

УДК 631.618+574.42

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ И СЕМЕНОШЕНИЕ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ОТВАЛАХ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КУЗБАССА

В. И. Уфимцев*Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН
650065, Кемерово, просп. Ленинградский, 10*E-mail: uwu2079@gmail.com*Поступила в редакцию 02.02.2016 г.*

Проведен учет возобновления в пяти градах сомкнутости крон насаждений сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. II класса возраста, произрастающих на отвалах в четырех эколого-географических районах Кузбасса. Установлена отрицательная корреляция параметров возобновления и гидротермического коэффициента местности. Наиболее благоприятные условия складываются в степном ядре, где количество всходов, самосева и подростка достигает 110 тыс. шт./га при сомкнутости крон 50 % и густоте древостоя 0.75 тыс. деревьев II класса возраста на 1 га. При понижении или повышении сомкнутости основного яруса количественные характеристики снижаются. Наименьшее количество зафиксировано в горно-таежном районе – от 0.4 до 23 тыс. шт./га с тенденцией к увеличению по мере повышения сомкнутости крон. Районы северной и южной лесостепи по количественным признакам возобновления занимают промежуточное положение. Количество подростка имеет тесную положительную корреляционную связь с текущим плодоношением древостоев – в районе степного ядра созревает до 3.7 млн семян, а в горно-таежном – до 0.39 млн семян на 1 га. Посевные качества семян (масса 1000 шт., энергия прорастания, всхожесть) и морфометрические характеристики выращенных из них 2-летних сеянцев (высота, диаметр, балл жизненного состояния) не имеют статистически достоверных различий, но указанные характеристики выше, чем в насаждениях на зональных почвах. Это свидетельствует о благоприятности условий отвалов для естественного возобновления сосны обыкновенной, высокой актуальной репродукции сосновых насаждений в лесостепных районах и степном ядре, а также потенциальных возможностях естественного возобновления насаждений в горно-таежном районе юга Кузбасса.

Ключевые слова: *сосна обыкновенная, отвалы, сомкнутость крон, возобновление, подрост, семеношение.*

DOI: 10.15372/SJFS20160608

ВВЕДЕНИЕ

Естественное лесовозобновление – ведущий признак устойчивости лесных формаций. Возобновлению сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L., как одной из главных лесообразующих пород Северной Евразии, посвящено большое количество научных исследований, причем весомая экологическая значимость принадлежит работам, посвященным возобновлению сосновых лесов в экстремальных условиях, например после пожаров (Санникова, 2009; Ключников, Парамонов, 2010) и антропогенного воздействия (Галецкая, 2007; Горбунов, Цветков, 2009). К такому относятся и условия отвалов вскрышных горных пород – техногенных образований уголь-

ной промышленности, которые характеризуются высокой степенью олиготрофности и ксероморфизма. Естественному поселению сосны обыкновенной на отвалах в результате налета семян с сопредельных ненарушенных территорий уделено внимание в работах А. И. Лукьянца (1974), Л. П. Баранника и Е. Р. Кандрашина (1979), Т. С. Чибрик с соавт. (2012), отметивших успешность зарастания отвалов лесной растительностью. Однако изучения возобновления уже произрастающих на отвалах насаждений и обсеменения территории их собственными семенами не проводилось.

Формирование древесных насаждений на отвалах можно наблюдать с нулевой отметки сукцессионного развития экосистем (Мурзакма-

тов, Шишкин, 2009), при этом успешность возобновления можно расценивать как индикатор соответствия складывающихся экологических условий биологии вида. Посадка на отвалах сосны обыкновенной значительно ускоряет формирование хвойных насаждений, минуя стадии луговых фитоценозов (в лесостепных районах) или березняков (в горно-таежных) (Куприянов и др., 2010), однако дальнейшее их функционирование будет целиком зависеть от текущей и потенциальной способности к самовоспроизводству, а также от влияния присущих отвалам специфических природно-техногенных факторов.

Созданные на отвалах Кузбасса насаждения только вступили в период плодоношения, а наиболее старшие из них еще находятся в стадии жердняка (II класс возраста – 20–40 лет) и приближаются к средневозрастным. Под покровом материнских деревьев формируется второе поколение, которое выступает биологическим механизмом сохранения популяции. При дальнейшем смыкании крон деревьев процесс лесовозобновления, очевидно, достигнет метастабильного состояния, при котором вновь формирующийся подрост при конкуренции со старшими особями будет испытывать угнетение и основного яруса либо не достигнет, либо достигнет лишь по мере естественной смены поколений.

Возобновление сосны обыкновенной на отвалах следует рассматривать как динамически неустойчивое (Мелехов, 1968), так как в процессе взросления древостоев современное состояние и характеристики возобновления могут претерпеть значительные изменения. Более полное представление о репродуктивных возможностях насаждений на отвалах можно получить, несколько расширив спектр исследований, включив в задачи не только изучение текущих характеристик подростка, но и оценку параметров семеношения древостоев, свойств семян и качества вырастающих из них сеянцев *ex vivo*.

