

Комплексные исследования растительности при биологической рекультивации

Т.С. Чибрик, кандидат биологических наук

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.

Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

Наводиться комплексна програма досліджень та приклади використання її з метою індикації ролі рослинності при біологічній рекультивації.

Современные темпы разработки полезных ископаемых, деятельность перерабатывающей промышленности, промышленного и гражданского строительства и т. п. нередко приходят в противоречие с проблемой сохранения земли и охраны природы. Вокруг городов с сильно развитой промышленностью образуются “индустриальные пустыни”, горы отвалов пустой породы и прочие нарушения, которые занимают огромные площади и в сильной степени меняют жизненную среду человека. Интенсификация промышленного производства зачастую приводит к нарушению ценных сельскохозяйственных и лесных угодий. Особенно велики нарушения при открытых разработках полезных ископаемых – угля, руд черных и цветных металлов, строительных материалов и др. Только в Свердловской области такие площади составляют около 60 тыс., по Уралу свыше 100 тыс. га. Поэтому существует важная задача не только сохранения земельного фонда, но и предотвращения нарушений сложившегося за тысячелетия природного комплекса как непосредственно в местах производства горных работ, так и на значительных прилегающих площадях. Поэтому восстановление техногенных нарушенных земель – это восстановление экосистемных функций территории, возвращение их в биосферный фонд.

Для восстановления нарушенных площадей и предотвращения вредного влияния их на природную среду проводится рекультивация.

Под рекультивацией земель понимается комплекс работ, направленных на восстановление биологической продуктивности и хозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей природной среды [1]. Речь в данном случае идет о биологической рекультивации.

На Урале имеются значительные площади промышленных отвалов, где восстановление нарушенных почвенного и растительного покровов идет естественным путем. В то же время имеется 30–40-летний опыт биологической рекультивации. Такая особенность Урала обусловила основной методологический подход: всестороннее комплексное исследование растительности, формирующейся на нарушенных промышленностью землях в процессе самозарастания и при биологической рекультивации (т.е. использование индикационной роли растительности). Это вполне правомерно в

экстремальных условиях [4], характерных для большинства промышленных отвалов, когда формирование фитоценозов на безжизненных пространствах идет по типу первичной сукцессии [9]. Комплексность проблемы рекультивации нарушенных земель многократно подчеркивали многими исследователи этой проблемы [5, 6].

Фитоценоз рассматривается нами как интегральный показатель пригодности нарушенных промышленностью земель для биологической рекультивации, а при естественном восстановлении почвенного и растительного покровов (процесс самозарастания) – как наиболее доступный для изучения и информативный компонент биогеоценозов (техногенных экосистем) для оценки степени их сформированности, экологической и хозяйственной ценности, прогноза их развития.

В исследованиях по биологической рекультивации нами используется комплексная программа по изучению фитоценозов техногенных ландшафтов (рис. 1).



Рис. 1. Блок-схема программы по изучению фитоценозов техногенных ландшафтов

Каждый из приведенных блоков имеет вполне определенное индикационное значение:

а) степень пригодности для биологической рекультивации определяет наличие процесса самозарастания и его качество;

б) мониторинг флористического состава способствует индикации условий среды (хорошо работает на увлажнении, степени засоленности и иногда индицирует реакцию среды и др.) и иллюстрирует процесс восстановления фиторазнообразия на нарушенных землях;

в) изучение структуры и жизненности ценопопуляций дает возможность выявить особенности возрастной и морфологической структур ценопопуляций, толерантных к специфическим условиям видов, видов с наибольшей ценотической значимостью, видов – концентраторов тяжелых металлов, связь их адаптационной способности с микотрофизмом;

г) динамика и структура фитоценозов, микотрофность видов – индицируют степень сформированности растительных сообществ и дают ключ для прогноза их формирования во времени с учетом стадии сукцессионного процесса;

д) продуктивность и химический состав – хозяйственные категории, которые дают представление о количестве и качестве фитопродукции.

