

УДК 581+631.52

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ НА ГАРЯХ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н. С. Санникова, С. Н. Санников, А. А. Кочубей, И. В. Петрова

Ботанический сад УрО РАН
620144, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202а

E-mail: sannikovanelly@mail.ru, sannikovanelly@mail.ru, tchuchalina.alyona@yandex.ru,
irina.petrova@botgard.uran.ru

Поступила в редакцию 17.06.2019 г.

Изучены структура и семеношение древостоев, факторы почвенной среды, численность, жизнеспособность и возрастная структура подростка сосны на 15-й год после катастрофических верховых и низовых пожаров 2004 г. в островных борах северной лесостепи Западной Сибири (Курганская обл.). Исследования проведены на шести пробных площадях (0.3–0.5 га) в двух преобладающих (88 %) типах леса – сосняках бруснично-мелкотравно-зеленомошных и чернично-орляковых в четырех типах гарей: 1) гарь под пологом леса, 2) гарь-редина, 3) гарь сплошная с периферийным обсеменением и 4) гарь сплошная необсеменяемая. Установлены достоверные различия в возобновляемости сосны между типами гарей в обоих типах леса, обусловленные в основном различиями в их полноте и уровнях семеношения древостоев. Отмечена в несколько раз меньшая общая возобновляемость сосны в лесостепи по сравнению с предлесостепью, связанная с крайней засушливостью изученного микропериода климата, а также слабым семеношением древостоев, пораженных пожарами. Показаны ведущая роль в возобновлении сосны урожая семенного 2003 г., синхронного с пожаром, отсутствие мышевидных грызунов (основных консументов семян), а также резкое изменение соотношения полов деревьев сосны в популяциях (в сторону женского) под влиянием интенсивного низового пожара. Сделан вывод о ведущей роли суммы летних осадков в возобновлении сосны на гарях в лесостепи Западной Сибири.

Ключевые слова: северная лесостепь, *Pinus sylvestris*, верховой пожар, тип гарь, возобновление.

DOI: 10.15372/SJFS20190503

ВВЕДЕНИЕ

В сосновых (*Pinus sylvestris* L.) лесах бореальной зоны Северной Евразии антропогенные и стихийные грозные пожары, вызывающие коренную трансформацию всех компонентов экосистем, закономерно (апериодически-циклично) повторяются с интервалом от 10 до 60–80 лет (Agee, 1993). Единовременно и резко трансформируя все факторы среды и компоненты лесных экосистем, пожары, особенно тотальные верховые, являются непреходящим катастрофическим экологическим фактором возобновления, динамики, формирования и микроэволюции популяций сосны обыкновенной (Санников, Санникова, 1985; Санникова, 2009).

В лесах подзон предлесостепи и лесостепи Западной Сибири пожары повторяются в среднем через 40–60 лет, стимулируя «волны возобновления» сосны и ее смену мелколиственными видами. Экологические факторы и динамика возобновления ее популяций под пологом древостоев и на открытых гарях в суходольных сосновых лесах в различных подзонах лесной зоны Западной Сибири разносторонне изучены и обобщены (Санников, Санникова, 1985). В то же время в условиях засушливого климата боров лесостепи Притоболья, подверженных частым катастрофическим верховым пожарам (например, в 2004 и 2019 гг.), проблемы экологии возобновления сосны на гарях фрагментарно рассмотрены пока лишь в единичных работах

(Чудников, 1925; Симон, 1934; Краснов, 1950; Березюк, 1956; Технеряднов, 1959; Глазырин, 1960; Грибанов, 1960; Токарев, 1969; Санников, Санникова, 1985; Ильичев и др., 2003; Санникова, 2009; Салтыков, 2014).

По данным маршрутного обследования экспедицией БС УрО РАН гарей 2004 г. 1–3-летней давности в Просветском лесхозе Курганской области (северная лесостепь), на фоне засушливого периода климата последнего десятилетия XX в. отмечено резкое снижение семеношения поврежденных огнем деревьев и численности жизненных всходов сосны. На третий год после пожара обширные площади верховых пожарищ, лишенные периферийных источников семян сосны на расстоянии менее 75–100 м, покрылись здесь зарослями вейника наземного *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth и других «степных» видов, подавляющих возобновление сосны. Возникла угроза необратимого «остепнения» нескольких десятков тысяч гектаров гарей и необходимости их сплошного закультивирования.

