

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ КАК АКТИВАТОРОВ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

*А.И. Горовая, С.М. Лисицкая, Т.В. Скворцова, А.В. Павличенко, В.В. Федотов,
Национальный горный университет, Украина*

Исследованы биохимические особенности различных видов отходов растительного происхождения как потенциальных источников получения биоматериалов, служащих активаторами почвообразовательного процесса.

В результате бонитировки состояния почвенного покрова Украины было выявлено, что к началу XXI века в результате эрозии, засоления, горных работ и других отрицательных факторов, ухудшилось качество свыше 20 млн. га земель, большая часть из которых выведена из сельскохозяйственного пользования [1, 2]. При этом, например карьерно-отвальными комплексами нарушено состояние более, чем 250 тыс. га площадей, а восстановлено из них только 20 % [3].

Почвообразование в целом представляет собой сложный, длительный, многофазный, комплексный процесс [4]. К факторам, влияющим на развитие и формирование почвы из материнских пород относят климат, тип породы, рельеф, время, растительный и животный мир. Эволюционно образованные генетические горизонты почвенного слоя характеризуются рядом внешних морфологических признаков (структура, минеральный и механический состав, окраска, присутствие включений), физико-химическими и биологическими свойствами. Основное назначение почвы связано с экологическими и сельскохозяйственными функциями, которые предполагают наличие важнейшего параметра – плодородия. В свою очередь, критерий плодородия определяется содержанием органической составляющей – гумуса, источником которого выступают остатки растений, животных и микроорганизмов.

Следует отметить, что значительное влияние на направленность трансформации как неорганической, так и органической частей в почвообразовательном процессе имеет организация производственно-хозяйственной деятельности человека, которая неизбежна, и классифицируется на:

- горно-техническую (разведка, добыча и переработка полезных ископаемых, подземных вод и т.д.), приводящую к изъятию из недр минеральных масс, проседанию грунта, формированию отвалов, изменению уровня грунтовых вод и др.);
- инженерно-строительную (строительство водохранилищ, плотин, ГЭС, ТЭС, АЭС, ирригационных и осушительных каналов, коммуникаций, промышленных и населенных пунктов), вызывающую дополнительную нагрузку на земные массы, напряженный земельный баланс, изменения в структуре и рельефе местности);
- сельскохозяйственную (интенсивное земледелие, орошение, обводнение земель, распашка целины, вырубка лесов, применение удобрений и пестицидов), способствующую усилению водной и ветровой эрозии, загрязнению почв и т.д.

Все названные виды практического землепользования влекут за собой изменение свойств и состава почв, нарушают их экологические и аграрные характеристики [5].

Установлено, что ключевая роль в целенаправленном многокомпонентном процессе почвообразования принадлежит сбалансированности окислительно-восстановительных реакций разложения – минерализации органических остатков до низкомолекулярных неорганических соединений (CO_2 , H_2O , NH_3 , H_2S , PH_3 , H_2 , N_2 , CH_4 и др.). При этом важную роль в почвообразовании играет синтез вторичных форм органогенеза или гумификации (образования продуктов конденсации, полимеризации промежуточных веществ в гуминовые кислоты, которые закрепляются на неорганической матрице почвы). Источниками основных биоконвертируемых элементов С, N, P, H, O являются углеводы, белки, липиды, лигнин, дубильные вещества и др. Наглядно параллельность протекания почвенных процессов полной минерали-

зации и новой конденсации с образованием гуминового комплекса можно рассмотреть на схеме (рис. 1).

