

### Литература

1. Сворцов А.К. Ивы СССР: систематический и географический обзор. – М.: Наука, 1968. – 262 с.
2. Правдин Л.Ф. Ива, ее культура и использование. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 168 с.
3. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф. Интродукция деревьев и кустарников в условиях юга Средней Сибири: учеб. пособие. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2009. – 128 с.
4. Лобанов Г.А. Программа и методика сортоизучения плодовых и ягодных, орехоплодных культур. – Мичуринский: Изд-во ВНИИ садоводства им. И.В. Мичурина, 1973. – 495 с.
5. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика определения прироста древесных растений. – М., 1967. – 27 с.
6. Горобец А.И. Продуктивность и жизненное состояние древовидных ценозов ивы прутовидной и ивы пурпурной в пойме Дона // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: мат-лы 16-й Междунар. конф. – Красноярск, 2013. – С. 35–37.



УДК 630\*43:630\*52:630\*434:630\*182.47

Н.А. Михеева, Д.С. Собачкин, И.В. Косов

#### ВЛИЯНИЕ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ НА КОМПОНЕНТЫ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ\*

*В статье представлены результаты исследования состояния древостоя, подроста и живого напочвенного покрова в сосновых насаждениях после контролируемых выжиганий. Пожары слабой силы ускоряют изреживание и дифференциацию древостоев. Моховой покров является наиболее уязвимым, в то время как травяно-кустарничковый покров восстанавливается уже на второй год после выжиганий.*

**Ключевые слова:** низовые пожары, древостой, подрост, живой напочвенный покров, видовое разнообразие.

N.A. Mikheeva, D.S. Sobachkin, I.V. Kosov

#### THE SURFACE FIRE INFLUENCE ON THE COMPONENTS OF THE PINE PLANTATIONS OF KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

*The research results on the condition of the forest stand, undergrowth and live ground cover in pine plantations after controlled burning out are presented in the article. The weak force fires accelerate the thinning and the differentiation of forest stands. The moss cover is the most vulnerable, while the grass-bush cover restores in the second year after burning out.*

**Key words:** surface fires, forest stand, undergrowth, live ground cover, species variety.

---

**Введение.** Лесной пожар – один из важнейших и широко распространенных экологических факторов, приводящий к изменениям в лесных экосистемах на разных уровнях организации. Последствия пожаров зависят от условий возникновения, силы пожара, растительного покрова, климатических условий, рельефа и свойств почвы [1, 2]. Пожары меняют гидротермические и трофические условия почв [3], что может приводить к изменениям в составе древостоя, процессах лесовозобновления и напочвенном покрове [4].

Исследователи отмечают, что территория Красноярской лесостепи в конце 1950-х годов испытывала сильное влияние пожаров, и в настоящее время наблюдается восстановительно-возрастная сукцессия в условиях отсутствия огня и тенденция к быстрому изменению напочвенного

---

\* Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проект № 12-04-00334-а).

покрова в сосняках [5]. В совокупности с увеличением зимних осадков это привело к формированию существующих в настоящее время лесных сообществ, устойчивых к пирогенному фактору [6].

**Цель исследования.** Определение последствий низовых пожаров для различных компонентов в сосновых насаждениях Красноярской лесостепи.

**Объекты и методы исследования.** Для проведения исследований в 2012 и 2013 гг. в одно-возрастных сосновых насаждениях Красноярской лесостепи было заложено пять постоянных пробных площадей (ПП), на которых проведены экспериментальные контролируемые выжигания, имитирующие низовые пожары низкой и средней силы. Силу воздействия огня определяли по шкале, предложенной Н.П. Курбатским [7]. Выжигание проводилось в наиболее сухой летний период.

Район исследования относится к зоне Красноярской островной лесостепи. Площадь выжигания составляла 0,04 га, размер каждой пробной площади составил 0,01 га, заложены они на выровненных или с небольшим уклоном участках, типичных для данного лесного массива.

На пробных площадях проводился сплошной пересчет древостоя с замером основных таксационно-биометрических показателей у модельных деревьев и подростов. Лесотаксационные работы и определение жизненного состояния проводились в соответствии с общепринятыми рекомендациями и методиками [8–12].