В связи с этим цель данной работы – исследование особенностей возобновления насаждений сосны обыкновенной на отвалах Кузбасса. Ключевым условием данной работы было соотнесение изучаемых параметров между собой и природно-климатическими условиями районов расположения отвалов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые исследования проводили на отвалах угольной промышленности, на которых осуществлена лесная рекультивация с исполь-

зованием сосны обыкновенной. Заложены экспериментальные полигоны в четырех эколого-географических районах (ЭГР) Кузбасса (Экологическая карта..., 1995): северная лесостепь (СЛ) – разрез Кедровский, южная лесостепь центральной части (степное ядро) Кузнецкой котловины (СЯ) – разрез Бачатский, южная лесостепь южной части Кузнецкой котловины (ЮЛ) – разрез Бунгурский и среднегорный таежный район (ГТ) – разрез Красногорский. Районы существенно различаются по гидротермическому коэффициенту Селянинова (ГТК), который, по средним многолетним данным сумм температур и осадков вегетационного периода (Климат..., 2016), последовательно возрастает от 0.9 в СЯ (зона неустойчивого увлажнения), 1.0 – в СЛ и 1.2 – в ЮЛ (зона обеспеченного увлажнения) до 1.6 – в ГТ (зона избыточного увлажнения) (табл. 1).

Участки рекультивации обладают сходством лесорастительных условий: отвалы сформированы транспортным способом без нанесения плодородного или потенциально плодородного слоя, субстрат отвалов сложен из гетерогенной смеси песчаников и аргиллитов с различной степенью физического выветривания, во фракционном составе верхнего (0–10 см) слоя преобладает, как правило, гравийная фракция (1–3 мм) – 30–52 %, содержание мелкозема (< 1 мм) составляет 10–47 %. Под покровом насаждений преобладают эмбриоземы органо-генно-аккумулятивные, локально – дерновые (табл. 2).

Насаждения – одновидовые культуры сосны обыкновенной 25–28-летнего возраста, I–II класса бонитета, с преобладанием деревьев I категории жизненного состояния (здоровые деревья без признаков угнетения) (табл. 3). Работы проводили в 2014 г. на пробных площадях (ПП), заложенных по ОСТ 56-69-83 (1983) в древостоях с различной сомкнутостью крон (30, 50, 70 и 90 %) и на прилегающих участках луговины на расстоянии 50 м от изучаемого древесного массива. Во всех случаях выбирали участки без следов низовых пожаров. Таким образом, в каждом ЭГР заложено по 5 ПП.

Для исследования возобновления использован метод учетных площадок (УП) А. В. Побединского (1966): на каждой ПП отработано по 50 УП размером 1 × 1 м. На УП подсчитывали все экземпляры с распределением по морфологическим признакам (окраске и длине хвои, форме кроны, ее протяжению, компактности, целостности коры и др.) на 3 категории: не-

Таблица 1. Общая характеристика районов исследования

Показатель	ЭГР			
	СЛ	СЯ	ЮЛ	ГТ
Координаты полигона	N 55°32'33.09" E 86°04'11.06"	N 54°16'09.24" E 86°09'00.75"	N 53°38'56.81" E 86°53'26.92"	N 53°42'01.75" E 88°06'27.58"
Среднегодовое количество осадков, мм	450–500	350–400	550–600	600–800
Сумма эффективных температур (> +5 °С)	1900–2100	2100–2300	2000–2200	1800–2000
ГТК Селянинова	1.0	0.9	1.2	1.6
Растительное окружение	Вторичные березовые леса, кустарники, остепненные луга	Луговые степи, остепненные луга	Остепненные луга, березово-пихтовые леса	Пихтовые кустарниково-широколиственные леса
Рельеф отвала	Ровный	Юго-восточный склон, 7°–10°	Южный склон, 3°–5°	Ровный
*Влажность почвы, %:				
П	17.8	16.9	15.9	16.6
ПК	17.7	24.4	20.4	26.0
В	16.9	21.3	19.6	23.0
Живой напочвенный покров	<i>Dactylis glomerata</i> , <i>Centaurea scabiosa</i> , <i>Agrostis gigantea</i> , <i>Achillea millefolium</i>	<i>Melilotus officinalis</i> , <i>Poa angustifolia</i> , <i>Sonchus arvensis</i> , <i>Geranium pseudosibiricum</i>	<i>Calamagrostis epigeios</i> , <i>Melilotus officinalis</i> , <i>Potentilla anserina</i> , <i>Poa angustifolia</i>	<i>Dactylis glomerata</i> , <i>Leucanthemum vulgare</i> , <i>Dracopcephalum nutans</i> , <i>Betula pendula</i>

Примечание. * – влажность почвы под покровом насаждений в начале вегетации: П – подкروновые пространства; ПК – прикroновые; В – внекroновые.

Таблица 2. Общая характеристика эмбриоземов под покровом насаждений

ЭГР	Повторность	Доля фракций (мм), %				pH _{вод}	Содержание основных элементов питания		
		< 1	1–3	3.1–10	> 10		N _{общ.} , %	P ₂ O ₅	K ₂ O
								мг/кг	
СЛ	1	47	33	18	2	7.4	0.27	71	8.2
	2	19	35	38	9	7.7	0.23	76	3.8
	3	20	33	41	5	7.3	0.36	140	4.4
СЯ	1	21	52	25	1	8.0	0.17	36	10.6
	2	20	47	24	8	7.7	0.48	66	20.8
	3	16	34	35	14	7.8	0.42	40	17.6
ЮЛ	1	18	33	36	13	6.9	0.61	100	3.6
	2	30	40	25	6	7.9	0.82	151	4.8
	3	27	46	27	0	7.5	0.2	106	10.6
ГТ	1	16	31	23	20	7.2	0.3	316	10.0
	2	10	30	25	27	6.8	0.15	272	6.0
	3	18	33	31	19	7.5	0.26	130	4.6

благонадежные, сомнительные, благонадежные (Парамонов, 1972). Определяли возрастную структуру возобновления: всходы (1 год), самосев (2–5 лет), подрост (старше 5 лет). По высоте весь подрост делили на 3 категории: мелкий – до 50 см, средний – 51–150 см и крупный – более 151 см (Побединский, 1969).

