

---

# ТЕХНОГЕННЕ ҐРУНТОЗНАВСТВО

---

УДК 631.618

И. Х. Узбек, В. И. Шемавнев, Т. И. Галаган, П. В. Волох

## ТЕХНОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

И. Х. Узбек, В. И. Шемавнев, Т. И. Галаган, П. В. Волох

*Дніпропетровський державний аграрний університет*

### ТЕХНОГЕННІ ЛАНДШАФТИ ЯК ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Показано, що при видобутку корисних копалин степові природні ландшафти порушуються. Створюються техногенні ландшафти, які сильно погіршують санітарно-гігієнічний стан навколишньої місцевості. Їх рекультивация – це державна проблема.

Показана роль мікроорганізмів і рослин у перетворенні екотопів в едафотопи. Доказана можливість використання порушених земель у сільськогосподарському виробництві.

*Ключові слова: техногенний ландшафт, рекультивация, едафотоп, мікроорганізми, корені.*

I. Kh. Uzbek, V. I. Shemavnyov, T. I. Galagan, P. V. Volokh

*Dnipropetrovsk State Agrarian University*

### ANTHROPOGENIC LANDSCAPES AS AN OBJECT OF STUDY

A mining operations were proved to do damage to the natural steppe landscapes. Formation of the anthropogenic landscapes causes degradation of an environment. Restoration of such territories is a problem of a state. The role of the microorganisms and plants in ecotopes conversion into edaphotopes is shown. The possibility of using of the disturbed soils in a farming industry is demonstrated.

*Key words: anthropogenic landscape, restoration, edaphotop, microorganisms, roots.*

Роль степних ландшафтов в истории человечества огромна, поскольку определяется исключительно высокой хозяйственной ценностью их черноземов. Поэтому они и стали древнейшими очагами земледелия, о чем свидетельствуют раскопки курганов скифского и сарматского времен. В настоящее время степи Украины практически все распаханы и уже многие столетия обеспечивают продуктами питания население этого и других регионов.

Распашка степей и замена естественных фитоценозов агрофитоценозами привели к катастрофическому уменьшению численности многих животных и птиц или к их полному истреблению. К тому же резкое возрастание пастбищной нагрузки на уцелевших клочках степной целины вызвало дигрессию их растительности, которая уже не может выполнять надлежащим образом почвозащитную функцию.

К этому следует добавить, что степная зона Украины характеризуется очень высоким уровнем индустриальной и сельскохозяйственной освоенности. Здесь много городов и поселков, густая сеть асфальтированных и железных дорог, а также промышленных комплексов угольного, металлургического, химического и других производств.

Однако при всем этом особое, тревожное, место занимает добыча полезных ископаемых открытым (карьерным) способом. В процессе проведения таких горнорудных работ прекрасный ландшафт украинских степей сменяется «лунным» безжизненным ландшафтом внешних и внутренних отвалов, обычно плохо зарастающих,

---

© Узбек И. Х., Шемавнев В. И., Галаган Т. И., Волох П. В., 2007

*Ґрунтознавство. 2007. Т. 8, № 3–4*

постоянно дефлирующих и сильно загрязняющих окружающую местность. По данным Института экогигиены и токсикологии АМН Украины, ежегодно на каждого украинца приходится 85 кг вредных веществ. А в расчете на одного жителя Донецко-Приднепровского региона, где сконцентрированы самые вредные с экологической точки зрения производства, за год выпадает вредных осадков почти 100 тонн на 1 квадратный километр. Сегодня уже нет сомнений в том, что экологический кризис превратил значительную часть территории Украины в зону, опасную для пребывания людей. Не случайно продолжительность жизни, например, мужчин, в этом регионе не превышает в среднем 59–61 года. Мы, украинцы, живем значительно меньше населения большинства африканских стран!

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Природа наделила Украину не только богатыми питательными веществами черноземными почвами, но и полезными ископаемыми, содержащими почти все элементы Периодической системы Д. И. Менделеева. Их добыча сопровождается разрушением созданных природой ландшафтов. Вместо них образуются глубокие рваные раны, лечение которых представляет собой очень сложный, дорогой и весьма длительный процесс. Этот процесс называется рекультивацией нарушенных земель. Поэтому предметом наших исследований были эдафотопы техногенных ландшафтов степного Приднепровья, в состав которых входят: лессы; лессовидные суглинки; лесовидные суглинки, покрытые слоем массы чернозема различной толщины; краснобурая и серо-зеленая глины. За контроль были приняты природные биогеоценозы, расположенные вблизи карьера.

