

Л.Ф. Кирпичева, Е.С. Пидгайна [и др.] // Збереження та реконструкція Ботанічних садів і дендропарків в умовах сталого розвитку: матеріали IV Міжнародної наукової конференції. – Біла Церква, 2013 – С. 144–146.

Literatura

1. Avtonomnaya Respublika Krym: atlas. – Kiev; Simferopol', 2003. – 31s.
2. *Bejdeman I.N.* Metodika izucheniya fenologii rastenii i rastitel'nyh soobshchestv. – Novosibirsk: Nauka, 1974. – 156 s.
3. Botanicheskij sad Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo / *A.I. Repeckaya, I.G. Savushkina, V.V. Leonov* [i dr.]. – Kiev: Lybid', 2008. – S. 124–146.
4. *Bylov V.N.* Osnovy sravnitel'noi sortoocenki dekorativnyh rastenii // *Introdukciya i selekciya cve-tochno-dekorativnyh rastenij.* – M.: Nauka, 1978. – S. 7–32.
5. *Bylov V.N.* Osnovy sortoizucheniya i sortoocenki dekorativnyh rastenij pri introdukcii // *Byul. Glav. botan. sada AN SSSR.* – 1971. – Vyp. 81. – S. 69–77.
6. *Vazhov V.I.* Agroklimaticheskoe rajonirovanie Kryma // *Tr. Nikit. botan. sada.* – 1977. – T. 71. – S. 92–120.
7. *Kirpicheva L.F.* Genofond irisov Botanicheskogo sada Tavricheskogo nacional'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo // *Byul. Gos. Nikitskogo botan. sada.* – YAlta, 2009. – Vyp. 99. – S. 24–25.
8. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skochozyajstvennyh kul'tur.* Vyp. 6. Dekor. kul'tury. – M.: Kolos, 1968. – 224 s.
9. Otchet o nauchno-issledovatel'skoj rabote «Vynos v naturu granic ob"ekta prirodno-zapovednogo fonda mestnogo znacheniya parka-pamyatnika sadovo-parkovogo iskusstva «Salgirka» / ruk. proek-ta *S.F. Kotov.* – Simferopol', 2003. – 60 s.
10. Osnovnye napravleniya formirovaniya kollekcii travyanistyh rastenij Botanicheskogo sada Tavri-cheskogo nacional'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo / *A.I. Repeckaya, L.F. Kirpicheva, E.S. Pidgejnaya* [i dr.] // *Zberezhennya ta rekonstrukciya Botanichnih sadiv i dendroparkiv v umovah sta-logo rozvitku: materialy IV Mizhnarodnoï naukovoi konferencii.* – Bila Cerkva, 2013 – S. 144–146.



УДК 634.0 (571.15)

В.И. Уфимцев, И.П. Беланов

САМОВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ОТВАЛАХ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ КУЗБАССА*

Возобновление сосны обыкновенной – один из важнейших факторов устойчивости лесных культур, произрастающих на отвалах вскрышных пород. Ввиду малого возраста насаждений в Кузбассе (до 40 лет) самовозобновление остается наименее изученным вопросом биологии сосновых насаждений. Целью работы явилось изучение возобновления сосны в насаждениях на отвалах в лесостепной зоне Кузбасса. Факторами возобновления выделены эколого-географическое районирование и сомкнутость крон древостоев. Работы проведены в 5 градациях сомкнутости на 15 пробных площадях. Изучены равномерность размещения и количество возобновления, возрастная и высотная структура, распределение по категориям состояния. В подзоне степного ядра при неустойчивом увлажнении отмечается равномерное размещение и максимальное количество возобновления – до 110 тыс. экз/га, в подзоне южной лесостепи при

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 14-04-31088.

