УДК 631.618:581.144.2:631.461
© 2016

ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕКОТОРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ОБРАЗОВАНИЕ ПОЧВ ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

И.Х. УЗБЕК,
доктор биологических наук

А.А. МЫЦЫК,
В.И. КОЗЕЧКО,
кандидаты сельскохозяйственных наук

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, Украина
E-mail: uzbek_ivan@mail.ru
г. Днепропетровск, ул. Ворошилова, 25

Наведено результати багаторічних досліджень щодо визначення впливу біотичних і абіотичних факторів на утворення грунтів в умовах техногенного середовища степової зони України. Встановлено, що першими на розкривні гірські породи поселяються насіння і бактерії аборигенних видів рослин і мікроорганізмів. Багаторічні бобові трави (люцерна і еспарцет) проявляють велику екологічну пластичність кореневих систем і спільно з мікроорганізмами та ферментами перетворюють гірську породу в біологічно діяльне середовище.

Ключові слова: *техногенний ландшафт, рекультивація, ґрунтоутворювальний процес, корені, мікроорганізми, ферменти.*

Постановка проблемы. Первым, кто установил закономерную связь между почвами и природными условиями среды, был основатель почвоведения В.В. Докучаев [3]. Именно он определил почву как результат беспрерывного действия биотических и абиотических факторов во времени и пространстве. В дальнейшем П.А. Костычев [4] и В.Р. Вильямс [2] обнаружили тесную связь почвообразования с жизнедеятельностью корневых систем растений и микроорганизмов, указали на главенствующую роль биологических процессов в формировании важнейших признаков и свойств почвы.

Эти положения многократно подтверждаются до сих пор результатами исследований отечественных и зарубежных ученых. Согласно полученным данным, ведущими факторами, способствующими образованию, например черноземных почв, являются положительный баланс биогенных элементов и космической энергии, оптимальный водно-воздушный режим, активная внутрипочвенная биология и биохимия.

В результате тесного взаимодействия живой и неживой материи в толще почвообразующих (материнских) пород аккумулируются элементы почвенного плодородия, что очень наглядно проявляется на рекультивированных землях [1]. Именно здесь можно проследить, с какой интенсивностью окультуривается горная порода и как быстро формируются в ней признаки и свойства, характерные для зональных черноземных почв.

Цель нашего исследования – изучить воздействие биотических и абиотических факторов на образование молодых почв в условиях техногенной среды.

Материалы и методы исследований. Для выполнения поставленной цели были проведены специальные исследования на опытных полях Запорожской биоэкологической станции мониторинга техногенных ландшафтов степной зоны Украины (Никопольский район Днепропетровской области). В качестве вариантов почвообразующих пород были выбраны красно-бурые и лессовидные суглинки, лессовидные суглинки, покрытые 40-сантиметровым слоем массы чернозема, а также красно-бурые и серо-зеленые глины. Эти породы отличаются друг от друга физико-химическими и физико-механическими свойствами. Например, в них содержание легкогидролизуемого азота составляло от 0,50 до 1,24 мг, подвижного фосфора – 0,31–1,80 мг и обменного калия от 26 до 64 мг/100 г навески. Содержание гумуса находилось в пределах 0,05–0,95 %. Понятно, что почвообразующие породы с таким низким содержанием элементов питания создают очень сложную среду, существенно влияющую на интенсивность и направленность почвообразовательного процесса.

Наши опыты были крупноделяночными, заложенными дактиль-методом и методом латинского квадрата, т. е. методами, которые учитывают неоднородность почвенного покрова. Минеральные удобрения в виде аммиачной селитры, гранулированного суперфосфата и калийной соли вносили из расчета 80 кг действующего вещества на гектар.

Для анализа образцов пород и почв использовали апробированные, общепринятые физико-химические, микробиологические и биохимические методы. Корни изучали рамочным методом Н.З. Станкова [6] в нашей модификации [8]. Полученные данные исследований подвергались математической обработке, результаты которой позволяют считать их вероятными.

