

Исследование ферментативной активности в техногенных почвах Кузбасса

The study of enzymes activity in man-made soils Kuznetsk Basin

В.П. Середина¹, К.А. Андросова¹, Л.Н. Сысова²

V.P. Seredina¹, K.A. Androsova¹, L.N. Sysova²

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет,

seredina_v@mail.ru, androsovakarina9@mail.ru

²Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа

sibniit@mail.tomsknet.ru

Представлены результаты изучения ферментативной активности техногенных почв Кузбасса. Выявлено, что с возрастом эмбриоземов увеличивается ферментативная активность. Можно констатировать заметное увеличение оксидоредуктаз в направлении от инициального эмбриозема естественного зарастания к посттехноземному органо-аккумулятивному эмбриозему (20-летней рекультивации). Полученные результаты свидетельствуют о том, что почвы, подвергшиеся негативным нагрузкам техногенеза, стремятся к самовосстановлению.

Ключевые слова: Кузнецкая котловина, эмбриозем, угледобыча, ферментативная активность, ремедиация.

Актуальность. Земельный фонд Кемеровской области составляет 95,7 км². Самые плодородные почвы располагаются в пределах Кузнецкой котловины, в недрах которой залегают крупнейшие месторождения угля. По данным В.А. Андроханова и др. [1], в результате горнодобывающих работ в равнинной части Кузнецкой котловины почвенный покров полностью нарушен на площади около 100 тыс. га, из них 80 тыс. га – работой угольных предприятий. Актуальность работы заключается в ремедиации техногенно-нарушенных при угледобыче почв Кузбасса и в возвращении их в фонд сельскохозяйственного использования, путем проведения биологической рекультивации.

Почвообразовательные процессы, протекающие в нативных условиях восстановления техногенных ландшафтов, во многом обусловлены активностью окислительно-восстановительных ферментов, которые во много раз увеличивают скорость протекания биохимических реакций, приводящих к регенерации плодородия нарушенных почв, утраченного в ходе антропогенного вмешательства. В связи с этим, целью исследования является изучение ферментативной активности, влияющей на ремедиацию техногенных почв, сформированных в районах угледобычи Кузбасса.

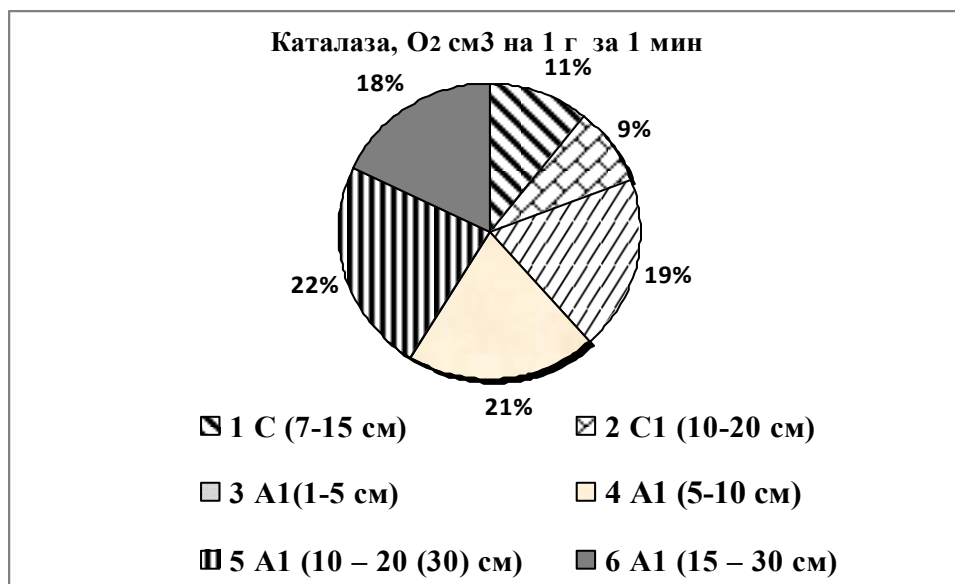
Объекты и методы исследования. Объектами исследования послужили почвы техногенных ландшафтов Кузбасса – эмбриоземы Красногорского угольного разреза, входящего в Междуреченскую территориальную группировку угольных разрезов: инициальный, органо–аккумулятивный, дерновый, гумусово–аккумулятивный. Наряду с этим, изучались эмбриоземы различного срока рекультивации: эмбриозем посттехноземный органо–аккумулятивный типичный (20 лет) и эмбриозем посттехноземный органо–аккумулятивный типичный (16-лет). Различаются перечисленные типы, главным образом, по морфологии и генезису биогенных горизонтов, в частности, органогенных. В морфологическом отношении сходство данных типов эмбриоземов заключается: в малой мощности почвенного профиля (30–40 см), высокой каменистости (83-94%), слабой дифференциации на генетические горизонты и наличии своеобразной зоны окисления в верхней части породы. Для диагностики начальных процессов ремедиации нарушенного почвенного покрова учетом временного фактора в нативных условиях и в условиях рекультивации, проводилось исследование ферментативной активности по Ф.Х. Хазиеву [2].

