

РОЛЬ ТРАВ'ЯНИСТИХ РОСЛИН У ВІДНОВЛЕННІ ГРУНТОВОЇ РОДЮЧОСТІ ТЕХНОЕКОСИСТЕМ

І. Х. Узбек, доктор біологічних наук;

П. В. Волох, кандидат сільськогосподарських наук;

Т. І. Галаган, кандидат економічних наук

Дніпропетровський державний аграрний університет

Експериментально доведено, що на земельних ділянках, порушених відкритими гірськими розробками, багаторічні бобові трави (люцерна та еспарцет) відіграють важливу роль в перетворенні ландшафтного середовища. При цьому особливого значення набуває коренева система рослин в поліпшенні формування елементів ґрунтової родючості та підвищенні біологічної активності едафотопів.

Ключові слова: техногенний ландшафт, рекультивація, корені.

Зважаючи на те, що рекультивовані землі кар'єрних територій (едафотопи) формуються з гірських порід із різними фізико-хімічними властивостями, стає зрозумілим, в яких складних ґрунтових та екологічних умовах функціонує тут коренева система рослин. Прикладом можуть слугувати результати аналізів розкривних порід Олександрівського кар'єру на території Нікопольського району Дніпропетровської області, згідно з якими у породах міститься дуже малопоживних речовин: легкогідролізованого азоту – 0,50–1,24 мг/100 г, рухомого фосфору – 0,31–1,80 і обмінного калію – 26–64 мг/100 г наважки. Кількість гумусу коливається в межах 0,05–0,95%. До того ж, практично незасоленими є тільки лесоподібні суглинки верхньої 2–3-метрової товщі кар'єрів.

В таких жорстких екологічних умовах коренева система рослин перебуває постійно, про що свідчать наші багаторічні дослідження [2, 3]. Специфічні умови місця зростання рослин (водно-повітряний, поживний та інші режими товщі) призводять навіть до зміни їх морфологічних ознак. Саме тому можливість впровадження сільськогосподарських культур в умовах техногенних ландшафтів дуже складне завдання і його вирішення залежить від біологічних особливостей рослин, наприклад, екологічної пластичності корневих систем і їхньої здатності фіксувати азот атмосфери.

Одночасно з цим проявляється здатність трав'янистої рослинності, особливо багаторічних бобових трав, окультурювати ґрунт в місцях їхнього зростання. У вітчизняній і зарубіжній літературі дослідження з цього питання відсутні, що й спонукало нас провести роботу в даному напрямку. Крім того, вивчення взаємодії коренів з твердою фазою едафотопу з перших днів росту та розвитку рослин має виняткове значення, перш за все – для вирішення низки практичних питань, пов'язаних з меліорацією порушених земель.

Об'єктом наших досліджень була коренева система люцерни і еспарцету; предмет досліджень – встановлення агробіологічної характеристики кореневої системи цих рослин. Люцерна та еспарцет зростали в едафотопіях з різними фізико-хімічними властивостями.

Слід зазначити, що загальноприйняті методи, рекомендовані для вивчення кореневої системи рослин в умовах непорушених ґрунтів, не придатні для умов рекультивованих земель. Головний недолік методів полягає в тому, що вони характеризують тільки масу коренів і не надають агробіологічної інформації про кореневу систему, формування і розвиток якої повністю визначається якісними показниками едафотопу, тобто субстрату. Тому масу коренів люцерни і еспарцету ми визначали запропонованим нами методом [1]. Спочатку корені сортували за товщиною на 4 фракції: більше 5 мм, від 5 до 1 і від 1 до 0,5 мм і менше 0,5 мм. Потім кожен фракцію зважували окремо, щоб мати уявлення про будову кореневої системи і її розташування в товщі едафотопу. Крім того, є можливість вивчити і ту частину коренів, через яку переважно здійснюється надходження води і елементів живлення.

Ми відбирали рослини з середньорозвиненою надземною частиною (фаза цвітіння). Облік маси коренів проводили по шарах через кожні 10 см до глибини 2 м.