повышенном увлажнении успешное возобновление отмечается лишь в изреженных и среднесомкнутых насаждениях – до 38 тыс. экз/га. Подзона северной лесостепи с достаточным увлажнением по количественным характеристикам возобновления занимает промежуточное положение. В структуре возобновления среднесомкнутых и высокосомкнутых насаждений во всех трех подзонах преобладает мелкий подрост II категории состояния (сомнительный), в возрастной структуре присутствуют всходы и самосев (до 10–15%), зависимость высоты подроста от возраста слабая. Рединные насаждения характеризуются наиболее высоким жизненным состоянием возобновления – преобладает жизнеспособный подрост (43–74%), высотная структура которого сильно различается в зависимости от возраста: в 6–8-летнем возрасте примерно поровну выделяется мелкий и средний подрост (по 39–58%); в 14-летнем – резко преобладает крупный подрост (81%) со средней высотой 352 см. Таким образом, в рединных насаждениях складываются наиболее благоприятные условия для развития подроста. Прилегающие к насаждениям участки отвалов характеризуются спорадическим расположением (5–22%) подроста и неудовлетворительным возобновлением (2–3 тыс. экз/га).

Ключевые слова: отвалы, сосна обыкновенная, фитогенное поле, лесовозобновление, сомкнутость крон, самосев, подрост.

V.I. Ufimtsev, I.P. Belanov

SELF-RENEWAL OF SCOTCH PINE ON DUMPS OF COAL INDUSTRY IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF KUZBASS

The renewal of a Scots pine is one of the most important factors of stability of the forest cultures growing on dumps of overburden breeds. In type of small age of plantings in Kuzbass (till 40 years), self-renewal remains the least studied question of biology of pine planting. The purpose of the work was studying renewal of a pine in plantings on dumps in a forest-steppe subzone of Kuzbass. Factors of renewal allocated ecology-geographical zoning and a density of forest stands crowns. Works are carried out in 5 gradation of a density of crowns on 15 trial squares. Uniformity of placement and a number of renewal, age and high-rise structure, distribution on categories of state are studied. In a subband of a steppe kernel at unstable moistening uniform placement and the maximum number of renewal of up to 110.000 copies/hectare is noted, in a subzone of the southern forest-steppe at the increased moistening successful renewal is noted only in plantings with density of crowns 20–60 % and equals to 38.000 copies/hectare. The subzone of a northern forest-steppe with sufficient moistening according to quantitative characteristics of renewal is intermediate. In the structure of renewal of close plantings in all three subzones prevails the small subgrowth of the second category of state (doubtful), at age structure there are shoots and self-sowing (to 10–15%), the dependence of height of subgrowth on age is weak. Scarce plantings are characterized by the highest vital condition of renewal, i.e. the viable subgrowth (43–74%) which high-rise structure strongly differs depending on age prevails: at 6-8 summer age approximately small and average subgrowth (on 39–58%), in 14-year-old is equally allocated – the large subgrowth (81%) with average height of 352 cm sharply prevails. Thus, in the rare plantings there are optimum conditions for subgrowth development. Sites of dumps, adjacent to plantings, are characterized by a sporadic arrangement (5–22%) of subgrowth and unsatisfactory renewal (2.000–3.000 copies/hectare).

Key words: dumps, Scotch pine, hypogenous field, wood restore density of a crown, self-sowing, subgrowth.

Введение. Устойчивость лесных экосистем зависит от многочисленных факторов, которые обеспечивают буферность системы при воздействии неблагоприятных условий среды. Одним из важнейших свойств, характеризующих устойчивость, является способность видов-эдификаторов к самовоспроизводству. Формирование подроста и последующая смена поколений деревьев выступают неотъемлемым условием долголетия древесных фитоценозов как наиболее важных биомов в аспекте оздоровления техногенно измененной среды обитания [1].

