

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ТРУДА

УДК 574. 42 (571. 15. 17)

А.Н. Куприянов, Ю.В. Морсакова

ЕСТЕСТВЕННОЕ ЗАРАСТАНИЕ ОТВАЛОВ КУЗБАССА

Познание закономерностей флорогенеза через изучение механизмов сингенетических сукцессий на антропогенно измененных ландшафтах - одна из фундаментальных задач промышленной ботаники. На первоочередность изучения характера сингенетических смен при зарастании промышленных отвалов обращал внимание основоположник промышленной ботаники В.В. Тарчевский [1].

Процессы естественного зарастания отвалов угольной промышленности изучались в различных климатических зонах на Урале, в Подмосковье, Дальнем Востоке, Донбассе, Караганде [2,3,4,5]. В Кузбассе исследования по изучению зарастания отвалов проводились Е.Р. Кондрашиным [6].

Целью данной работы является изучение демутации растительности на отвалах Кузбасса в различных почвенно-климатических зонах.

Кузнецкий угольный бассейн расположен в пределах Кузнецкой котловины, ограниченной с юга Горной Шорией, с запада Салаиром, с востока Кузнецким Алатау. Естественный рельеф представляет слабо всхолмленную поверхность, приподнимающуюся по краям, во многом видоизмененная "антропогенным орогенезом", с новыми формами мезорельефа.

Объекты исследования расположены в трех природных зонах: степное ядро Кузнецкой котловины (Моховский разрез, Беловский район); предгорная лесостепь (Кедровский углеразрез, Новокузнецкий район); черневая тайга (Красногорский углеразрез, Междуреченский район).

Климат резко-континентальный с жарким сухим коротким летом и холодной продолжительной зимой. Среднегодовая температура в степной и предгорной лесостепной части примерно одинакова 0.8-1.0°C, в то время как в таежной зоне она составляет - 1.0°C. Количество осадков в таежной зоне составляет 600-900 мм против 300-400 мм в лесостепной зоне [7].

Почвы степного ядра представлены оподзоленными черноземами, лесостепи Кузнецкой котловины темно-серыми почвами, черневой тайги - псевдооподзоленными почвами. Оподзоленные черноземы характеризуются повышенным гумусонакоплением и хорошей оструктуренностью. В горизонте 0-10 см гумуса содержится 9-14 %, а в слое 0-50 см его находится до 500-560 т/га. По ме-

ханическому составу они тяжело- и легкосернистые пылевато-иловатые или иловато-пылеватые. Среда водной суспензии слабокислая, почти нейтральная.

Темно-серые лесные почвы характеризуются высоким содержанием гумуса 8-12% в слое 0-10 см. С глубиной содержание гумуса довольно резко уменьшается. Почвообразующими породами являются глины и суглинки. РН водной суспензии — слабокислая.

Псевдооподзоленность горнотаежных почв заключается в оглиевании чаще всего средней части почвенного профиля [8]. Содержание в них гумуса довольно низкое 3-5 %. По механическому составу они глинисты или суглинисты, обладают высокой плотностью.

Растительность Кузнецкой котловины отражает неоднородность природных условий Кузбасса [9]. В Беловском районе формируются ковыльно-разнотравные степи, которые практически нигде не сохранились на значительных площадях и существуют только в виде отдельных флооризиятов по окраинам березовых колков и среди неудобей.

Лесостепь со стороны Кедровского разреза носит скорее всего вторичный характер. Березовые леса сформированные на месте неудобей являются этапом сукцессии и зачастую травянистый ярус сформирован лугово-лесным разнотравьем. Межлесные пространства заняты обычно луговой растительностью с участием *Festuca pratensis* Hudson, *Phleum pratense* L., *Dactylis glomerata* L., *Achillea asiatica* Ser.

Междуреченские разрезы окружены темнохвойной тайгой. В основном эдификаторами являются *Abies sibirica* Ledeb. с участием *Betula pendula* Roth и *Populus tremula* L., единично *Pinus sibirica* Ledeb.

