

4. Кадастр техногенных скоплений горнорудных предприятий Читинской области / Ю.Ф. Харитонов [и др.]. – Чита: Изд-во ЗабНИ, 1998. – 960 с.
5. Солодухина М.А. Мышьяк в компонентах ландшафтов Шерловогорского рудного района: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Томск, 2012. – 19 с.
6. Солодухина М.А. О содержании мышьяка в некоторых лекарственных растениях Забайкальского края // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №6.
7. Юргенсон Г.А., Солодухина М.А., Гудкова О.В. К основам биогеохимического мониторинга в геотехногенных ландшафтах горнорудных территорий // Вестн. МАНЭБ. – Т. 11, № 5. – 2006. – С. 119–123.
8. Юргенсон Г.А., Корешкова Ю.В. Формы нахождения мышьяка в почвогрунтах Шерловогорского горнорудного района Забайкальского края // Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий. Современное минералообразование. – Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2010. – С. 19–22.
9. Arsenic contamination of soils and agricultural plants through irrigation water in Nepal / B.M. Dahal, M. Fuerhacker, A. Mentler [et al.] // Environmental Pollution. – 2008. – №155. – P. 157–163.
10. Yan ZHENG Mobilization of natural arsenic in groundwater: targeting low arsenic aquifers in high arsenic occurrence areas // Geology in China. – 2010. – Vol. 37, № 3. – P. 723–728.
11. Smandrasekharam D. Scinario of arsenic pollution in groundwater: West Bengal // Geology in China. – 2012. – Vol. 37, № 3. – P. 712–722.



УДК 630*181.351

В.И. Уфимцев

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮГА КУЗБАССА НА ПРОИЗРАСТАНИЕ КУЛЬТУР КЕДРА СИБИРСКОГО

Статья посвящена исследованию комплекса экологических условий отвалов, под влиянием которых протекает ход роста, формируются морфометрические показатели и жизненное состояние древостоев кедра сибирского.

Ключевые слова: кедр сибирский, отвалы вскрышных пород, эмбриоземы, классы бонитета, твердость почвы, густота древостоя.

V.I. Ufimtsev

COAL FIELD ECOLOGICAL CONDITION INFLUENCE ON SIBERIAN CEDAR CULTURE GROWTH IN THE SOUTH KUZNETSK BASIN

The article is devoted to the research of the dump ecological condition complex that influences growth process, morphometric indicator formation and the forest stand vital condition of Siberian cedar.

Key words: Siberian cedar, overburden dumps, embryo soils, quality of locality classes, soil hardness, forest stand density.

Введение. Формирование растительного покрова является одним из важнейших факторов оптимизации природной среды на территориях разработки месторождений полезных ископаемых. В Кузбассе, где в результате добычи каменного угля природные ландшафты испытывают колоссальный экологический прессинг, вопросы адаптации растительности к изменяющимся условиям окружающей среды приобретают глубокий научный смысл.

Угольные месторождения Юга Кузбасса (Междуреченский район, южная часть Новокузнецкого района), по лесорастительному районированию Г.В. Крылова [5], расположены в подпорье среднегорной черной тайги Кузнецкого черного округа на границе Кузнецко-Алатауского горно-таежного и Горношорского

таежного осиново-пихтового районов. Здесь преобладают пихтовые леса, имеющие состав 8П1Б1Ос+ед. К., III–V класс бонитета и полноту 0,4–0,5 [3].

Черневая тайга, окружающая новообразованные техногенные ландшафты, оказывает существенное влияние на их зарастание. Одним из первых древесных видов, поселяющихся на отвалах, является кедр сибирский, или сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour). В составе древостоев черневой тайги кедр не образует сомкнутых одновидовых древостоев и выступает в роли второстепенного эдификатора лесных сообществ. Однако условия произрастания древесной растительности, складывающиеся на отвалах, отличаются от условий окружающих ландшафтов. Поэтому кедр, обладающий зоохорной способностью к распространению семян, активно поселяется на отвалах, распространяясь далеко от маточных деревьев, и по обилию подроста занимает второе место, уступая среди деревьев первой величины лишь березе повислой, под покровом которой сеянцы кедра хорошо развиваются [4, 12]. В дальнейшем, по мере развития на отвалах лесных фитоценозов, кедр сибирский, вероятно, может стать доминирующей древесной породой техногенных ландшафтов таежной подзоны.