При оценке видового разнообразия напочвенного покрова учитывалось общее число видов на пробной площади и их проективное покрытие [13]. Для оценки изменения растительности на видовом уровне использовались индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера и показатель сходства Жаккара [14]. Динамика травяно-кустарничкового яруса рассматривается на уровне эколого-ценотических групп, экологических групп по характеру увлажнения и жизненных форм Раункиера [15–17]. В качестве количественного критерия групп использован фитоценотический индекс значимости компонентов [14]. Контролем служили данные, собранные до выжигания, дальнейшие наблюдения проводили на первый и второй годы после выжигания.

Первая пробная площадь (ПП 1) до выжигания представлена сосняком осочково-зеленомошным (С ос-зм), в подлеске единично встречаются *Rosa acicularis* Lindley, *Cotoneaster melanocarpus* Lodd. Травяно-кустарничковый ярус редкий (проективное покрытие 18%). В напочвенном покрове доминируют *Carex macroura* Meinsh. (8%), *Vaccinium vitis-idaea* L. (4%). Моховой покров занимает 36 % пробной площади, мощность не более 3 см, доминантом является *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. (29%).

Вторая пробная площадь (ПП 2) – сосняк разнотравно-зеленомошный (С рт-зм). Подлесок не выражен, единично встречаются *Rosa acicularis*, *Crataegus sanguinea* Pall. Проективное покрытие травяно-кустарничкового покрова 22 %. Основные доминанты яруса – *Carex macroura* (8%), *Rubus saxatilis* L. (4%). Моховой покров занимает 18 %, доминант – *Pleurozium schreberi* (13 %).

Третья пробная площадь (ПП 3) – сосняк мертвопокровный (С мп). В подлеске единично встречаются *Rosa acicularis*, *Crataegus sanguinea*. Травяно-кустарничковый ярус слабо развит, проективное покрытие не более 12 %, рыхлое. Моховой покров практически отсутствует.

Четвертая пробная площадь (ПП 4) представлена сосняком осочково-разнотравным (С ос-рт). Подлесок нет. Доминантами травяного яруса являются *Carex macroura* и *Iris ruthenica* Ker-Gawl., проективное покрытие которых составляет 15 и 5 % соответственно. Моховой покров образует небольшие пятна на 8–10 % пробной площади.

Пятая пробная площадь (ПП 5) представлена сосняком разнотравно-зеленомошным (С рт-зм). Подлесок не выражен. Ярусности травяно-кустарничкового покрова не наблюдается, общее проективное покрытие – 60 %. Доминантом является *Carex macroura* (20%), содоминанты *Calamagrostis arundinacea* (L.), *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce. Моховой покров занимает 56 % пробной площади, доминанты *Pleurozium schreberi* и *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schim.

Характеристики пробных площадей представлены в таблице 1.

Таксационная характеристика пробных площадей

Показатель	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4	ПП 5
Тип леса	С ос-зм	С рт-зм	С мп	С ос-рт	С рт-зм
Диаметр, см	7,8	8,9	8,6	10,7	10,2
Высота, м	12,5	13,4	13,1	14,3	14,7
Возраст, лет	41	45	42	47	48
Густота, шт/га	5900	5400	6200	5900	3600
Класс бонитета	2	2	2	1	1

**Результаты и их обсуждение.** В ходе экспериментов тепловому воздействию была подвержена прикомлевая часть ствола деревьев, поскольку температуры в нижней части кроны оказались менее 50 °С, что недостаточно для её повреждения. На второй год наблюдений после воздействия пирогенного фактора, в результате повреждения камбиальной зоны в прикомлевой части ствола, жизненное состояние древостоев ухудшилось (рис. 1). Жизненное состояние деревьев определялось глазомерно по специальной шкале [12], основанной на оценке состояния крон деревьев в процентах (густота кроны, наличие мертвых или усыхающих ветвей, повреждение хвои и т.д.), с присвоением балла каждому дереву. Жизненное состояние древостоев определялось как средневзвешенный балл через объемы деревьев на пробной площади.

