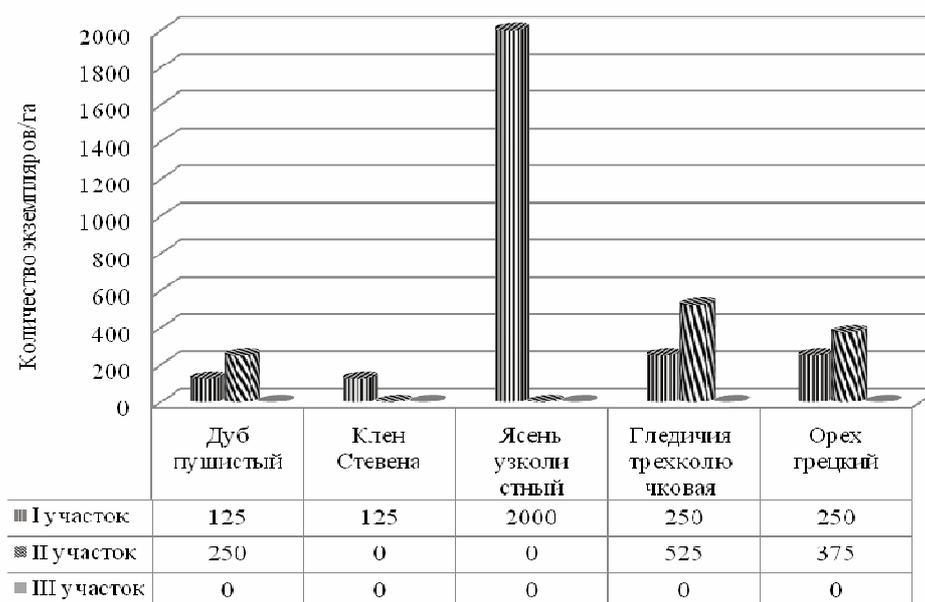


Рис. 1 Показатели возобновления древостоя на пробных площадях в окрестности Симферопольского водохранилища, экз./га

Самое высокое возобновление отмечено для дуба пушистого на обоих участках (3250–5750 экз./га), за ним в убывающем порядке следуют грабинник восточный (1550–2150 экз./га), фисташка и ясень. Значимость возобновления можжевельника высокого и можжевельника колючего крайне низка. После огневого воздействия устойчивого низового пожара на участках ЯГЛПЗ четко прослеживается

наметившаяся смена состава пород коренных сосновых лесов на смешанные лиственно-сосновые леса, где главенствует дуб пушистый [18].

Общее число лиственных пород на участках Ялтинского природного горно-лесного заповедника значительно выше, чем в окрестности Симферопольского водохранилища, и они отличаются по видовому спектру. Лишь дуб пушистый и ясень присутствуют как в естественных, так и в искусственных насаждениях. Самое большое флористическое разнообразие на пробных площадях предгорной зоны в кустарниковом ярусе достигает наивысшей сомкнутости – 0,5 – на старовозрастном горельнике (уч. № 1), причем здесь главенствует бирючина обыкновенная (126 экз./га) и каркас оголенный (23 экз./га), остальные виды не играют существенной роли. Высота кустарникового яруса достаточно значима (86–144 см). Видовой спектр на участке № 2 более низкий, он представлен только двумя видами с невысокой численностью особей. Это обусловлено тем, что горельник однолетний, кустарниковый ярус погиб в огне и его восстановление только началось.