Отвалы угольной промышленности вследствие технологических, литологических и агрохимических особенностей обладают повышенной олиготрофностью и ксероморфизмом [2]. Специфика условий отвалов оказалась соответствующей биологическим требованиям сосны обыкновенной, применение которой стало одним из наиболее эффективных методов их озеленения [3]. Ранее проведенными исследованиями установлено, что формирование сосновых насаждений протекает в соответствии с естественными особенностями роста сосны обыкновенной: с благонадежным жизненным состоянием и высоким ходом роста, который до начала III класса возраста (до 40–45 лет) не снижается [3]. Большинство созданных насаждений вступили в генеративную стадию. Вместе с тем, ввиду малого возраста, биология сосновых насаждений на отвалах остается малоизученной, особенно по вопросам влияния на окружающее пространство и самовозобновления [4]. Напряженность фитогенных полей деревьев, различная в насаждениях с разной сомкнутостью крон, также может оказывать существенное влияние на процесс возобновления.

Цель работы. Изучение естественного возобновления сосны обыкновенной в искусственно созданных насаждениях II класса возраста на отвалах угольных месторождений в лесостепной зоне Кузнецкого угольного бассейна.

Материалы и методы. Исследования проводились на образованных при открытой добыче каменного угля отвалах вскрышных работ в 3 эколого-географических районах Кузнецкой котловины [5]: 1 – северный лесостепной – разрез Кедровский; 2 – центральный остепненный (степное ядро) – разрез Бачатский; 3 – южный лесостепной – разрез Бунгурский. Отвалы (далее – полигоны) сформированы транспортным способом (железнодорожные и автомобильные), спланированные, без нанесения потенциально плодородных пород или плодородного слоя почвы.

Объекты исследования: одновидовые насаждения сосны обыкновенной 25–28-летнего возраста, I–II классов бонитета, I категории общего жизненного состояния [6].

Горные породы, слагающие отвалы, представляют собой гетерогенную смесь песчаников, аргиллитов и алевролитов в различных пропорциях, с присутствием некоторой доли четвертичных отложений, углистых частиц и конгломератов. В структуре почвенного покрова, сформировавшегося под посадками сосны, преобладают эмбриоземы органо-аккумулятивные, локально – дерновые. Во фракционном составе верхнего слоя эмбриоземов (0–10 см) наибольшее значение имеет гравийная фракция (1–3 мм) – 33–52 %, содержание мелкозема (<1 мм) составляет 16–47 %, что в целом соответствует необходимому минимуму для закрепления семян растений, их последующего прорастания и сохранения семян древесных видов (табл. 1).

Таблица 1

Общая характеристика эмбриоземов

Полигон	Повторность	Доля фракций (мм), %				pH _{вод}	Содержание основных ЭМП		
		< 1	1-3	3-10	> 10		N _{общ.} , %	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
Кедровский	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
Бачатский	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
Бунгурский	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

Реакция почвенного раствора (рН) нейтральная или слабощелочная (6,9–8,0). Содержание общего азота высокое (0,2–0,82%), что, вероятно, связано с повышенным содержанием углистых частиц во вскрышной породе [7]. Содержание легкодоступных форм фосфора низкое (Кедровский, Бачатский) и среднее (Бунгурский), калия – очень низкое.

Работы проводились в плодоносящих древостоях с различной сомкнутостью крон, выделено 5 категорий пробных площадей – сомкнутые (0,8–0,9); средней сомкнутости (0,6–0,7); изреженные (0,4–0,5), рединные (0,2–0,3) и контроль – луговинный участок отвала, расположенный на расстоянии не менее 25 м от изучаемого древесного массива. Изучаемые насаждения выступают единственным источником семян сосны обыкновенной, так как на окружающих отвалах естественных ненарушенных территориях сосна не встречается [8].

Размер пробных площадей – 25×25 м. Изучение возобновления проводили методом учетных площадок А.В. Побединского [9]. На каждой учетной площадке определялось общее проективное покрытие (ОПП) травостоя и возобновления. По возрасту возобновление распределялось на всходы (1–2 года), самосев (3–5 лет) и подрост (старше 5 лет). Весь подрост по высоте делили на 3 группы: мелкий – до 50 см, средний – 51–150 см, крупный – более 151 см, на каждой площадке учитывалась средняя и максимальная высота. Жизненное состояние оценивалось по 3-балльной шкале Е.Г. Парамонова [10]. Равномерность размещения возобновления (Т) определялась по соотношению количества учетных площадок с возобновлением к общему их количеству: при $T > 0,65$ размещение принималось как равномерное, при $t \leq 0,65$ – неравномерное [11]. Оценка успешности возобновления проведена по шкале В.Г. Нестерова [12].