Между тем экологические факторы и итоги успешности естественного возобновления ценопопуляций сосны в различных типах гарей 2004 г. на количественном уровне не изучены. Их экологический анализ и оценка на гарях 15-летней давности в островных борах северной лесостепи – цель данной публикации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследований естественного возобновления сосны (ЕВС) избраны пройденные 10–15 мая 2004 г. интенсивными верховыми и низовыми пожарами островные боры Притоболья подзоны северной лесостепи Курганской области (Просветское лесничество).

Основной методический подход – сравнительное изучение и оценка влияния пожаров на структуру и ЕВС в двух преобладающих (88 %) типах леса – сосняках бруснично-мелкотравно-зеленомошных и сосняках чернично-зеленомошных и четырех типах гарей.

Типы гарей, выделяемые в пределах одного коренного типа леса, представляют собой эколого-динамические ряды восстановительно-возрастных послепожарных смен лесных биогеоценозов. Они различаются по структуре, семеношению, напочвенному субстрату и успешности возобновления ценопопуляций сосны. Эти пирогенные параметры изучены в следующих типах гарей (Санников и др., 2004):

1) гать под пологом леса ($\Gamma_{пл}$) с полнотой живой части древостоя более 0.4; 2) гать-редина ($\Gamma_{ров}$), полнота – 0.1–0.2; 3) гать сплошная с периферийным обсеменением ($\Gamma_{сноп}$) и 4) гать без обсеменителей ($\Gamma_{сноо}$).

Учет параметров древостоя, среды и подроста выполнен на шести пробных площадях (размером 0.4–0.5 га). На каждой из них под пологом древостоя систематически-выборочно (10 × 10 или 10 × 15 м) размещалось 20–30 круговых учетных площадок с радиусом 7 м. Выполнен сплошной пересчет деревьев (живых и сухостоя) с измерением их диаметра (с точностью 1 см) на высоте 1.3 м. На 3–5 средних по полноте древостоя площадках глазомерно (по шкале 10 %) определена доля (%) живой верхней части крон деревьев по отношению к их общей длине, включая нижние обгоревшие ветви. На каждой пробной площадке по буровым кернам определен возраст трех средних деревьев и измерена их высота.

Семеношение под пологом древостоев определено по методу J. Lehto (1956) – по числу шишек, опавших на 1 м² поверхности почвы за годы после последнего пожара. Соответствующее количество семян вычислено по числу полных семян в одной шишке, определенному на пяти модельных деревьях.

На каждой учетной площадке измерена толщина недогоревшего (остаточного) слоя подстилки (с точностью до 1 мм). Определены видовой состав, высота доминант и общее проективное покрытие (с точностью до 10 %) пирогенного мохового покрова, а также травяно-кустарничкового подъяруса. В полуденные часы люксметром измерена относительная ФАР на высоте 1.3 м.

Параметры подроста (численность, высота, текущий прирост по высоте, категория его жизнеспособности – здоровый или угнетенный) сосны, березы и осины учтены на тех же 30 учетных площадках.

На сплошных (открытых) вырубках-гарях ($\Gamma_{сноп}$) учет факторов напочвенной среды и параметров подроста проведен на учетных площадках размером 2 × 2 м, регулярно размещенных на трех рядах (перпендикулярных стене леса через 10 м). Количество семян сосны, выпадающих на единицу площади на различном расстоянии от стены леса, определено по номограммам их распространения.

Учет относительной численности мышевидных грызунов проведен в сосняке бруснично-мелкотравно-зеленомошном на второй-третий

годы после пожара. Отлов проводился в течение трех суток на учетной линии, состоящей из 30 ловушек, отстоящих друг от друга на 5 м.

Для сопоставления общей численности зрелого разновозрастного пирогенного подростка она на всех ПП приведена к количеству подростка 5–6-летнего возраста по кривым его выживания для суховатых сосняков бруснично-лишайниковых Припышминских боров подзоны предлесостепи (Санников, Санникова, 1985).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Структура и семеношение древостоев. Параметры структуры и семеношения древостоев сосны, пройденных верховыми и крайне интенсивными низовыми пожарами, в различных типах гарей 15-летней давности приведены в таблице.

