

**УДК 631.6.02**

М.В. КОПЫЛОВА, студентка гр. ИП-19-1 (Кузбасская ГСХА)  
Научный руководитель М.А. ЯКОВЧЕНКО, к.х.н., доцент (Кузбасская  
ГСХА)  
г. Кемерово

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ**

Для стабильного экономического роста всех отраслей промышленности (в том числе и ключевой для Кузбасса горнодобывающей) и сохранения объема возобновляемых ресурсов необходима грамотная стратегия по восстановлению последних. Этот вопрос вполне возможно решить обновлением и восстановлением территорий после добычи полезных ископаемых — т.н. мероприятиями по рекультивации.

Процесс рекультивации представлен техническим и биологическим этапами работ. На первом, техническом этапе происходит планирование поверхности, покрытие её плодородным слоем, а также благоустройство или застройка данной территории в соответствии с проектом. Биологический этап складывается из ряда агротехнических и фитомелиоративных процессов, восстановления плодородного слоя почвы, ускорения почвообразования, а также восстановление баланса биогеоценозов [1,2].

Вследствие дефицита земельных ресурсов и негативного воздействия промышленной застройки на экологию нельзя не отметить следующее: рекультивация нарушенных земель имеет большое экономическое и экологическое значение. Однако при выборе направления восстановительных мероприятий необходимо учесть ряд факторов — в частности, необходимость в рекультивации нарушенных земель в данном регионе, а также технические возможности и свойства восстанавливаемой территории. В целом для развития деятельности, связанной с рекультивацией, необходима модернизация технологических приемов восстановления земель. Для Кемеровской области, в частности, это обусловлено многообразием методов и условий добычи угля на угольных предприятиях [3,4].

Как уже упоминалось, в Кузбассе добыча угля является одной из основных добывающих отраслей. Происходит постоянное обновление материально-технической базы угледобывающих предприятий, регулярно происходит внедрение новых технологий. Вместе с тем промышленное развитие в области привело к необратимым изменениям ландшафта и естественной растительности, изменениям физико-химических и механических свойств почвы. Среди негативных результатов — смена основных почвенных режимов и нарушения биогеоценоза, что в итоге приводит к формированию антропогенного ландшафта. Для восстановления изменён-

ных участков земель и предотвращения вредного воздействия на окружающую среду необходима организация комплекса мероприятий по биологической рекультивации в нашем регионе [5,6].

Целью работы являлось проведение биологической рекультивации нарушенных земель на территории угольного разреза ООО «Участок «Коксовый» Кемеровской области. Рекультивация была запланирована к проведению путем преобразования ряда участков через биогеоценозы в продуктивные зоны для сельского хозяйства, лесного хозяйства и рекреации. Также требовалось провести сравнительный анализ и оценить возможности использования разных видов посадок в восстановлении нарушенных горными работами земель.

Опытная площадка располагается на территории угольного разреза ООО «Участок «Коксовый» (общей площадью 12000 м<sup>2</sup>). Для проведения биологической рекультивации нами был заложен многофакторный стационарный полевой опыт по подбору культур. Стационарный полевой опыт представлен 3 пунктами: с нанесением плодородного слоя земли – «Почва»; с нанесением потенциально плодородного слоя – «Суглинок»; без нанесения плодородных слоев – «Технозем». Каждый вариант разделен на три участка: деревья; деревья и разнотравье; разнотравье.

Деревья высаживались вручную, при помощи железной лопаты, на расстоянии 1.5 м. друг от друга. Величина междурядья составила 2 м. Ассортимент растений опытных участков: сосна обыкновенная (*Pinussylvestris* L.), береза бородавчатая (*Betulapendula* Roth.), яблоня дикая (*Malussylvestris* Mill.), облепиха крушиновидная (*Hippophaeramnoides* L.) и тополь лавролистный (*Populuslaurifolia* Ledeb.). Посев трав также проводился вручную параллельно с высадкой деревьев. Травосмесь состояла из донника лекарственного (*Melilotusofficinalis* Pall.) и костреца безостого (*Bromopsisinermis* Holub.).

На 108 стационарных точках был произведен отбор почвенных образцов, а также замеры температуры. Отбор образцов для анализов производился с глубины 15 см с помощью лопаты, в полиэтиленовых перчатках. Отобранные образцы помещались в полиэтиленовые пакеты и хранились при температуре 2-3<sup>0</sup>С (в холодильнике) до момента проведения анализов.

Была проведена оценка качества растительного покрова, включающая замер высоты растений и выяснение процента приживаемости. Растения отобраны в августе, по десяти трансектам на каждом из вариантов опыта. Учтено количество и видовой состав растений в каждой пробе, произведены замеры корневой системы. Анализ образцов был осуществлен в лаборатории «Агроэкология» Кузбасской ГСХА совместно с Испытательным центром по агрохимическому обслуживанию сельскохозяйственного производства ФГУ ЦАС «Кемеровский».