На ПП 1 жизненное состояние древостоев ухудшилось на 28,3 %; на ПП 2 – 15,7; на ПП 3 – 15,3; на ПП 4 – 4,2; на ПП 5 – на 0,8 %. На четвертой и пятой пробных площадях резких изменений не наблюдается, поскольку на этих пробных площадях температуры ЛГМ были недостаточные для интенсивного горения.

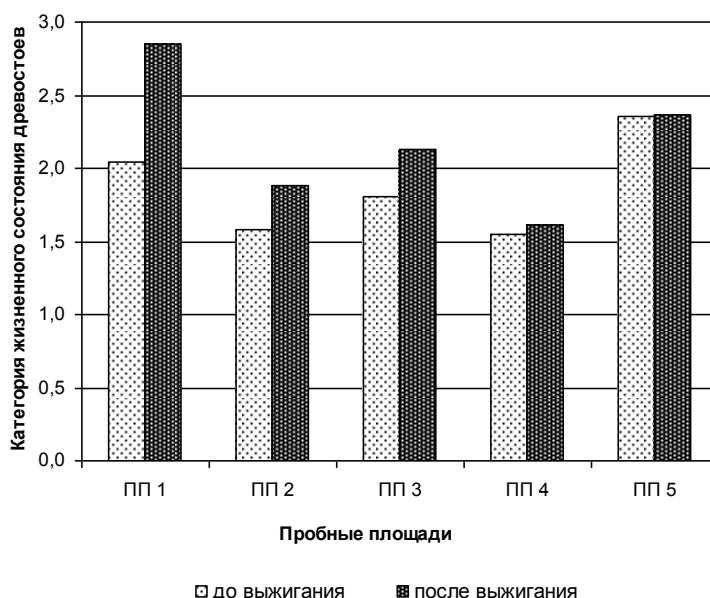


Рис. 1. Изменение жизненного состояния древостоев

Низовые пожары в первую очередь представляют опасность для деревьев с тонкой корой, не обеспечивающей защиту сосны от воздействия огня. На пробных площадях деревья с диаметром стволов менее 8 см погибли на первый и второй год после выжигания (рис. 2). В древостое погибшие деревья на 70–90 % относятся к угнетенным. Это подтверждается и исследованиями стрессовой реакции прикамбиальной зоны на гипертермию [18].

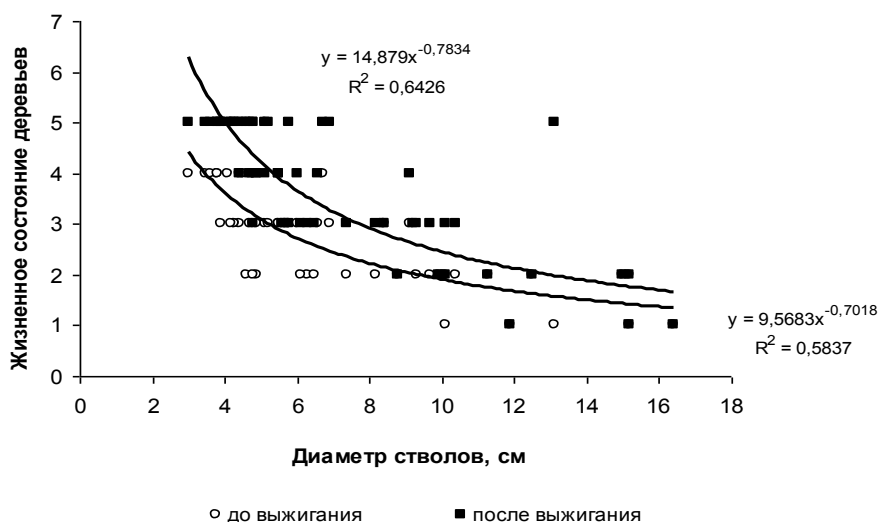


Рис. 2. Изменение жизненного состояния деревьев с различным диаметром

Любое воздействие огня в лесу сопровождается частичной или полной деструкцией напочвенного покрова. При слабых низовых пожарах незначительно прогорает подстилка, «мохово-лишайниковая подушка», травяно-кустарничковый ярус, увеличивается минерализация почвы. Изменения почвенных условий после пожара часто способствуют естественному возобновлению леса. Прогретая после пожара, богатая минеральными веществами почва благоприятна для появления всходов и роста самосева древесных растений [19]. Наши исследования показали, что низовые пожары оказали благоприятное воздействие на появление всходов и самосева сосны (табл. 2).

