

## Ученые разрабатывают технологии рекультивации нарушенных земель

**Кемеровская область – Кузбасс – регион с активной добывающей промышленностью: только за март 2022 года добыто 19 миллионов тонн угля. Разработка угольных пластов открытым способом наносит колоссальный ущерб природным ландшафтам, на их месте образуются карьерные выемки и отвалы вскрышных пород. В настоящее время экологическая сторона восстановления растительного покрова на отвалах приобретает всё большую актуальность. Научные разработки ученых Кузбасского ботанического сада ФИЦ угля и углехимии СО РАН как раз направлены на восстановление средообразующих функций техногенных ландшафтов.**

На территории Кузбасса угледобычей нарушено чуть более одного процента площади, однако, если учесть, что почти вся она сосредоточена в густонаселенной Кузнецкой котловине, это выглядит удручающе. На современном этапе рекультивация отвалов проводится на незначительном пространстве, так как многие из них еще находятся на стадии формирования, а их восстановление – дело будущего. В связи с этим в наши дни усилия научных коллективов нацелены на разработку и апробацию новых технологий, которые в ближайшее время, при завершении техногенного этапа формирования ландшафтов, могут быть сразу внедрены в производство.

Кузбасский ботанический сад разрабатывает природоподобные технологии рекультивации, которые помогают повысить экологическую эффективность восстановительных работ. Заведующий лабораторией рекультивации и биомониторинга ФИЦ УУХ СО РАН кандидат биологических наук **Владимир Иванович Уфимцев** рассказывает: «Цель таких технологий – создать на отвалах растительные сообщества, по своим свойствам и внутренней структуре максимально приближенные к первоначальному состоянию природных экосистем региона. С другой стороны, мы знаем, что техногенный элювий отвалов, который становится базисом новообразуемых экосистем, в значительной степени отличается от свойств зональных почв. Поэтому, например, лесные экосистемы должны обладать поликомпонентностью, устойчивостью и способностью к самовоспроизводству, а при восстановлении травянистых фитоценозов следует обращать внимание на повышение биоразнообразия и почвенно-экологический эффект». Поэтому в разработке ученых Кузбасского ботанического сада сразу несколько способов биологической рекультивации, ориентированных на разные эколого-географические районы Кузбасса.

Новый импульс рекультивации нарушенных земель придал ГОСТ Р 57446-2017, в котором указано, что неотъемлемое условие восстановления нарушенных земель – сохранение и восстановление биологического разнообразия. «Лесные культуры на отвалах нужно создавать таким образом, чтобы структура древостоя не препятствовала развитию живого напочвенного покрова: травянистых растений, грибов и так далее, дополнительно должны быть использованы древесные породы, обеспечивающие кормовую базу для мигрирующих на отвалы представителей фауны. Ключевой момент – при рекультивации необходимо максимально использовать потенциал аборигенных видов деревьев и кустарников, чтобы техногенные лесные экосистемы органично вписывались в окружающий природный ландшафт. То есть некоторые древесные виды, в целом успешно применяемые в озеленении городов, но нетипичные для естественных ландшафтов нашей природной зоны, для рекультивации отвалов всё-таки не подходят», – говорит научный сотрудник лаборатории рекультивации и биомониторинга ФИЦ УУХ СО РАН кандидат биологических наук **Наталья Александровна Макеева**.



Сотрудники ботанического сада высаживают ростки сосен

В 2021 году Кузбасский ботанический сад ФИЦ УУХ СО РАН при поддержке АО «УК «Кузбассразрезуголь» на площади в три гектара отвала на филиале «Кедровский угольный разрез» заложил опытно-показательный полигон технологий рекультивации. На нем в виде делян и вариантов представлены специальные эталонные участки, на которых идеально выверено расстояние между деревьями и соблюдены все условия посадки. В дальнейшем на этих делянках будет производиться мониторинг формирования лесных сообществ для дальнейшего исследования закономерностей функционирования техногенных экосистем, а также предусмотрены экспериментальные задачи по изучению теоретических наработок на практике.

Для лесной рекультивации наиболее востребованной древесной породой является сосна обыкновенная, которая хорошо растет на почвах, обедненных элементами минерального питания. Благодаря мощной корневой системе сосна хорошо приспособлена к каменистым горным субстратам и способна получать питательные вещества и влагу на значительном расстоянии и глубине.