Результаты и обсуждение. В насаждениях с различной сомкнутостью крон, произрастающих на всех трех полигонах, возобновление оценивается как успешное – его количество составляет 17–110 тыс. экз/га, равномерность размещения высокая – 71–100 %, что также подтверждается значением медианы, которая незначительно снижена по сравнению со средней (табл. 2).

Таблица 2

Количественные характеристики возобновления сосны

Сомкнутость крон	Встречаемость, %	Среднее, шт/м ²	Медиана	$\pm m$	δ , %	V, %	P, %	Min-max
Кедровский								
0	20	0,3	0	0,1	0,6	231	32,6	0–3
0,8–0,9	84	2,7	2,5	0,3	2,2	81	11,4	0–10
0,6–0,7	80	3,6	2,5	0,6	4,3	120	17,0	0–21
0,4–0,5	100	8,2	8	0,9	6,3	77	10,9	2–28
0,2–0,3	92	2,5	2	0,3	1,8	73	10,3	0–8
Бачатский								
0	5	0,1	0	0,1	0,3	490	73,8	0–2
0,8–0,9	82	7,6	6	1,1	7,6	100	15,0	0–25
0,6–0,7	100	11,0	9	1,3	8,4	77	11,5	1–29
0,4–0,5	100	9,2	8	0,6	3,9	51	7,7	1–15
0,2–0,3	84	5,0	4	1,0	7,3	147	20,9	0–31
Бунгурский								
0	22	0,2	0	0,1	0,4	192	28,3	0–1
0,8–0,9	4	0,1	0	0,1	0,4	474	29,9	0–3
0,6–0,7	88	3,8	3	0,4	2,7	71	10,5	0–8
0,4–0,5	71	1,7	1	0,3	2,0	118	17,6	0–7
0,2–0,3	48	0,6	0	0,1	0,7	122	18,0	0–3

Максимальное количество подроста отмечается на полигоне Бачатский при сомкнутости 0,6–0,7 – $11 \pm 1,3$ экз/м². Несколько меньшее количество подроста при сомкнутости 0,4–0,5 – $9,2 \pm 0,6$ экз/м² и 80–90 % – $7,6 \pm 1,1$ экз/м². На Кедровском при сомкнутости 40–50 % количество подроста аналогичное – $8,2 \pm 0,9$ экз/м², однако при следующих градациях сомкнутости как в большую, так и в меньшую сторону количество подроста в 2,5–3 раза меньше. На Бунгурском максимальное количество подроста при сомкнутости 0,6–0,7 – $3,8 \pm 0,4$ экз/м², при 0,4–0,5% – в 2 раза меньше. При прочих градациях сомкнутости размещение неудовлетворительное, о чем свидетельствует высокий коэффициент вариации (118–474) при достаточно высокой точности наблюдений (10,5–29,9%). Таким образом, по сравнению с полигоном Бачатский наблюдается значительное сужение благоприятного диапазона сомкнутости для возобновления сосны: в большей степени это выражено на полигоне Бунгурский, в меньшей – на полигоне Кедровский. Это совпадает, в первую очередь, с увеличением общего уровня увлажнения районов расположения полигонов.