Результати досліджень піддавали математичній обробці, що й підтверджує їхню достовірність.

Як показали наші багаторічні дослідження, люцерна і еспарцет відзначаються підвищеною здатністю змінювати середовище не лише в місцях свого зростання, а й на території, яка безпосередньо прилягає до цих ділянок. Наприклад, залишки люцерни і еспарцету затримують взимку на 5–7 см більше снігу, ніж ділянки без стерні. Тут за осінньо-зимовий і весняний періоди накопичується 600–800 м³/га вологи, що сприяє опрісненню (особливо третинних глинистих відкладень) і обводненню не тільки ділянок, де зростали бобові культури, але й деякої частини суміжної території. У весняно-літній період, коли трапляються інколи суховії і пилові бурі, пожнивні рештки рослин утворюють захисну зону, де затримуються у вигляді наносів часточки ґрунту з сусідніх полів, не порушених ще гірськими розробками. Крім того, коріння рослин сприяє стабілізації едафотопів, тобто закріпленню пухких, розсипчастих гірських порід, що легко піддаються водній і вітровій ерозії. У такий спосіб посіви люцерни і еспарцету забезпечують собі стійке існування навіть в несприятливих ґрунтових і екологічних умовах техногенного середовища.

Але найбільше значення багаторічних бобових рослин полягає в тому, що їхня коренева система слугує джерелом накопичення елементів родючості у товщі кар'єрних відвалів. Слід зазначити, що в метровій товщі едафотопів травостій люцерни і еспарцету 3-го року життя формує до 11 т/га коренів (повітряно-суха маса), з яких 74–87% зосереджується в шарі 0–40 см. Отже, корені рослин густо пронизують верхній пухкий шар ґрунту едафотопів і тісно контактують з його твердою фазою. Кожен грам таких коренів (наприклад, еспарцету) відповідає відстані 11–19 м і площі 85–147 см² (табл. 1).

1. Площа поверхні та довжина кореневої системи еспарцету і люцерни у перерахунку на 1 г повітряно-сухої маси в шарі 0–100 см*

Варіант	Маса коренів, г/м ²	Площа поверхні коренів, см ²	Довжина коренів, м
Повнопрофільний чорнозем південний	<u>309,0</u>	<u>101,3</u>	<u>11,9</u>
	677,8	70,6	7,6
Неудобрений шар ґрунтової маси	<u>395,8</u>	<u>104,5</u>	<u>12,3</u>
	731,3	70,8	7,7
Удобрений N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ шар ґрунтової маси	<u>643,8</u>	<u>84,9</u>	<u>9,7</u>
	901,3	64,4	7,0
Неудобрений лесоподібний суглинок	<u>465,7</u>	<u>122,8</u>	<u>14,8</u>
	988,0	68,3	7,2
Удобрений N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ лесоподібний суглинок	<u>711,2</u>	<u>89,8</u>	<u>10,4</u>
	1024,6	67,6	7,3
Неудобрена червоно-бура глина	<u>734,4</u>	<u>147,2</u>	<u>18,7</u>
	1054,4	119,3	11,6
Удобрена N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ червоно-бура глина	<u>639,4</u>	<u>128,5</u>	<u>15,5</u>
	1025,5	94,5	10,7
Неудобрена сіро-зелена глина	<u>783,8</u>	<u>135,9</u>	<u>16,6</u>
	814,9	92,4	10,4
Удобрена N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ сіро-зелена глина	<u>635,2</u>	<u>129,8</u>	<u>15,7 1</u>
	738,3	79,3	8,7

* Тут і в таблиці 3 у чисельнику дані стосуються еспарцету, в знаменнику – люцерни.