Для многих техногенных объектов в процессе мониторинга получены хроноклины изменения встречаемости и обилия (рис. 2) преобладающих видов

разнообразных растительных сообществ [3, 8], что позволило дать классификацию видов по их позиции в сериальных фитоценозах отвалов техногенных объектов:

I группа – виды, характерные для группы “молодых” сообществ, отражают свойства эксплерентности;

II группа – виды индифферентные, присутствующие независимо от возраста сообществ, иллюстрируют свойства патиентности;

III группа – виды, характерные для группы “старых” сообществ, иллюстрируют свойства виолентности.

Для каждой из групп выделяются следующие подгруппы:

1) виды, усиливающие позицию с возрастом сообществ (увеличивают класс постоянства, обилие, массу и др.);

2) виды с позицией, не зависящей от возраста сообществ;

3) виды, ослабляющие позицию с возрастом сообществ (зависимость выражается нисходящей или одновершинной кривой).

Виды, характерные для “молодых” и “старых” сообществ (группы I и III), в какой-то степени индицируют стадии сингенетических сукцессий на этих отвалах, степень сформированности сообществ, а виды II группы – экологические условия. Разные виды I и III групп на отвалах отражают вариабельность формирующихся сообществ, обусловленную заносом диаспор, некоторым различием конкретных экологических условий отвалов и др. Но эти группы иллюстрируют разные стороны единого процесса формирования фитоценозов на безжизненном субстрате: I группа определяет инициальные фитоценозы, отражая их вариабельность; III – позволяет прогнозировать возможное развитие фитоценозов с возрастом.

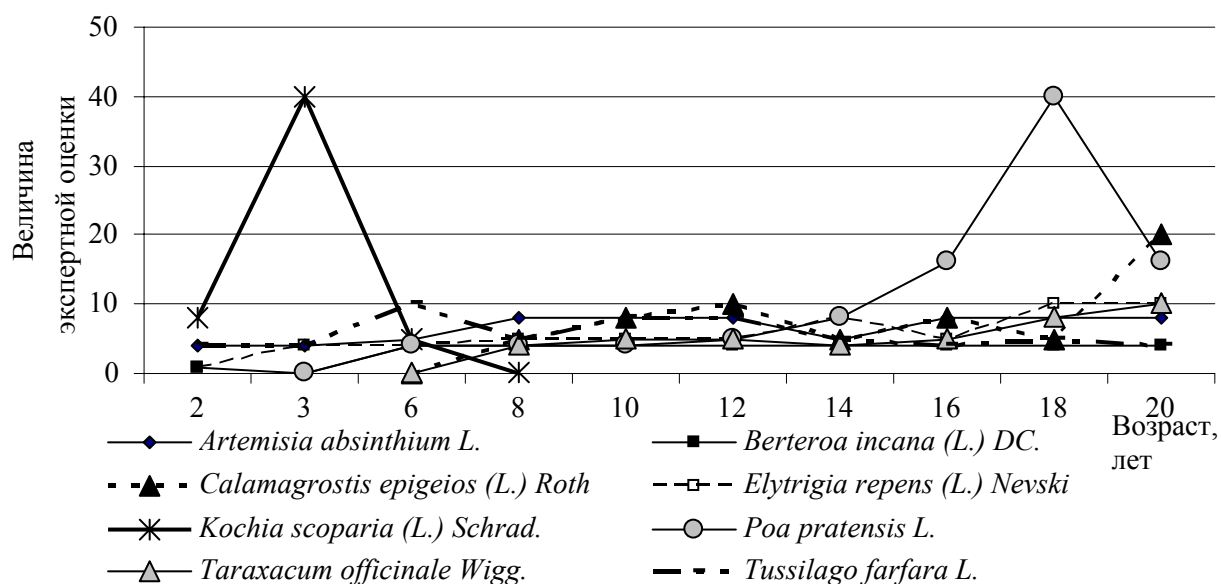


Рис. 2. Хроноклин видов с учетом обилия видов

В качестве примера приведены данные по Коркинскому железнодорожному вскрышному отвалу (Челябинский угольный бассейн). Площадь его 560 га, степень пригодности грунтов по ГОСТу – малопригодные,

бедны элементами питания [2]. Поверхность отвала сложена аргиллитами, алевролитами, глинами с небольшим участием каменистых конгломератов и песчаников.