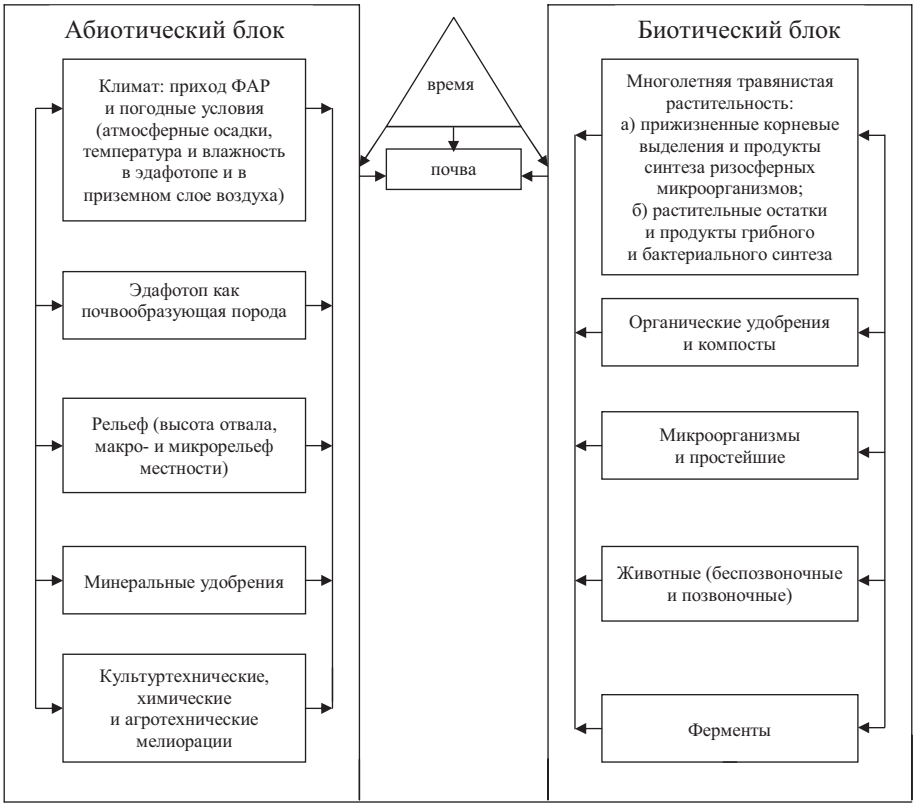
Результаты исследования и их обсуждение. Полученные данные убеждают в том, что эволюция образующихся на отвалах молодых почв определяется биотическими и абиотическими факторами, что можно проиллюстрировать простой блок-схемой (рисунок).

В абиотическом блоке в качестве косной материи прежде всего выступает климат, который обусловливает морфологические признаки почвообразующих пород, их физико-химические свойства, а также характер проводимого на них земледелия (схем севооборотов, агротехнических приемов и т.д.).

Как показали наши исследования [5], продуктивность культурфитоценозов, произрастающих на этих породах, в значительной степени зависит от природных условий, из которых наиболее важными являются солнечная радиация и гидротермический режим. О пользе, например, солнечной радиации К.А. Тимирязев [7] писал так: “Предел плодородия данной площади земли определяется не количеством удобрений, которые мы могли бы ей доставить, не количеством влаги, которой мы ее оросим, а количеством световой энергии, которую посылает на данную поверхность солнце”.

На рекультивируемых землях атмосферные осадки, как и солнечная радиация, являются не менее важным экологическим фактором. В системе растение–горная порода–атмосфера именно осадки во многом обусловливают продуктивность культурфитоценозов и продолжительность их вегетационного периода. Например, максимальная гигроскопическая влажность серо-зеленой глины является самой высокой (20,7 %), что объясняется большим содержанием физической глины. Вместе с тем высокая влагоемкость этой материнской породы обеспечивает формирование в ней значительных запасов продуктивной влаги – 1650 т/га, которые оцениваются как очень хорошие для произрастания травянистой растительности. Однако самый высокий показатель этой гидролитической константы принадлежит варианту с 40-сантиметровым насыпным плодородным слоем чернозема, где продуктивная влага превысила 2000 т/га.