Інтенсивний ріст кореневої системи рослин люцерни і еспарцету, посилене її галузження та формування великої кількості тонких корінців неминуче призводить до збільшення загальної довжини коренів. Так, на площі в 1 га тільки у верхньому 40-сантиметровому шарі неодобрених червоно-бурих глин довжина коренів еспарцету перевищувала 100000 км (2,5 довжини екватору). Причому, частка найтонших корінців діаметром менше 0,5 мм становила 95–99% загальної довжини. Це дуже суттєвий показник розвитку підземної частини рослин люцерни і еспарцету, оскільки процес поглинання води і поживних речовин кореневою системою триває за рахунок поверхневої адсорбції.

Розкладання мікроорганізмами такої великої кількості органічної речовини бобових культур сприяє значному поліпшенню фізико-хімічних властивостей едафотопу. Причому більше всього мікроорганізмів було навесні [4]. Пізніше їх кількість проявляється у вигляді характерних яскраво виражених пульсацій.

Дослідження показали (табл. 2), що корені рослин люцерни, багаті легкодоступними для мікроорганізмів білками, руйнувалися інтенсивніше, аніж корені озимої пшениці. В непорушеному зональному ґрунті розкладання коренів було прискореним, а на ділянках з сіро-зеленою глиною – найбільш уповільненим.

2. Інтенсивність розкладання коренів люцерни і озимої пшениці

Едафотоп	Розкладеного коріння (%) через		
	3 місяці	10 місяців	12 місяців
Повнопрофільний чорнозем південний	58,7 (49,2 – 64,2)*	71,3 (69,4 – 71,8)	80,4 (75,7 – 84,5)
	57,9 (45,1 – 62,9)	62,5 (53,4 – 64,0)	65,8 (58,1 – 67,8)
Лесоподібний суглинок	55,6 (45,6 – 61,2)	62,6 (52,1 – 66,7)	67,2 (60,0 – 73,8)
	54,4 (44,2 – 60,1)	59,6 (52,4 – 66,6)	63,6 (55,2 – 69,9)
Сіро-зелена глина	55,8 (38,8 – 65,0)	61,1 (41,0 – 74,7)	66,6 (46,4 – 79,2)
	40,4 (38,8 – 44,5)	50,7(41,0 – 57,6)	61,9 (49,4 – 63,9)

* У чисельнику – дані по люцерні, в знаменнику – по озимій пшениці.

У дужках – межі коливання.

Різна інтенсивність розкладання коренів рослин люцерни та пшениці озимої свідчить про те, що для біологізації орної товщі техногенних ландшафтів необхідно впроваджувати спеціальні сівозміни, насичені перш за все люцерною або еспарцетом. Тільки ці культури можуть створити високобіогенний орний шар з вельми активною і різноманітною мікрофлорою, яка сприяє поліпшенню ґрунтової родючості.

Найбільш інтенсивно руйнуються тканини коренів протягом перших трьох місяців, коли в товщі порід багато мікроорганізмів, а у складі залишків ще є легкодоступні їм речовини. В першу чергу розкладаються тонкі корінці, менше 0,5 і 1–0,5 мм. В подальшому розкладання коренів сповільнюється, в основному через обмежену кількість вологи.

Як показали дослідження (табл. 3), в коренях люцерни і еспарцету більше всього міститься азоту і значно менше калію і фосфору. Так, в коренях люцерни, що функціонують у неудобраних червоно-бурих глинах і лесоподібних суглинках, містилося відповідно 272 і 115 кг/га азоту. У коренях рослин еспарцету в подібних едафотопах було 157 і 68 кг/га азоту відповідно, тобто значно менше, ніж в коренях люцерни. Проте навіть таку кількість азоту слід вважати заниженою, оскільки не враховується деяка частина бульбочкових бактерій, що відмирають в період вегетації рослин. Тільки в бульбочках люцерни і еспарцету міститься 15–37 кг/га азоту, 4–7 фосфору і 6–8 кг/га калію. Кількість кальцію, завдяки якому формуються водостійкі структурні агрегати, коливається в межах 15–35 кг/га.