На всех участках, независимо от сомкнутости крон, отмечается достаточно высокая выровненность возобновления по возрасту: на полигоне Кедровский средний возраст подроста составил 6–7 лет (82% и более экземпляров), на Бачатском – 7–8 лет (78% и более), на Лившанском – 12–14 лет (76% и более). Максимальная доля всходов и самосева отмечена при сомкнутости 0,8–0,9 – 6–14 и 12–15 % соответственно, при сомкнутости до 0,5 доля всходов не превышает 2 %, доля самосева составляет 5–10 % (рис. 1). При сомкнутости 0,4 и меньше всходы и самосев отсутствуют. Очевидно, это связано с развитием травянистого яруса, который совместно с густым подростом более старшего возраста препятствует дальнейшему возобновлению, в то время как высокая сомкнутость крон способствует сохранению всходов, но впоследствии, на стадии подроста, подавляет их развитие [13].

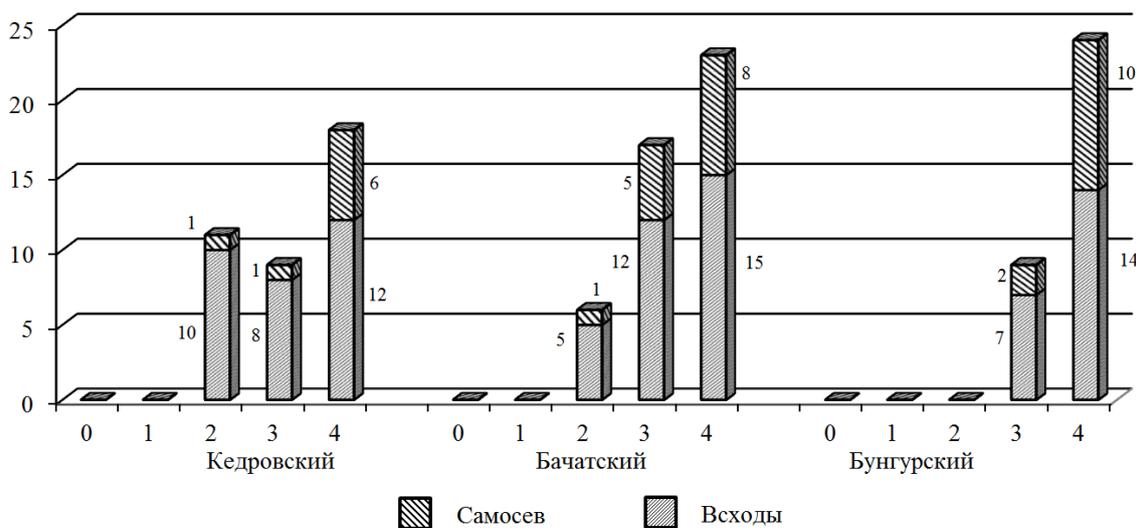


Рис. 1. Доля всходов и самосева в возрастной структуре возобновления (%) по градациям сомкнутости крон, %: 0 – 0; 1 – 0,2–0,3; 2 – 0,4–0,5; 3 – 0,6–0,7; 4 – 0,8–0,9

Высотная структура возобновления имеет тенденцию, обратную возрастной. В группах сомкнутости 0,4–0,9 подавляющее количество возобновления относится к мелкому – 93–100 %, выражена высокая выровненность по высоте. В группе сомкнутости 0,2–0,3 происходит дифференциация по группам высот, которая существенно различается в зависимости от возраста возобновления (рис. 2). Так, на Кедровском более половины подроста относится к мелкому – 58 %, на Бачатском выделяется группа среднего подроста – 46 %, на Бунгурском резко преобладает крупный подрост – 81 %.