Атмосферные осадки, с которыми привносятся на поверхность почвообразующих пород органические и минеральные соединения, можно обоснованно рассматривать как естественный источник питания не толь-



Блок-схема взаимовлияния и взаимодействия экологических факторов на образование молодых почв техногенных экосистем

ко растений, но и микроорганизмов. Не случайно, что через 10–15 лет после выноса на дневную поверхность вскрышных рыхлых горных пород количество микроорганизмов в слое 0–40 см достигает значительных величин, даже в породах, лишенных растительного покрова. Следует отметить, что на численность микроорганизмов очень большое влияние оказывают и бездождевые летние периоды, во время которых наибольшему нагреванию подвергается верхняя 10-сантиметровая толща пород. Однако с увеличением глубины температура резко снижается.

По нашим наблюдениям, средняя температура насыпного плодородного слоя чернозема без растений на глубине 15 см в мае в среднем на 4,9°, а в июле на 1,8 °С выше, чем на такой же глубине лессовидных суглинков, тоже лишенных растительного покрова. При этом под травостоем, например люцерны второго года жизни средняя месячная дневная температура оказалась на 3,2–4,8 °С ниже в сравнении с температурой в породах без растительного покрова. Эта же закономерность прослеживалась и на посевах эспарцета второго года жизни. Под травостоем люцерны и эспарцета нарастание температур днем и понижение ночью всегда происходило без резких колебаний.

Кривая изменений температуры на глубине 15 см под покровом этих культур показывает, что разница между максимумом и минимумом температур составила 4,7 °С, а на участках без травостоя достигала 7,8 °С. Многолетние бобовые травы, которые образуют густой устойчивый травянистый покров, сохраняющийся до самой глубокой осени, предохраняют вскрышные горные породы от перегрева днем и переохлаждения их ночью. Тем самим в верхнем 40-сантиме-

тровом слое создаются более благоприятные условия для жизнедеятельности корневых систем растений и микроорганизмов.

Подчеркнем, что определенные сочетания температурных условий и увлажнения обусловливают не только тип растительности, но и темпы накопления и разрушения органического вещества. Такие особенности погодных условий оказывают огромное влияние на интенсивность почвообразовательного процесса в верхней 40-сантиметровой толще техногенных ландшафтов.

Рассматривая особенности почвообразовательного процесса в условиях техногенной среды, нужно напомнить и о большом влиянии на этот процесс гранулометрического состава пород. И не только потому, что с ним тесно связаны их физические и химические свойства. Он является также важнейшим фактором и для агрономической характеристики образующихся на отвалах почв. Например, при определении глубины основной и предпосевной обработки почвы, сроков и способов сева культур, глубины заделки семян и удобрений и т. д.