Обсуждение результатов. Процесс разложения органического вещества (ОВ), поступающего в почву, и образование лабильных его форм, является сложным и многоступенчатым, однако все этапы идут при непременном участии ферментов. Почвенные ферменты важны для катализа многих реакций, необходимых для жизнедеятельности микроорганизмов в почвах, разложения органических остатков, круговорота питательных веществ и формирования с участием органической компоненты структуры почвы [3].

В почвенной биодинамике наибольшее значение имеют такие окислительно-восстановительные ферменты как каталаза, дегидрогеназа, полифенолоксидаза, пероксидаза. Они являются основными агентами в процессе синтеза гумусовых веществ в почве.

Характерным показателем биологической активности почв, является каталаза – фермент, участвующий в разложении ядовитой перекиси водорода (H_2O_2), образованной в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Исследование каталазной активности в эмбриоземах Красногорского угольного разреза показало, что активность данного окислительно-восстановительного фермента в инициальном и органо-аккумулятивном эмбриоземах невысокая (от 1,7 до 2,1 мл O_2 за 1мин). Низкие значения каталазы объясняются тем, что изученные типы техногенно–нарушенных почв находятся на начальных стадиях почвообразования и ремедиации органо-аккумулятивного горизонта. Согласно шкале Д.Г. Звягинцева [4], инициальный и органо-аккумулятивный эмбриоземы по степени обогащенности каталазой относятся к почвам, бедным окислительно-восстановительным ферментом. Заметное увеличение каталазной активности наблюдается в направлении от дернового эмбриозема (3,7 мл O_2 за 1мин) к посттехноземному органо–аккумулятивному 20-

летней рекультивации (4,5 мл O₂ за 1 мин), что объясняется дополнительным образованием H₂O₂, полученной в процессе биохимических реакций окисления основного субстрата реагирования этого фермента – лабильных форм ОВ, формирующихся на начальных этапах гумификации (рис. 1).



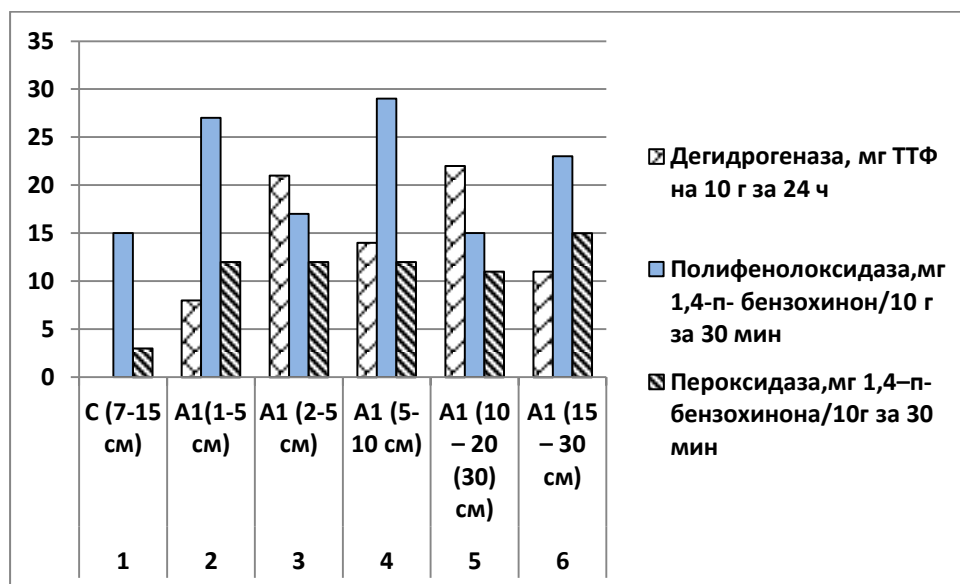
Примечание: 1- инициальный эмбриозем; 2 - органо-аккумулятивный эмбриозем; 3 - дерновый эмбриозем; 4 - гумусово-аккумулятивный эмбриозем; 5 - посттехноземный органо-аккумулятивный эмбриозем (16 лет рекультивации); 6 - посттехноземный органо-аккумулятивный эмбриозем. (20 лет рекультивации).