Для оценки семеношения древостоев проводили учет урожая семян по среднегодовому количеству опавших шишек, умноженному на среднее число полновесных семян в шишке на каждом полигоне (Lehto, 1956; Санникова и др., 2010). Для подсчета взят 12-летний период, поскольку начало массового плодоношения на

Таблица 3. Таксационная характеристика насаждений

*ПП	Густота, шт./га	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Сумма площадей сечений, м ² /га	Относительная полнота
<i>Северная лесостепь (СЛ)</i>					
СЛ-30	328	8.0 ± 0.3	15.6 ± 0.4	9.78	0.42
СЛ-50	675	9.5 ± 0.1	14.2 ± 0.5	8.61	0.37
СЛ-70	938	9.7 ± 0.1	13.4 ± 0.7	13.25	0.57
СЛ-90	2345	9.1 ± 0.2	11.1 ± 0.6	25.08	1.09
<i>Степное ядро (СЯ)</i>					
СЯ-30	791	9.0 ± 0.3	12.5 ± 1.4	20.0	0.8
СЯ-50	887	8.4 ± 0.2	14.2 ± 1.3	14.1	0.6
СЯ-70	2128	10.4 ± 0.1	15.9 ± 0.8	29.1	1.2
СЯ-90	5132	9.5 ± 0.5	17.1 ± 1.2	56.5	2.45
<i>Южная лесостепь (ЮЛ)</i>					
ЮЛ-30	192	9.8 ± 0.3	22.1 ± 1.1	7.5	0.33
ЮЛ-50	748	10.1 ± 0.4	22.3 ± 1.8	7.3	0.32
ЮЛ-70	1226	11.0 ± 0.3	20.4 ± 1.3	11.2	0.49
ЮЛ-90	2981	12.4 ± 0.4	14.1 ± 0.4	22.1	0.95
<i>Среднегорный таежный (ГТ)</i>					
ГТ-30	337	10.9 ± 0.2	19.3 ± 0.8	9.2	0.39
ГТ-50	753	9.8 ± 0.1	16.1 ± 0.9	17.8	0.77
ГТ-70	1735	11.1 ± 0.3	13.8 ± 0.6	26.3	1.14
ГТ-90	2793	11.0 ± 0.2	10.6 ± 0.3	26.7	1.16

Примечание. * – обозначение ПП: слева – район исследования, справа – сомкнутость крон древостоя.

отвалах наступает в 15-летнем возрасте, а средний возраст исследуемых древостоев составляет 27 лет.

Для определения посевных качеств семян отбор шишек проводили в марте 2014 г. на ПП и в контроле. В качестве контрольного варианта использовали семена, собранные в культурах сосны обыкновенной 25-летнего возраста в Кузбасском ботаническом саду (г. Кемерово), произрастающих на аллювиально-луговых почвах. После тепловой обработки в помещении семена извлекали, формировали средние навески по 100 шт. в трехкратной повторности по каждому ЭГР и контролю. Определяли массу 1000 семян и всхожесть. Энергию прорастания (сут) определяли по формуле

$$E = \frac{x_1 + x_2 \times 2 + x_3 \times 3 + \dots + x_n \times n}{X},$$

где x_1, \dots, x_n – число проросших семян в первые, вторые и последующие сутки, %; n – стандартный срок для определения всхожести семян сосны (7 сут); X – полная лабораторная всхожесть семян, %.

Для сравнительной оценки качества семян в начале мая 2014 г. собранные семена

высевали в специально подготовленные вегетационные ящики размером 1.5 × 1.5 м и глубиной 20 см, которые заполняли субстратом следующего состава: 1 часть речного песка, 1 часть торфа и 1 часть верхнего слоя гумусового горизонта чернозема выщелоченного. Перед посевом семена обрабатывали препаратом «МАКСИМ КС» для профилактики полегания всходов. Уход за сеянцами состоял в периодическом поливе при длительном отсутствии осадков и прополке. Морфометрические измерения сеянцев проводили в конце второго вегетационного периода – в сентябре 2015 г. Жизненное состояние сеянцев определяли по 5-балльной шкале: 1 балл – очень плохое (хвоя мало, она недоразвита), 2 балла – плохое (хвоя пожухлая, сухая, неравномерная по длине, закрученная или сильно укороченная), 3 балла – удовлетворительное (неравномерное распределение хвои или частичные повреждения), 4 балла – хорошее (равномерное распределение в целом здоровой хвои), 5 баллов – отличное (хвоя густая, интенсивно зеленого цвета, более 2 см в длину) (Баранник, 1988).