Как показали анализы, гранулометрический состав насыпного плодородного слоя чернозема и лессовидного суглинка в верхнем 40-сантиметровом слое характеризуется как тяжело- и среднесуглинистый (част. < 0,01 мм до 58 % с преобладанием иловато-крупнопылеватой фракции). Такое соотношение элементарных почвенных частиц в толще пород суглинистого гранулометрического состава обусловливает их хорошую влагоёмкость и водопроницаемость, а восстанавливающаяся структура приобретает признаки водопрочности. И не случайно эти породы достигают состояния физической спелости раньше, чем серо-зеленая и красно-бурая глины, в которых преобладает илистая (част. < 0,001 мм) фракция. Именно поэтому красно-бурая и серо-зеленая глины приобретают высокую вязкость и липкость, что создает большие затруднения при их обработке или при севе, особенно весной. Эти породы плохо проветриваются и являются холодными. В сухом состоянии они плотные, твердые и значительно уменьшаются в объеме, что приводит к образованию больших трещин на поверхности поля. Это объясняется наличием большого количества частичек < 0,01 мм, составляющих 75 % и более. Поэтому красно-бурые и серо-зеленые глины классифицируются как легкоглинистые крупно- и мелкопылевато-иловатые. Тем не менее, в техногенных условиях Никопольского района Днепропетровской области красно-бурые и серо-зеленые глины обеспечивают урожайность, равную урожайности культур фитоценозов на соседних старопахотных участках суглинистого гранулометрического состава. Это происходит потому, что частички илистой фракции являются очень активными и подвижными глинистыми гранулами. Они составляют самую ценную часть вскрышных грунтов, поскольку в них содержатся монтмориллонит, гидрослюда, хлорит, каолинит, гидроокись железа и другие минералы, обеспечивающие растения и микроорганизмы элементами питания. При всем этом величина продуктивности растений зависит и от их биологических особенностей, в частности, от силы поглотительной способности корневых систем, функционирующих в средах различного гранулометрического состава и пищевого режима. Именно в соответствии с этим растение и строит свою подземную часть.

Следует обратить внимание и на значимость рельефа в формировании молодых почв техногенных экосистем. Его роль здесь обусловлена большим количеством просадок различной величины и формы. Они разбросаны по всей площади рекультивированного участка, где рельеф очень часто выступает как мощный экологический фактор, перераспределяющий солнечную энергию и осадки в соответствии с экспозицией и крутизной склонов. Даже после тщательной планировки поверхности поля через 8–10 и более лет просадки снова появляются, что и оказывает свое воздействие на водный и тепловой режимы пород. Изложенное приводит к различной скорости прохождения почвообразовательного процесса на одной и той же местности.

Важным фактором в абиотическом блоке являются и мелиорации, особенно культуртехнические, химические и агротехни-

ческие. Их внедрение на различных этапах рекультивации земель обусловлено острой необходимостью. Так, культуртехнические мелиорации не только выравнивают поверхность рекультивируемых участков, но и убирают с пахотного слоя разного рода включения, которые часто встречаются после завершения добычи полезных ископаемых. Эти мелиорации доводят рекультивируемые земли до состояния, позволяющего использовать различную технику. Химические мелиорации (гипсование или известкование) изменяют реакцию почвенного раствора и доводят ее до нейтральной, пригодной для возделывания многих сельскохозяйственных культур. Часто вынесенные на дневную поверхность горные породы содержат много вредных солей и нуждаются в существенном окультуривании. Агротехнические мелиорации способствуют коренному улучшению почвенных условий. Например, кротование увеличивает влагоемкость и водопропускную способность тяжелых по гранулометрическому составу красно-бурых и серо-зеленых глин, улучшают их аэрацию и т.д.

Отметим еще одну особенность почвообразовательного процесса, возникающего в толще вскрышных горных пород и их смесей. Поскольку первопоселенцами в таких местах являются семена и споры аборигенных видов растений и микроорганизмов, то ресурсами породы могут воспользоваться только те виды, биологические особенности которых позволяют приспособиться к экологическим условиям нового местообитания. Например, наиболее распространенные в степной черноземной зоне Украины почвообразующие породы малопригодны для жизнедеятельности только тех растений, которые не могут фиксировать атмосферный азот. Например, овес, ячмень, гречиха и другие не бобовые культуры могут расти и развиваться только при условии внесения удобрений. Причем этот агрономический прием побуждает к действию практически все компоненты почвообразовательного процесса.

В биотическом блоке одним из самых основных факторов, способствующих образованию почв, является растительность. Это поставщик постоянно обновляемой органической массы как в виде опада, так и в виде остатков корневых систем. Заметим, что из всех видов растений важнейшую роль на рекультивируемых землях играют бобовые культуры, и особенно многолетние бобовые травы. Именно они способствуют значительному и интенсивному окультуриванию верхней толщи пород. Накапливая большое количество подземной массы, поверхность которой входит в тесный контакт с твердой фазой почвообразующей породы, эти культуры провоцируют появление и интенсифицируют процесс почвообразования. Об этом красноречиво свидетельствуют цифры табл. 1.