Для изучения брали геоботанические описания 2-, 3-, 6-, 8-, 10-, 12-, 14-, 16-, 18-, 20-летних растительных сообществ, сформированных на отвале, т.е. пространственный возрастной ряд. Использование пространственного временного ряда обусловлено тем, что на относительно однотипной поверхности отвала берутся разновозрастные (по маркшейдерским данным) растительные сообщества.

Примерное распределение видов по группам следующее:

I группа видов включает *Kochia scoparia* (L.) Schrad., *Melilotus albus* Medik., *Polygonum aviculare* L., *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl., *Amoria repens* (L.) C. Presl, *Tussilago farfara* L.;

II группа – *Artemisia absinthium* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Carduus nutans* L., *Convolvulus arvensis* L., *Linaria vulgaris* L., *Sonchus oleraceus* L., *Solanum dulcamara* L.;

III группа – *Achillea nobilis* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Poa pratensis* L., *Poa trivialis* L., *Taraxacum officinale* Wigg.

Виды I группы с разным обилием удерживаются в формирующихся фитоценозах преимущественно до 5 лет. Виды группы II не имеют высокого балла обилия в течение 20 лет, то снижаясь, то повышаясь, но в целом не выходя за обилие Sol–Sp. Виды группы III более или менее стабильно увеличивают обилие. Эти виды являются потенциальными доминантами. Чаще всего это вегетативно подвижные виды или с большим потенциалом семенного размножения (как *Taraxacum officinale*).

При математическом анализе обилия были приняты следующие экспертные оценки, близко соответствующие роли вида в фитоценозе: un – 1, un_{gr} – 2, Sol – 4, Sol_{gr} – 5, Sp – 8, Sp_{gr} – 10, Cop₁ – 16, Cop₂ – 30, Cop₃ – 60.

В течение 20 лет идет постепенное увеличение видового богатства, но в любом случае, начиная с 3-го года, колебания в пределах 45 видов. Молодые фитоценозы (1–2 года) формируют *Kochia scoparia* с проективным покрытием 40–60 % и *Melilotus albus*.

Эколого-ценотическая характеристика видов дает возможность утверждать, что наиболее вероятный доминант на стадии фитоценоза – *Poa pratensis*. При прогнозировании на более длительный срок можно ожидать отдельные варианты с доминированием *Calamagrostis epigeios* и *Elytrigia repens*. Это связано с процессом выветривания каменистого субстрата, когда поставляется рыхлый материал и образуются локальные участки, интенсивно заселяемые этими вегетативно подвижными видами.

Виды II (*Artemisia absinthium*, *Berteroa incana* и др.) с небольшим обилием присутствуют по всех растительных сообществах. Это потенциальные пациенты. Скорость и интенсивность процесса самозаращения определяется конкретными экологическими условиями и заносом семян. При достаточно благоприятных экологических, в первую очередь эдафических условиях и достаточном количестве семян в течение первых 2–3 лет могут формироваться

одновидовые заросли с высоким проективным покрытием. Особенно часто заросли *Kochia scoparia*, *Atriplex littoralis* L., *Salsola australis* R. Br. *Tussilago farfara* имеют высокий балл обилия с 3 до 14 лет, а затем оно снижается, так как здесь играет роль формирование корневищ, которые позволяют мать-и-мачехе дольше удержаться в фитоценозе.

Общемировой проблемой в настоящее время является сохранение биоразнообразия Земли, соответствующие документы приняты и в нашей стране.

Выявление видового состава формирующихся разновозрастных фитоценозов на нарушенных промышленностью землях характеризует процесс восстановления фитоценозов в различных экотопах с учетом их характеристик.

Анализ динамики фитоценозов и биоэкологической структуры видового состава разновозрастных фитоценозов Коркинского отвала показал (таблица), что доля терофитов с возрастом фитоценозов снижается, преобладают гемикриптофиты, составляя с первых лет формирования фитоценозов 39–78 % от общего числа видов (в среднем 65,2 %). Поселившиеся на 8 год виды древесных (*Betula pendula* Roth и *B. pubescens* Ehrh., *Populus tremula* L., *Salix caprea* L. и *S. viminalis* L.) составляют 7–10 %, еще раньше, с 3-го года, появляются хамефиты, составляя стабильно 2–3 %. Исключение – 3-й год, где хамефиты занимают 5 %.