Математическая обработка материалов проведена с помощью ПО Untitled и MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Количественные и качественные характеристики возобновления. Подрост сосны обыкновенной отмечен на всех ПП каждого ЭГР. На прилегающих к насаждениям участках возобновление сосны неудовлетворительное – 0,5–1,0 тыс. шт./га, встречаемость спорадическая – 5–21 %. Максимальное количество подроста сосны в СЛ, СЯ и ЮЛ сосредоточено в насаждениях с сомкнутостью крон 50 %; как при уменьшении сомкнутости, так и при повышении отмечено его снижение (рис. 1, А). Тренды количества подроста между указанными ЭГР не перекрываются, что свидетельствует о закономерной связи данного показателя с условиями произрастания. В ГТ количество подроста достигает максимума при 90%-й сомкнутости, что свидетельствует о противоположном эффекте конкуренции. Максимальное количество (тыс. шт./га) отмечено в СЯ – 110.0 ± 13.0 , далее следуют СЛ – 82.0 ± 9.0 , ЮЛ – 38.0 ± 4.0 и ГТ – 14.0 ± 2.5 при 50 % и 23.0 ± 2.1 при 90%-й сомкнутости. Максимальное количество подроста последовательно снижается по мере повышения ГТК от предыдущего ЭГР к каждому последующему: на 26 % – от СЯ к СЛ, на 54 % – от СЛ к ЮЛ, на 41 % – от ЮЛ к ГТ.

Встречаемость подроста носит более сглаженный характер (рис. 1, Б). В СЯ и СЛ она высокая во всех категориях сомкнутости крон и составляет 80–100 %, в ЮЛ растет до сомкнутости крон 70 %, достигает величины 85 %, а при 90 % резко снижается до 4 %. В ГТ в мало- и среднесомкнутых древостоях встречаемость подроста низкая – 7–53 %, в высокосомкнутых существенно возрастает и достигает 61–88 %.

Возможно, в ЮЛ и особенно в ГТ приуроченность подроста к сомкнутым древостоям имеет обратную связь с фактором увлажнения. Как известно, при высокой сомкнутости происходит перераспределение осадков и подкروновые пространства становятся зонами ксероморфности, что и определяет благоприятность условий для всходов и самосева сосны по сравнению с более увлажненными прикромовыми и внешними участками.

Корреляционный анализ показывает обратную связь количества подроста и ГТК. Тесная связь отмечается при сомкнутости 50 и 30 % – 0.87 и 0.72 соответственно, средняя – при 70 % – 0.58 и низкая – при 90 % – 0.40. Таким образом, наиболее успешное возобновление происходит в ксероморфных условиях отвалов степного ядра (рис. 2).

По категориям возраста в лесостепных районах преобладает подрост – 76–100 %. Самосев в количестве 5–14 % присутствует в средне- и высокосомкнутых древостоях, весомая доля всходов представлена только в высокосомкнутых – 5–10 % (табл. 4).

Средний возраст подроста составляет в СЛ 7 лет, в СЯ – 6, в ЮЛ – 12 лет, его максимальный возраст по районам на 1–2 года выше среднего. По высоте повсеместно преобладает средний и мелкий подрост.

Это свидетельствует о одновременном продуктивном обсеменении поверхности отвалов, которое, вероятно, имело место при первом массовом плодоношении древостоев в 15–20-летнем возрасте.

Всходы последних лет, возможно, не сохраняются вследствие усиления конкуренции со стороны подроста. В ГТ категория самосева на

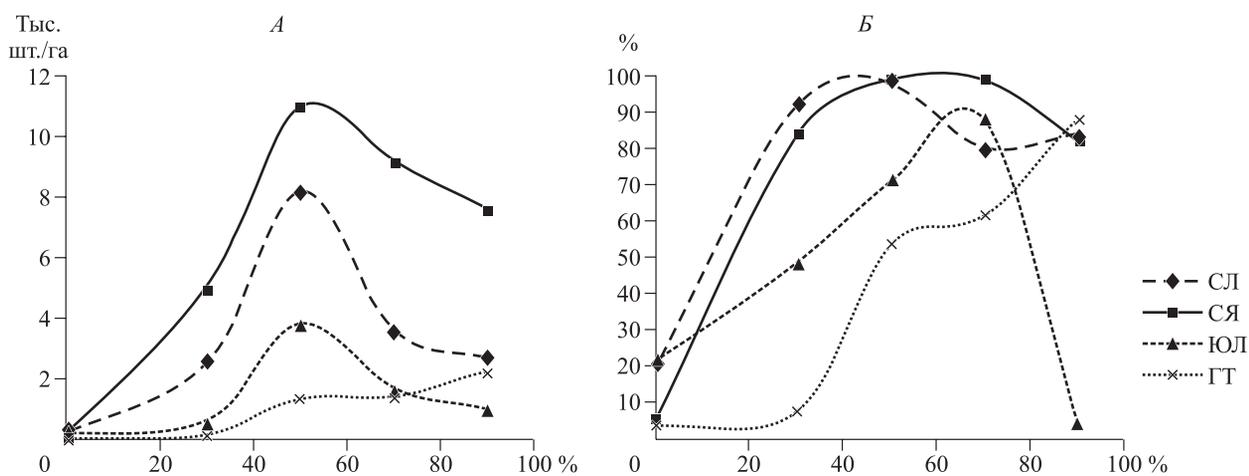


Рис. 1. Количество возобновления (А) и его встречаемость (Б) в условиях различной сомкнутости крон.