Необхідно враховувати і той факт, що в породах, особливо в зоні коренів, багато вільно існуючих азотфіксаторів. Наприклад, значна частина оліготрофів здатна фіксувати азот атмосфери. Однак частка біологічного азоту незначна, але її достатньо для функціонування певного об'єму мікробного ценозу. Ця біомаса забезпечує надходження в едафотопи певної кількості азоту мікробного походження. Тільки в неудобреному і позбавленому рослинного покриву шарі 0–20 см його накопичується від 16 кг/га в лесоподібному суглинкові до 42 кг/га в сіро-зеленій глині. Під травостоєм люцерни і еспарцету такого азоту акумулюється в 1,6–2,5 рази більше.

Як показали наші підрахунки, в умовах техногенних ландшафтів гірничо-збагачувального комбінату (Нікопольський район) корені рослин люцерни і еспарцету, спільно з бульбочковими бактеріями і вільно існуючими азотфіксаторами накопичують у верхньому 20-сантиметровому шарі едафотопів 350 кг/га азоту.

Найбільша кількість фосфору містилася в коренях люцерни (38 кг/га) і еспарцету

(26 кг/га), які зростали на неудобрених едафотопях. За всіх інших однакових умов внесення добрив не спостерігалось збільшення вмісту в коренях фосфору і азоту. Ця закономірність не проявлялася при визначенні кількості калію і кальцію. Вміст цих елементів був більший в коренях рослин в удобрених варіантах.

3. Вміст хімічних елементів у коренях люцерни і еспарцету, кг/га

Варіант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
1. Неудобрений лесоподібний суглинок	<u>68,4</u> 114,6	<u>14,9</u> 19,0	<u>29,1</u> 33,6	<u>107,1</u> 84,8
2. Удобрений N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ лесоподібний суглинок	<u>64,1</u> 102,3	<u>12,7</u> 16,4	<u>29,9</u> 38,5	<u>94,6</u> 70,0
3. Неудобрена червоно-бура глина	<u>157,3</u> 271,9	<u>26,3</u> 38,2	<u>49,9</u> 71,5	<u>214,8</u> 191,2
4. Удобрена N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ червоно-бура глина	<u>144,2</u> 245,8	<u>19,9</u> 36,8	<u>50,7</u> 100,6	<u>252,5</u> 230,3
5. Неудобрена сіро-зелена глина	<u>121,2</u> 180,0	<u>19,4</u> 29,0	<u>49,5</u> 63,4	<u>150,5</u> 102,1
6. Удобрена N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ сіро-зелена глина	<u>118,4</u> 174,7	<u>18,4</u> 24,9	<u>51,4</u> 85,4	<u>242,7</u> 213,3

Максимальна кількість калію (100,6 кг/га) виявлена в коренях рослин люцерни, а кальцію (253 кг/га) – еспарцету. Більший вміст кальцію був в коренях еспарцету, ніж люцерни. Значення його в утворенні водостійких структурних агрегатів і нейтралізації ґрунтового розчину – загальновідоме. Тому можна стверджувати, що коренева система еспарцету відіграє більш важливу роль у створенні структурних агрегатів в товщі молодих ґрунтів техногенних екосистем. Отже, рівень акумуляції елементів живлення біологічного походження коливається в значних межах і залежить від ґрунтових і екологічних умов (табл. 3), в яких зростають ці культури.

Вміст елементів живлення прямо пропорційний масі коренів, що може слугувати підставою для розуміння нового ґрунтоутворного процесу. Поза сумнівом, цей процес інтенсивно триває в ризосфері багаторічних бобових трав. Саме тут накопичуються значні запаси макро- і мікроелементів. Тут же концентруються мікроорганізми і проявляється висока активність ферментів, особливо дегідрогенази, яка сприяє утворенню гумусу у верхньому шарі едафотопів.

Задля підтвердження вищенаведеного можна послатися на такий приклад. Після проведення розкривних робіт на поверхні внутрішнього відвалу Олександрівського кар'єру опинилася неоднорідна суміш порід з лесоподібних суглинків і древньоалювіальних пісків. Вона характеризувалася дуже низьким вмістом поживних речовин, тому без додаткового внесення добрив, зокрема азотних, тут не обійтись. Тільки за рахунок такого заходу можна добитися зростання на цих ділянках культурних рослин. Проте 22-річне перебування цієї ділянки під цілиною сприяло поступовому формуванню стійкого фітоценозу, спочатку з в'язелем строкатим і буркуном жовтим, а потім з тонконогом вузьколистим і полином австрійським.