В настоящее время в практике рекультивации используются два типа посадочного материала: применяют сеянцы как с открытой (ОКС), так и закрытой корневой системой (ЗКС). Посадочный материал ОКС выращивают в лесных питомниках, как правило, это двулетние сеянцы. Применение сеянцев с ОКС предполагает проведение посадочных работ в очень сжатые сроки, пока верхушечные почки находятся в состоянии покоя, а верхний слой субстрата рекультивируемого отвала содержит достаточный запас влаги, которая выступает лимитирующим фактором при определении сроков проведения работ и является основным (но не главным) условием приживаемости. Самое благоприятное время посадки сеянцев ОКС – три-четыре недели в сентябре и две недели в апреле-мае. Вследствие того, что поверхность отвала лишена растительного покрова, ее высыхание в весенний период происходит очень быстро. Наталья Макеева рассказывает о нюансах рекультивации: «Часто бывает так, что в апреле отвал уже готов к проведению работ, а в лесных питомниках еще лежит снег, не позволяющий



Ростки сосен в мешочках перед посадкой

начать выкопку семян – провести посадки в благоприятные сроки не получается. В результате даже при добросовестном подходе приживаемость на разных участках может сильно различаться: от 0 до 90%. Если срок высадки сильно упущен, то возникает опасность полной гибели посадок. Поэтому подрядчики работ, использующие при рекультивации сеянцы ОКС в промышленных объемах, сильно рискуют, так как часть проведенных работ потом приходится переделывать».

С другой стороны, в соответствии с приказом Минприроды РФ от 29.06.2016 г., при рекультивации отвалов материалом ОКС требуется четыре тысячи сеянцев на один гектар. Если приживаемость высокая, через 25–30 лет формируются загущенные мертвопокровные лесные культуры, под которыми ничего не растет, даже собственный подрост. «В таком «частокле» даже ходить затруднительно. Сосны очень густо растут, нижние ветви переплетаются и засыхают. Санитарные рубки, сучкование не проводятся, поэтому в древостое развивается напряженная конкуренция, деревья испытывают сильное угнетение. Такие посадки в старших возрастах подвержены пожарам», – поясняет Наталья Макеева.

В свою очередь, применение сеянцев ЗКС позволяет снизить густоту посадки в два раза – их требуется только две тысячи штук на один гектар. «Насаждения с такой густотой не образуют сплошной лесной полог, в них хорошо идет естественное возобновление и сохраняются ресурсы (в первую очередь – свет) для формирования подлеска и травостоя, что является важным шагом на пути к восстановлению биоразнообразия», – объясняет Наталья Макеева.

Использование сеянцев ЗКС позволяет значительно расширить сроки посадочных работ, так как корневая система таких сеянцев полностью сохраняется, и на отвалах хорошо приживаются даже сеянцы, высаженные с растущими побегами. Их приживаемость при соблюдении технологии составляет 90–98%. Хорошие результаты показали и раннелетние посадки, необходимость которых как раз возникает при нестыковках в поставках сеянцев и горнотехнической подготовке участков рекультивации.

Для увеличения эффективности рекультивационных работ с учетом расши-

рения породного состава специалисты Кузбасского ботанического сада ФИЦ УУХ СО РАН рекомендуют использование посадочного материала с закрытой корневой системой. Для получения однолетних сеянцев для целей рекультивации хорошо подходит кассетная технология выращивания, для создания эталонных участков рекультивации, где требуется быстрый визуальный эффект, разработана технология выращивания трехлетних саженцев в посадочных пакетах. Такой пакет способствует сохранению влаги и правильному формированию корневой системы. В питательный субстрат добавляются удобрения пролонгированного действия и гидрогель, которые продолжают действовать и после высадки саженцев на отвал, обеспечивая сглаженный режим питания и режим увлажнения на этапе приживаемости.

В последнее время в аспекте сокращения выбросов парниковых газов участки рекультивации отвалов стали рассматриваться как стоки атмосферного углерода. По подсчетам кузбасских ученых, только для восполнения потерь депонирования углерода естественными лесными ландшафтами Кузбасса, связанными с открытой разработкой угольных месторождений, посадка леса должна проводиться на площади не менее девяти тысяч гектаров в год. Существенную долю в этой площади могут занять и отвалы вскрышных пород, выводимые из горного производства. В. И. Уфимцев отмечает, что наряду с моновидовыми сосновыми насаждениями лесохозяйственного назначения для решения углеродных задач перспективно создание на отвалах многоярусных природоподобных сообществ с существенной долей хвойных деревьев первой и второй величины. Такие насаждения обладают более длительным эффектом накопления углерода в стволовой и нестволовой древесине по сравнению с одновидовыми культурами, а научно обоснованное сочетание на одной площади нескольких древесных видов обеспечит формирование разных экологических ниш и в конечном итоге восстановление биоразнообразия.

**Ирина Дмитриева, студентка отделения журналистики ГИ НГУ**  
Фото предоставлены исследователями