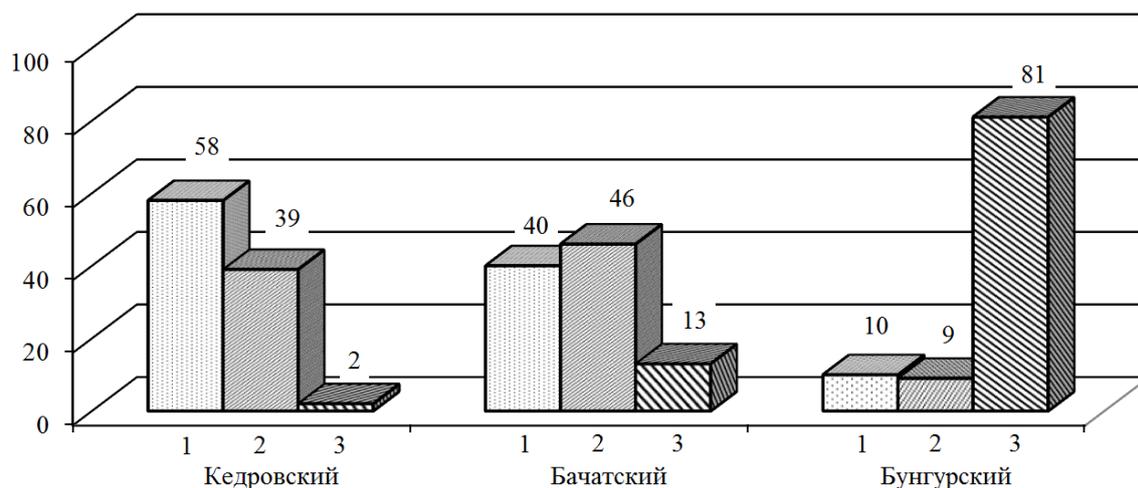


Рис. 2. Высотная структура подроста в рединых насаждениях: 1 – мелкий подрост; 2 – средний; 3 – крупный

Средняя высота высокосомкнутых насаждений (0,8–0,9) составляет 6–12 см (рис. 3), различия ее значений в разных возрастных группах статистически недостоверны. Доля неблагоприятного подроста при данной сомкнутости на полигоне Бачатский незначительна – 2,6 %, на Кедровском и Бунгурском варьирует от 19–27 до 100 % (табл. 3).

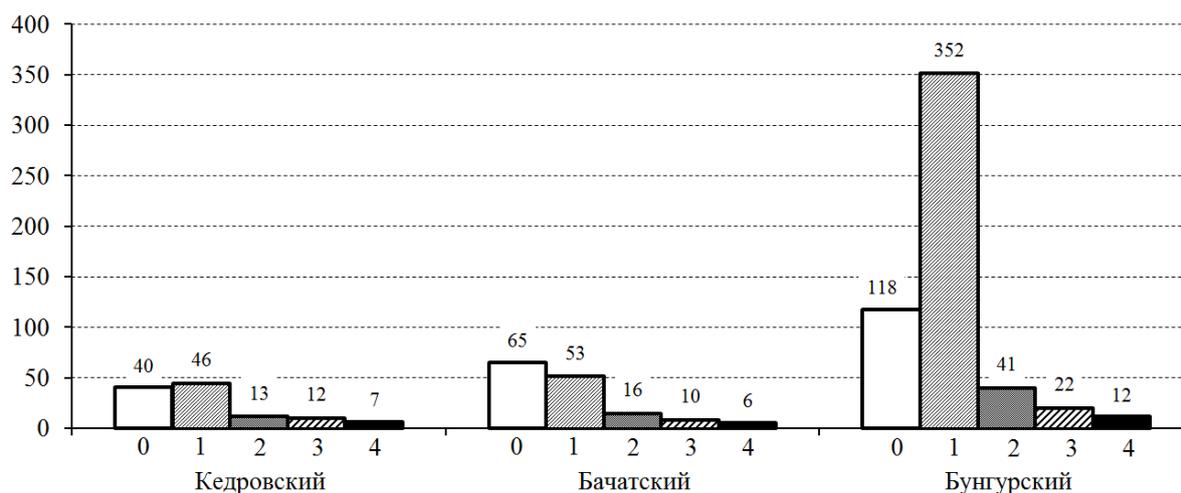


Рис. 3. Средняя высота возобновления (см) по градациям сомкнутости крон, %: 0 – 0; 1 – 20–30; 2 – 40–50; 3 – 60–70; 4 – 80–90

В 7–8-летнем возрасте (Кедровский, Бачатский) различия высоты подроста в градациях сомкнутости 0,6–0,9 также не существенны, жизненное состояние подроста оценивается как сомнительное (72–95% экземпляров). Максимальная высота подроста достигается в рединых насаждениях (0,2–0,3) – 46–53 см – в 3,5 раза выше по сравнению с высотой при более высокой сомкнутости и сопоставима со значениями высоты подроста на контроле.