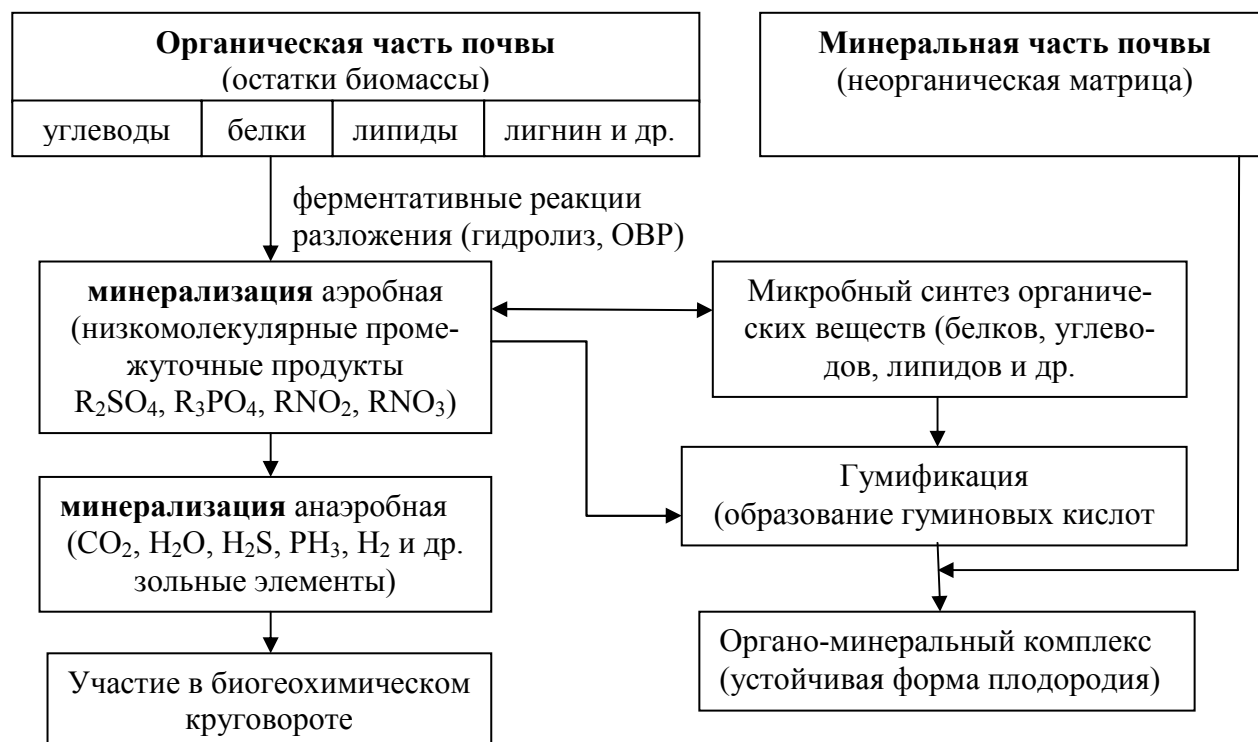


Рис. 1. Схема параллельных процессов минерализации и гумификации в почвообразовании

Традиционные подходы в рекультивационной практике являются искусственно организованными, продолжительными, реабилитационными процессами.

Известно, что отходы растительного происхождения являются источниками органических веществ, которые участвуют в почвообразовании [6].

В этой связи, целью данной работы является комплексный анализ свойств некоторых видов растительных отходов для их дальнейшего использования как активных агентов в восстановлении деградированных техноземов.

В лабораторных условиях были проведены исследования химического состава отходов отдельных представителей однолетних и многолетних растительных культур по общепринятым методикам и изучена их способность к биоразложению [7]. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Согласно полученным данным (табл. 1), все виды изучаемых растительных отходов характеризуются высоким содержанием органических компонентов, что делает их доступными для микробных ценозов почвы.

Интенсивность жизнедеятельности микроорганизмов (бактерий, актиномицетов, грибов, водорослей) регулируется гидротермическими условиями, реакцией среды, а также количеством и составом питательных веществ. Для большинства из них оптимальными являются температура 25-35°C и влажность около 60 %. При этом общая микробная масса в почвах травяного и лесного происхождения невелика (не более 2 т на 1 га при содержании влаги 70-80 %) и вследствие многократно повторяющихся генераций чрезвычайно изменчива в течение года [4]. Поэтому целесообразно интенсифицировать процесс почвообразования, сопровождающийся разрушением высокомолекулярных органических веществ в реакциях новообразования почвенных минералов и синтеза гумуса. Ускорение почвообразования можно осуществлять путем внесения стимулирующих агентов.

В качестве такого рода активаторов почвообразовательного процесса предлагается использовать следующие виды биоматериалов:

- ассоциации микроорганизмов, обладающих целлюлолитической, протеолитической, липолитической, полифенолоксидазной активностью (бактерии-нитрификаторы, гумификаторы, аммонификаторы, сульфобактерии, актиномицеты, дрожжи, микромицеты, водоросли, простейшие, черви и др.);

- компостная масса разного органического происхождения (определено, что в 1 г компоста насчитывается более 20 млрд. различных форм микроорганизмов таких трофических групп, как сапрофиты, олиготрофы, автотрофы) [8];

- вермикомпосты и их экстракты (гуминовые препараты) [9];

- армирующие каркасные геоматериалы, изготовленные из натуральных волокон растительных отходов, которые обладают биоразлагаемостью, и могут сочетаться с гидропосевом семян травянистых культур [10];

- комбинированные глиносодержащие субстраты, для которых характерны биовосстанавливающие свойства [11].