Горные породы отвалов по характеру связей делятся на 3 класса. Породы без жестких связей - глинистые связанные породы. Породы с жесткими связями - коренные породы. Песчаники, алевролиты и аргиллиты. Породы особого состава - горельники и отвальные породы. Соотношение основных горных пород разреза следующее: песчаники составляют 72-78%, алевролиты 28-20%, аргиллиты до 2% [10].

Техногенный элювий вскрышных горных по-

род крайне неоднороден и состоит из гетерогенной смеси песчаников, алевролитов, аргиллитов, лесо-видных карбонатных и некарбонатных суглинков. По исследованиям Ф.К. Рагим-заде [11] большая часть техногенного элювия отвалов нетоксична и вполне пригодна для произрастания на нем высших растений.

Глубинные горные породы, вынесенные на поверхность, обладают иными, нежели почвы, свойствами и характеристиками. Они, как правило, имеют низкий актуальный потенциал плодородия, связанный с незначительным содержанием в них элементов минерального питания и особенно азота [8]. В первые годы после отсыпки техногенный элювий имеет высокую каменистость (до 90 %), что определяет неблагоприятный водный режим, в течение вегетационного периода в корнеобитаемом слое общий запас влаги сохраняется от 0.8 до 0.4 наименьшей полевой влагоемкости [12]. В последующие годы происходит физическое выветривание каменистых фракций, увеличивается содержание мелкозема, но все равно каменистость остается намного выше, чем в зональных почвах. Вскрышные углесодержащие породы, особенно на инсолируемых экспозициях, сильно нагреваются. Здесь температура поверхности может достигать 60-65°C. На возвышающихся до 20-50 м над окружающей местностью отвалах создается жесткий ветровой режим. Ветроударные экспозиции зимой, как правило, лишены снежного покрова.

Таким образом, демутация растительности на отвалах начинается в жестких условиях техногенного экотопа. Поселение микроорганизмов на техногенном элювии происходит в первые часы после отсыпки [13] и нами не рассматривается. Как показал еще В. В. Тарчевский [1] ведущими факторами, влияющими на поселение растений являются количество и видовой состав семязачатков, а также наличие благоприятных условий для их прорастания. Экспансия семязачатков с окружающих территорий происходит одновременно с отсыпкой техногенного элювия.

Геоботанические описания проводились по стандартной методике [14]. Пробные площади закладывались с учётом рельефа, т. к. отвал представляет собой сложную структуру (в нём можно выделить вершину откуда происходит смыв мелких частиц и питательных веществ, транзитную зону отвала – склоны, по которым происходит транспорт мелких частиц породы к подножью отвала, так называемой аккумулятивной зоне, где и накапливаются вещества смывные с вершины, вследствие чего здесь создаются более благоприятные условия).

Математическая обработка полученных данных проводилась с использованием программы IBIS, разработанной А.А. Зверевым [15].

Было выделено 3 стадии формирования растительного покрова: пионерная стадия, простой фитоценоз, сложный фитоценоз. Однако стадия

сложного фитоценоза на отвалах выделяется условно, т.к. сообщества полностью отражающих зональный тип растительности практически не обнаружено.

В общей сложности было сделано 165 описаний. На пионерной стадии формирования растительного покрова в лесостепной зоне было обнаружено 63 вида, в степной – 39, в горно-таёжной – 69. На следующей стадии, т.е. простого фитоценоза количество видов значительно возрастает: для лесостепи список составил 149 видов, для степи – 136 видов, для горно-таёжной зоны – 146. Затем вновь наблюдается небольшое снижение видового разнообразия – на стадии сложного фитоценоза в лесостепной зоне найдено 112 видов, в степной – 95 и в горно-таёжной – 115.