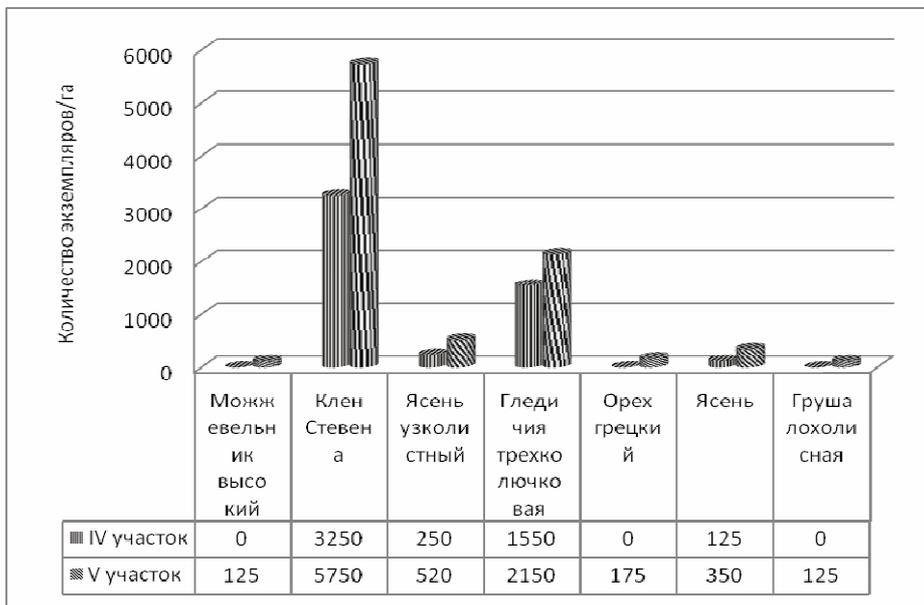


Рис. 2. Показатели возобновления древостоя на пробных площадях в Оползневском лесничестве Ялтинского природного горно-лесного заповедника, экз./га

Кустарниковый и полукустарниковый ярусы на территории ЯГЛПЗ выражены слабо, здесь единично встречаются можжевельник колючий и кизил обыкновенный (*Cornus mas*). Следует отметить, что после пожара кустарниковый ярус лучше восстановился на пробных участках вблизи Симферопольского водохранилища.

Флористическое разнообразие на пробных площадях искусственных посадок в предгорной зоне невысоко. Наименьшая численность видов отмечена на однолетнем горельнике, они представлены преимущественно корнеотпрысковыми

растениями, которые быстро восстанавливают свои позиции после пожара [19]. На старовозрастном горельнике (уч. № 1) и десятилетнем (уч. № 3) флористический состав достаточно близок (34–37 видов), но самый высокий травостой (до 60 см) отмечен на участке № 1. Напротив, на участке № 3 идет его угнетение в связи с высокой рекреационной нагрузкой.

В естественных сосновых насаждениях ЮБК наблюдается активное возобновление травяного покрова. Всего на участке № 4 выявлено 38 видов. Из-за гибели молодняка на этой площадке хорошо выражены световые окна, поэтому достаточно хорошо сформирован травянистый ярус, его общее проективное покрытие составляет 40–50 %. В травяном ярусе доминанты – коротконожка (*Brachypodium rupestre*), чий костеровидный (*Achnatherum bromoides*), дубровник обыкновенный (*Teucrium chamaedrys*), солнцезвезд Стевена (*Helianthemum stevenii*).

На участке № 5 общее проективное покрытие травостоя составляет 30–40 %, здесь выявлено 35 видов. В травяном ярусе доминантами являются иглица понтийская (*Ruscus ponticus*), плевел многолетний (*Lolium perenne*) и овсяница скальная (*Festuca rupicola*).

Низовые пожары характеризуются также горением лесной подстилки. Она представляет собой своего рода биологический фильтр, который способствует проникновению в нижележащие слои почвы более богатого кислородом атмосферного воздуха. Сгорание подстилки способствует повышению аэрации почвы и формированию окислительных процессов. Увеличивается микробиологическая активность почвы, на более богатых почвах интенсивно идут аммонификация и нитрификация [20].

Для определенных этапов возобновительного процесса, в особенности для этапов прорастания семян, образования и формирования всходов, самосева и подростка на общем географическом фоне важное значение имеет подстилка, определяющая благоприятные и неблагоприятные для возобновления древостоя условия среды [10, 20, 21]. В ней аккумулируются довольно большие запасы энергии, азота, зольных элементов и углерода. Она служит материалом для образования гумуса [22].

Являясь первичным субстратом для прорастания семян и жизнедеятельности проростков и сеянцев сосны, в отдельных случаях лесная подстилка может выступать в качестве лимитирующего фактора. Успешность возобновления сосны связывают с мощностью подстилки, ее составом, плотностью, скоростью минерализации, гидротермическим и воздушным режимами [10]. При лесных пожарах происходят значительные изменения условий произрастания деревьев. Сгорают большое количество органического вещества и элементы минерального питания растений. Под влиянием огня повышается микробиологическая активность, зольность и трофность (богатство) почв, однако уменьшается содержание гумуса. С учетом значимости подстилки для лесных экосистем рассмотрим ее фракционный состав и весовые показатели после пожарных сукцессий в сравнении искусственных и природных сосновых насаждениях.