Достаточно напомнить, что люцерна и эспарцет третьего года жизни, произрастающие на неудобренных почвообразующих породах, образуют в метровом слое до 11 т/га корней в воздушно-сухом измерении. В них, например, только из одного слоя 0–20 см содержится в среднем 350 кг/га N, 45 кг P_2O_5, 110 кг K_2O и 290 кг/га CaO. Отметим, что при возделывании люцерны и эспарцета на более бедных неудобренных красно-бурых и серо-зеленых глинах эти показатели элементов почвенного плодородия еще выше.

Роль стержневой корневой системы этих культур заключается и в стабилизации верхней толщи пород, т.е. в закреплении их рыхлой массы, легко подвергающейся разрушению. Однако, отметим, наиболее эффективную фитомелиоративную роль выполняют люцерна и эспарцет при их севе в смеси со злаковыми травами, имеющими мочковатую корневую систему. Совместно они сдавливают отдельные минеральные частицы пород в агрегаты и пропитывают их элементами питания. Кроме того, уже на второй год жизни эти многокомпонентные бобово-злаковые травосмеси покрывают густым травостоем поверхность пород на 85–100 % и практически полностью прекращают эрозионные процессы, даже на участках легкого гранулометрического состава.

В целом ландшафтно-средопреобразующие функции трав на рекультивированных землях сводятся к закреплению верхних рыхлых слоев пород, к улучшению их водно-воздушного режима, к ассимиляции,

1. Поверхность и длина корневых систем эспарцета и люцерны в пересчете на 1 г воздушно-сухой массы *

Вариант почвообразующей породы	Масса корней, г/м³		Поверхность корней, см²		Длина корней, м	
	мощность слоя, см					
	0–40	0–100	0–40	0–100	0–40	0–100
1. Неудобренный южный чернозем (контроль)	262,9 / 524,1	309,0 / 677,8	94,9 / 60,2	101,3 / 70,6	11,1 / 6,3	11,9 / 7,6
2. Неудобренный слой почвенной массы	305,8 / 616,3	395,8 / 731,3	97,1 / 63,6	104,5 / 70,8	11,3 / 6,8	12,3 / 7,7
3. Удобренный $N_{80}P_{80}K_{80}$ слой почвенной массы	541,6 / 786,2	643,8 / 901,3	79,2 / 56,6	84,9 / 64,4	9,0 / 6,0	9,7 / 7,0
4. Неудобренный лессовидный суглинок	364,6 / 787,1	465,7 / 988,0	114,2 / 62,6	122,8 / 68,3	13,6 / 6,4	14,8 / 7,2
5. Удобренный $N_{80}P_{80}K_{80}$ лессовидный суглинок	605,2 / 828,4	711,2 / 1024,6	83,4 / 62,3	89,8 / 67,6	9,7 / 6,7	10,4 / 7,3
6. Неудобренная красно-бурая глина	586,7 / 837,2	734,4 / 1054,4	141,4 / 112,6	147,2 / 119,3	17,4 / 10,0	18,7 / 11,6
7. Удобренная $N_{80}P_{80}K_{80}$ красно-бурая глина	475,7 / 821,6	639,4 / 1025,5	119,3 / 84,8	128,5 / 94,5	14,3 / 9,4	15,5 / 10,7
8. Неудобренная серо-зеленая глина	589,1 / 662,5	783,8 / 814,9	129,0 / 78,7	135,9 / 92,4	15,7 / 8,5	16,6 / 10,4
9. Удобренная $N_{80}P_{80}K_{80}$ серо-зеленая глина	506,9 / 618,0	635,2 / 738,3	121,3 / 68,8	129,8 / 79,3	14,5 / 7,4	15,7 / 8,7

** Числитель – значение эспарцета, знаменатель – люцерны.*

удержанию и аккумуляции питательных веществ, к возобновлению и интенсивному прохождению нового почвообразовательного процесса.