Рисунок 1. Каталазная активность эмбриоземов Кузнецкой котловины

В соответствии со шкалой Д.Г. Звягинцева [4], данные эмбриоземы относятся к почвам средней степени обогащенности каталазой.

Показатели активности ферментов – полифенолоксидазы (ПФО) и пероксидазы (ПО), свидетельствующие о процессах гумификации, являются особенно информативными. Данные, полученные в ходе исследования (рис. 2), показали, что активность ПФО (15 мг 1,4-п- бензохинон/10 г за 30 мин) и ПО (3,4 мг 1,4-п- бензохинон/10 г за 30 мин) в инициальном эмбриоземе невысокая, что указывает на замедленные процессы трансформации и минерализации ОВ. Значительное увеличение ПФО наблюдалось в эмбриоземах: органо-аккумулятивном (27 мг 1,4-п-бензохинон/10 г за 30 мин), гумусово-аккумулятивном (29 мг 1,4-п- бензохинон/10 г за 30 мин) и в посттехноземном органо-аккумулятивном 20-летней рекультивации (23,3 мг 1,4-п-бензохинон/10 г за 30 мин). Это связано с высоким содержанием в данных типах почв веществ фенольной природы, образованных при деструкции угольных частиц и свидетельствует о формировании более зрелых гумусовых компонентов, входящих в состав ОВ биогенных горизонтов антропогенно-нарушенных почв Кузбасса. Значения ПО активности в техногенно-нарушенных почвах (кроме инициального

эмбриозема), находились практически на одном уровне и изменялись от 11-12 до 15 мг 1,4-п-бензохинон/10 г за 30 мин.



Примечание: см. рис. 1

Рис. 2. Активность окислительно-восстановительных ферментов в техногенных почвах Кузбасса

Наиболее высокая дегидрогеназная активность наблюдалась в дерновом эмбриоземе (21 мг ТТФ на 10 г за 24 ч) и посттехноземном органо-аккумулятивном эмбриоземе 16-летней рекультивации (22 мг ТТФ на 10 г за 24 ч). Это можно объяснить более интенсивным накоплением в данных типах нарушенных почв растительных остатков и их трансформацией, что приводит к формированию пула ферментов и субстрата для их дегидрирования (преимущественно углеводов и органических кислот), в связи, с чем происходит увеличение активности окислительно-восстановительного фермента.

Можно констатировать, что антропогенные ландшафты подвергаются существенным преобразованиям, и это выражается, прежде всего, в биологической активности техногенно – сформированных почв Кузбасса. Ферментативные процессы, катализирующие многие биохимические реакции в эмбриоземах Кузбасса, отмечаются нестабильной периодизацией и связаны не только с наличием главного субстрата дегидрирования – органического вещества, но и с биоклиматическими факторами, влияющими на трансформацию и минерализацию органогенных остатков и на жизнедеятельность микрофлоры.

Заключение. Биологические процессы, протекающие в почве, имеют ферментативную природу. Действие микрофлоры и ферментов создают такие механизмы, которые ведут к ремедиации почвы, в частности к восстановлению плодородного гумусового горизонта. В заключении можно сказать, что скорость процессов восстановления биологических показателей гумусово-аккумулятивного эмбриозема приближается к посттехноземным

органо–аккумулятивным эмбриоземам 16, 20 – летней рекультивации, где интенсивно идут процессы регенерации утраченного плодородия, в связи с относительно высокой ферментативной активностью. В связи с этим важно отметить, что биологические приемы рекультивации положительно влияют на ремедиацию техногено–нарушенных ландшафтов Кузнецкой котловины.

Литература

1. Андроханов В.А., Куляпина Е.Д., Курачев В.М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 151 с.
2. Хазиев Ф. Х. Системно–экологический анализ ферментативной активности почв. М.: Наука, 1982. 202 с.
3. Samuel A.D., Domuța C., Ciobanu C., Șandor M. Field management effects on soil enzyme activities. Romanian agricultural research, 2008. № 28. P. 61 – 68.
4. Вальков В.Ф. Справочник по оценке почв. Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. – 236 с.

Summary

The results of the enzymatic activity of anthropogenic soils Kuzbass (Western Siberia). Revealed that with increasing age embryozems increases the enzymatic activity. We can state a marked increase in the studied oxidoreductases in the direction from an initial embryozems natural overgrowing to posttehnozemnomu organic - accumulative embriozemu (20-year-old reclamation). The results indicate that the soil subjected to negative stress technogenesis strive for self-renewal and self-healing. Dynamics of enzymes activity can be used as the main indicator of the effectiveness of methods of reclaiming man-made landscapes.