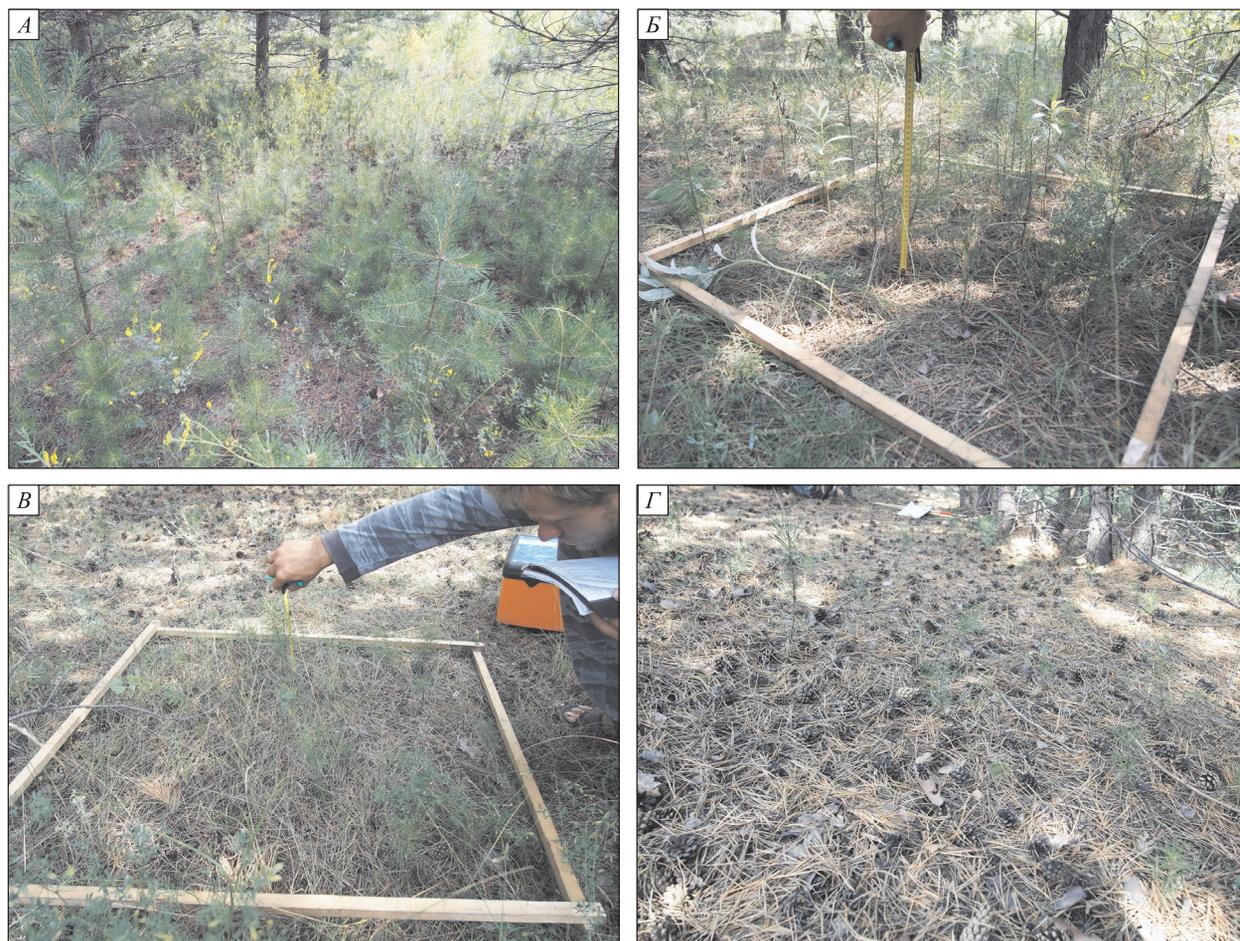


Рис. 2. Внешний вид подростка сосны обыкновенной на отвалах разреза Бачатский при различной сомкнутости крон, %: А – 30, Б – 50, В – 70, Г – 90.

всех ПП преобладает – 63–72 %, за исключением разреженных, а в условиях высокой сомкнутости доля всходов возрастает до 28 %. Максимальный зафиксированный возраст подростка в ГТ составляет 8 лет, а величина среднего возраста, учитывая высокую возрастную неоднородность возобновления, не является достоверной.

Исключение составляют разреженные и среднесомкнутые древостои в СЯ, где преобладает крупный подрост, что, учитывая его возраст, свидетельствует о высоком линейном приросте возобновления при ослабленном влиянии древостоя.

Семеношение сосняков на отвалах. Важнейшим фактором лесовозобновления является обсемененность территории, зависящая непосредственно от количества созревающих семян в древостоях. Максимальное количество семян формируется при 70%-й сомкнутости, распределение ЭГР по этому показателю соответствует распределению по подросту: максимальное количество (тыс. шт./га) созревших семян отмечено в СЯ – 3729 ± 210 , далее сле-

дует СЛ – 2603 ± 270 , затем ЮЛ – 1857 ± 230 и ГТ – 3125 ± 230 . Это свидетельствует о высокой связи количества подростка на отвалах с количеством созревающих семян в молодняках II класса возраста (рис. 3, А).

Учитывая одинаковый возраст насаждений, разницу по параметрам семеношения при повышении ГТК можно объяснить или более поздним вступлением древостоев в генеративную стадию, или подавлением репродукции сосны обыкновенной вообще (Ефимов, Чертов, 1976; Милютин и др., 2013). Возможно, оба явления взаимосвязаны, но на данном возрастном этапе насаждений их разграничение невыполнимо. Если преобладает первое явление, в дальнейшем между эколого-географическими районами Кузбасса существует вероятность выравнивания репродуктивных возможностей насаждений, если преобладает второе – такой перспективы, скорее всего, нет и насаждения в ГТ так и будут иметь значительно более низкий потенциал возобновления, чем в благоприятных условиях СЯ или СЛ.