Таблица 1 – Биохимическая характеристика растительных отходов (усредненное значение, % от воздушно-сухого материала)

Вид отхода	Органический комплекс (полисахариды + лигнин + белки)	Биоразлагаемость (образование органо-минерального комплекса)
<i>однолетних растений:</i>		
солома пшеничная	85,9	+
солома овса	60,9	+
подсолнечная лузга	81,1	+
подсолнечный стебель	81,5	+
кукурузная кочерыжка	86,2	+
костра льна	80,7	+
обрезки виноградной лозы	88,9	+
ботва картофеля	74,5	+
листья тополя	64,3	+
листья клена	52,7	+
<i>многолетних растений:</i>		
древесная щепа тополя	83,8	+
древесная щепа сосны	90,4	+
древесная щепа клена	90,6	+

Примером ускорения процессов гумификации органических остатков могут служить экспериментальные данные по микробиологической активности различных образцов вермикомпостов.

Изучение состояния микробных сообществ биогазуса, полученного из растительных остатков (солома) и куриного помета, проводилось на базе кафедры почвоведения Московского государственного университета. Для исследований отбирались пробы вермикомпоста на разных стадиях созревания. Пробы из нижнего слоя – это практически полностью созревший биогазус, пробы из верхнего слоя содержали органический субстрат, в котором присутствовали растительные остатки.

Исследования показали, что состояние микробных сообществ в верхнем и нижнем слоях вермикомпоста выявляет почти классический сукцессионный ряд микробных комплексов, преобразующих органические субстраты. В верхнем слое обнаруживаются признаки молодой экосистемы, подтвержденные наличием неспороносных и споровых бактерий (коринеподобных бактерий), которые являются более активными в преобразовании легкодоступных веществ. Нижний слой вермикомпоста характеризовался таксономическим составом олиготрофного сообщества, включающим главным образом представителей группы коринеподобных бактерий, актиномицетов и нокардий, что свидетельствует о более поздней стадии

микробной сукцессии (устоявшейся экосистемы). Доминирующее количество в нем клеток актиномицетов (частота встречаемости от 60 полей зрения светового микроскопа – 11,6 %) служило показателем более глубокого процесса образования сложных гуминовых соединений. В нижнем слое также наблюдалось увеличение численности коринеподобных бактерий, относящихся по терминологии С.Н. Виноградского к аутохтонным бактериям («питающиеся гумусом»). За счет превалирования на этой стадии процессов гумификации над минерализацией количество клеток этого вида возрастает до 7 млн. по сравнению с ранней стадией – 1,13 млн.

На большую активность микробиологических процессов в верхнем слое указывает и величина коэффициента минерализации (по Е.Н. Мишустину) или отношение численности бактерий на КАА (крахмало-аммиачный агар) к их численности на МПА (мясо-пептонный агар) при одном и том же разведении суспензии. Так, коэффициент минерализации в верхнем слое составил 1,5, а в нижнем слое 0,1 (на порядок выше, чем в нижнем слое компоста).

Микробиологические исследования на среде Ешби подтвердили, что вермикомпост содержит большое количество бактерий, причем сохраняется закономерность, по которой в нижнем слое микробные сообщества представлены более разнообразными видами, участвующими в гумификации коринеподобных бактерий и актиномицетами, чем в верхнем слое.

Анализ ассортимента твердых каркасных геополимерных материалов, выполненных в форме полотна, глиномата или биотекстиля, и используемых для восстановления нарушенных земель показал преимущества геоматериалов на основе природных полимеров. Лучшие по рекультивационному потенциалу противозерозионные покрытия (биотекстиль, биоматы) изготавливаются из натуральных материалов – льняных, джутовых, кокосовых, конопляных и других растительных волокон. Благодаря биоразлагаемости, природному характеру структуры и свойств, природные полимерные покрытия можно отнести к активаторам почвообразовательного процесса, так как они способны встраиваться в естественные биогеохимические процессы, интенсифицируя их. Наиболее экологичными являются биоразлагаемые биоматы с семенами трав внутри, однако ассортимент этих трав должен подбираться отдельно для определенной природной зоны и специальных задач озеленения.

Экономически приемлемым оказалось также использование геоматериалов в качестве мульчирующих компонентов и как основы для противозерозионных биоматов, получаемых из местных однолетних растительных отходов, таких как пшеничная солома, гречневая шелуха, кукурузная кочерыжка, подсолнечный стебель и лузга, костра лубяных культур. Перспективным в этом направлении является также компостирование опавших листьев и других отходов зеленого строительства с последующим их использованием в рекультивационных покрытиях. В сочетании с газонными травами они способствуют созданию в почве плотного дернового слоя (дернины) из густо переплетенных корней, который защищает ее от уплотнения, размыва и способствует почвообразовательному процессу [12].