В зависимости от интенсивности низового пожара, отражаемой высотой нагара на стволах (в среднем от 3.0 до 4.5 м) и долей сохранности живой части крон деревьев, полнота послепожарных древостоев на гарях под пологом леса в первые 4 года составляла не более 0.5–0.6. При этом семеношение (с учетом пирогенного уменьшения вдвое числа семян в одной шишке – с 14–16 до 7–9 экз.) в среднем не превышало 150–200 тыс. экз./га · год, т. е. почти на порядок меньше, чем до пожара (в среднем около 1 млн семян/год). Это обусловлено недоопылением макростробилов, сохранившихся в верхней части крон, вследствие уничтожения мощным низовым пожаром их нижней «мужской» генеративной сферы. Таким образом, впервые в популяционной экологии сосны выявлены факт и важная роль смещения в первые 3 года после пожара половой структуры (в сторону женского пола) деревьев. Позднее, по мере регенерации нижней части крон и мужской генеративной сферы деревьев, нормальный уровень опыления и урожая семян сосны восстановился, хотя напочвенная среда для выживания ее всходов уже резко ухудшилась.

Факторы напочвенной среды для самосева. Интенсивные низовые и верховые пожары 10–14 мая 2004 г., несмотря на еще неглубоко высохший подстилко-моховой покров, вызвали его относительно равномерное выгорание. Толщина недогоревшего слоя подстилки на пробных площадях изменяется в пределах 1.6–2.0 см (см. таблицу), которая вполне благоприятна для заделки и прорастания семян сосны при ее доста-

точном увлажнении дождями (Санников, Санникова, 1985).

Крайне неблагоприятными для возобновления сосны факторами напочвенной среды на гарях в лесостепных борах являются быстрое возобновление и разрастание зарослей вейника наземного. На открытых гарях уже на 2–3-й годы после пожара его проективное покрытие достигает 0.4–0.6, а густая сеть корней иссушает песчаную почву на глубину до 1 м на фоне хронических летних засух. Поэтому даже при обильном обсеменении всходы сосны выживают лишь на гарях давностью до 3–4 лет.

На обширных гарях 2004 г. произошли биоценологически значительные, по-видимому, долговременные изменения в составе зооценозов. Так, вплоть до 3-го года после пожара здесь почти отсутствовали мышевидные грызуны (основные консументы семян сосны). Относительная численность мелких млекопитающих не превышала 0.54 экз. на 100 ловушко-суток. По данным Н. А. Лобановой (1978), полученным для сосняков-зеленомошников Припышминских боров, даже уровень в 2.5–5 экз./100 ловушко-суток можно считать крайне низким. По устным сообщениям работников лесничества отсутствие кормовой базы, вероятно, привело к гибели лис и крайне редкой встречаемости канюков и других хищных птиц, но эти данные требуют дополнительных наблюдений.

Численность и жизнеспособность подростка. В таблице и на рис. 1 приведены параметры средней численности и жизнеспособности подростка сосны, а также берез: повислой *Betula pendula* Roth, пушистой *B. pubescens* Ehrh. и осины *Populus tremula* L. в различных типах гарей.

В сосняке бруснично-мелкотравно-зеленомошном на 15-й год после пожара максимум обилия (6.2 тыс. экз./га) подростка сосны и доли его здоровой части (при близкой толщине недогоревшего слоя подстилки – 1.5–1.9 см) наблюдается на $G_{пл}$ с полнотой живой части древостоя 0.63. На гари-редине в связи с меньшей в несколько раз полнотой и семенной продуктивностью древостоя обилие жизнеспособного подростка сосны (2.9 тыс. экз./га) вдвое меньше, чем на $G_{пл}$. Несколько выше (3.6 тыс.) оказалась возобновляемость сосны на открытой периферийно обсеменяемой вырубке-гари на расстоянии до 75 м от южной стены негорелого леса. При полноте древостоя 0.7 максимальный урожай в семенном 2004 г. достигал здесь 3 млн семян/га в лесу и около 600 тыс. семян/га на смежной открытой гари.

Структура, семеношение древостоев и естественное возобновление в различных типах леса и гарей 2004 г. Пролетского лесничества (по данным учета 2018 г.)