Анализ флоры по экоморфе иллюстрирует ксероморфные условия с долей мезофитов 39–59 % от общего числа видов, остальную часть – более ксерофитные виды. Если учесть, что отвал находится в лесостепной зоне, то можно предполагать использование для его заселения более ксероморфных экотипов.

О степени сформированности техногенных экосистем мы судим по поселению лесных видов, таких, как в нашей зоне *Pyrola rotundifolia* L. и *Orthilia secunda* (L.) House, их ценопопуляционном анализе, а о формировании функциональных связей – по микосимбиотрофизму [7].

Биоэкологическая структура (доля от общего числа видов) разновозрастных фитоценозов Коркинского отвала (лесостепная зона), %

Показатель	Возраст участков, лет									
	2	3	6	8	10	12	14	16	18	20
Жизненная форма по Раункиеру										
Терофиты	33	39	22	3	14	9	9	–	9	10
Гемикриптофиты	50	39	66	74	65	70	72	78	71	67
Геофиты	17	17	10	13	9	9	9	11	9	10
Хамефиты	–	5	2	3	3	3	3	3	2	3
Фанерофиты	–	–	–	7	9	9	7	8	9	10
Экоморфа										
Ксерофиты	17	4,5	7	3	5	2	3	3	2	8
Ксеромезофиты	22	39	9	8	12	23	9	17	9	13

Мезоксерофиты	17	9	15	10	23	21	22	22	25	25
Мезофиты	39	43	51	59	48	40	46	44	51	41
Мезофиты, ксеромезофиты	5	4,5	18	20	12	14	20	14	13	13
Всего видов	18	23	41	39	43	44	43	36	45	39

Ареалогический анализ показал, что преобладающей широтной группой является бореальная, но доля видов этой группы с возрастом сообществ интенсивно снижается за счет увеличения полизональных и лесостепных, преобладающая долготная группа – евразийская.

Всестороннее изучение растительности, формирующейся на нарушенных промышленностью землях, имеет и практическое значение:

а) позволяет определить степень пригодности их для биологической рекультивации;

б) выделить площади, не требующие биологической рекультивации;

в) разработать способы биологической рекультивации с учетом конкретных экологических условий.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы РФФИ-Урал грант № 10-04-96006.

Библиография

1. ГОСТ 17.5.1.01–83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения. – М. : ИПК изд-во стандартов, 1982.

2. ГОСТ 17.5.1.03-86. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель. – М. : ИПК изд-во стандартов, 1987. – 10 с.

3. *Лукина Н.В.* Формирование растительности на золоотвалах Южноуральской ГРЭС / *Н.В. Лукина* // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку: матеріали міжнар. наук. конф. “Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку”, г. Донецьк, 24–26 вересня 2007 р. – Донецьк : Донецький ботанічний сад НАН України, 2007. – С. 268–273.

4. *Миркин Б.М.* Современная наука о растительности: учебник / *Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И.* – М. : Логос, 2000. – 264 с

5. *Моторина Л.В.* Комплексность в рекультивации техногенных ландшафтов и терминологические аспекты проблемы / *Л.В. Моторина* // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. – М. : Наука, 1974. – С. 22–33.

6. *Чибрик Т.С.* Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях: биологическая рекультивация / *Чибрик Т.С., Елькин Ю.А.* – Свердловск : Изд-во Урал. ун-та, 1991. – 220 с.

7. Экологические основы и опыт биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель / [*Чибрик Т.С., Лукина Н.В., Филимонова Е.И., Глазырина М.А.*]. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2011. – 286 с.

8. Экологические основы структурно-динамической организации фитоценозов техногенных ландшафтов / [Чибрик Т.С., Филимонова Е.И., Глазырина М.А., Лукина Н.В.] // Ученые записки: материалы Всерос. науч.-практ. конф. “Экология промышленного региона и экологическое образование” / Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия; отв. ред. Т.В. Жуйкова. – Нижний Тагил : НТГСПА, 2006. – С.–154–163.

9. Шенников А.П. Введение в геоботанику / А.П. Шенников. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.