Таблица 2

## Влияние пирогенного фактора на лесовозобновление

Номер ПП / тип леса	Число всходов и самосева, шт/га					
	до выжигания		1-й год после выжигания		2-й год после выжигания	
	Всходы	Самосев	Всходы	Самосев	Всходы	Самосев
ПП 1 / С ос-зм	17000	1500	4500	-	8500	5000
ПП 2 / С рт-зм	0	0	4500	-	2500	1500
ПП 3 / С мп	5500	2500	3000	-	9500	2500
ПП 4 / С ос-рт	500	8500	1000	-	41500	1000
ПП 5 / С рт-зм	0	500	68500	96000	-	-

В процессе контролируемых выжиганий имеющиеся всходы и самосев полностью сгорели. Уже на первый год после выжиганий отмечено появление всходов и самосева (ПП 5). Появление самосева на следующий год после выжиганий объясняется урожайным годом сосны в год выжигания и хорошими условиями после выжигания. На второй год было отмечено увеличение численности всходов и самосева. Исключение составляет ПП 1, где количество всходов еще не достигло своего допожарного значения. Отмечается появление всходов и самосева там, где его не было до проведения выжиганий (ПП 2), что свидетельствует об улучшении условий для естественного лесовозобновления. На ПП 3, ПП 4, ПП 5 отмечается многократное увеличение численности всходов и самосева.

На начальных этапах лесовосстановления более четкими индикаторами как лесорастительных условий, так и сукцессионных рядов являются виды растений нижних ярусов. Однако скорость

и темпы сукцессионных процессов на прогоревших участках могут существенно различаться в пределах не только лесных формаций, но и отдельных экотопов [4]. В зеленомошных сосняках уже на первый год после выжигания происходит практически полная (на 90–100%) деградация мохово-лишайникового покрова (табл. 3).

Таблица 3

## Изменение напочвенного покрова на пробных площадях

Номер ПП / тип леса	Показатели напочвенного покрова								
	до выжигания			1-й год после выжигания			2-й год после выжигания		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ПП 1 / С ос-зм	36	18	15	1,2	27	14	0,1	35	24
ПП 2/ С рт-зм	18	20,1	21	0,1	23	12	0,1	44,6	20
ПП 3/ С мп	2	6,9	12	0,1	5,5	7	0,1	18,7	20
ПП 4/ С ос-рт	9	25,8	20	8	66	10	4	85,2	21
ПП 5/ С рт-зм	41	74	15	3,2	25,6	20	-	-	

Примечание. 1 – проективное покрытие мохово-лишайникового покрова; 2 – проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса; 3 – число видов травяно-кустарничкового яруса на пробной площади.

Видовая насыщенность травяного покрова в сосняках, как зеленомошных, так и разнотравных, на первый год после выжигания уменьшается, в то время как проективное покрытие трав увеличивается. Исключение составляет мертвopoкpoвный сосняк (ПП 3), в котором как проективное покрытие, так и видовая насыщенность продолжают уменьшаться. На второй год после выжигания на всех пробных площадях увеличивается и проективное покрытие, и видовая насыщенность трав по сравнению с предыдущим годом.

В мертвopoкpoвном сосняке (ПП 3) на первый год после выжигания значительно снижается видовая насыщенность (на 42 %), однако на следующий год она увеличивается на 67 % по сравнению с периодом до выжигания. Коэффициент Шеннона-Уивера вначале снижается, а затем увеличивается в два раза по сравнению с исходным значением (1,1–0,5–2,0 соответственно периодам до выжигания, 1-й и 2-й год после выжигания). Увеличение числа видов на площади происходит за счет группы разнотравья и злаков (*Sanguisorba officinalis* L., *Ranunculus submarginatus* Ovcz., *Lathyrus humilis* (Ser.) Spreng., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Carex macroura* Meish.). Коэффициент Жаккара показывает низкую степень сходства флористического состава на пробной площади с периодом до выжигания (12 и 23 % на 1-й и 2-й год после выжигания соответственно).