На полигоне Бунгурский существенное увеличение высоты отмечается уже при сомкнутости крон 0,6–0,7 – почти в 3 раза по сравнению с высотой при сомкнутости 0,8–0,9. К 12–14-летнему возрасту различия средних высот между градациями сомкнутости увеличиваются: до сомкнутости 0,6 отмечается увеличение в 2 раза при переходе от большей сомкнутости к меньшей, при сомкнутости 0,2–0,3 высота возрастает в 8,5 раза. Очевидно, слабое влияние древостоя на подрост при данной сомкнутости благоприятствует развитию подроста, но его регулятивная роль в отношении

травостоя сохраняется. Максимальная высота подроста разных возрастов существенно различается: на полигоне Кедровский она составляет 100 см, на Бачатском – 155, на Бунгурском – 460 см, что свидетельствует о значительном увеличении хода роста в виргинильном возрасте. На прилегающих к насаждениям участках высота подроста к 12–14 годам в 3 раза ниже, чем в рединых насаждениях, открытые участки способствуют максимальному развитию травостоя с высоким проективным покрытием (90–100%), и подрост в течение более длительного времени реагирует на его влияние сниженным линейным приростом при сохранении благонадежного состояния.

Таблица 3

Проективное покрытие и жизненное состояние возобновления

Сомкнутость крон, %	ОПП травостоя, %	ОПП подроста, %	Категория состояния*		
			1	2	3
Кедровский полигон					
0	90	+	1,0	45,0	54,0
0,8-0,9	5	1	19,1	78,5	2,4
0,6-0,7	7	1	27,5	72,5	0,1
0,4-0,5	40	4	0,1	97,6	2,4
0,2-0,3	75	10	0,1	25,6	74,4
Бачатский полигон					
0	100	+	0	0	100
0,8-0,9	+	3	2,6	93,2	4,2
0,6-0,7		5	0	95,0	5,0
0,4-0,5	5	25	0	84,4	15,6
0,2-0,3	40	20	0	56,5	43,5
Бунгурский полигон					
0	90	+	4	10,4	85,6
0,8-0,9	+	+	100	0	0
0,6-0,7	+	+	20	80,0	0
0,4-0,5	5	2	4,2	87,2	8,5
0,2-0,3	70	35	0	28,6	71,4

Примечание: 1 – неблагонадежный; 2 – сомнительный; 3 – благонадежный.

Выводы

1. Насаждения сосны обыкновенной, произрастающие на отвалах угольной промышленности лесостепной зоны Кузбасса, обладают высокой способностью к самовозобновлению.

2. По мере повышения увлажнения происходит значительное сужение диапазона сомкнутости крон в насаждениях, благоприятного для возобновления.

3. Максимально высокие встречаемость и количество возобновления отмечаются в изреженных и среднесомкнутых насаждениях;

4. Наиболее благоприятные условия для формирования подроста складываются в рединых насаждениях.

5. На прилегающих свободных участках отвалов возобновление сосны неудовлетворительное и носит спорадический характер.

Литература

1. Чибрик Т.С., Войтенко И.В. Структурно-динамическая организация формирующихся лесных фитоценозов на промышленных отвалах Среднего Урала // Итоги интродукции и селекции травянистых растений на Урале: сб. ст. – Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2008. – Вып. 2. – С. 262–269.

