
ВІДНОВЛЕННЯ ТА ОХОРОНА ҐРУНТІВ

УДК 631.618; 631.461; 631.465

І. Х. Узбек, Т. І. Галаган, Н. В. Гончар

ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Дніпропетровський державний аграрний університет

Геоботанічні дослідження самозаростання різновікових відвалів кар'єрних територій виявили види рослин, які придатні для освоєння техногенних ландшафтів. Наведено інформацію щодо чисельності мікроорганізмів і еколого-біологічних характеристик кореневих систем люцерни та еспарцету. Виявлено особливості деяких гідролітичних ферментів та встановлено ступінь збагачуваності ними едафотопів. Розглядаються питання методології визначення строку окупності витрат на рекультивацію.

Ключові слова: техногенний ландшафт, рекультивація, едафотоп, мікроорганізми, корені, ферменти.

I. Kh. Uzbek, T. I. Galagan, N. V. Gonchar

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL PECULIARITIES OF TECHNOGENIC LANDSCAPES IN UKRAINE'S STEPPE ZONE

Dnepropetrovsk State Agrarian University

Character of translocative processes of grasses which are growing in environment of steppe zone of Ukraine is founded. They are depends of biological peculiarities of plants. Plants are forming root systems with such structure and spreading in the soil which can provide plants with nutrients and create maximum productivity which can be reached in such soil/ecological conditions.

Keywords: technogenic landscape, recultivation, edaphotop, microorganisms, roots, enzymes.

В Україні видобуток корисних копалин відкритим (кар'єрним) способом одержав широке розповсюдження, оскільки в порівнянні з підземним (шахтним) способом вважається економічно вигідним. Але застосування цього способу неминуче супроводжується знищенням рослинності, ґрунтів, гідрологічних умов місцевості тощо, тобто руйнацією динамічної рівноваги в екосистемах та значним погіршенням екологічного стану довкілля. Так, у Дніпропетровській області за останні 40 років для потреб різних галузей господарства відчужено понад 140 тис. га земель, з яких 84 тис. га – сільськогосподарські угіддя.

У степовій зоні України, де залягають високородючі чорноземи, значна частина порушених земель невідкладно повинна бути рекультивована і повернена для подальшого використання у народному господарстві. Тому вивчення особливостей формування кореневих систем рослин і ґрунтових мікроорганізмів та визначення рівня ферментативної активності в товщі едафотопів має велике науково-теоретичне і практичне значення. Не менш важливим є розроблення методології проведення економічних розрахунків щодо строків окупності витрат на рекультивацію як основи визначення галузі їх подальшого використання. Усе це і є економіко-екологічним базисом для розробки системного підходу до використання рекультивованих земель у сільськогосподарському (Рекомендации ..., 1969; О рекультивации ..., 1971) або лісовому (Данько, 1971; Травлев, 1989) виробництві.

© Узбек І. Х., Галаган Т. І., Гончар Н. В., 2005

ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктами наших досліджень були техногенні ландшафти Нікопольського марганцеворудного басейну. Предметом досліджень були різновікові відвали кар'єрів, що створені пухкими, розсипчастими гірськими породами Орджонікідзевського гірничозбагачувального комбінату. За контроль прийняті природні біогеоценози, розташовані поруч із кар'єрами. Дослідженнями охоплено понад 130 варіантів та їх похідних комбінацій, які у сукупності достатньо повно віддзеркалюють екологічну різноманітність техногенних ландшафтів степової зони України.

Дослідження проводились на великих ділянках, що закладені з використанням методів, які враховують неоднорідність ґрунтового покриву (Доспехов, 1973; Молостов, 1966). Для аналізу зразків ґрунтів використовувалися апробовані, загальноприйнятні фізико-хімічні, мікробіологічні, біохімічні та статистичні методи дослідження.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Як показали багаторічні дослідження науковців Дніпропетровського агроуніверситету (Рекомендації ..., 1969; О рекультивации ..., 1971; Масюк, 1981; Узбек, 2001), можливі два шляхи відновлення техногенних ландшафтів відпрацьованих кар'єрних територій.