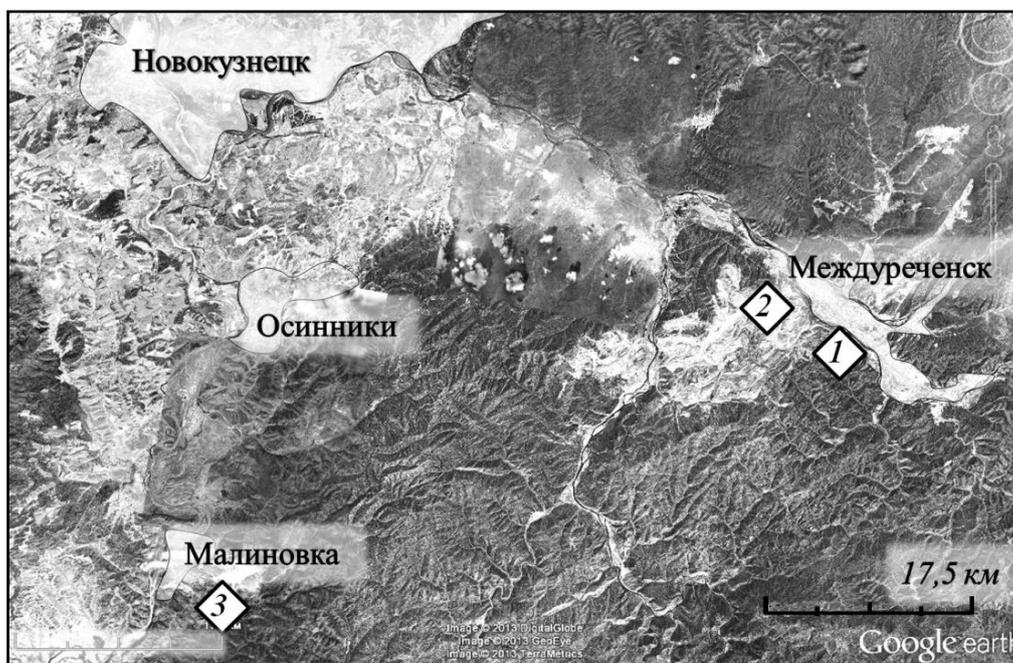
Однако естественное зарастание и протекание сукцессий по естественному пути будут происходить в течение неопределенно долгого времени. Природные механизмы зарастания отвалов должны быть воспроизведены при облесении отвалов. Поселение кедра сибирского на отвалах свидетельствует, что данная древесная порода может с успехом применяться в лесной рекультивации.

Вопросы произрастания кедра на участках рекультивации освещены в работах ряда кузбасских исследователей [6, 8]. Многосторонняя хозяйственная ценность и положительный опыт интродукции кедра сибирского позволяют считать его перспективным видом для создания насаждений защитного, орехоплодового и декоративно-рекреационного назначения. К настоящему времени культуры кедра сибирского на участках рекультивации представлены экспериментальными площадками и мелкоконтурными производственными участками, значительно уступая насаждениям сосны обыкновенной, которая является безусловным лидером по занимаемой площади на отвалах Кузбасса.

В связи с этим возникает необходимость более детального изучения условий произрастания кедра сибирского на отвалах и их сопоставления с особенностями роста и продуктивности.

Целью настоящей работы является оценка влияния условий произрастания на состояние насаждений кедра сибирского на отвалах угольных месторождений.

Объекты и методика исследований. Исследуемые участки расположены на отвалах Красногорского (пробная площадь (ПП) 1), Томусинского (ПП 2) и Осинниковского (ПП 3) разрезов (рис.).



Расположение насаждений с участием кедра сибирского на отвалах Южного Кузбасса

Объектами исследования выбраны насаждения с участием кедра сибирского, достигшие II класса возраста (20 лет). Закладка пробных площадей проведена с учетом наличия не менее 200 экземпляров кедра. Поскольку кедр сибирский на отвалах Кузбасса не является повсеместно распространенной древесной породой, целесообразно приведение его показателей роста с сосной обыкновенной, которая успешно произрастает в различных экологических условиях отвалов [11]. Поэтому в качестве контроля были изучены древостои сосны обыкновенной, произрастающие в тех же почвенно-экологических условиях в пределах заложённых пробных площадей.