Тип леса	Тип гари	Древостой			Факторы среды				Количество самосева (подроста), тыс. экз./га				Состав		
		Состав	А, лет	$\frac{P_{sp}}{P_0}$ м ² /га	N_s тыс./га·год	$T_{пр}$, см	P_m	$P_{пр-к}$	общ.	зд.	$P_{сп}$, %	А, лет		Б	Ос
бр-мтр-эм	$\Gamma_{пл}$	10С	110	$\frac{18.7}{0.6}$	454.4 ± 52.3	1.4 ± 0.45	–	32.4 ± 7.1	13.3 ± 1.9	6.2 ± 1.1	21.9	12–15	–	–	10С
бр-мтр-эм	$\Gamma_{слон}$	10С	95	$\frac{33.4}{0.7}$	210.5 ± 28.3	0.5 ± 0.15	8.2 ± 2.8	37.2 ± 6.8	6.1 ± 0.9	3.6 ± 0.7	32.0	8–11	0.4 ± 0.3	–	9С1Б
бр-мтр-эм	$\Gamma_{ров}$	10С	100	$\frac{5.4}{0.1}$	115.6 ± 19.4	0.3 ± 0.2	–	26.0 ± 9.4	3.1 ± 0.5	2.7 ± 0.4	10.7	9–15	0.1 ± 0.05	–	10С
бр-мтр-эм	$\Gamma_{слон}$	10С	100	–	0	1.4 ± 0.3	5.4 ± 1.7	45.1 ± 13.4	0.5 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.75	13–15	0.3 ± 0.1	0.1 ± 0.02	10С
бр-мтр-эм	Мин. почва	10С	95	$\frac{33.4}{0.7}$	210.5 ± 28.3	0	5.7 ± 1.1	13.5 ± 3.4	2.3 ± 0.3	2.1 ± 0.2	11.2	8–11	0	–	10С
ч-орл	$\Gamma_{пл}$	10С	90	$\frac{32.9}{0.7}$	672.8 ± 45.3	3.2 ± 0.2	15.1 ± 3.0	55.9 ± 11.6	8.3 ± 1.9	5.7 ± 1.0	22.4	10–15	2.2 ± 1.5	–	8С2Б
ч-орл	$\Gamma_{слон}$	10С	93	$\frac{32.9}{0.7}$	94.0 ± 27.7	2.2 ± 0.2	12.6 ± 3.3	43.0 ± 10.4	8.1 ± 2.7	5.2 ± 1.1	57.8	11–15	4.8 ± 1.2	3.9 ± 0.8	7С1Б2Ос
ч-орл	$\Gamma_{ров}$	7С3Б	90	$\frac{6.1}{0.2}$	160.2 ± 26.8	0.8 ± 0.5	10.2 ± 2.9	43.4 ± 9.6	2.9 ± 0.6	2.6 ± 0.4	4.8	10–15	3.0 ± 0.8	0.4 ± 0.1	9С 10с

Примечание. Здесь и на рис. 1 типы леса: бр-мтр-эм – бруснично-мелкотравно-зеленомошный, ч-орл – чернично-орляковый. Типы гарей: $\Gamma_{пл}$ – гарь под пологом леса; $\Gamma_{слон}$ – гарь сплошная, обсеменение периферийное; $\Gamma_{ров}$ – гарь-редина; $\Gamma_{слон}$ – гарь сплошная необсеменяемая; мин. почва – минерализованная почва (борозды). А – возраст; P_m – полнота абсолютная; P_0 – полнота относительная; N_s – семеношение; $T_{пр}$ – толщина недорешетого слоя подстилки; P_m – проективное покрытие мхов; $P_{пр-к}$ – проективное покрытие трав и кустарничков; $P_{сп}$ – проективное покрытие крон подроста сосны. С – сосна (общ. – общее количество, зд. – в том числе здоровая), Б – береза, Ос – осина.