Характерной чертой изучаемых эдафотопов является наличие в них очень малого содержания питательных веществ. Например, количество гумуса было в пределах 0,05–0,95 %. Понятно, что эдафотопы с такими низкими качественными показателями создают архисложную среду для функционирования почвенной биоты.

Исследования проводились на крупноделяночных участках с использованием апробированных общепринятых физико-химических (Аринушкина, 1970), микробиологических (Бабьева, 1971) и биохимических методов анализа (Галстян, 1978). Массу корней определяли по усовершенствованной нами методике (Узбек, 2002).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Процесс рекультивации нарушенных земель состоит из двух этапов: горнотехнического и биологического.

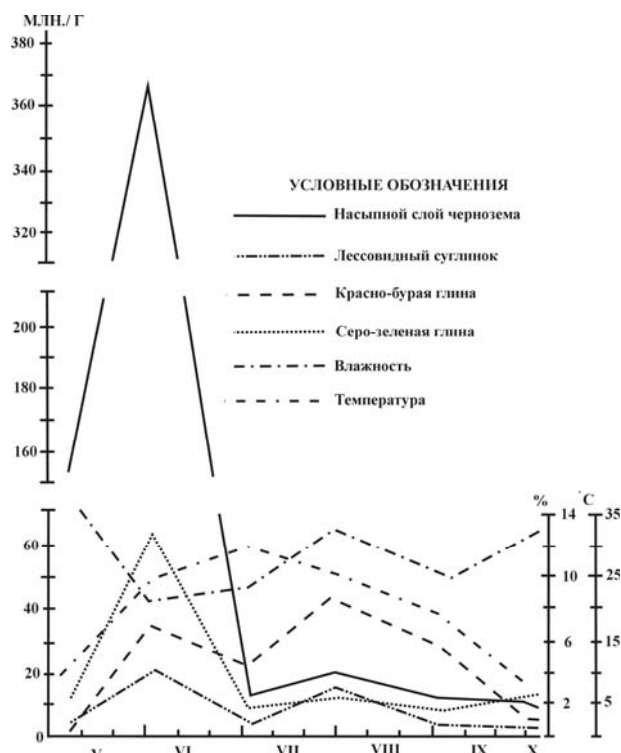
Горнотехнический этап рекультивации преследует цель выравнивания поверхности отработанного участка карьера с последующим проведением мелиораций пахотного слоя. В результате создается terra incognita – неизвестная земля, изучение и возможность дальнейшего использования которой имеет большое научно-практическое значение.

Биологический этап рекультивации преследует цель восстановления утраченного плодородия путем заселения эдафотопов микроорганизмами и растениями. При этом природа сама под прессом диаспор за счет анемо-, гидро-, зоо- и антропохории старается заселить нарушенные территории аборигенными видами растений и микроорганизмов. Получается, что свежееотсыпанные вскрышные, рыхлые горные породы представляют собой первичные экотопы, поскольку впервые получают зачатки микроорганизмов и растений со стороны. Например, специальные исследования, проводимые нами в течение нескольких лет, показали, что если оставить чашки Петри со средой на выровненной поверхности отвала запорожского карьера Орджоникидзевского ГОКа, то в них всего за 30 минут из воздуха может попасть и прорасти в среднем за год 270 спор и клеток микробов. По этому поводу Д. Г. Звягинцев (1987) писал: «Дисперсия микроорганизмов, особенно воздушная, обеспечивает попадание всех почвенных микроорганизмов во все почвы».

Наиболее интенсивная инокуляция экотопов микроорганизмами происходит весной. Наглядно это показано на *рисунке*, из которого видно, что жизнедеятельность микробного населения на ранних стадиях развития техногенных экосистем находится

в тесной связи с гидротермическими условиями среды обитания. Об этом свидетельствует совпадение периодов подъема и спада численности микроорганизмов в разных по качественным показателям экотопах.

Геоботанические наблюдения (Бекаревич, 1971) показали, что абиотические факторы первичных экотопов производят жесткий отбор только тех пионерных видов биоты, которые способны существовать под прессом экстремальных экологических условий конкретной местности. При этом решающее значение в понятии «быть или не быть» имеют биологические особенности вида, например способность усваивать азот из атмосферы или скорость роста корневых систем в поисках влаги. Именно это дает некоторым видам преимущество в заселении и освоении территории. Например, бобовые растения проявили удивительную способность к быстрому усвоению ресурсов экотопа именно благодаря пластичности своей корневой системы и способности образовывать клубеньки бактерий для усвоения атмосферного азота.