Таблица 4. Структура возобновления по категориям возраста, высоты и жизненного состояния, %

Район	Категория возраста*			Категория высоты**			Категория состояния***		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Северная лесостепь (СЛ)</i>									
СК-0	0	0	100	17	78	5	1	45	54
СЛ-30	0	0	100	2	59	39	1	25	74
СЛ-50	1	10	89	92	8	0	1	96	3
СЛ-70	1	8	91	100	0	0	27	72	1
СЛ-90	6	12	82	100	0	0	19	78	3
<i>Степное ядро (СЯ)</i>									
СЯ-0	0	0	100	0	100	0	0	0	100
СЯ-30	0	0	100	40	46	14	0	56	44
СЯ-50	1	5	94	92	4	4	0	84	16
СЯ-70	5	12	83	100	0	0	0	95	5
СЯ-90	8	15	77	100	0	0	3	93	4
<i>Южная лесостепь (ЮЛ)</i>									
ЮЛ-0	0	0	100	0	90	10	4	10	86
ЮЛ-30	0	0	100	10	9	81	0	28	72
ЮЛ-50	0	0	100	25	41	34	4	87	9
ЮЛ-70	2	7	91	39	59	2	20	80	0
ЮЛ-90	10	14	76	100	0	0	100	0	0
<i>Среднегорный таежный (ГТ)</i>									
ГТ-0	2	14	84	28	72	0	0	16	84
ГТ-30	0	31	69	3	27	70	0	18	82
ГТ-50	10	63	27	77	23	0	4	81	15
ГТ-70	8	72	20	100	100	0	5	95	0
ГТ-90	28	64	8	100	0	0	1	99	0

Примечания. *1 – всходы, 2 – самосев, 3 – подрост; **1 – мелкие, 2 – средние, 3 – крупные; ***1 – неблагонадежные, 2 – сомнительные, 3 – благонадежные.

Соотношение количества возобновления к количеству созревших семян – один из показателей сохранности возобновления (рис. 3, Б). По градациям мало- и среднесомкнутых древостоев выделяется СЯ – на 100 семян приходится 11.6–14.4 экз. подроста – в 2–6 раз больше, чем в других районах, по высокосомкнутым резко преобладает ГТ – 30.5 экз. на 100 семян. Во всех наблюдается увеличение при сомкнутости крон

30–50 %, затем – снижение и снова незначительное увеличение при сомкнутости 90 % в СЯ и резкое – в 10 раз по сравнению с предыдущей градацией – увеличение в ГТ. Анализ трендов данного соотношения показывает, что в условиях неустойчивого увлажнения (СЯ) закрепляется и сохраняется большее количество семян, а в условиях избыточного увлажнения (ГТ) наибольшая сохранность всходов происходит в

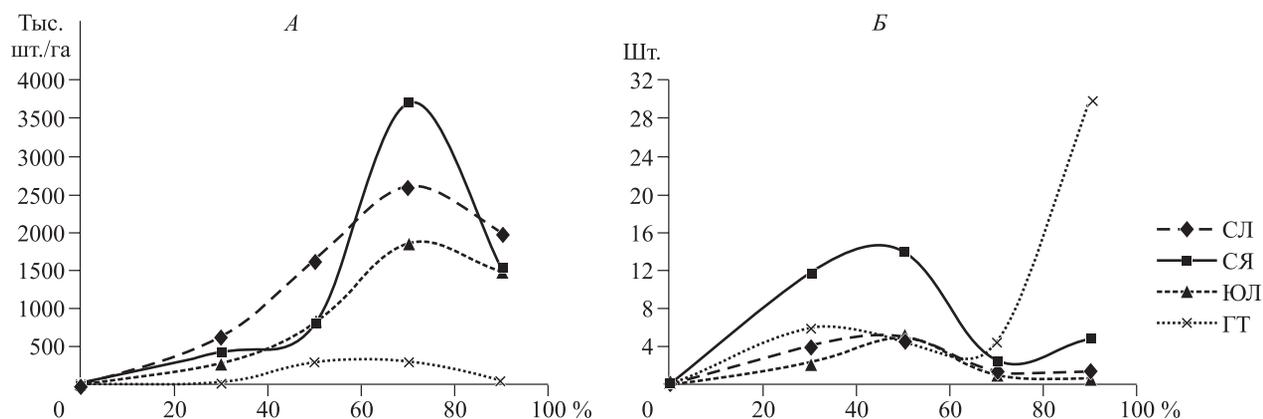


Рис. 3. Семенная продуктивность насаждений в год (А) и количество экземпляров возобновления на 100 созревших семян (Б) при различной сомкнутости крон.

Таблица 5. Характеристика посевных качеств семян сосны

ЭГР	Масса 1000 семян		Энергия прорастания		Всхожесть		Класс качества семян
	X_{cp} , г	CV , %	X_{cp} , сут	CV , %	X_{cp} , %	CV , %	
СЛ	6.2 ± 0.2	8.6	5.1 ± 0.2	9.5	94 ± 1	1.8	I
СЯ	6.5 ± 0.1	9.8	4.5 ± 0.1	5.1	99 ± 1	3.6	I
ЮЛ	7.0 ± 0.1	9.0	5.2 ± 0.2	5.3	90 ± 2	4.7	I
ГТ	7.5 ± 0.2	4.0	4.9 ± 0.3	7.0	92 ± 1	2.3	I
Контроль	6.7 ± 0.3	11.6	6.6 ± 0.3	10.6	82 ± 3	6.4	II

подкроновом пространстве при мощном влагоустраняющем эффекте материнских особей.