Активность глиносодержащих субстратов отмечается в повышенной биопротекторной, адсорбтивной способности, защитном экранировании, например на полигонах промышленных и бытовых отходов, а также в увеличении способности почвенного слоя удерживать доступные для растений ионы биогенных элементов, активируя почвенные процессы.

В результате исследования биохимических параметров различных видов отходов однолетних и многолетних растений, было установлено, что все изучаемые виды характеризуются высоким содержанием комплекса органических веществ (углеводов, лигнина, белков), и могут принимать активное участие в формировании микробных ценозов почвы. Следует отметить, что источниками активаторов процесса почвообразования могут стать любые органические материалы, растительные остатки, отходы животноводства и птицеводства, коммунальные органические отходы, кора, ветки, целлолигнин, которые сейчас в большом количестве накапливаются на свалках, в отстойниках или сжигаются.

В частности, микробиологическая активность в образцах вермикомпоста, в целом, соответствует течению процессов, которые обычно наблюдаются в естественных подстилках в вертикальном направлении. При внесении биогумуса в почву в качестве активатора процес-

сов почвообразования на деградированных почвах восстанавливается нормальная микрофлора, характерная для целинных почв, стимулируются процессы гумификации. Микробиологической активностью вермикомпоста некоторые авторы объясняют также активизацию азота, фосфора и калия в бедных естественных почвах. Активная деятельность микроорганизмов в биогумусе при внесении биогумуса в почву высвобождает дополнительно массу макро- и микроэлементов из минеральной части почвы, обеспечивает корневую систему и ткани растения углеродом, который так необходим для активного фотосинтеза и перевода минеральных компонентов почвы в соединения, доступные для усвоения корневой системой растений.

Таким образом, источниками активаторов процесса почвообразования нарушенных земель могут быть любые органические материалы, которые в больших количествах накапливаются в агропромышленном производстве и коммунально-бытовом секторе.

Список литературы

1. Інформаційна довідка про стан українських ґрунтів, їх деградацію, заходи для зменшення ерозії та політику охорони ґрунтів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zemreforma.info/dload/3_stan_gruntiv_dovidka.doc.
2. Лаврик М.О. Аналіз стану ґрунтів на території вугледобувних регіонів України / М.О. Лаврик, А.В. Павличенко // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників – 2013». (2-5 жовтня 2013, Дніпропетровськ). Д.: НГУ, 2013. – Т. 3. С. 93-100.
3. Дриженко А.Ю. Восстановление земель при горных разработках [Текст] / А.Ю. Дриженко. – М. : Недра, 1985. – 240 с.
4. Почвоведение [Текст] : учебник / И.С. Кауричев, Л.Н. Александрова, Н.П. Панов [и др.] – М. : Колос, 1982. – 496 с.
5. Чибрик Т.С., Глазырина М.А. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель. – Екатеринбург : Изд-во Уральского государственного университета, 2008. – 198 с.
6. Сушкова В.И. Безотходная конверсия растительного сырья в биологически активные вещества [Текст] / В.И. Сушкова, Г.И. Воробьева. – М. : Дели принт, 2008. – 216 с.
7. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы [Текст] : учеб. пособие для вузов / А.В. Оболенская, З.П. Ельницкая, А.А. Леонович. – М. : Экология, 1991. – 320 с.
8. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы [Текст] / Д.Г. Звягинцев. – М. : Изд-во МГУ, 1987. – 256 с.
9. Горовая А.И. Гуминовые вещества. Строение, функции, механизм действия, протекторные свойства, экологическая роль : монография [Текст] / А.И. Горовая, Д.С. Орлов, О.В. Щербенко – К. : Наукова думка, 1995. – 302 с.
10. Ахмадиев М.В. Основные функциональные направления и свойства геосинтетических материалов, применяемых при строительстве и рекультивации полигонов ТБО / М.В. Ахмадиев, Н.Н. Слесарь // Вестник Пермского государственного технического университета, 2010, № 2. Режим доступа – http://vestnik.pstu.ru/obgtrans/archives/?id=&folder_id=259.
11. Пат. 79802 Україна, МПК В 09 С1/00. Спосіб зниження токсичності ґрунтів / Горова А.І., Колесник В. Є., Лапицький В. М., Павличенко А. В., Борисовська О. О.; Національний гірничий університет. – № а 200500899; заявл. 01.02.05; опубл. 25.07.07; Бюл. № 11 – 4 с.
12. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. – Д. : Національний гірничий університет. 2012. – 184 с.