Люцерна и эспарцет оказывают огромное влияние на среду местообитания и в период своей вегетации, когда основная масса микроорганизмов развивается главным образом за счет корневых выделений этих же растений. Непрерывное поступление в толщу пород органического материала растительного происхождения, и его микробиологическая трансформация являются важнейшими показателями интенсивности почвообразования. Причем корни люцерны или эспарцета, богатые легкодоступными для микроорганизмов белками, разрушаются быстрее, чем корни, например, пшеницы озимой. В результате исследований за 12 месяцев в полнопрофильном южном черноземе разложилось 80,4 % корней люцерны и только 65,8 % – пшеницы озимой. За это же время в толще серо-зеленой глины разложилось соответственно 66,6 и 61,9 %. Это обстоятельство указывает на необходимость внедрения на рекультивированных землях специальных фитомелиоративных севооборотов, в составе которых обязательно должны быть многолетние бобовые и злаковые травы. Они легко и быстро создают высокобиогенный пахотный горизонт, отличающийся очень активной и разнообразной микрофлорой, способствующей накоплению элементов почвенного плодородия.

Результаты наших многолетних исследований [9] по определению численности микроорганизмов в почвообразующих породах свидетельствуют о том, что их количество достигает высокого уровня. Например, количество микроорганизмов в верхней 20-сантиметровой толще неудобренных почвообразующих пород без растительного покрова в

среднем составило: в лессовидном суглинке – 10,3, в красно-бурой глине – 12,3, в серо-зеленой глине – 21,7 млн/г абсолютно сухой навески.

Однако равновесие, которое устанавливается между микроорганизмами и средой их обитания, постоянно нарушается вследствие суточных и сезонных изменений температуры, влажности, значения pH, содержания органического вещества и т.д. Это особенно ощутимо на участках рекультивации, где экосистемы только начинают формироваться, и их развитие во многом зависит от качественных показателей пород. Поэтому эволюция системы растение–почвообразующая порода–микроорганизмы происходит в направлении увеличения плотности живого вещества и усиления ее воздействия на органическую и минеральную часть породы.

В контексте материалов нашей статьи интересную информацию содержит табл. 2, в которой приводятся данные о массе, например олигонитрофилов, и количестве накапливаемого ими азота. Азота биологического происхождения, которого в горной породе нет, и без которого некоторые виды растений в условиях техногенной среды гибнут.

Микроорганизмы, обитающие в толще горных пород не столько приспособлены, сколько вынуждены функционировать в жестких условиях питательного и водно-воздушного режимов. При этом микробные сообщества строят свои комплексы из таких физиологических групп микроорганизмов, которые могут даже в экстремальных условиях отвальной массы изыскать вещества для своего устойчивого развития.

Сформировавшаяся под влиянием жестких экологических условий конструкция микробного сообщества относительно консервативна, и поэтому численность отдельных групп микроорганизмов отражает уровень биологической активности почвообразующей породы. В любом случае максимальное количество микроорганизмов приурочено к весеннему периоду года. Меньше всего их насчитывается летом. От этого зависит и интенсивность разложения растительных остатков в толще пород.

2. Биомасса олигонитрофилов и количество накапливаемого ими азота (в среднем за 7 генераций)