Средняя масса 1000 семян является достаточно стабильным показателем и зависит, как правило, от экотипа сосны (Стрелковский, Курпьянов, 2002). На ПП и в контроле она составила 6.2–7.5 г, что соответствует диапазону в пределах одной экологической группы (табл. 5).

Повышенные энергия прорастания (Эп) и всхожесть (Вс), которые обнаружены у семян, собранных с ПП в СЯ, – 4.5 сут и 99 % соответственно – существенно выше, чем в контроле (6.6 сут и 82 % соответственно). В ЮЛ, СЛ и ГТ Эп и Вс не имеют существенных различий и составляют 4.9–5.2 сут и 92–94 % соответственно.

Таким образом, у сосны обыкновенной, выросшей в олиготрофных условиях отвалов, посевные качества семян выше, чем на зональных почвах Кузбасса, что свидетельствует о благоприятности условий отвалов для произрастания и высоком потенциале естественного возобновления насаждений сосны обыкновенной.

Качественная характеристика семян, полученных из семян с отвалов. Сеянцы, выращенные из семян в вегетационном опыте, по ЭГР характеризуются существенными морфологическими различиями (табл. 6).

После 2-го года вегетации у сеянцев из СЯ отмечается наиболее высокая жизненность – доля сеянцев с 5 баллами составляет 96 % (в контроле – 89 %), они имеют максимальные показатели роста – средняя высота составляет 16.4 см (в 2 раза выше, чем в контроле – 8.2 см),

диаметр – 7.1 мм (в контроле – 4.5). В СЛ и ЮЛ высота сеянцев – 9.8 и 8.3 см, а их диаметр – 3.2 и 4.4 мм соответствуют контролю или приближены к нему, жизненность несколько ниже – 81 и 84 % соответственно.

Высокие морфологические показатели отмечены у сеянцев, выращенных из семян в ГТ: доля 5-балльных сеянцев составляет 90 %, высота – 14.5 см, диаметр – 5.4 мм, что приближено к показателям СЯ и, как и высокие посевные качества семян (энергия прорастания и всхожесть), свидетельствует об отсутствии влияния ГТК на качественные показатели репродукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возобновление сосны обыкновенной в насаждениях на отвалах угольной промышленности в лесостепных районах Кузбасса характеризуется хорошими и отличными параметрами количества и встречаемости подроста и может оцениваться как успешное. Наиболее высокие параметры отмечены в степном ядре с устойчивым уровнем увлажнения. По мере увеличения гидротермического коэффициента в эколого-географических районах отмечается последовательное снижение параметров возобновления, что, возможно, связано с биологическими особенностями сосны как выразительного ксерофита. Актуальные репродуктивные возможности сосновых насаждений наиболее высоки в разреженных и среднесомкнутых насаждениях с сомкнутостью крон 50 % и густотой в

Таблица 6. Морфометрические показатели двухлетних сеянцев в эксперименте

Район	Высота		Диаметр		Доля сеянцев по баллам жизненности, %		
	X_{cp} , см	CV , %	X_{cp} , мм	CV , %	3	4	5
СЛ	9.8 ± 0.05	13.4	3.2 ± 0.2	8.8	10	9	81
СЯ	16.4 ± 0.03	11.0	7.1 ± 0.1	8.4	0	4	96
ЮЛ	8.3 ± 0.12	10.1	4.4 ± 0.2	8.0	0	16	84
ГТ	14.5 ± 0.08	13.3	5.4 ± 0.1	5.1	4	6	90
Контроль	8.2 ± 0.11	13.7	4.5 ± 0.1	4.1	5	6	89

период II класса возраста 0.6–0.9 тыс. деревьев на 1 га, где формируется максимальное количество семян.