На начальном этапе исследования проведено измерение температуры субстрата, которая является важной физической характеристикой. За

время вегетации показатели снимали троекратно, при этом рассчитывая среднюю величину (рисунок 1).

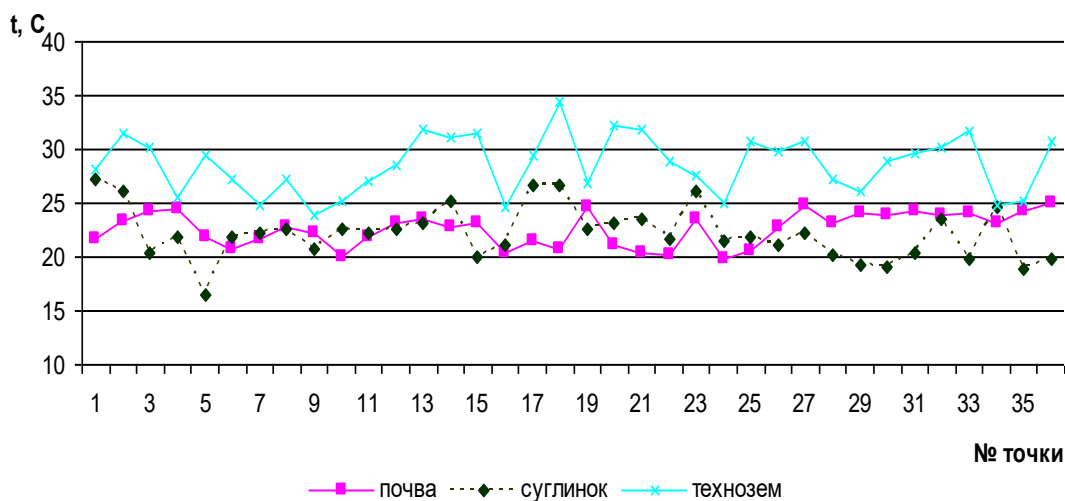


Рисунок 1. Средние значения температуры грунта на стационарных точках

Для роста и развития почвенных микробных сообществ, травянистых и древесных растений температура 20-25<sup>0</sup>С считается оптимальной.

Полученные данные образцов опытной площадки «Технозем» показали значения на 6,00-6,50<sup>0</sup>С больше, чем аналогичные показатели других вариантов. Средняя температура по варианту составила 28,60<sup>0</sup>С; температурный максимум грунта — 34,40<sup>0</sup>С, минимум — 23,80<sup>0</sup>С; вариативность температуры составила 10,60<sup>0</sup>С. Эти показатели свидетельствуют о неравномерности прогревания субстрата в результате продолжающихся экзогенных процессов в некоторых породах. При воздействии повышенных температур в почве протекает процесс денитрификации – т.е. происходит потеря азота в газообразной форме, что соответствует замерам на стационарных точках. Отметим, что питание азотом играет важную роль в росте и развитии растений.

Полученные результаты представлены на рисунке 2. Известно, что органический азот, содержащийся в гумусе, недоступен для растительности. Сделать выводы о наличии в почве наиболее легкоусвояемых для растений азотистых веществ можно, определяя количество минеральных соединений азота и нитратов. Наибольшее содержание нитратного азота обнаружено в образцах варианта «Почва» (среднее значение — 29,27 мг/кг). Количество нитратного азота по данному варианту колеблется от 19,9 мг/кг до 41,7 мг/кг, что считается оптимальной для жизни растений.

Тепловые свойства почвы имеют большое значение: они способствуют более интенсивному проявлению физических, химических и биологических процессов, связанных с выветриванием и почвообразованием. Нормальное развитие растений и микроорганизмов может проходить лишь

при определенных тепловых и почвенных условиях. Для группы мезофильных микроорганизмов оптимальные температурные условия находятся в пределах от  $+20^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$ . Многие полевые растения, такие как пшеница, рожь, ячмень, гречиха, имеют оптимальные условия для своего развития в пределах от  $+25^{\circ}\text{C}$  до  $+31^{\circ}\text{C}$ ; для конопли, кукурузы и тыквы оптимальный диапазон — от  $+37^{\circ}\text{C}$  до  $+44^{\circ}\text{C}$ , и т.д. Изверженные горные породы под влиянием колебаний температуры подвергаются термическому выветриванию. Основным источником тепла для почвы — солнечная лучистая энергия и в значительной мере теплота, возникающая при разложении органических веществ в почве.

Азот необходим на всех этапах роста — от проростков до взрослых деревьев. Наибольшее количество азота требуется для образования белков. Также он входит в состав ферментов, нуклеиновых кислот, хлорофилла, витаминов, алкалоидов, клеточных мембран.