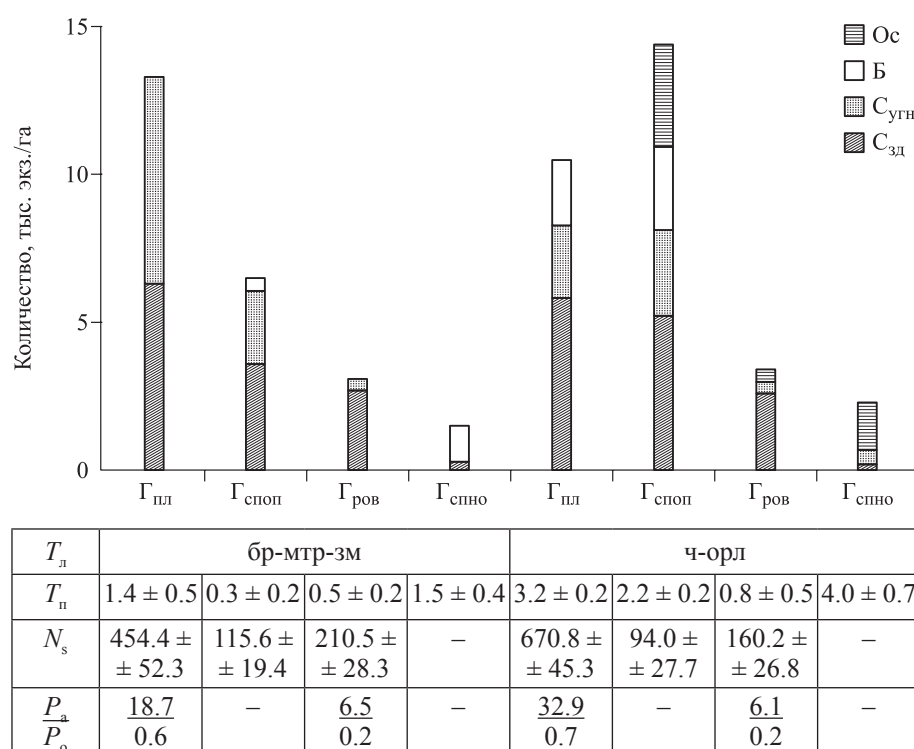


Рис. 1. Естественное возобновление сосны и мелколиственных видов на гарях и вырубках-гарях в сосняках бруснично-мелкотравно-зеленомошном и чернично-орляковом подзоны северной лесостепи. $T_{л}$ – типы леса; $C_{зд}$ – сосна здоровая; $C_{угн}$ – сосна угнетенная. Остальные условные обозначения см. в примечании к таблице.

$T_{л}$	бр-мтр-зм				ч-орл			
$T_{п}$	1.4 ± 0.5	0.3 ± 0.2	0.5 ± 0.2	1.5 ± 0.4	3.2 ± 0.2	2.2 ± 0.2	0.8 ± 0.5	4.0 ± 0.7
N_s	454.4 ± 52.3	115.6 ± 19.4	210.5 ± 28.3	–	670.8 ± 45.3	94.0 ± 27.7	160.2 ± 26.8	–
$\frac{P_a}{P_o}$	$\frac{18.7}{0.6}$	–	$\frac{6.5}{0.2}$	–	$\frac{32.9}{0.7}$	–	$\frac{6.1}{0.2}$	–

Количество полных всхожих семян сосны, сформировавшихся в одной шишке в первые 3 года после интенсивного низового пожара, уничтожившего почти всю нижнюю мужскую генеративную сферу крон, оказалось вдвое меньше, чем в негоревшем древостое. Таким образом, установлено резкое смещение соотношения полов в популяциях сосны (в сторону женского) под влиянием пожара и, как следствие, падение семеношения и возобновляемости сосны в 2–5 раз.

В сосняке чернично-орляковом на гарях под пологом леса численность жизненного подроста сосны при большей толщине (свыше 2 см) недогоревшего слоя подстилки оказалась значительно ниже, чем в аналогичных типах гарей предыдущего типа леса, но на открытой гари, напротив, в 1.5 раза выше. Кроме того, во всех типах гарей здесь характерна экологически значимая примесь (до 30 %) в видовом составе подроста конкурентных мелколиственных видов – березы и осины. Это, несомненно, обусловлено более высокой влажностью почвы (близкой верховодкой) и обожженной подстилки.

На открытых (сплошных) гарях, лишенных обсеменителей, на расстоянии свыше 150 м от

них уровни возобновления сосны в обоих типах леса недостаточны для восстановления ее древостоев (см. рис. 1).

Возрастная структура и жизненность подроста. Возрастная структура подроста сосны на гарях под пологом леса (рис. 2, а, б) и рубках-гарях (рис. 2, в, г) в обоих типах леса характеризуется пирогенной вспышкой численности в первые 4 года после пожара (2004–2007 гг.). Позднее происходило постепенное гиперболическое снижение численности и доли жизнеспособного подроста вплоть до 8-го года после пожара, когда под влиянием обильных майско-июльских дождей (в сумме 229 мм) появились массовые всходы сосны. Но они под влиянием конкуренции степных трав (в основном вейника наземного), а на гарях под пологом леса и гарях-рединах – конкуренции древостоя (Санников, Санникова, 1985) оказались почти полностью угнетенными.

Главным фактором прекращения накопления подроста сосны на гарях позднее 4–5-го года после пожара является именно давность пожара, определяющая повышение конкуренции фитоценоза по отношению к появляющимся всходам сосны.