Перший шлях, найскладніший, але й найдоцільніший, повинен враховувати ту обставину, що винесені у відвали пухкі, розсипчасті гірські породи втрачають свої природні фізико-хімічні властивості. Під час видобутку корисних копалин вони перемішуються, переміщуються і на денній поверхні формуються едафотопи, які не мають аналогів у природі. Тому основною метою підготовчого етапу рекультивациі порушених земель є ретельне планування й окультурення верхнього 40-см шару відпрацьованої ділянки кар'єру шляхом упродовження культуротехнічних меліорацій. Сюди входять заходи, які формують порівняно однорідні за фізико-хімічними властивостями едафотопи, збирання грубого уламкового матеріалу, а також металевих і інших предметів, що є включеннями в товщі ґрунту. Усі ці роботи доцільно проводити в міру потреби, декілька разів, залежно від напрямку подальшого використання едафотопу. Тривалість цього етапу обмежується часом, протягом якого припиняються просадні явища і, зазвичай, складає 5–8 років. Після проведення всіх цих робіт на поверхню пухких, розсипчастих гірських порід насипається родючий шар маси чорнозему потужністю 40–50 см. Потім здійснюються хімічні меліорації з метою нейтралізації реакції ґрунтового розчину.

Показниками, які свідчать про придатність таких ґрунтів до подальшого використання (навіть під вимогливі зернові колосові фітоценози), є вирівняність поверхні едафотопу до стану, що дозволяє застосовувати різноманітну сільськогосподарську техніку й інвентар, нейтральна реакція ґрунтового середовища в орному шарі і збільшення в ньому загальної чисельності мікроорганізмів до рівня не менше 50 % їхньої кількості в зональному ґрунті.

Другий шлях передбачає повернення порушених земель, які не мають чорноземного покриву, для подальшого використання у сільськогосподарському або лісовому виробництві. Поверхня таких площ повинна бути окультуреною відповідно до вказаних вище вимог, і тільки тоді ці едафотопи зможуть успішно використовуватися під багаторічні бобові трави, бобово-злакові травосуміші (Масюк, 1981; Узбек, 2001) або лісові культури (Данько, 1971; Травлев, 1989).

Про те, що рослинність є найкращим індикатором придатності відвалів кар'єрів до їх подальшого використання під культурфітоценози, нами відмічено ще на початку досліджень (О рекультивации ..., 1971). Уже тоді було встановлено, що відвали кар'єрів є первинними екотопами, на яких формування травостою здійснюється при зовнішньому натиску діаспор за рахунок анемо-, гідро-, зоо- та антропохорії. Наприклад, у загальному флористичному складі травостою дворічних відвалів лесоподібних суглинків 3/4 усіх зафіксованих рослин були представниками складноцвіткових, гречкових, злакових і лободових, які склали 59 % надземної маси. На 8-річних

відвалах таких самих лесоподібних суглинків уже домінували волошка розкидиста, люцерна жовта та буркун лікарський.

Отже, екологічний відбір диференціює видовий склад рослинності за їх пристосованістю до умов місцевості. При провідному впливі екотопу вирішальне значення в понятті «бути чи не бути» мають біологічні особливості рослин, наприклад їх здатність засвоювати азот з атмосфери, швидкість росту кореневих систем, глибина їх проникнення і розповсюдження в товщі едафотопу (Узбек, 2001). Саме такі біологічні особливості надають деяким видам рослин перевагу в заселенні й освоєнні відпрацьованих кар'єрних територій. Особливо це стосується бобових рослин, які виявили дивну здатність до освоєння ресурсів екотопу. За короткий час рослини цієї родини покривають травостоєм значні кар'єрні площі, рясно ростуть і почувають себе цілком забезпеченими. Це результат процесу «розтікання життя» (Вернадский, 1919), тобто процесу розмноження і розсіювання зачатків живих організмів на поверхні екотопів. Тому на ділянках з ознаками природного самозаростання екологічний відбір згодом поступово переходить у фітоценотичний. Саме так на техногенних ландшафтах спочатку з'являються відкриті фітоценози, які поступово переходять у зімкнуті, а потім і замкнуті (Шенников, 1964).