Низовой пожар активизирует процесс опада хвои, что подтверждают наши исследования (таблица 4). Самые высокие величины опавшей хвои выявлены на

участке однолетнего горельника № 2 (38,9 %). После воздействия огня это наиболее высокий показатель в сравнении с другими площадями, вес хвои достигает 33,4 ц/га. Кора на данном участке – не показательна. Самые большие значения накопления шишек – в подстилке на старовозрастном горельнике (уч. № 1), так как он успел уже адаптироваться к огневому воздействию в прошлом. Весовые показатели шишек на участках № 2 и № 3, где прошли низовые пожары разного возраста, близки (18,2–18,3 ц/га). Веточный опад имеет самый большой показатель на свежем горельнике № 2, который по объему достигает 16,12 ц/га, т. е. на этом участке самые высокие фракционные параметры хвои и веточного опада. В целом, самые большие запасы подстилки с учетом повреждения огнем отмечены на свежем горельнике (уч. № 2) – 85,92 ц/га. Причем ведущий вклад по объему составили: хвоя – 33,3 ц/га, ветви – 16,12 ц/га и шишки – 18,16 ц/га.

Таблица 4

Характеристика фракционного состава подстилки на пробных площадях искусственных сосновых насаждений в окрестностях Симферопольского водохранилища, ц/га

№ участка / Фракционный состав	1		2		3	
	Количество	%	Количество	%	Количество	%
Хвоя	18,3	25,2	33,4	38,9	24,9	51,9
Кора	9,3	12,7	12,7	14,7	8,2	17,0
Шишки	19,2	26,4	18,2	21,1	8,7	18,3
Ветви	13,7	18,8	16,1	18,8	3,8	7,9
Отмершая фитомасса травостоя	12,3	16,9	5,6	6,5	2,3	4,8
Общий вес	72,8	100%	85,92	100%	47,9	100%

На втором месте по запасу подстилки стоит старовозрастной горельник № 1 – 72,83 ц/га, но здесь ведущей группой являются шишки – 19,20 ц/га, что отражает адаптационную пирофитность сосны. На этом участке более благополучно санитарное состояние древостоя, поэтому здесь ниже показатели отпада хвои – 18,3 ц/га по сравнению с другими участками (таблица 4). Следует отметить, что наименьшие объемы подстилки выявлены на участке № 3 – 47,9 ц/га, но это обусловлено не воздействием огня, а в первую очередь интенсивным рекреационным влиянием. Обильная дорожно-тропиночная сеть ведет к ее быстрому разрушению.

Результаты изучения запасов подстилки и ее фракционных компонентов в естественных насаждениях ЯГЛПЗ представлены в таблице 5. На молодом горельнике (уч. № 4) ведущей фракцией по объему является хвоя – 10,5 ц/га (31,6 %), далее следует кора – 9,0 ц/га и ветви – 5,7 ц/га. Общий запас подстилки на участке № 4 составляет 33,3 ц/га, что значительно ниже, чем в искусственных

посадках. Десятилетний горельник (уч. № 5) имеет запасы подстилки почти в два раза больше (62,9 ц/га), где также ведущей во фракции является хвоя, составляющая в общем объеме 41,8 %.

Таблица 5

**Характеристика фракционного состава подстилки на пробных площадях
естественных сосновых насаждений в Оползневском лесничестве Ялтинского
горно-лесного природного заповедника, ц/га**

№ участка Фракционный состав	4		5	
	Количество	%	Количество	%
Хвоя	10,5	31,6	26,3	41,8
Кора	9,0	27,1	10,6	16,7
Шишки	2,8	8,4	5,2	8,3
Ветви	5,7	17,0	8,9	14,2
Отмершая фитомасса травостоя	5,3	15,8	11,9	19,0
Общий вес	33,3	100%	62,9	100%

Из-за обилия световых окон в сложении главного яруса значимую роль в фракциях подстилки играет отмершая фитомасса травянистого яруса, которая составляет 15,8 ц/га – 19,0 %, тогда как в искусственных насаждениях роль ее крайне низка (ниже в 2–3 раза).

В результате проведенных исследований выявлено, что общий вес подстилки в искусственных насаждениях почти в два с половиной раза больше, чем в природных. Ведущей фракцией является хвоя на всех пробных площадях, но в искусственных насаждениях этот показатель колеблется от 38,9 до 51,9 % от общего объема, в природных сосновых лесах эти величины существенно ниже (31,72–41,77 %). С учетом интенсивности повреждения древостоя второе место в составе подстилки занимают шишки (18,28–21,13 %), а в естественных насаждениях в убывающем порядке во фракционном составе подстилки – кора (16,70–27,14 %).