Вариант	Глубина отбора образцов, см	Число олигонитрофилов, тыс./см^2	Масса олигонитрофилов, кг/га	Количество биологического азота, кг/га
1. Полнопрофильный чернозем южный	0–20 20–40	273920 197120	191,7 138,0	19,2 13,8
2. Насыпной плодородный слой чернозема (без растений)	0–20 20–40	280800 156940	196,6 109,8	19,7 11,0
3. Насыпной плодородный слой чернозема с растениями люцерны	0–20 20–40	517120 376680	360,6 263,7	36,1 26,4
4. Лессовидный суглинок (без растений)	0–20 20–40	229500 110400	160,7 77,3	16,1 7,7
5. Лессовидный суглинок с растениями люцерны	0–20 20–40	327500 228760	229,3 160,2	22,9 16,0
6. Красно-бурая глина (без растений)	0–20 20–40	245340 145860	171,7 102,1	17,2 10,2
7. Красно-бурая глина с растениями люцерны	0–20 20–40	422800 369600	296,0 258,7	29,6 25,9
8. Серо-зеленая глина (без растений)	0–20 20–40	253440 132600	177,4 92,8	17,7 9,3
9. Серо-зеленая глина с растениями люцерны	0–20 20–40	601980 343040	421,4 240,1	42,1 24,0

С течением времени в почвообразующей породе накапливаются ферменты – продукты жизнедеятельности различных животных организмов и растений. Эти ферменты принимают самое активное участие в прохождении всех биохимических реакций, протекающих в толще молодых почв [10]. Поэтому уровень ферментативной активности пород является надежным биодиагностическим показателем, объективно отражающим степень его окультуренности.

Многолетние исследования позволили нам расположить изучаемые почвообразующие породы по активности ферментов в следующий ряд: полнопрофильный чернозем южный без растений > насыпной плодородный слой этой почвенной массы с бобовыми культурами > насыпной плодородный слой почвенной массы без растений > серо-зеленая глина с бобовыми культурами > красно-бурая глина с бобовыми культурами > лессовидный суглинок с бобовыми культурами > серо-зеленая глина без растений > красно-бурая глина без растений > лессовидный суглинок без растений.

Подчеркнем и то, что все мелиоративные приемы (культуртехнические, химические и др.), используемые на участках рекультивации и направленные на повышение продуктивности культурфитоценозов, положительно сказываются и на ферментативной активности почвообразующих пород. Такие приемы, как внедрение специальных севооборотов, внесение органических и минеральных удобрений, применение нужных видов мелиораций и приемов обработки неизбежно активизируют ферментативные процессы.

В условиях техногенных экосистем активность ферментов является показателем интенсивности и направленности почвообразовательных процессов, проходящих под воздействием биотических и абиотических факторов. Здесь корни растений и микроорганизмы осуществляют основной вклад в формирование ферментного потенциала образующихся почв. Направленность биохимических процессов в толще горных пород происходит так же, как и в черноземных почвах: превалируют реакции гидролиза органических соединений. Процессы синтеза гумусовых веществ происходят медленно.

Следовательно, взаимовлияние и взаимозависимость биотических и абиотических факторов обусловливают ход нового почвообразовательного процесса, возникающего на рекультивированных землях. Причем самое большое влияние на интенсивность почвообразования оказывают многолетние травянистые растения, особенно бобовые, органическая масса которых является первопричиной формирования почв. Плодородие этих почв, как и на полнопрофильных черноземах, зависит от микроорганизмов, перерабатывающих даже минеральную часть пород, от интенсивности фиксации азота бобовыми растениями, количества их растительной массы и освобождаемой ею энергии. Это и является первопричиной начала почвообразования с поверхности пород, где межбиогеоценозная миграция веществ, связанная с движением воды и воздуха, особенно сильно прогрессирует.

Таким образом, плодородие образующихся на отвалах почв, при глубоком и детальном рассмотрении, представляет собой комплекс сложных и разнообразных свойств почвообразующих пород и явлений в них совершающихся. И в этом грандиозном процессе ведущая роль принадлежит фототрофам и гетеротрофам, которые обречены на совместное существование, являющееся движущей силой возникновения и интенсивного развития почвообразования.

Выводы

1. В процессе добычи полезных ископаемых на "дневную" поверхность выносятся горные породы с различными физико-химическими и минералогическими свойствами. Они отличаются гетерогенностью и незначительным содержанием элементов питания, особенно азота. Со временем в них возникает новый почвообразовательный процесс.