В осочково-разнотравном сосняке (ПП 4) на первый год после выжигания коэффициент разнообразия снижается с 1,4 до 0,7, на второй год восстанавливается до 1,2. Увеличение проективного покрытия происходит за счет *Carex macroura*, которая легко восстанавливается после пожара. На второй год после выжигания появляются такие виды, как *Goodyera repens* (L.) R. Br. и *Hypopitys monotropa* Crantz., являющиеся микотрофными. Вероятно, снижение конкурентной напряженности в напочвенном покрове дает возможность прорасти этим видам, характеризующимся низкой конкурентоспособностью. Коэффициент сходства Жаккара на данной пробной площади остается низким (30–40 %).

В зеленомошных сосняках (ПП 1, ПП 2 и ПП 5) видовое разнообразие травяно-кустарничкового яруса в первый год после выжигания снижается, во второй восстанавливается практически до исходного уровня. Коэффициент сходства Жаккара (50–70 %) показывает, что восстановление напочвенного покрова идет теми же видами. Видовое разнообразие на второй год после выжигания не изменяется, индекс разнообразия Шеннона составляет 1,6–1,9.

Анализ жизненных форм травяно-кустарничкового яруса на пробных площадях показал, что до выжигания доминировали травянистые многолетники – криптофиты (25–83 %) и гемикриптофиты (16–50 %), что характерно для флоры бореальной зоны. На зеленомошных участках доля хаме-

фитов составляет 16–32 %, главным образом за счет ценотической роли *Vaccinium vitis-idaea*, *Rubus saxatilis* и *Orthilia secunda* (L.) House. После выжигания доля хамефитов снижается до 1% на ПП 2, до 25 % на ПП 1 и до 13,6 % на ПП 5. Ни в первый, ни во второй год после выжигания каких-либо существенных изменений в спектре жизненных форм не происходит, не наблюдается и терофитизация участков после пожара.

При анализе экологических групп по характеру увлажнения выявлено, что ведущую фитоценотическую роль в спектре играют мезоксерофиты (55–84 %) и мезофиты (12–28 %). Такое распределение объясняется тем, что к этим группам относятся *Calamagrostis arundinacea* и *Carex macroura*, которые встречаются на всех учетных площадках и имеют относительно высокие показатели обилия. Пожары слабой и средней силы, по-видимому, не изменяют влажность условий произрастания. Поэтому как на первый, так и на второй год после выжигания существенных изменений в спектре экологических групп не наблюдается. Ведущую фитоценотическую роль продолжают занимать мезофиты (16–32 %) и мезоксерофиты (50,1–85,3 %).