Следовательно, средневозрастные сосновые леса, естественные и искусственные по происхождению, подвергшиеся огневому воздействию, существенно не нарушают свою структуру при низовых пожарах, особенно беглых.

Следует отметить, что на ЮБК в зоне произрастания естественных сосновых насаждений – большая сухость климата, продуктивность сходного возраста древостоя ниже.

Отличия в составе подстилки искусственных насаждений от естественных можно проследить по запасам коры и шишек. В природных насаждениях объемы коры в подстилке значительно выше, определяющий фактор – высота огневого воздействия. В коре много дубильных веществ, они замедляют процесс

лигнификации подстилки, поэтому разложение ее в природных насаждениях идет медленнее, чем в искусственных. Все это создает большой запас огневых материалов, которые легко подвергаются огню. Следовательно, природные насаждения более уязвимы к огневому воздействию, чем искусственные, с учетом компонентного состава подстилки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Возраст древостоев искусственных и естественных насаждений близок (55–70 лет), но бонитет в природных насаждениях ЯГЛПЗ ниже (V-a) по сравнению с предгорной зоной (III–IV). На молодых гарях (1–4 года) близки показатели высоты нагара, но количество погибших деревьев выше в два раза среди искусственных насаждений, что обусловлено более интенсивным повреждением ствола (до камбия). Здесь угнетено почти 70 % деревьев. Кустарниковый ярус искусственных насаждений в предгорной зоне хорошо выражен и обилен, напротив, в южнобережных фитоценозах он очень слабо развит.
2. Выявлено отсутствие подроста сосны с 6-летнего возраста независимо от происхождения насаждения. Обилие зональных элементов в первые годы после пожара сначала активизирует возобновление, но одновременно активно развивается и травостой, который, перехватывая элементы питания и светового довольствия, подавляет его. Также интенсивно идет формирование кустарникового яруса, но он отличается по флористическому составу с учетом районов исследований. После пожара активизируются сукцессионные процессы и формируются смешанные лиственно-сосновые насаждения в обоих исследуемых климатических зонах.
3. В искусственных насаждениях объемы накопления подстилки выше в 1,5 раза (47,9–85,9 ц/га), но благодаря более благоприятным условиям минерализации (кол-во осадков в 2 раза больше чем на ЮБК) она достаточно быстро разрушается. Ведущей фракцией в составе подстилки на всех горельниках является хвоя, но в искусственных фитоценозах ее участие более значимо (33,4–51,9 %). Второе место занимает фракция шишек (18,3–26,4 %), тогда как в природных сообществах ее роль крайне мала (8,4–8,3 %), здесь второе место занимает фракция коры (16,7–27,1 %), по-видимому, это обусловлено высотой огневого повреждения ствола деревьев.
4. Природные насаждения более уязвимы к огневому воздействию, чем искусственные, так как разложение подстилки из-за большей сухости климата ЮБК идет медленнее, поэтому создаются ее значительные запасы (33,3–62,4 ц/га), которые легко подвергаются возгоранию.