Недостаток азота резко сказывается на росте вегетативных органов, ведет к снижению плодоношения (семеношения). При азотном голодании зеленая окраска листьев постепенно переходит в различные тона желтого, оранжевого и красного цветов (в зависимости от вида растений). Пожелтение начинается с жилок листа и распространяется к краям листовой пластинки.

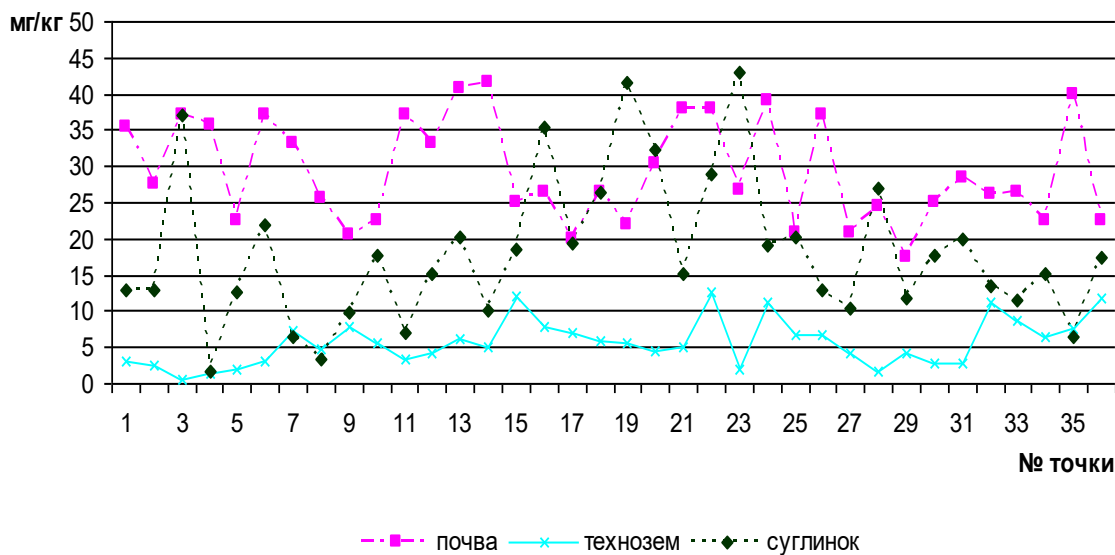


Рисунок 2. Содержание нитратного азота на стационарных точках по вариантам опыта

Содержание азота по варианту «Суглинок» в среднем составило 18,1 мг/кг, что говорит о средней обеспеченности потенциально плодородного слоя нитратным азотом и возможности его применения для посадки растений. Содержание нитратного азота по точкам грунта варианта «Технозем» низкое — составляет в среднем 5,7 мг/кг с минимальным значением

0,7 мг/кг. Это не позволяет использовать данный грунт для процессов рекультивации.

Высота растений в первый год исследования значительно не отличалась по вариантам опыта. Это связано с недавней посадкой деревьев и недостаточным количеством времени для роста в заданных условиях. Приживаемость деревьев к концу первого вегетационного периода на участках «Почва» и «Суглинок» значительно выше участка «Технозем»; так, приживаемость культуры береза бородавчатая составила 77,7 и 87,5% на участках с суглинком и почвой соответственно. Наихудшая приживаемость отмечена у тополя лавролистного.

Проведенные исследования позволили сравнить и оценить возможность использования разных видов посадок и типов грунта в восстановлении нарушенных горными работами земель. Основными задачами использования зеленых технологий является возобновление процесса почвообразования и воспроизводство биоценозов, что способствует формированию культурного ландшафта на отработанных землях.

В ходе работы установлено, что высота растений в первый год исследования значительно не отличается по вариантам опыта; как сказано выше, это связано с недавней посадкой деревьев и недостаточным количеством времени для роста в заданных условиях. Приживаемость деревьев к концу первого вегетационного периода на участках «Почва» и «Суглинок» значительно выше участка «Технозем».

#### Список литературы:

1. Просяникова, О.И. Антропогенная трансформация почв Кемеровской области: монография / О.И. Просяникова. - Кемерово: ИИО Кемеровский ГСХИ, 2005. – 300 с.
2. Micanova O. Utilization of Microbial Inoculation and Compost for Revitalization of Soils / Soil and Water Res., 4,2009 (3): 126-130.
3. Yakovchenko M. The Study of Soil Protection in the Sistem of the Cultivated Lands of Kemerovo Region / IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 91(2015)012078 doi:10.1088/1757-899x/91/1/012078.
4. Зеньков И. В. и др. Результаты исследования условий развития соснового бора в восточном секторе внутренних отвалов угольного разреза «Бородинский» //Уголь. – 2019. – №. 4 (1117).
5. Зеньков И. В. и др. Результаты оценки экологии нарушенных земель угольным разрезом «Абанский» в Красноярском крае //Уголь. – 2019. – №. 9 (1122).