На каждой ПП для проведения агрохимического анализа, определения содержания мелкозема и гранулометрического состава был проведен отбор почвенных образцов [7]. Твердость субстрата эмбриоземов в слое 0-30 см установлена при помощи плотномера Горячкина в 10-кратной повторности. Для определения хода роста (линейный прирост), средней высоты и диаметра произведен таксационный анализ древостоев методом средней модели [2]. Так как сравнительный анализ продуктивности по абсолютным показателям не дает объективной оценки результатов, для этой цели должны быть использованы универсальные шкалы. Так, общее жизненное состояние (ОЖС) оценено по шкале В.А Алексеева [1], а показатели продуктивности – по шкале бонитетов, принятых для основных лесообразующих пород Северной Евразии [10].

Результаты и обсуждение. Исследуемые насаждения произрастают на отвалах, сформированных автомобильным способом. На горнотехническом этапе рекультивации участки ПП 1 и ПП 3 подвергались полной планировке поверхности. На участке ПП 2 планировка не проводилась, а мезорельеф участка представляет собой бугристую поверхность, не подвергнутую воздействию большегрузной техники. Таким образом, верхний слой горной массы выполняет роль экрана мощностью 1–2 м, нанесенного на уплотненный субстрат. В связи с этим твердость субстрата на ПП 2 вдвое меньше (рыхловатая), чем на ПП 1 (твердая), и втрое меньше, чем на ПП 3 (весьма твердая) (табл. 1).

Таблица 1

Литологические и физико-механические свойства эмбриоземов

Номер ПП	Твердость субстрата, кгс/см ²	Литологический состав*	Камни и гравий, %	Содержание мелкозема, %	Кол-во фракций физической глины, %
1	24,3±0,9	П _{Fe} , П _{Si} , Ал _y , У	68,2	31,8	22,2
2	11±1,5	Ар _y , Ал _m	86,5	13,5	26,8
3	36,4±1,6	П _{Si}	83,3	16,7	25,9

* П_{Fe} – песчаник железистый; П_{Si} – песчаник силикатный; Ал_y – алевролит углистый; У – уголь; Ар_y – аргиллит углистый; Ал_m – алевролит мелкозернистый.

Субстрат эмбриозема на ПП 1 состоит из хаотичной смеси метаморфизированных осадочных пород с небольшими включениями частиц угля. Присутствие песчаников на железистом цементе и углистых аргиллитов, в сильной степени подверженных дезинтеграции, обеспечивает относительно высокое содержание мелкозема. Каменистость обусловлена высокой долей песчаников на силикатном цементе, слабо поддающихся физическому выветриванию. На ПП 2 аргиллиты и алевролиты хорошо выветрелые, однако доля мелкоземных фракций здесь минимальна. Вероятно, это связано с миграцией мелкоземных частиц вследствие рыхлой структуры профиля до глубоких уплотненных горизонтов. Породный состав эмбриоземов на ПП 3 представлен лишь силикатными песчаниками, которые обуславливают каменистость, низкое содержание мелкозема и высокую твердость субстрата.

Содержание физической глины в составе мелкозема во всех случаях соответствует легким суглинкам, однако значительное содержание камней и гравия придает эмбриоземам свойства более легкого гранулометрического состава.

Благоприятным для растений свойством следует считать нейтральную и слабокислую реакцию почвенного раствора, что обусловлено наличием в элювии вскрышных пород карбонатсодержащих включений (табл. 2).

Агрохимические свойства эмбриоземов

Номер ПП	рН	Содержание основных макроэлементов					
		N общий, %	Обеспеченность	P ₂ O ₅ подв., г/кг	Обеспеченность	K ₂ O обмен., г/кг	Обеспеченность
1	7,2	0,26	Низкая	22	Очень низкая	10,0	Очень низкая
2	6,8	0,16	Низкая	195	Высокая	14,4	Очень низкая
3	7,3	0,25	Низкая	10	Очень низкая	13,8	Очень низкая

Обеспеченность растений основными элементами минерального питания низкая и очень низкая. Исключением является высокое содержание подвижного фосфора на ПП 2, которое, возможно, может быть связано с образованием ортофосфорной кислоты в ходе выветривания алевролитов и аргиллитов.