2. Шипилова А.М., Беланов И.П., Андроханов В.А. Техногенез и экогенез почвенного покрова промышленно развитого региона. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 220 с.
3. Уфимцев В.И. Формирование надземной фитомассы лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на породных отвалах в аспекте депонирования углерода атмосферы // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 2. – С. 68–71.
4. Коршиков И.И., Красноштан О.В., Терлыга Н.С. Самовозобновление *Pinus sylvestris* L. на железорудных отвалах Криворожья // Промышленная ботаника. – 2005. – Вып. 5 – С. 85–89.
5. Экологическая карта Кемеровской области. Масштаб 1:500000. – М.: Фед. служба геодезии и картографии России, 1995.
6. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51–57.
7. Касаточкин В.И., Ларина Н.К. Строение и свойства природных углей. – М.: Недра, 1975. – 160 с.
8. Орлов М.М. Леса СССР: стат. обзор. – Л.: Гос. науч.-техн. изд-во, 1931. – 95 с.
9. Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. – М.: Наука, 1962. – 63 с.
10. Парамонов Е.Г. Разделение подроста сосны по жизнеспособности // Лесное хозяйство. – 1972. – № 5. – С. 24–25.
11. Правила лесовосстановления // Приказ №183 МПР России от 16.07.2007.
12. Шиманюк А.П. Естественное возобновление на концентрированных вырубках. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 356 с.
13. Парамонов Е.Г., Шульц А.М. Интенсивность роста подроста в пригородных лесах // Вестник АГАУ. – 2012. – № 9 (95). – С. 46–48.

Literatura

1. Chibrik T.S., Vojtenko I.V. Strukturno-dinamicheskaya organizatsiya formiruyushchihnya lesnyh fitocenozov na promyshlennyh otvalah Srednego Urala // Itogi introdukcii i selekcii travyanistykh rastenij na Urale: sb. st. – Ekaterinburg: Izd-vo Ural.un-ta, 2008. – Vyp. 2. – S. 262–269.
2. Shipilova A.M., Belanov I.P., Androhanov V.A. Tekhnogenez i ehkogenez pochvennogo pokrova promyshlenno razvitogo regiona. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2013. – 220 s.
3. Ufimcev V.I. Formirovanie nadzemnoj fitomassy lesnykh kul'tur sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) na porodnyh otvalah v aspekte deponirovaniya ugleroda atmosfery // Vestnik KrasGAU. – 2013. – № 2. – S. 68–71.
4. Korshikov I.I., Krasnoshtan O.V., Terlyga N.S. Samovozobnovlenie *Pinus sylvestris* L. na zhelezo-rudnyh otvalah Krivorozh'ya // Promyshlennaya botanika. – 2005. – Vyp. 5 – S. 85–89.
5. Ehkologicheskaya karta Kemerovskoi oblasti. Masshtab 1:500000. – M.: Fed. sluzhba geodezii i kartografii Rossii, 1995.
6. Alekseev V.A. Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derev'ev i drevostoev // Lesovedenie. – 1989. – № 4. – S. 51–57.
7. Kasatochkin V.I., Larina N.K. Stroenie i svojstva prirodnyh uglej. – M.: Nedra, 1975. – 160 s.
8. Orlov M.M. Lesa SSSR: stat. obzor. – L.: Gos. nauch.-tekhn. izd-vo, 1931. – 95 s.
9. Pobedinskij A.V. Izuchenie lesovosstanovitel'nykh processov. – M.: Nauka, 1962. – 63 s.
10. Paramonov E.G. Razdelenie podrosta sosny po zhiznesposobnosti // Lesnoe hozyajstvo. – 1972. – № 5. – S. 24–25.
11. Pravila lesovosstanovleniya // Prikaz №183 MPR Rossii ot 16.07.2007.
12. Shimanyuk A.P. Estestvennoe vozobnovlenie na koncentrirovannyh vyrubkah. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1955. – 356 s.
13. Paramonov E.G., Shul'c A.M. Intensivnost' rosta podrosta v prigorodnyh lesah // Vestnik AGAU. – 2012. – № 9 (95). – S. 46–48.