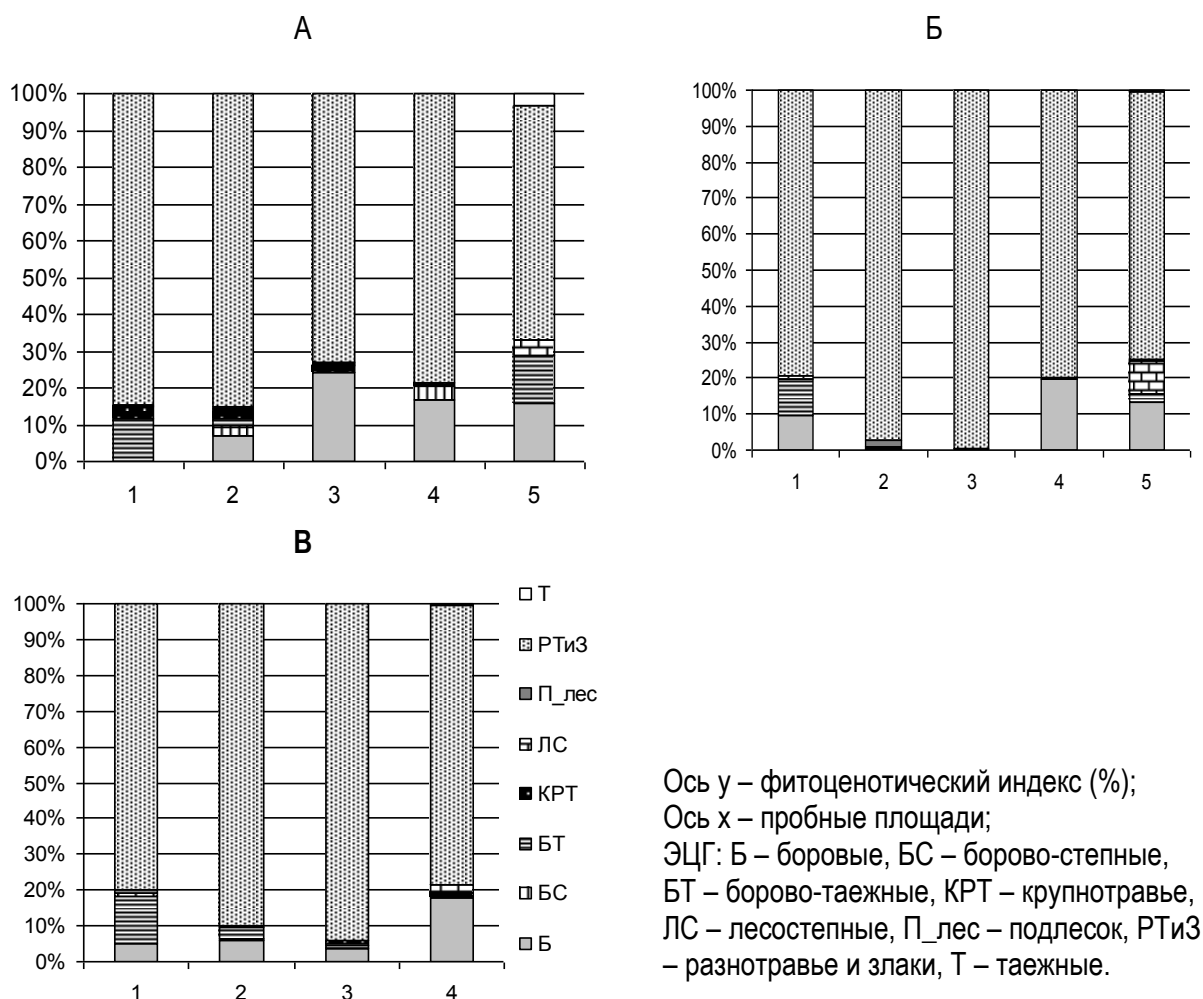


Рис. 3. Изменение спектра эколого-ценотических групп травяно-кустарничкового яруса в сосняках до выжигания (А) и на 1-й (Б) и 2-й (В) годы после пожара

В период до и после выжигания ведущая роль в спектре эколого-ценотических групп (ЭЦГ) принадлежит видам лугово-лесного разнотравья и злакам за счет значительного участия *Calamagrostis arundinacea* и *Carex macroura* в травяном покрове. Преобладание боровых и лесостепных видов, которые в совокупности с борово-таежными и борово-степными занимают от 12 до 33 % в период до выжигания и от 5 до 20 % на второй год после выжигания, говорит, что и эти виды устойчивы к пожа-

рам низкой силы. Виды лугово-лесного разнотравья, крупнотравья и злаки составляют 64–88 % спектра до выжигания. Они являются наиболее устойчивыми к пирогенному воздействию, и после выжигания их доля в спектре увеличивается до 74–99 % на разных пробных площадях (рис. 3). В целом после выжигания спектр ЭЦГ обедняется, для него характерны большая однородность и меньшее количество групп.

**Заключение.** В сосновых насаждениях III класса возраста под влиянием слабого низового пожара повреждаются в основном отсталые в росте деревья, имеющие значения диаметра ствола менее 8 см. Пожары слабой силы выступают в качестве ускорителя самоизреживания и дифференциации древостоев.

На большинстве пробных площадей всходы и самосев не только восстановили свою численность через два года после выжиганий, но и существенно увеличили ее по сравнению с допожарной генерацией. Контролируемые выжигания, имитирующие низовые пожары, оказали положительное влияние на естественное лесовозобновление, что связано как с уменьшением конкуренции со стороны травяного и мохового покровов, так и, возможно, с улучшением гидротермических и трофических условий почв.