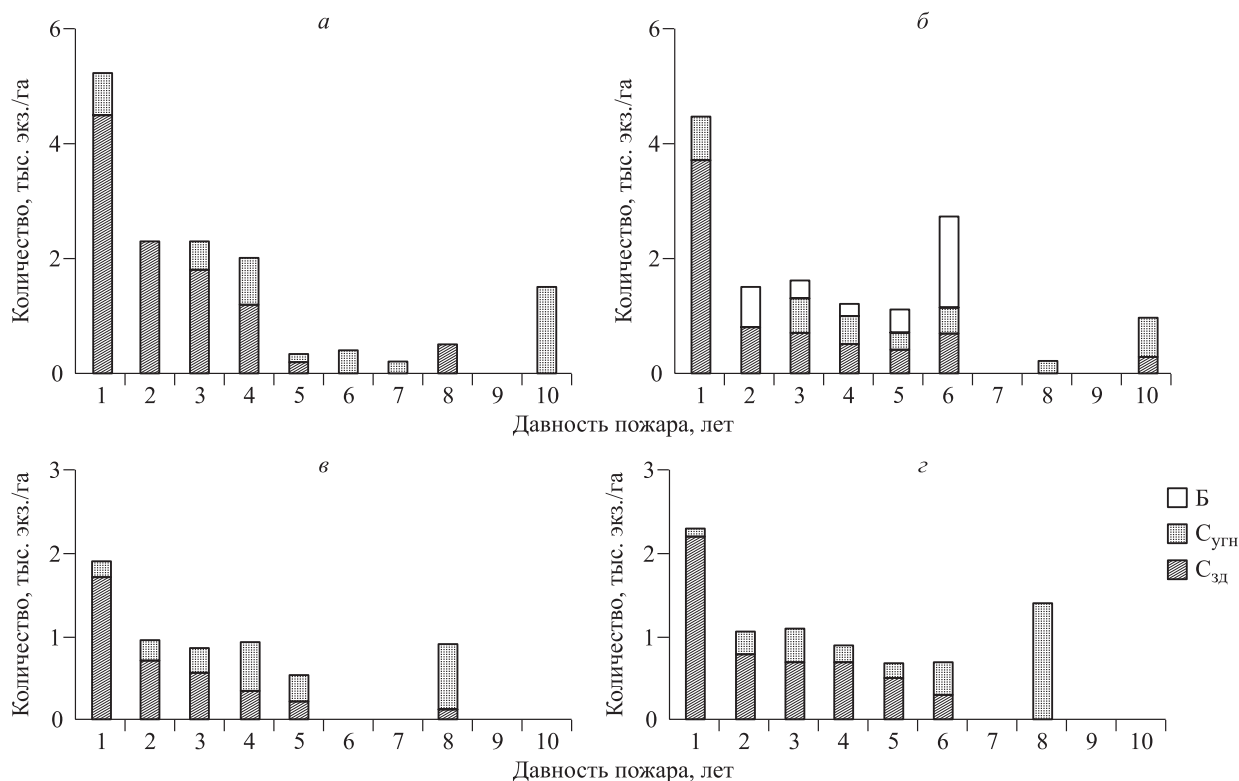


Рис. 2. Возрастная структура, численность и жизнённость подроста сосны и березы на гарях под пологом леса (а, б) и на сплошных гарях с периферийным обсеменением (в, г) в сосняках бруснично-мелкотравно-зеленомошном (а, в) и чернично-орляковом (б, г) Просветского лесничества Курганского лесхоза.

О лимитирующей роли осадков в возобновлении сосны на гарях в борах северной лесостепи свидетельствует обильный подрост на гари 1996 г., когда на фоне более дождливой погоды его количество на $\Gamma_{\text{слоп}}$ достигало 5–7 тыс. экз./га. Влияние атмосферного увлажнения на возобновление сосны еще более отчетливо выявляется в южной лесостепи (Кочердыкский бор, 1966–1972 гг.). Динамика численности всходов сосны оказалась здесь достоверно ($R^2 = 0.50$, $p \leq 0.03$) связанной с суммой весенне-летних осадков (рис. 3).

И даже в степных борах Северного Тургая в годы с летними осадками (с мая по август включительно) на 30–40 % больше многолетней нормы отмечены вспышки численности самосева сосны под пологом древостоев (например, в Аракарагайском бору в 1993 г.).

Проективное покрытие крон подроста. Судя по параметрам проективного покрытия крон подроста сосны (см. таблицу), можно заключить, что в изучавшихся типах леса и типах гарей с достаточным уровнем обсеменения (на расстоянии до 75–100 м от стен леса и куртин живого древостоя) на 15-й год после пожара происходит успешное формирование древесного полога ювенильного поколения сосны.

В сосняках бруснично-мелкотравно-зеленомошных сомкнутость крон подроста сосны на гари под пологом леса достигает 22 %. Формируется его отчетливый ярус численностью свыше 6 тыс. экз./га. Он может стать достаточным по полноте и продуктивности древостоем.