Для каждой стадии естественного зарастания виды были разбиты на пять классов постоянства (встречаемости) с шагом 20% [15]. В таблице 2 приведены виды с высокими классами постоянства, т. е. наиболее часто встречающиеся в данных фитоценозах. Среди них можно выделить группу видов встречающихся с одинаковой частотой во всех трёх зонах на пионерной стадии зарастания - *Taraxacum officinale* Wigg., *Artemisia sieversiana* Willd., *Sonchus arvensis* L. Существуют также виды характерные для определённой зоны, так, например, *Brassica juncea* (L.) Czern., *Salsola collina* Pall. для степной зоны, *Erigeron canadensis* L., *Leontodon autumnalis* L. для горно-таёжной.

Экспансия этих видов объясняется прежде всего эвритопностью растений в самых широких пределах. Габитус растений в зависимости от эдафических условий изменяется в очень больших пределах. Например *Erigeron canadensis* на отвалах Междуреченска вырастает на 1-1,5 см, а в степной зоне он достигает 1,0 м. Растения-пионеры обладают феноменальной семенной продуктивностью, семена, как правило, не имеют периода покоя, энергия прорастания у них очень высокая. Всходесть свежесобранных семян *Artemisia sieversiana* Willd. относящейся к пионерной группе на трети сутки составляет 86%. А *Artemisia commutata* Bess., которая не входит в пионерную группировку 66% на 9 сутки. В процессе онтогенеза у растений пионеров в приповерхностном слое образуются в большом количестве эфимерные корни, которые позволяют более экономно использовать влагу [4]. Масса пионерных растений бывает очень значительна и на нефитотоксичных техногенных элювиях сложенных глинистыми породами достигает в первый год до 600 г/м² воздушносухого вещества. Однако к третьему году более конкурентноспособные многолетние растения по темпу массонакопления обгоняют пионерные однолетники.

На стадии простого фитоценоза количество видов, имеющих высокие классы постоянства, увеличивается. Незначительно пополняется группа общих видов, к уже присутствующим на пионерной стадии видам добавляются *Linaria vulgaris*

Таблица

Виды с высокими классами постоянства			
Виды, поселяющиеся на отвалах на 1 стадии зарастания			
Степная зона	Лесостепная зона	Горно-таёжная зона	
1. Taraxacum officinale	IV	1. Melilotus officinalis III	1. Sonchus arvensis IV
2.Artemisia sieversiana	III	2. Artemisia sieversiana III	2.Chamerion angustifolium IV
3. Sonchus arvensis	III		3. Tussilago farfara IV
4. Brassica juncea	III		4. Taraxacum officinale III
5. Salsola collina	III		5. Cirsium vulgare III
6. Polygonum aviculare	III		6. Erigeron canadensis III
7. Lactuca serriola	III		7. Artemisia sieversiana III
8.Pastinaca sylvestris	III		8. Leontodon autumnalis III
Виды, поселяющиеся на отвалах на 2 стадии зарастания			
Степная зона	Лесостепная зона	Горно-таёжная зона	
1. Artemisia sieversiana	IV	1. Taraxacum officinale IV	1. Tussilago farfara V
2. Linaria vulgaris	IV	2. Cirsium setosum IV	2. Taraxacum officinale III
3. Taraxacum officinale	IV	3. Achillea millefolium IV	3. Trifolium hybridum III
4. Sonchus arvensis	IV	4. Melilotus officinalis IV	4.Epilobium montanum III
5. Pastinaca sylvestris	III	5. Sonchus arvensis IV	5. Cirsium vulgare III
6. Cirsium setosum	III	6. Tussilago farfara IV	6. Cirsium setosum III
7. Melilotus albus	III	7. Trifolium pratense IV	7. Medicago lupulina III
		8. Linaria vulgaris IV	8. Prunella vulgaris III
		9. Pastinaca sylvestris IV	9. Poa pratensis III
		11. Artemisia vulgaris III	10.Leontodon autumnalis III
		12. Festuca pratensis III	
		13. Dactylis glomerata III	
		14. Melilotus albus III	
		15. Acer negundo III	
Виды, поселяющиеся на отвалах на 3 стадии зарастания			
Степная зона	Лесостепная зона	Горно-таёжная зона	
1. Pastinaca sylvestris	V	1. Achillea millefolium V	1.Chamerion angustifolium V
2. Taraxacum officinale	V	2. Centaurea scabiosa V	2. Taraxacum officinale V
3. Poa pratensis	V	3. Festuca pratensis V	3. Epilobium montanum V
4. Achillea millefolium	IV	4. Fragaria viridis V	4. Rubus idaeus V
5. Potentilla argentea	IV	5. Vicia cracca V	5. Poa palustris IV
6. Geum aleppicum	IV	6. Dactylis glomerata V	6. Tussilago farfara IV
7. Dracocephalum nutans	IV	7.Taraxacum officinale IV	
8. Linaria vulgaris	IV	8. Cirsium setosum IV	
9. Artemisia vulgaris	IV	9. Trifolium pratense IV	
10.Peucedanum morisonii	IV	10. Tussilago farfara IV	
		11.Melilotus officinalis IV	
		12. Poa pratensis IV	