Проведені геоботанічні дослідження різновікових відвалів (О рекультивации ..., 1971) лесоподібних і червоно-бурих суглинків, червоно-бурих, бурих, сіро-зелених і інших глин, а також їх сумішів показали, що найбільш високопродуктивними і стійкими виявилися фітоценози, в яких основними ценоטיפами є бобові. Саме це дозволило рекомендувати багатокомпонентні бобово-злакові травосуміші (Масюк, 1981; Узбек, 2001) для вирощування на едафотопі техногенних ландшафтів, позбавлених чорноземного покриву. Тим більше, що кореневі системи таких травосумішей сприяли інтенсивному формуванню і розвитку мікробіоценозів (Узбек, 2001), а також підвищенню рівня ферментативної активності едафотопів.

Взагалі, на рекультивованих землях формуються численні, дуже складні мікробо-рослинні формації, подальший розвиток яких залежить насамперед від фізико-хімічних властивостей екотопу і біологічних особливостей рослинності. Так, поступово первинний екотоп під впливом організмів перетворюється в едафотоп (біотоп). Отже, едафотоп – це техногенно сформована, просторово обмежена біокосна система, яка перебуває під постійним пресом зональних факторів ґрунтоутворення.

Гомеостатичні механізми техногенної екосистеми дуже потужні, тому у перший же рік після винесення пухких, розсипчастих гірських ґрунтів на денну поверхню і впливу на них атмосферних і антропогенних факторів починається інтенсивний процес зараження верхніх шарів екотопів мікроорганізмами до рівня надлишкового пулу. Про це свідчать наші дослідження, згідно з якими в умовах Орджонікідзевського гірничозбагачувального комбінату в чашки Петрі з живильною середою всього за 30 хвилин із повітря попадає і проростає в середньому за рік 270 спор і клітин мікробів. Причому найінтенсивніша інокуляція екотопів мікроорганізмами проходить навесні і восени.

Заселення свіжих екотопів мікроорганізмами, рослинами і геобіонтами являє собою настільки складний процес, що матеріалами однієї статті обмежитися неможливо. Тому тут ми наведемо тільки деякі результати наших багаторічних досліджень щодо заселення екотопів мікроорганізмами. Виявляється, що в усіх зразках ґрунтів, відібраних безпосередньо з борту кар'єру, мікроорганізми відсутні. Але вже через 7 років після планування поверхні едафотопів у шарі 0–20 см контрольних (без рослин) лесоподібних суглинків нараховувався 21 млн мікроорганізмів, а в червоно-бурих, сіро-зелених глинах і у насипному родючому шарі чорнозему – відповідно 35, 64 і 367 млн мікроорганізмів на 1 г абсолютно-сухої наважки.

У ризосфері люцерни й еспарцету (Узбек, 2001) мікроорганізмів у десятки разів більше, ніж на варіантах без рослин. Багаторічні бобові трави та травосуміші значно ускладнюють структуру мікробіоценозу і забезпечують взаємозв'язок усіх компонентів екосистеми, при якому найефективніше використовуються ресурси едафотопу. Наочним підтвердженням цього є високий ризосферний ефект мікроорганізмів.

Унаслідок інтенсивного росту коренів люцерни і еспарцету, посиленого їх розгалуження й утворення значної кількості тонких корінців неминує збільшуватися загальна поверхня і довжина корневих систем (табл. 1), що значно впливає на окультурення середовища. У цьому випадку підвищується і рівень ферментативної активності едафотопів. Особливо чітко така закономірність виявляється щодо фосфатази й інвертази. У шарі 0–20 см ризосфери люцерни й еспарцету на всіх едафотобах фосфатаза й інвертаза досягали рівня середнього ступеня збагачуваності. Висока активність цих двох ферментів пов'язана з тим, що навіть на контрольних (без добрив) варіантах накопичується в метровому шарі до 11 т/га (повітряно-суха маса) коренів, насичених органічними сполуками. На відміну від активності фосфатази й інвертази активність уреазі була низькою. Незначний рівень активності уреазі є характерним показником для всіх едафотопів. Навіть фітомеліоративна дія корневих систем люцерни й еспарцету не сприяла значному підвищенню активності уреазі.