Текущее состояние возобновления сосны на отвалах горно-таежных районов с избыточным увлажнением оценивается как неудовлетворительное. Однако если учитывать высокие посевные качества формирующихся семян и морфометрические параметры выращенных из них сеянцев, насаждения сосны на отвалах среднегорного таежного района могут обладать и потенциально высокими количественными репродуктивными возможностями, реализация которых, вероятно, ограничивается регулятивным воздействием гидротермических условий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баранник Л. П. Биоэкологические принципы лесной рекультивации. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. 81 с.
- Баранник Л. П., Кандрашин Е. Р. Лесовозобновление на породных отвалах Южного Кузбасса // Почвообразование в техногенных условиях. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. С. 172–179.
- Галецкая Г. А. Влияние антропогенных факторов на возобновление сосны обыкновенной в ленточных борах Алтайского края: автореф. ... дис. канд. с.-х. наук. Барнаул, 2007. 16 с.
- Горбунов А. С., Цветков П. А. Естественное возобновление в рекреационных сосняках зеленой зоны г. Красноярска // Хвойные бореальной зоны. 2009. Т. XXVI. № 2. С. 244–248.
- Ефимов Ю. П., Чертов Н. К. Влияние метеорологических факторов на цветение и плодоношение сосны обыкновенной // Генетика, селекция, семеноводство и интродукция лесных пород. Воронеж, 1976. С. 64–66.
- Климат Кемеровской области // Кемеровский ЦГМС – филиал ФГБУ Западно-Сибирское УГМС, 2016. <http://meteo-kuzbass.ru/pogoda/climate>
- Ключников М. В., Парамонов Е. Г. Естественное возобновление сосны на вырубках и гарях в Приобье // Вестник АГАУ. 2010. № 4. Т. 66. С. 56–60.
- Куприянов А. Н., Манаков Ю. А., Баранник Л. П. Восстановление экосистем на отвалах угледобывающей промышленности. Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2010. 160 с.
- Лукьянец А. И. Естественное возобновление древесных растений на железорудных отвалах открытых разработок Карпинско-Волчанского бурогоугольного бассейна // Растения и промышленная среда. Сб. 3. 1974. С. 138–157.
- Мелехов И. С. Динамическая типология леса // Лесн. хоз-во. 1968. № 3. С. 15–21.
- Милютин Л. И., Жамъянсурен С., Барченков А. П., Новикова Т. Н., Бужинлхам Ц. Изменчивость качества семян лиственницы и сосны в Монголии и прилегающих районах России // Лесоведение. 2013. № 1. С. 3–8.
- Мурзакматов Р. Т., Шишкин А. С. Лесообразовательный процесс на отвалах Бородинского бурогоугольного разреза // Лесн. таксация и лесостроительство. 2009. № 1 (41). С. 29–32.
- ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесостроительные: методы закладки. М., 1983. 11 с.
- Парамонов Е. Г. Разделение подроста сосны по жизнеспособности // Лесн. хоз-во. 1972. № 5. С. 24–25.
- Побединский А. В. Изучение лесовосстановительных процессов. М., 1966. 59 с.
- Побединский А. В. Оценка успешности естественного возобновления // Лесн. хоз-во. 1969. № 1. С. 29–31.
- Санникова Н. С. Особенности возобновления сосны после пожаров под пологом боров лесостепи Западной Сибири // Лесоведение. 2009. № 4. С. 58–65.
- Санникова Н. С., Санников С. Н., Гриценюк А. П., Егоров Е. В., Петрова И. В. Экогеографические особенности семеношения и естественного возобновления сосны на гарях в сосновых лесах Забайкалья // Сиб. экол. журн. 2010. № 2. С. 231–237.
- Стрелковский А. Н., Куприянов А. Н. Характеристика *Pinus sylvestris* L. subsp. *kulundensis* // Мат-лы II Междунар. науч.-практ. конф. «Антропогенное воздействие на лесные экосистемы». Барнаул, 2002. С. 126–128.
- Чибрик Т. С., Лукина Н. В., Филимонова Е. И., Глазырина М. А. Структура и динамика лесных фитоценозов на нарушенных промышленностью землях // Изв. Самарск. науч. центра РАН. 2012. Т. 14. № 1–5. С. 1403–1406.
- Экологическая карта Кемеровской области. Масштаб 1: 500 000. М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1995.
- Lehto J. N. Tutkimuska mannyn lyontaisesta uulistumisesta Etela-Suomen kangasmailla // Acta For. Fenn. 1956. V. 66. P. 96–107.

NATURAL REGENERATION AND SEED PRODUCTION OF PINE STANDS ON THE DUMPS OF COAL MINING INDUSTRY IN KUZBASS

V. I. Ufimtsev

*Federal Research Center on Coal and Coal Chemistry, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Prospekt Leningradskii, 10, Kemerovo, 650065 Russian Federation*

E-mail: uwy2079@gmail.com

On the basis of the accounting of undergrowth in 5 gradations of crown closure density of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands, growing on the dumps in 4 ecological-geographic areas of Kuzbass, inverse relation of parameters of renewal from hydrothermal coefficient of the district is established. Optimum conditions develop in a steppe kernel where the number of shoots, seed production and undergrowth reaches 110 thousand trees per hectare with crown closure of 50 % and density of forest stand of 0.75 thousand trees of the II class of age on 1 hectare. At decrease or increase of forest canopy density of the main tree stand layer quantitative characteristics decrease. The smallest amount of undergrowth is recorded in the mountain-taiga area – from 0.4 to 23 thousand trees per hectare with a tendency to increase in the process of increasing crown closure. Areas of the northern forest-steppe and the southern forest-steppe on quantitative signs of renewal are intermediate. The number of undergrowth has high direct correlation dependence on the size of the current fructification of forest stands – around a steppe kernel ripens to 3.7 million seeds on 1 hectare, in mountain and taiga – to 0.39 million seeds on 1 hectare. Sowing qualities of seeds – the weight 1000, energy of germination and viability, and morphometric characteristics of 2-year seedlings, which are grown up from them – height, diameter and point of a vital state between ecological-geographic areas have no statistically reliable distinctions, but the characteristics stated above, than in the stands on zone soils. It testifies to usefulness of dumps' conditions for natural regeneration of Scots pine, high actual reproductive opportunities for pine stands in forest-steppe areas and a steppe kernel, and also potential opportunities of the stands in the mountain and taiga region of the southern Kuzbass.

Keywords: *Scots pine, dumps, crown closure, regeneration, undergrowth, seed production.*

How to cite: *Ufimtsev V. I. Natural regeneration and seed production of pine stands on the dumps of coal mining industry in Kuzbass // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Siberian Journal of Forest Science). 2016. N. 6: 84–93 (in Russian with English abstract).*