Mill, *Cirsium setosum* (Willd.) Bess. В группе специфических видов появляются представители семейства злаковые - *Festuca pratensis* Huds., *Dactylis glomerata* L. в лесостепной зоне, *Poa pratensis* L. – в горно-таёжной зоне. А также бобовые: *Melilotus albus* Medik. – в степной и *Trifolium hybridum* L., *Medicago lupulina* L. – в горно-таёжной зоне.

Для простого фитоценоза характерно увеличение числа видов (табл.), разрастание отдельных видов, образование одновидовых или маловидовых сообществ. Здесь уже происходит детерминирование экотипом направленности сингенеза либо в сторону образования леса - практически одновидовые сообщества бересклета, либо в сторону

образования лугово-степных сообществ. Другой особенностью этого этапа сингенеза является сомнительность подземного яруса с незначительным проективным покрытием надземных частей от 20 до 60%. Чрезвычайно интересное почти одновидовое сообщество было найдено на 15-летнем отвале Новосергеевского углеразреза, составленного из *Anagallidium dichotomum* (L.) Griseb., занимающее площадь 5 м². В лесостепной зоне пятна от 1 м до 3 м занимают *Lathyrus pratensis* L и *Trifolium pretense* L. Обширные пятна образует *Melilotus albus* Medik. и *M. officinalis* (L.) Pallas. На отвалах сложенных суглинками к 10-12 годам формируется плотная дернинка из *Elytrigia repens* (L.) Nevski. В горно-таежной зоне простые раститель-

ные группировки на северных и восточных склонах образует *Equisetum pratense* Ehrh., на пологих склонах *Sonchus arvensis* L.

На стадии сложного фитоценоза количество общих видов для всех зон немного ниже, чем на стадии простого фитоценоза. В основном это те же виды, за исключением *Achillea millefolium* L. Однако группа специфических видов на стадии сложного фитоценоза становится более разнообразной. В степной зоне появляются *Poa pratensis* L., *Potentilla argentea* L., *Dracocephalum nutans* L. и др. В лесостепной зоне - *Fragaria viridis* L., *Vicia cracca* L., в горно-таёжной - *Epilobium montanum* L., *Rubus idaeus* L. и *Chamerion angustifolium* (L.) Holub.

Переход к диффузному растительному сообществу сложного фитоценоза, когда смыкается и подземный и надземный ярусы, наблюдается на самых старых отвалах. Он начинается с поселения единичных, нередко обладающим низким классом постоянства зональных и интразональных "верных" видов, определяющих дальнейший путь формирования фитоценозов. В степной части на этой стадии поселяются *Fragaria viridis* L., *Filipendula vulgaris* Moench, *Stipa pennata* L., *Stipa capillata* L., *Lathyrus tuberosus* L., *Scabiosa ochroleuca*. В лесо-