Таблиця 1

Розвиток корневих систем еспарцету й люцерни третього року життя в товщі едафотопів (без добрив)*

Варіант	Маса коренів, г/м ³		Поверхня коренів, см ²		Довжина коренів, м		Насиченість коренями, %	
	Товщина шару ґрунту, см							
	0–40	0–100	0–40	0–100	0–40	0–100	0–40	0–100
Чорнозем південний	<u>262,9</u>	<u>309,0</u>	<u>24951</u>	<u>31300</u>	<u>2915</u>	<u>3679</u>	<u>0,329</u>	<u>0,368</u>
	524,1	677,8	31591	47843	3300	5148	0,737	0,930
Родючий шар чорнозему	<u>305,8</u>	<u>395,8</u>	<u>29700</u>	<u>41361</u>	<u>3462</u>	<u>4852</u>	<u>0,397</u>	<u>0,503</u>
	616,3	731,3	39197	51775	4180	5634	0,858	1,002
Лесоподібний суглинок	<u>364,6</u>	<u>465,7</u>	<u>41631</u>	<u>57194</u>	<u>4972</u>	<u>6901</u>	<u>0,454</u>	<u>0,569</u>
	787,1	988,0	49231	67484	5036	7056	1,100	1,364
Червоно-бура глина	<u>586,7</u>	<u>734,7</u>	<u>82965</u>	<u>108119</u>	<u>10219</u>	<u>13400</u>	<u>0,651</u>	<u>0,817</u>
	837,2	1054,4	94233	125768	8394	12240	1,109	1,362
Сіро-зелена глина	<u>589,1</u>	<u>783,8</u>	<u>75986</u>	<u>106551</u>	<u>9231</u>	<u>13003</u>	<u>0,715</u>	<u>0,938</u>
	662,5	814,9	52140	75261	5642	8491	0,893	1,068

* У чисельнику – еспарцет, у знаменнику – люцерна.

Наведена у табл. 2 інформація щодо врожайності люцерни й еспарцету дозволяє вважати третинні і четвертинні відкладення цілком придатним субстратом для вирощування багаторічних бобових трав та їхніх сумішей. Але виходячи із соціальних, екологічних, економічних і політичних передумов велике значення має строк окупності витрат на рекультивуацію й економіко-екологічне обґрунтування найдоцільнішої сфери подальшого використання відновлених земель.

Загальноприйнятним способом кількісного вимірювання ефективності рекультивації є зіставлення величин витрат, проведених для досягнення бажаного ефекту, з реальним показником цього ефекту. Враховуючи те, що рекультивація порушених земель є матеріалоемним процесом, цінність рекультивованих земель залежить від того, чи задовольняють такі землі якимсь потребам суспільства. Отже, вартість витрачених матеріалів і використання основних фондів гірничорудних підприємств визначають строки окупності витрат на рекультивуацію та її економічну доцільність.

Спроможність люцерни й еспарцету забезпечувати високі врожаї сіна і насіння (табл. 2) значно скорочує строк окупності витрат. Так, на оптимальному варіанті біологічного етапу рекультивації, де вирощувалася люцерна із внесенням добрив (N₈₀P₈₀K₈₀), строк окупності витрат склав: на суміші лесоподібних суглинків і давньоалювіальних пісків 17 років, на лесоподібному суглинку – 19, на червоно-бурій глині – 16 і на сіро-зеленій глині – 12 років.

Основною статтею, що визначає рівень собівартості рекультивованих земель, є транспортні витрати, особливо селективна виїмка і транспортування родючого шару

гумусового горизонту чорнозему у бурти з наступним його рознесенням на вирівняну поверхню едафотопу.

Як показали наші розрахунки, основним напрямком використання порушених земель, позбавлених ґрунтового покриву, є кормовиробничий, який спроможний забезпечити одержання дешевої м'ясомолочної продукції навіть у таких складних техногенних умовах. Не менш важливим є і те, що такі кормові угіддя техногенного агроландшафту виконують суттєві природоохоронні й естетичні функції, сприяють відновленню біологічного розмаїття, представленого аборигенними видами біоти.

Економіко-екологічним критерієм повернення збитків можуть слугувати й інші заходи, у результаті впровадження яких стає чистішим повітря, поліпшуються властивості ґрунтів, відновлюються флора, фауна тощо. Результатом усього цього, безсумнівно, є значне поліпшення санітарно-гігієнічних умов довкілля, яке має життєво важливе значення для людей, але грошима поки що не вимірюється.