В составе исследуемых насаждений по количеству деревьев преобладает кедр сибирский, вторую позицию занимает сосна обыкновенная (контроль) (табл. 3).

Таблица 3

Общая характеристика насаждений

Номер ПП	Состав древостоя	Возраст	Размеры ПП, га	Густота древостоя, в т.ч., шт/га			
				Кедр	Сосна	Прочие	Всего
1	5К4С1Л+ед.Б	20	0,24	966	770	35	1771
2	6К4С+ед.Б,Ос	22	0,96	265	177	20	462
3	7К2С1Б+ед.Ос	18	0,12	1945	591	52	2588

На ПП 3, где наблюдается наибольшая густота древостоя, количество экземпляров кедра составляет 75 %, на ПП 1 – 55 %, а на ПП 2 при наименьшей густоте кедр составляет 57 %.

Поскольку средние морфометрические показатели кедра (высота, диаметр) существенно ниже, чем сосны обыкновенной (табл. 4), общее проективное покрытие кедра также значительно меньше, чем процентное соотношение количества деревьев. Это может стать фактором угнетения кедра на ПП 1, где высокая густота древостоя, но не может быть таковым на ПП 2, где древостой разреженный.

Таблица 4

Таксационные показатели насаждений

Номер ПП	Кедр сибирский					Сосна обыкновенная				
	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Средний линейный прирост*, см	Класс бонитета	ОЖС	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Средний линейный прирост*, см	Класс бонитета	ОЖС
1	4,1±2,3	3,2±0,4	24,5±2,4	II	I	7,5±0,2	10,8±0,2	48,4±3,7	I	I
2	4,4±2,4	5,3±0,3	29,4±2,4	II	I	8,3±0,3	14,8±0,3	46,5±2,3	I	I
3	2,3±1,3	2,3±0,8	17,5±1,3	IV	II	5,1±0,6	8,7±1,1	40,1±5,0	III	I

*за последние 15 лет.

Таксационный анализ древостоя показывает, что кедр сибирский по абсолютным показателям роста уступает сосне обыкновенной: по средней высоте – в 2 раза, по среднему диаметру – в 2,5–3 раза. По относительной оценке ход роста кедра протекает на один класс бонитета ниже, чем сосны. Подобная тенденция прослеживается на всех пробных площадях.

На ПП 1 и 2 средняя высота кедра, так же, как и сосны, с учетом 2-летней разницы в возрасте между насаждениями, различий не имеет, хотя средний линейный прирост кедра на ПП 2 несколько выше. Средний диаметр, как кедра, так и сосны, на ПП 2 существенно выше, чем на ПП 1, что обусловлено, в первую очередь, разреженностью древостоя.

Резко выделяется по показателям роста среди всех участков ПП 3. Морфометрические отличия роста кедра от сосны здесь такие же, как на ПП 1 и 2, однако ход роста кедра протекает по IV классу бонитета, сосны – по III. Общее жизненное состояние сосны, тем не менее, оценивается I категорией, как и на прочих ПП, а ОЖС кедра – снижено до II категории, и характеризуется поражением грибковыми заболеваниями, укороченным приростом, следами повреждения вредителями.

Таким образом, на ПП 3 налицо признаки угнетения древостоя кедра. Среди факторов, которыми может быть вызвано угнетение, здесь выделяются высокая твердость и уплотненность субстрата и высокая густота древостоя кедра. Твердость субстрата, сложенного каменистыми и песчаными частицами, имеет существенное экологическое значение. По данным А.Я. Орлова [9], например, при некоторой уплотненности песков, корни хвойных пород неспособны раздвинуть тесно соприкасающиеся друг с другом частицы. Это создает большие трудности в освоении субстрата отвалов корнями, снижает объем ризосферы, сокращает возможности минерального питания и, в конечном итоге, способствует угнетению и гибели деревьев. Различная плотность почвенных горизонтов сильно влияет на строение корневых систем также посредством соответствующей гидрологии почвы. Высокая густота и сомкнутость культур, особенно при резком дефиците элементов питания, также приводит к торможению хода роста и благоприятствует распространению различных заболеваний и расселению вредителей, что снижает общее жизненное состояние.