Особенности растительного покрова сосновых боров лесостепной зоны заключаются в доминировании определенных эколого-ценотических групп (боровая, борово-таежная, лугово-лесное разнотравье и злаки), которые имеют широкую экологическую амплитуду, преимущества к переживанию огневого воздействия и активному постпирогенному восстановлению [20, 21]. Сохранение небогатого видового разнообразия и выраженное преобладание ксеромезофильного и мезотрофного разнотравья и злаков после выжигания говорят об устойчивости травяного покрова изученных сосновых формаций лесостепи к беглым низовым пожарам низкой силы.

### Литература

1. Ковалева Н.М., Иванова Г.А. Динамика живого напочвенного покрова после низовых пожаров в сосновых насаждениях (Нижнее Приангарье) // Известия Самарского НЦ РАН. – 2012. – Т. 14. – № 1(5). – С. 1264–1267.
2. Краснощеков Ю.Н., Евдокименко М.Д., Чередникова Ю.С. Послепожарное функционирование лесных экосистем в Восточном Прибайкалье // Сибирский экологический журнал. – 2010. – № 2. – С. 221–229.
3. Богородская А.В., Сорокин Н.Д. Экологическое состояние микробоценозов почв сосняков средней тайги Средней Сибири после контролируемых выжиганий // Вестник КрасГАУ. – 2005. – № 5. – С. 187–194.
4. Иванова Г.И. Мониторинг воздействия пожаров на компоненты экосистемы сосняков Средней Сибири // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2012. – № 3. – С. 1–5.
5. Бугаева К.С., Назимова Д.И. Сосновые боры на северной границе Красноярской лесостепи: динамика фитоценотической структуры за последние 40 лет // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2008. – № 9. – С. 109–118.
6. Бугаева К.С., Оскорбин П.А. Послепожарная динамика лесных насаждений в Красноярской лесостепи // Лесоведение. – 2008. – № 4. – С. 28–33.
7. Курбатский Н.П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы лесной пирологии. – Красноярск: Изд-во Ин-та леса и древесины СО АН СССР, 1970. – С. 5–58.
8. Сукачев В.Н. Руководство к исследованию типов леса // Избр. труды. – Л.: Наука, 1972. – Т. 1. – С. 15–141.
9. Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. – М.: Наука, 1966. – 60 с.
10. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. – М.: Наука, 1967. – 99 с.
11. Моисеев В.С. Таксация молодняков. – Л.: Изд-во ЛТА, 1971. – 344 с.

12. *Алексеев В.А.* Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51–57.
13. *Сукачев В.Н., Зонн С.В.* Методические указания к изучению типов леса. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 144 с.
14. *Миркин Б.М., Розенберг С.Г.* Толковый словарь современной фитоценологии. – М.: Наука, 1983. – 136 с.
15. *Буторина Т.Н.* Эколого-ценотический анализ кустарничково-травяного яруса лесных ассоциаций. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 30–52.
16. *Молокова Н.И.* Эколого-ценотический анализ и феноиндикация высотно-поясных комплексов типов леса (на примере гумидных районов Саян): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 1992. – 16 с.
17. *Степанов Н.В.* Флорогенетический анализ (на примере северо-восточной части Западного Саяна): учеб. пособие. – Красноярск: Изд-во КГУ, 1994. – С 79.
18. Воздействие низовых пожаров на жизнеспособность и антиоксидантную защиту молодняков сосны обыкновенной в Красноярской лесостепи / *Н.Е. Судаchkova, И.Л. Милютинa, Л.И. Романова* [и др.] // Лесоведение. – 2015. – № 2. – С. 16–25.
19. *Шешуков М.А., Пешков В.В.* О соотношении понятий «огнестойкость», «пожароустойчивость» и «пирофитность» // Лесоведение. – 1984. – № 5. – С. 60–63.
20. *Оскорбин П.А., Бугаева К.С.* Динамика структуры островных боров Красноярской лесостепи под влиянием рубок ухода // Хвойные бореальной зоны. – 2007. – № 4–5. – С. 408–413.
21. *Казанцева М.Н., Чернобай Е.С.* Особенности послепожарной сукцессии березняка разнотравного в подтайге Западно-Сибирской равнины // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2011. – № 11. – С. 102–109.