Таблиця 2

Урожай сіна люцерни й еспарцету, ц/га

Варіант	Люцерна	Еспарцет
Суміш лесоподібних суглинків і давньоалювіальних пісків		
Контроль (без добрив)	30,5	24,2
P ₈₀ K ₈₀	47,6	32,3
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	50,7	36,5
Гній з розрахунку 25 т/га	46,7	38,3
Гній з розрахунку 12,5 т/га + N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	50,3	37,4
НСР ₀₅ (у ц/га)	2,0	1,6
Червоно-бура глина		
Контроль (без добрив)	33,8	25,8
P ₈₀ K ₈₀	39,3	28,6
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	39,8	29,6
Гній з розрахунку 25 т/га	41,2	33,0
Гній з розрахунку 12,5 т/га + N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	42,5	34,9
НСР ₀₅ (у ц/га)	1,9	2,3
Сіро-зелена глина		
Контроль (без добрив)	43,3	23,4
P ₈₀ K ₈₀	46,4	25,2
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	48,2	24,9
Гній з розрахунку 25 т/га	48,0	26,6
Гній з розрахунку 12,5 т/га + N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	51,2	26,7
НСР ₀₅ (у ц/га)	2,8	2,4

ВИСНОВКИ

1. Дії гомеостатичних механізмів техногенної екосистеми залежать від фізико-хімічних властивостей едафотопів і сприяють формуванню оригінальних біоценозів, де домінують рослинами є бобові. Компоненти цих біоценозів відрізняються різнобічними взаємодіями і виявляють велику пристосованість до складних умов техногенного середовища.

2. На продуктивність культурфітоценозів діють три категорії сил: сили фізико-хімічних властивостей едафотопів, тобто сили абіотичного середовища; сили, які створені взаємовідношеннями між мікроорганізмами, рослинами, геобіонтами і т. д.,

тобто біотичними факторами; і сили, які формуються під впливом продуктів життєдіяльності біоценозів.

3. Активність гідролітичних ферментів у ризосфері люцерни й еспарцету розміщується у такий ряд: фосфатаза – інвертаза – уреаза. У такий самій товщі непорушеного південного чорнозему найвищу активність виявляла також фосфатаза, потім інвертаза й уреаза, тобто ґрунтотвірний процес на порушених землях йде за типом зонального ґрунту.

4. Із 23 видів вищих культурних рослин, досліджених як тести на визначення строку окупності витрат на рекультивацію кар'єрних територій, тільки багаторічні бобові трави та їх суміші забезпечують відносно короткий термін окупності, що не перевищує 20 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Вернадский В. И.** Об участии живого вещества в создании почв. – М., 1919. – 123 с.
- Данько В. Н.** Лесные рекультивации отвалов открытых разработок Украина, их состояние и задачи // Прогнозирование использования земельных ресурсов Украинской ССР и Молдавской ССР. – К.: СОПС, 1971. – Ч. 2. – С. 165-170.
- Доспехов Б. А.** Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Колос, 1973. – 329 с.
- Масюк Н. Т.** Эколого-биологические основы сельскохозяйственной рекультивации в техногенных ландшафтах степной зоны Украины: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Д., 1981. – 53 с.
- Молостов А. С.** Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1966. – 322 с.
- О рекультивации земель в Степи Украины** / Н. Е. Бекаревич, Н. Д. Горобец, А. А. Колбасин и др. – Д.: Промінь, 1971. – 218 с.
- Рекомендации по биологической рекультивации земель в Днепропетровской области** / Н. Е. Бекаревич, Н. Т. Масюк, И. Х. Узбек и др. – Д.: Промінь, 1969. – 37 с.
- Травлев А. П.** Научные основы техногенной биогеоценологии // Биогеоценологические исследования лесов техногенных ландшафтов степной Украины. – Д.: ДГУ, 1989. – С. 4-9.
- Узбек И. Х.** Эколого-біологічна оцінка едафотопів техногенних ландшафтів степової зони України: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. – Д., 2001. – 36 с.
- Шенников А. П.** Введение в геоботанику. – Ленинград: ЛГУ, 1964. – 247 с.

Надійшла до редколегії 20.05.05