На ПП 1 эти процессы проходят более сглаженно: несколько меньшая твердость субстрата позволяет корням деревьев осваивать пространство между камнями, заполненное достаточным содержанием мелкозема, а состав древостоя, при котором деревья кедра сибирского и сосны обыкновенной, имея на данном временном этапе различные морфометрические характеристики, формируют сообщество с выраженной вертикальной и горизонтальной дифференциацией, способствующей более рациональному расходованию ресурсов. Теневыносливый кедр хорошо развивается под покровом светолюбивой сосны, которая занимает верхний ярус, получая достаточное количество солнечной радиации.

Наиболее благоприятные условия для произрастания кедра складываются на ПП 2. Определенное положительное влияние может оказывать разреженная густота древостоя, но следует иметь в виду, что в его составе более 40 % сопутствующих древесных пород, под покровом которых на начальном этапе создается необходимый кедру эффект отенения.

Несмотря на высокую каменистость и низкое содержание мелкозема, который должен обеспечивать водоудерживающую способность, рыхлое сложение субстрата, его низкая твердость также способствуют росту кедра сибирского. Очевидно, провальный водный режим нивелируется достаточным количеством осадков горно-таежной подзоны. Кедр сибирский – горная древесная порода, она и в естественных условиях хорошо растет на каменистых субстратах, в расщелинах скал, при полном отсутствии водоудерживающих частиц, получая лишь влагу атмосферных осадков и конденсационную влагу. В связи с этим почвенная архитектура, проявляющаяся в виде отсутствия ее монолитности при высокой каменистости субстрата, имеет непосредственное значение для формирования корневой системы кедра сибирского.

Выводы

1. Литологические и агрохимические свойства эмбриоземов на отвалах горно-таежной подзоны благоприятны для произрастания кедра сибирского.
2. Ход роста кедра сибирского на отвалах угольных месторождений Юга Кузбасса протекает на один класс бонитета ниже, чем сосны обыкновенной.

3. Оптимальными эдафическими условиями для роста кедра сибирского являются отвалы с рыхлым сложением горных элювиев, при этом содержание фракций мелкозема и физической глины имеет второстепенное значение.

4. Наиболее благоприятные фитоценоотические условия для произрастания кедра сибирского создаются в древостоях с умеренной густотой и наличием до 50% экземпляров древесных пород, создающих эффект отенения.

5. Факторами угнетения кедра сибирского на отвалах являются высокая уплотненность субстрата и высокая густота одновидовых древостоев.

Литература

1. *Алексеев В.А.* Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51–57.
2. *Анучин Н.П.* Лесная таксация. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 512 с.
3. *Баранник Л.П., Кандрашин Е.Р.* Лесовозобновление на породных отвалах угольных разрезов Южного Кузбасса // Почвообразование в техногенных условиях. – Новосибирск: Наука, 1979. – С. 172–179.
4. *Баранник Л.П., Уфимцев В.И.* Естественное лесовозобновление на породных отвалах угольных разрезов Кузбасса // Эколого-географические аспекты лесообразовательного процесса: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск: Изд-во Ин-та леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2009. – С. 31–34.
5. *Крылов Г.В.* Леса Западной Сибири. – М., 1961. – 256 с.
6. *Воронина Л.А.* Мелиоративная роль древесных пород при лесной рекультивации отвалов Южного Кузбасса: автореф. ... канд. экол. наук. – Барнаул, 2009. – 19 с.
7. *Гаджиев И.М., Курачев В.М., Рагим-заде Ф.К.* Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. – Новосибирск: Наука, 1992. – 305 с.
8. *Ермак Н.Б., Русин Е.В.* Оценка жизненного состояния лесных насаждений рекультивированных участков отвалов предприятий угледобычи // Вестн. Кемеров. гос. ун-та, 2010. – № 1 (41). – С. 38–41.
9. *Орлов А.Я., Кошельков С.П.* Почвенная экология сосны. – М., 1977. – 323 с.
10. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород Северной Евразии: нормат.-справ. мат-лы. – Изд. 2. – М., 2008. – 886 с.
11. *Уфимцев В.И., Куприянов А.Н.* Рост сосновых насаждений на рекультивированных отвалах Кузбасса // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. – Кемерово, 2009. – Вып. 4. – С. 11–16.
12. URL: www.inesa.ru.