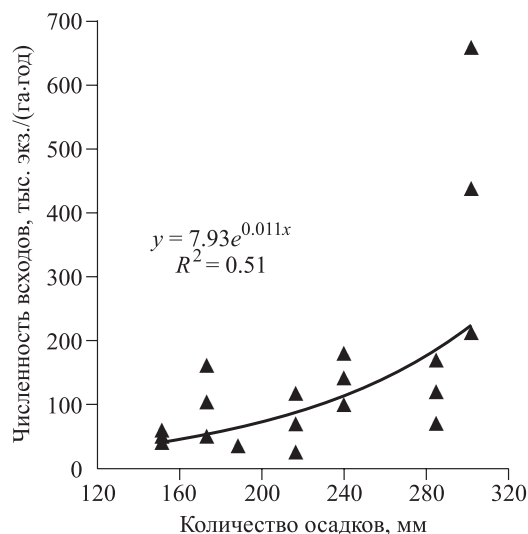


Рис. 3. Зависимость численности однолетних всходов сосны от суммы дождевых осадков в мае–июне текущего года в сосняках мелкотравно-злаковых подзоны южной лесостепи Западной Сибири (Курганская обл.).

На гари-редине низкой полноты (5.4 м²/га) и семеношения живой части древостоя (с долей живой кроны не менее 30–50 %) наблюдаются вдвое меньшие плотность и проективное покрытие крон подроста (10.7 %), чем на гари под пологом леса (см. таблицу), но параметры сомкнутости полога подроста достаточны для восстановления и здесь продуктивного древостоя сосны после сплошной санитарной рубки поврежденного огнем древостоя.

Наиболее успешно формируется сомкнутый полог пирогенного ювенильного древостоя сосны на открытых вырубках-гарях, примыкающих к сохранившимся стенам взрослого леса. При отсутствии конкуренции древостоя и численности подроста сосны около 6 тыс. экз./га общее покрытие его крон на 100-метровой полосе $\Gamma_{\text{спон}}$ достигает 32 %. Таким образом, восстанавливается «чистый» (10С) пирогенный сосняк с полнотой до 0.7–0.8.

В сосняке чернично-орляковом на гари под пологом леса проективное покрытие крон подроста сосны примерно такое же, как в сосняке бруснично-мелкотравно-зеленомошном (около 25 %). Но оно дополняется здесь березой, постоянно участвующей в видовом составе подроста (20 %). Еще несколько больше примесь мелколиственных видов (7С2Ос1Б) на $\Gamma_{\text{спон}}$, где сомкнутость крон подроста сосны 57.8 %, а общая достигает 80 %. Таким образом, успешно завершается формирование нового поколения смешанного ювенильного дендроценоза с оптимальным доминированием сосны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлены достоверные различия в возобновляемости сосны между типами гарей в обоих типах леса, обусловленные в основном различиями в полноте и уровнях семеношения древостоев. Отмечена в несколько раз меньшая общая возобновляемость сосны в лесостепи по сравнению с предлесостепью, связанная с крайней засушливостью изученного микропериода климата, а также слабым семеношением древостоев, пораженных интенсивными пожарами. Выявлено наибольшее влияние на возобновление сосны урожая «семенного» 2003 г., синхронного с пожаром, и отсутствие мышевидных грызунов (основных консументов семян) в первые два-три года после пожара.

Сделан общий вывод о ведущей роли факторов летнего увлажнения атмосферы и почвенного субстрата, а также семеношения в обеспе-

чении успешности возобновления популяций сосны на гарях в подзоне северной лесостепи Западной Сибири.