Динамика численности микроорганизмов в слое 0–20 см первичных экотопов

Прямое отношение к этому положению имеют исследования академика В. И. Вернадского (1919), который рассматривал влияние микроорганизмов на почву с позиции общих геохимических законов. Он утверждал, что живое вещество, в т. ч. и микроорганизмы, ставшее составной частью почвы, создает в ней мелкоземистость и рыхлость, влияет на физические свойства и структуру, приводит к миграции химических элементов и обуславливает многие другие изменения свойств почвы.

Как показали наши исследования (Узбек, 2000), появление микроорганизмов в толще экотопов создает условия для возникновения нового почвообразовательного процесса. С момента проведения горнотехнического этапа рекультивации начинают проявляться те сложные процессы, совокупность действия которых обуславливает направленность и интенсивность возникающего почвообразования. При этом надо учитывать, что в эдафотопе много свободноживущих азотфиксаторов. Например, значительная часть олиготрофов обладает способностью фиксировать азот атмосферы. Количество этого биологического азота невелико, но оно создает условия для

функционирования какого-то объема микробного ценоза, сильно зависящего от качественных показателей эдафотопы. Так, биомасса олигонитрофилов в слое 0–20 см изучаемых нами эдафотопов (без растений) находилась в пределах 160–180 кг/га. За счет этой бактериальной массы в толщу пород поступает до 20 кг/га азота микробного происхождения.

Произрастание трав, особенно многолетних бобовых, приводит к увеличению биомассы до 421 кг/га. Это более чем 42 кг/га азота. Например, в ризосфере люцерны, произрастающей на насыпном плодородном слое чернозема, аккумулируется азота в 2 раза больше, в лесовидном суглинке в 1,6 раза, в красно-бурой глине в 2,2 и в серо-зеленой глине в 2,5 раза больше, чем в эдафотопы, лишенных растительного покрова. Оказывается, почвенная микрофлора принимает самое активное участие в формировании и регулировании всех экологически ценных свойств эдафотопов. Именно поэтому очень важно знать закономерности и особенности жизнедеятельности микроорганизмов, определить причины изменения численности и наметить пути их регулирования. От этого зависит направленное воздействие почвенных микроорганизмов на преобразование эдафотопы, поскольку они входят в его состав как абсолютно неотъемлемая и вместе с тем наименее изученная часть.

Многолетние исследования (Узбек, 2000) показали, что при изучении эдафотопов техногенных ландшафтов самого пристального внимания заслуживает живое вещество, особенно органическая масса растений и микроорганизмы, разлагающие это вещество. Перерабатывая остатки растений и животных, микроорганизмы изменяют состав жидкой и газообразной фаз почвы, способствуют аккумуляции элементов почвенного плодородия. Это плодородие во многом обусловлено своеобразными взаимоотношениями, возникающими в системе эдафотоп-микроорганизмы-корни растений. Не случайно на отработанных карьерных территориях быстро формируются биоценозы, строго соответствующие физико-химическим свойствам эдафотопов.

Компоненты этих биоценозов отличаются разносторонним взаимодействием и обязательно большей приспособленностью к сложным условиям местообитания. Закономерность здесь такова: чем больше органической массы и микроорганизмов в толще эдафотопы, тем интенсивнее идет процесс формирования биогеоценологических горизонтов и накопление элементов почвенного плодородия. При этом следует отметить, что вскрышные, рыхлые горные породы имеют высокий стимулирующий эффект для развития микроорганизмов. Уже через 10–15 лет после выноса их на дневную поверхность устанавливается пул микроорганизмов и проявляется микробиологический профиль, рисунок которого отражает качественную пестроту эдафотопы. К этому времени заканчивается формирование вторичных экотопов. Они уже имеют в составе своей толщи живое и мертвое органическое вещество и целый набор зачатков различных видов аборигенных растений и микроорганизмов.

Эти сукцессионные изменения четко просматриваются на разновозрастных отвалах карьеров (Бекаревич, 1971), где на участках с признаками естественного самозарастания экотопический отбор со временем постепенно переходит в фитоценотический (Шенников, 1964), основным признаком которого является взаимовлияние растений друг на друга. Так, сначала появляются открытые фитоценозы, которые постепенно переходят в сомкнутые, а затем и замкнутые.

При зарастании первичных экотопов техногенных ландшафтов очень часто те виды растений (обычно бобовые), которые способны на них поселяться в первые фазы зарастания, исчезают по мере нарастания воздействия биогенных факторов среды, например накопление азотистых соединений. Тут же незамедлительно появляются виды, которым для поселения не хватало именно этого элемента питания.