Список литературы

1. Дылис Н. В. Лесная подстилка в биогеоценотическом освещении / Дылис Н. В. // Лесоводство. – 1985. – № 5. – С. 3–8.
2. Коба В. П. Эколого-биологические особенности роста и репродукции сосны крымской в горном Крыму : Автор. дис. к. б. н. 03.00.05. / Коба В. П. – Ялта: ГНБС, 1993. – 24 с.
3. Кобечинская В. Г. Влияние пирогенного фактора на искусственные сосновые насаждения Симферопольского района / Кобечинская В. Г., Отурина И. П., Апостолов В. Л., Томашевский А. Л. // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып. 1(20). – С.146–153.
4. Майоров М. Е. Изменение нижних ярусов растительности в зависимости от сомкнутости древесного полога в сосняках / Майоров М. Е. – Ботаника (Исследования), – Вып. 11. – Минск: Наука и техника, 1969. – С. 121–135.
5. Телицын Г. П. К оценке экологической опасности лесных пожаров / Телицын Г. П. // Охрана и защита лесов. – Хабаровск, 2008. – С. 44–46.
6. Мартынов А. Н. Основы лесного хозяйства и таксация леса / Мартынов А. Н., Мельников Е. С., Ковязин В. Ф., Аникин А. С., Минаев В. Н., Беляева Н. В. – СПб.: ООО «Лань», 2008. – 372 с.
7. Молчанов А. А. Гидрологическая роль сосновых лесов / Молчанов А. А. – М.: Наука, 1985. – 488 с.
8. Плугатарь Ю. В. Динамика насаждений сосны крымской в горном Крыму // Лесоводство и агролесомелиорация / Плугатарь Ю. В., Трофименко И. А., Швец Ю. П., Семенюк С. А. – Харьков: Укр.НДИЛГА, 2008. – Вып. 114. – С. 80–84.
9. Евдокименко М. Д. Пирогенные трансформации сосновых лесов в Забайкалье / Евдокименко М. Д. // Лесоведение. – 2008. – № 4. – С. 20–27.
10. Боголюбов А. С. Оценка жизненного состояния леса по сосне / Боголюбов А. С., Буйволов Ю. А., Кравченко М. В. // М.: «Экосистема», 1999. – С. 25–43.
11. Воробьев Д. В. Методика лесотипологических исследований / Воробьев Д. В. – К.: Урожай, 1967. – 367 с.
12. Ена А. В. Природная флора Крымского полуострова: монография / Ена А. В. – Симферополь: Н. Ореанда, 2012. – 232 с.
13. Лакин Г. Ф. Биометрия / Лакин Г. Ф. – М.: Высшая школа, 1978. – 343 с.
14. Исиков В. П. Методы исследования лесных экосистем Крыма / Исиков В. П., Плугатарь Ю. В., Коба В. П. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2014. – 252 с.
15. Санникова Н. С. Низовой пожар как фактор появления, выживания и роста всходов сосны // Обнаружение и анализ лесных пожаров / Санникова Н. С. – Красноярск: Институт леса и древесины СО АН СССР, 1977. – С. 110–128.
16. Плугатарь Ю. В. Состояние и динамика сосновых насаждений Крыма / Плугатарь Ю. В., Левчук О. И., Дрозденко С. О., Трофименко И. А. // Лесоводство и агролесомелиорация. – 2007. – Вып. 111. – С. 48–50.
17. Кобечинская В. Г. Изменения зольных элементов, азота подстилки и почв сосновых лесов горного Крыма под влиянием пожаров / Кобечинская В. Г., Головчанская Л. И. // Экологические аспекты охраны природы Крыма. – Киев, 1991. – С. 44–48.
18. Санников С. Н. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса / Санников С. Н., Санникова Н. С. – М.: Наука, 1985. – 149 с.
19. Комарова Т. А. Демутационные сукцессии после пожаров в лесах Дальнего востока / Комарова Т. А. // Лесоведение. – 2008. – № 4. – С. 10–15.
20. Санников С. Н. Лесные пожары как фактор преобразования структуры, возобновления и эволюции биогеоценозов / Санников С. Н. // Экология. – 1981. – № 6. – С. 23–33.
21. Фирсова В. П. Почвенные условия и особенности биологического круговорота веществ в горных сосновых лесах / Фирсова В. П. – М.: Наука, 1983. – 164 с.
22. Шпилевская Н. С. Пирогенные дигрессии лесных сообществ (на примере сосновых лесов Белорусского Полесья) / Шпилевская Н. С. – Гомель: Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины, 2004. – С. 6–8.

POST-FIRE SUKCESSION IN PINE FOREST OF CRIMEA

Kobechinskaya V. G., Onischenko T. S.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: valekohome@mail.ru*

A comparative analysis of post-fire successions of artificial and natural pine plantations in the foothill and southern coastal regions of the Crimea after bottom fires of different intensity was performed. The young heights are close to the height of the deposit, but the number of dead trees is twice higher among artificial plantations, which is due to more intensive damage to the trunk, i.e. data on changes in morphological parameters of stands are given. Shrub tier of artificial plantations in the foothill zone is well pronounced and abundant. On the contrary, it is very poorly developed in the southern coastal phytocenoses. Almost 70 % of trees are depressed here. The dynamics of renewal of pine undergrowth is described. In general, the renewal in natural plantations is 6–10 times higher than in artificial plantations. The determinants of survival of the adolescent of different age groups are the conditions of growth and climatic factors. The absence of pine undergrowth from the age of 8 years has been revealed, regardless of the origin of the plantation due to intensive seeding of the grass stand, shortage of light content and high closeness of the main tier. Also, the shrub layer is being intensively formed, but it differs in floristic composition, taking into account the areas of research. After the fire, the succession processes are activated and mixed foliar-pine plantations are formed in the investigated climatic zones. The estimation of litter stocks in uneven-aged burners is given. In artificial stands, the volume of litter accumulation is 1.5 times higher, but due to more favorable conditions of mineralization (the amount of precipitation is 2 times greater than on the South Coast), it collapses quite quickly. The leading fraction in the composition of the litter on all burners is needles, but in artificial phytocenoses its participation is more significant. The second place is occupied by the fraction of cones, whereas in natural communities its role is extremely low, here the second place is occupied by the fraction of the cortex. Apparently, this is due to the height of the fire damage to the tree trunk. Natural plantations are more vulnerable to fire impact than artificial ones due to the ratio of the component fractions of the litter, so its decomposition, because of the greater dryness of the climate of the South Coast, is slower, and its considerable reserves are created, which easily burn out. Therefore, the organization of fire protection in protected areas is a priority for the conservation of these ecosystems.