2. В условиях техногенной среды степной зоны Украины многолетние бобовые травы (люцерна и эспарцет) являются основой зарождения нового почвообразования.

Совместно с клубеньковыми бактериями и свободно живущими азотфиксаторами они накапливают, например, в слое 0–20 см в среднем 350 кг/га азота, 45 кг фосфора, 110 кг калия и 290 кг/га кальция.

Почвообразовательный процесс начинается с поверхности, постепенно расширяясь на нижние слои породы. Эволюция образующихся почв проявляется в беспрерывном и интенсивном накоплении элементов почвенного плодородия.

3. Многолетние бобовые травы определяют и регулируют состав и численность микроорганизмов, способствуют формированию и интенсивному развитию биогеоценотических горизонтов, выполняют повышенную ландшафтно-средопреобразующую функцию.

3. Установлено и статистически подтверждено, что в единице общей массы корней их поверхность и длина могут быть разными и обязательно зависят от качественных показателей почвообразующей породы. Чем меньше питательных веществ в них, тем больше поверхность и длина корней и тем интенсивнее идет процесс почвообразования.

4. Почвообразующие породы степной зоны Украины имеют высокий стимулирующий эффект для развития микроорганизмов. Через 10–15 лет после выноса их на "дневную" поверхность устанавливается пул микроорганизмов и проявляется микробиологический профиль, рисунок которого отражает качественную пестроту породы.

5. Направленность биохимических процессов в толще горных пород происходит так же, как и в черноземных почвах: превалируют реакции гидролиза органических соединений. Процессы синтеза гумусовых веществ происходят медленно.

6. Экспериментально доказано, что эколого-биологические характеристики корневых систем растений, численность почвенных микроорганизмов и уровень ферментативной активности почвообразующих пород чутко реагируют на изменения экологических условий среды своего обитания. Их необходимо использовать в качестве диагностических тестов для мониторинга процессов, происходящих в пахотной толще образующихся или эродированных почв.

Библиография

1. *Бабенко А.Б.* Формирование животного населения на отвалах / *А.Б. Бабенко, А.И. Булавинцев* // Экологические основы рекультивации земель. – М.: Наука, 1985. – С. 83–114.

2. *Вильямс В.Р.* Программа курса почвоведения / *В.Р. Вильямс* // Собр. соч. – М.: Сельхозгиз, 1951. – Т. 1Х. – 216 с.

3. *Докучаев В.В.* Русский чорнозем / *В.В. Докучаев*. – М.; Л: Огиз–Сельхозгиз, 1936. – 529 с.

4. *Костычев П.А.* Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства / *П.А. Костычев.* – М.; Л.: Огиз–Сельхозгиз, 1937. – 239 с.

5. О рекультивации земель в степи Украины / [*Н.Е. Бекаревич, Н.Д. Горобец, А.А. Колбасин* и др.]. – Днепропетровск: Промінь, 1971. – 218 с.

6. *Станков Н.З.* Методы взятия корней в поле / *Н.З. Станков* // Докл. ВАСХНИЛ. – 1951. – № 11. – С. 121–126.

7. *Тимирязев К.А.* Земледелие и физиология растений / *К.А. Тимирязев* // Избр. соч. – М.: Огиз–Сельхозгиз, 1948. – Т. 3 – 139 с.

8. *Узбек И.Х.* Особенности развития корневых систем люцерны и эспарцета, возделываемых на рекультивированных почвах / *И.Х. Узбек* // Почвоведение. – М., 1981. – № 1. – С. 101–106.

9. *Узбек И.Х.* Определение численности микроорганизмов в толще техногенных ландшафтов / *И.Х. Узбек* // Рекультивация техногенных ландшафтов (Венгрия). – Дьендьеж, 1978. – Т. 2. – С. 49–56.

10. *Узбек И.Х.* Особенности ферментативной активности рекультивированных почв / *И.Х. Узбек* // Почвоведение. – М., 1991. – № 3. – С. 91–96.

Рецензент – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ***А.А. Якунин***