Работа выполнена в рамках государственного задания Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботанический сад УрО РАН и при финансовой поддержке Комплексных программ УрО РАН (проект № 18-4-4-27).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Березюк И. Е.* Особенности естественного возобновления сосны в Аракарагайском лесхозе Кустанайской области // Тр. Ин-та вод. и лесн. хоз-ва. Алма-Ата: Казгосиздат, 1956. Т. 1. С. 135–148.
- Глазырин В. М.* Возобновительный процесс и рубки в островных борах Кустанайской области // Тр. Казах. с.-х. ин-та. Алма-Ата. 1960. Т. 8. Вып. 5. С. 21–37.
- Грибанов Л. Н.* Степные боры Алтайского края и Казахстана. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1960. 156 с.
- Ильичев Ю. Н., Бушков Н. Т., Тараканов В. В.* Естественное возобновление на гарях Среднеобских боров. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2003. 196 с.
- Краснов М. Л.* Естественное возобновление сосны в связи с рубками и пожарами // Бузулукский бор. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1950. Т. 2. С. 3–97.
- Лобанова Н. А.* Биотопическое распределение мелких млекопитающих в Припышминских борах // Экологические исследования в лесных и луговых биогеоценозах равнинного Зауралья. Свердловск: Урал. науч. центр АН СССР, 1978. С. 29–32.
- Салтыков А. Н.* Структурно-функциональные особенности естественного возобновления придонецких боров. Харьков: Харьков. нац. агр. ун-т им. В. В. Докучаева, 2014. 361 с.
- Санников С. Н., Санникова Н. С.* Экология естественного возобновления сосны под пологом леса. М.: Наука, 1985. 152 с.
- Санников С. Н., Санникова Н. С., Петрова И. В.* Естественное лесовозобновление в Западной Сибири (эколого-географический очерк). Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 199 с.
- Санникова Н. С.* Стадии онтоценогенеза древостоев, фитосреды и возобновления сосновых лесов предлесостепи Западной Сибири // Генетическая типология, динамика и география лесов России: докл. Всерос. науч. конф. с междунар. участ., посвящ. 100-летию со дня рождения Б. П. Колесникова. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. С. 115–120.
- Симон Ф. Ф.* Результаты изучения некоторых условий возобновления сосны с соображениями о рубках в сосняках // Изв. Урал. лесотех. ин-та. 1934. Вып. 2. С. 1–68.
- Технеряднов А. В.* Естественное возобновление сосны в Наурзумском бору Кустанайской области // Тр. Казах. НИИ лесн. хоз-ва. Алма-Ата, 1959. Т. 2. С. 207–236.

Токарев А. Д. Сосновые редколесья Баян-Каркаралинских низкогорий и особенности их возобновления: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: Алма-Ата, 1969. 24 с.
Чудников П. И. Естественное возобновление сосны на дюнных песках в сосновых борах: тр. по лесн. опыт. делу Талицкого лесн. техникума. Свердловск, 1925. 193 с.

Agee J. K. Fire ecology in Pacific Northwest forests. Washington, D.C.: Covelo, California: Island Press, 1993. 493 p.

Lehto J. Tutkimuksia mannyn lyontaisesta uulistumisesta Etela-Suomen kangasmailla // Acta For. Fenn. 1956. V. 66. P. 96–107 (in Finnish).

NATURAL PINE REGENERATION ON BURNS IN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

N. S. Sannikova, S. N. Sannikov, A. A. Kochubei, I. V. Petrova

*Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Ural Branch
8 Marta str., 202, Yekaterinburg, 620144 Russian Federation*

E-mail: sannikovanelly@mail.ru, sannikovanelly@mail.ru, tchuchalina.alyona@yandex.ru, irina.petrova@botgard.uran.ru

The structure and seed bearing of stands, factors of episoil medium, quantity, vitality and age structure of Scots pine undergrowth 15 years after the disastrous crown and surface fire, which occurred in 2004 in insular pine forest in northern forest-steppe of Western Siberia (Kurgan region), were studied. The studies took place at six sample plots (0.3–0.5 ha) located in two predominant (88 %) types of pine forests – cowberry-short grasses-moss and bilberry-bracken – at four types of burns: 1) «burn under the forest canopy», 2) «thin stand burn», 3) «open burn with peripheral insemination» and 4) «open burn without insemination». The reliable differences in pine regeneration in different types of burns in both types of forests were specified. They were conditioned mainly by differences in their stand density and dissemination levels. The total pine regeneration level in forest-steppe was several times less than in pre-forest-steppe. This was connected with extreme dryness of the studied climate period and low seeding of stands, damaged by the intensive fires. The renewal role of dissemination of 2003 which took place simultaneously with the fire; absence of mouse-like rodents (main seed consumers), as well as sharp change of sex ratio in pine populations (to female dominance) due to intensive surface fire have been shown. On the whole, the total summer precipitation played the main role in pine regeneration of all burn types in forest-steppe zone of Western Siberia.

Keywords: *northern forest-steppe, Pinus sylvestris, crown fire, type of burn, regeneration.*

How to cite: Sannikova N. S., Sannikov S. N., Kochubei A. A., Petrova I. V. Natural pine regeneration on burns in forest-steppe of Western Siberia // *Sibirskij Lesnoj Zurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2019. N. 5. P. 22–29 (in Russian with English abstract).