Keywords: grassland fire, pine plantations, stand vitality, overgrowth, litter supplies, climatic factors.

References

1. Dylis N. V., Forest litter in biogeocenotic illumination, *Lesosvodstvo*, 5 (1985)
2. Koba V. P. *Ecological and biological features of growth and reproduction of Crimean pine in the mountainous Crimea*, 24 (GNBS, 1993)

3. Kobechinskaya V. G., Oturina I. P., Apostolov V. L., Tomashevsky A. L. Influence of the pyrogenic factor on artificial pine plantations of the Simferopol district, *Ecosystems, their optimization and protection*, 1, **20**, 146 (2009).
4. Mayorov M. E. Change in the lower tiers of vegetation, depending on the closeness of the tree canopy in the pine forests, *Botany*, **11**, 121 (Science and Technology, 1969).
5. Telitsyn G. P. *Estimation of the ecological danger of forest fires*, *Protection and Protection of Forests*, 44 (2008).
6. Martynov A. N., Melnikov E. S., Kovyazin V. F., Anikin A. S., Minaev V. N., Belyaeva N. V. *Basics of forestry and forest valuation*, 372 (Lan, 2008).
7. Molchanov A. A. *Hydrological role of pine forests*, 488 (Nauka, 1985).
8. Plugaritar Yu. V., Trofimenko I. A., Shvets Yu. P., Semenyuk S. A. Dynamics of plantations of Crimean pine in the mountainous Crimea, *Forestry and agroforestry*, **114**, 80 (2008).
9. Evdokimenko M. D., Pyrogenic Transformations of Pine Forests in Transbaikalia, *Lesovedenie*, **4**, 20 (2008).
10. Bogolyubov A. S., Buivolov Yu. A., Kravchenko M. V. Assessment of the state of the forest according to the pine, *Ecosystem*, 12, (1999).
11. Vorobiev D. V. *Methods of forest typological studies*, 367 (Harvest, 1967).
12. Ena A. V. *Natural flora of the Crimean peninsula: monograph*, 232 (N. Oreanda, 2012).
13. Lakin G. F., *Biometrics*, 343 (Higher School, 1978).
14. Isikov V. P., Plugaratar Yu. V., Koba V. P. *Methods of studying forest ecosystems in Crimea*, 252 (ARIAL, 2014).
15. Sannikova N. S. Ground fire as a factor in the appearance, survival and growth of pine shoots, *Detection and analysis of forest fires*, 110 (Institute of Forest and Wood, Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, 1977).
16. Plutogor Yu. V., Levchuk O. I., Drozdenko S. O., Trofimenko I. A. State and dynamics of pine plantations of Crimea, *Forestry and agroforestry*, 111, 48 (2007).
17. Kobechinskaya V. G., Golovchanskaya L. I. Changes in ash elements, nitrogen litter and soil of pine forests of the mountainous Crimea under the influence of fires, *Ecological aspects of nature conservation in the Crimea*, 44 (1991).
18. Sannikov S. N., Sannikova N. S. *Ecology of natural renewal of pine under forest canopy*, 149 (Nauka, 1985).
19. Komarova T. A. Demutational successions after fires in the forests of the Far East, *Lesovedenie*, **4**, 10 (2008).
20. Sannikov S. N. Forest fires as a factor in the transformation of the structure, renewal and evolution of biogeocenoses *Ecology*, **6**, 23 (1981).
21. Firsova V. P. *Soil conditions and features of the biological cycle of substances in mountain pine forests*, 164 (Nauka, 1983).
22. Shpilevskaya N. S. Pyrogenic digressions of forest communities (on the example of pine forests of Belorussian Polissya), 6 (Gomel state. university F. Skorina, 2004).