степной части: *Trifolium pratense* L., *Geranium pratense* L., *Iris ruthenica* Ker-Gawl., *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo, *Paeonia anomala* L. и др. В горно-таежной зоне *Thalictrum minus* L., *Melica nutans* L., *Orthilia secunda* (L.) House, *Ribes nigrum* L., *Rubus idaeus* L., *Epilobium palustre* L., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. и др. На этой стадии становится возможным выделение ярусности растительных сообществ. В таёжной зоне первый ярус составляют береза, второй подлесок из *Sorbus sibirica* Headl., третий - высокотравье (*Cirsium heterophyllum* (L.) Hill, *Delphinium elatum* L., *Bupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm.). В лесостепной зоне на открытых участках первый ярус образуют злаки (*Dactylis glomerata* L., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Festuca pratensis* Hudson, *Phleum pratense* L.), второй - разнотравье: *Fragaria vesca* L., *Dianthus superbus* L., *Rubus saxatilis* L., *Prunella vulgaris* L.

Таким образом, на большинстве исследованных отвалах растительные сообщества находятся на стадии пионерной группировки и простого фитоценоза, переход к диффузным сообществам значительно растянут во времени. Направленность сингенеза явно зональная, однако, нельзя исключить эволюционного развития фитоценозов с образованием парозональных сообществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарчевский В.В. Растительность и промышленные загрязнения. -Свердловск, 1970, 5-9.
2. Леонтьев Г.Н. Растительность и промышленные загрязнения.-Свердловск, 1966, 107-111.
3. Моторина Л.В. Растительность и промышленные загрязнения. - Свердловск, 1970, 118-123.
4. Куприянов А.Н. Биологическая рекультивация отвалов в субаридной зоне. -Алма-Ата, 1989, 104.
5. Бакланов В.И., Повх В.Н. Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития. - Донецк, 1990, 161.
6. Кандрашин Е.Р. Почвообразование в техногенных ландшафтах. -Новосибирск, Наука, Сиб.отд., 1979, 163-179.
7. Трофимов С.С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. -Новосибирск, 1975, 289 с.
8. Трофимов С.С., Наплекова Н.Н. , Кандрашин Е.Р., Фаткулин Ф.А., Стебаева С.К. Гумусообразование в техногенных экосистемах. -Новосибирск, 1986.
9. Куминова А.В. Растительность Кемеровской области. Ботанико-географическое районирование / Зап.-Сиб. филиал АН СССР. Биол. ин-т. (Новосибирск), 1949. - 169 с.
10. Манаков Ю.А. Сосудистые растения отвалов вскрытых пород Кедровского угольного разреза// Ботанические исследования Сибири и Казахстана. – Вып 3. – Барнаул.1997. – С 41 –55.
11. Рагим-заде Ф.К. Техногенные элювии вскрытых пород угольных месторождений Сибири, оценка их потенциального плодородия и пригодности для восстановления их почвенного покрова: Автореф.дис. канд.биол.наук. Новосибирск, 1977.
12. Баранник Л.П., Щербатенко В.И. Естественное зарастание отвалов породы угольных разрезов. - Новокузнецк, 1972.
13. Клевенская И.Л., Трофимов С.С., Таранов С.А., Кандрашин Е.Р. Сукцессии и функционирование микроборастительных ассоциаций как консорциональных единиц техногенных экосистем / Материалы III Всесоюзн.научн.конф. "Микроорганизмы в сельском хозяйстве".-М., МГУ, 1986, 89-90.
14. Воронов А.Г. Геоботаника. – М.: Высшая школа, 1973. – 384с.
15. Зверев А.А. Сравнительный анализ флор с помощью компьютерной системы «IBIS» // Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики. –Санкт-Петербург, 1998. С.284–288.

□ Авторы статьи:

Куприянов
Андрей Николаевич
- докт.биол.наук, проф., директор
Кузбасского ботанического сада
КемНЦ СО РАН

Морсакова
Юлия Валерьевна
- аспирант