Как показали наши исследования (Бекаревич, 1971), взаимоотношения внутри таких фитоценозов обусловлены действием двух основных факторов: 1) факторами абиотической среды, т. е. физико-химическими свойствами эдафотопы; 2) факторами биотической среды, т. е. взаимоотношениями между микроорганизмами, корнями и геобионтами. В результате со временем экотоп под воздействием органической массы растений и микроорганизмов превращается в эдафотоп, под которым надо понимать техногенно сформированную, пространственно ограниченную биокосную сис-

тему, находящуюся под постоянным прессом факторов почвообразования. В подтверждение к сказанному приведем такие цифры: многолетние бобовые травы 3-го года жизни в метровой толще эдафотопов создавали до 11 т/га корней (воздушно-сухая масса), из которых 74–87 % сосредоточивалось в слое 0–40 см. Совместно с клубеньковыми бактериями и свободноживущими азотфиксаторами корни люцерны и эспарцета накапливали, например, в слое 0–20 см в среднем 350 кг/га азота, 45 кг фосфора, 110 кг калия и 290 кг/га кальция. Происходит непрерывное и интенсивное накопление питательных веществ для питания растений.

Реальность свидетельствует о том, что техногенных ландшафтов на территории Украины сотни тысяч гектаров. Это результат производственной деятельности человека, которая превратила некогда цветущие степные ландшафты в очаги, отрицательно воздействующие не только на флору и фауну, но и на здоровье населения многих промышленно развитых регионов.

К сожалению, объемы статьи не позволяют дать им политическую, социальную, экологическую и, главное, экономическую оценку. Но рекультивировать нарушенные земли, превратить их в сельскохозяйственные и лесные угодия или в рекреационные зоны можно и нужно. Примеров этому – достаточно. Например, многолетние исследования (Бекаревич, 1971) с использованием 23 видов сельскохозяйственных культур показали, что наиболее перспективными для освоения нарушенных земель являются многолетние бобовые травы, которые обеспечивают получение урожаев на уровне урожаев с полнопрофильных черноземных почв. Возделывание других культурфитоценозов возможно только при условии внесения расчетных норм удобрений. Достаточно сказать, что с 1 га удобренных рекультивированных земель в среднем получали 35 ц зерна пшеницы озимой, 38 ц зерна кукурузы, 17 ц зерна ячменя ярового, 365 ц зеленой массы сорго, 289 ц зеленой массы кукурузы и т.д. В целом 1 га рекультивированной площади обеспечивает выход 50 ц кормовых единиц и 3,5 ц переваримого протеина. Как видим, комментарии излишни.

В чем заключаются другие пути рекультивации техногенных ландшафтов, покажут дальнейшие исследования, необходимость проведения которых очевидна.

## ВЫВОДЫ

1. Добыча полезных ископаемых открытым (карьерным) способом сопровождается разрушением биогеоценологических процессов, естественное восстановление которых требует тысячелетий.

2. Вынесенные в отвалы горные породы образуют эдафотопы, не имеющие аналогов в природе. Они характеризуются большой гетерогенностью, весьма сложными почвенными свойствами и незначительным содержанием элементов питания, особенно азота.

3. При рекультивации техногенных ландшафтов в первую очередь нужно изучить свойства эдафотопов, особенности развития корневых систем растений и жизнедеятельности микроорганизмов. Они находятся в тесном взаимодействии друг с другом, создают единую, неразрывную и очень сложную биогеоценологическую систему, изучение которой находится в начале своего пути.

4. Почвообразовательный процесс начинается с поверхности, постепенно распространяясь на нижние слои эдафотопов. Эволюция молодых почв техногенных экосистем проявляется в непрерывном и интенсивном накоплении элементов растительной пищи.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

**Аринушкина Е. В.** Руководство по химическому анализу почв: Учеб. пособие. – М.: МГУ, 1970. – 482 с.

**Бабьева И. П.** Практическое руководство по биологии почв/ И. П. Бабьева, Н. С. Агре. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 140 с.

**Бекаревич Н. Е.** О рекультивации земель в степи Украины / Н. Е. Бекаревич и др. – Д.: Промінь, 1971. – 218 с.

**Вернадский В. И.** Об участии живого вещества в создании почв. – М., 1919. – 123 с.

- Галстян А. Ш.** Определение активности ферментов почв: Метод. указания. – Ереван, 1978. – 54 с.
- Звягинцев Д. Г.** Почва и микроорганизмы. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 255 с.
- Узбек И. Х.** Об эколого-биологической оценке эдафотопов техногенных ландшафтов степной зоны Украины // Вісник аграрної науки. – 2000. – № 6. – С. 55-60.
- Узбек І. Х.** Метод вивчення корневих систем рослин // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 10. – С. 27-30.
- Шенников А. П.** Введение в геоботанику. – Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1964. – 247 с.

*Надійшла до редколегії 06.02.07*