Проведені тут розкопки дали можливість виявити чіткий розподіл ґрунтового профілю на три горизонти. *Перший* – поверхневий, темно-сірого кольору, товщиною 1 см, насичений корінням до утворення дернини. При розкопках знімається коржем. Має розсипчасте складення. Перехід до наступного горизонту рівний. *Другий* – товщиною від 1 до 6 см, є однорідною сірою розсипчастою масою, густо пронизаною корінням, без структури. Перехід до наступного горизонту звивистий. *Третій* – від 6 до 11 см, представлений світло-сірою розсипчастою масою і густо пронизаний корінням. Поступово переходить в суміш порід, яка утворилася при формуванні відвалу, з високим вмістом включень із вапнякових пісковиків, конкрецій марганцю, грудочок сіро-зеленої та червоно-бурої глин.

За 22-річний період кількість елементів живлення в такому ґрунті значно збільшилася: азоту з 0,30 мг в нижньому горизонті до 2,10 мг у верхньому, рухомого фосфору з 0,40 мг

до 5,43 мг і обмінного калію з 6,9 до 38,7 мг на 100 г наважки відповідно. Вміст гумусу підвищився з 0,07% у нижньому горизонті до 2,01% у верхньому. Отже, акумуляція гумусу і елементів живлення в товщі молодих ґрунтів техноекосистем відбувається дуже швидко.

Фітомеліоративна дія кореневої системи рослин, що досліджувалися, позитивно позначилася і на ферментативній активності цього едафотопу. Так, в першому горизонті активність сахарози була в 9 разів, фосфатази в 13, уреазы в 36, каталазы в 1,5 і дегідрогенази в 72 рази більше, ніж ферментативна активність нижнього горизонту.

Цікаві дані отримані і щодо чисельності мікроорганізмів. Якщо загальна кількість мікроорганізмів становила тільки 7,4 млн в третьому горизонті, то в першому – їх було 128,1 млн. У той же час число олігонітрофілів зросло з 108 тис. до 624 тис. на 1 г абсолютно сухої наважки. Як видно, ґрунтотворення починається з поверхні і поступово охоплює нижчі шари відвальної маси.

Таким чином, для об'єктивного моніторингу змін, що відбуваються в орному шарі рекультивованих ґрунтів, насамперед, необхідно вивчити їхні фізико-хімічні властивості, особливості розвитку кореневої системи рослин і зростання чисельності мікроорганізмів. Між цими чинниками і активністю ферментів існує тісний взаємозв'язок, як результат – формується єдина, нерозривна і вельми складна система, що постійно функціонує в товщі відновлених ґрунтів. Результати цього дослідження з успіхом можуть бути використані при меліорації еродованих ґрунтів.

Бібліографічний список

1. *Узбек І. Х.* Метод вивчення корневих систем рослин / *І. Х. Узбек* // Вісн. аграр. науки. – 2002. – № 10. – С. 27–30.
2. О рекультивации земель в Степи Украины / *Н. Е. Бекаревич, Н. Д. Горобец, А. А. Колбасин* [и др.]. – Днепропетровск: Промінь, 1971. – 218 с.
3. Рекультивация нарушенных земель как устойчивое развитие сложных техноэкосистем / *И. Х. Узбек, А. С. Кобец, П. В. Волох* [и др.]; под ред. *И. Х. Узбека*. – Днепропетровск: Пороги, 2010. – 263 с.
4. Целлюлозоразрушающие микроорганизмы как компонент биологического фактора почвообразования / *И. Х. Узбек* // Екологія та ноосферологія. – Т. 17. – № 1–2. – Київ-Дніпропетровськ, 2006. – С. 11–16.