

Вплив культурфітоценозів на властивості едафотопів техногенних ландшафтів

І.Х. Узбек, доктор біологічних наук

П.В. Волох, кандидат сільськогосподарських наук

Т.І. Галаган, кандидат економічних наук

Обґрунтовується пріоритетність люцерни та еспарцету в освоєнні відпрацьованих кар'єрних ділянок. Показано екологічну роль коренів і мікроорганізмів у перетворенні середовища свого місцеперебування. Доведено утворення первинних консортивних зв'язків, у яких фізико-хімічні властивості едафотопу, корені рослин і мікроорганізми мають вирішальне значення.

Перебуваючи на теренах степового Придніпров'я у 450 році до н.е., древньогрецький історик Геродот писав, що місцевим скіфам надають сприятливі умови родючі землі та ріка Борисфен, в якій водиться у великих кількостях найкраща риба. Він підкреслював, що і в усіх інших малих і великих річках вода теж прозора і приємна на смак, а посіви уздовж берегів чудові.

Пізніше М.В. Гоголь наголошував на тому, що в цих місцях ніколи плуг не порушував ковдру рясних, пахучих диких рослин. Безкрайні степові простори йому здавалися зелено-золотим океаном, по якому бризнули мільйони привабливих квітів.

Так було колись. Нині в степовій зоні знищується орний шар ґрунтів, руйнується гідрографічна мережа, зникають малі річки, замулюються природні та штучні водоймища. Тому, серед усіх екосистем світу доля степів стала найбільш драматичною. І збудником цієї драми, на жаль, є людина. Саме вона довела розораність ґрунтів в Україні до 81 %, а у таких областях, як Дніпропетровська, Запорізька, Кіровоградська та інші, – до 84–90 %. По суті, розорані навіть схилі ділянки. Така ситуація створила всі умови для руйнації ґрунтового покриву, призвела до того, що площа еродованих орних земель степової зони України вже перевищила 5,8 млн га [6]. Отже, найбагатші в Європі чорноземні ґрунти поступово руйнуються.

Степова зона України наділена не тільки чорноземними ґрунтами. В її надрах природою закладені і скарби багатьох корисних копалин. Більшість з них добувають відкритим (кар'єрним) способом. Він супроводжується руйнацією біогеоценотичних процесів, природне відновлення яких потребує дуже багато часу. Ці процеси можна прискорити тільки антропогенними чинниками, дослідження яких має велике науково-практичне значення, насамперед з ґрунтово-екологічної точки зору.

Матеріали і методи дослідження. Предметом наших досліджень були гірські породи, які опинилися на “денній” поверхні в процесі видобутку корисних копалин. До їхнього складу входили: леси, лесоподібні суглинки, суміш лесоподібних суглинків і древнеалювіальних пісків, червоно-бура та сіро-зелена глини. У схему дослідів були введені й едафотопи з лесоподібних суглинків, які покривались шарами родючої маси чорнозему різної потужності. За контроль прийнято староорне поле чорнозему південного, розташоване поруч з кар’єрами.

У відвальній масі досліджуваних едафотопів виявлено незначну кількість валових та рухомих форм фосфору, калію й особливо азоту. Кількість елементів живлення значно варіювала залежно від гранулометричного складу. Наприклад, вміст загального азоту складав всього 0,003–0,039 %, а гумусу досягав лише 0,05–0,95 %. Зрозуміло, що едафотопи з такими показниками утворюють малопридатне для впровадження сільськогосподарських культур середовище.

Досліди були крупноділяночними, закладеними дактиль-методом та методом латинського квадрата, тобто методами, що враховують неоднорідність ґрунтового покриву [4]. Мінеральні добрива у вигляді аміачної селітри, суперфосфату і калійної солі вносили з розрахунку 80 кг/га д.р., гній – 25 т/га.

Для аналізу зразків порід і ґрунтів використовували апробовані, загальноприйняті фізико-хімічні, мікробіологічні та біохімічні методи [1, 2]. Отримані дані досліджень піддавали математичній обробці [3], результати якої дозволяють вважати їх вірогідними.

Результати дослідження та їх обговорення. Із досліджених 23 видів вищих культурних рослин найперспективнішими для освоєння порушених земель виявилися люцерна (синьогібридна, хмельовидна та жовта), еспарцет піщаний, буркун (жовтий і білий), горох, чина та інші бобові рослини, коренева система яких може функціонувати навіть у складних екологічних умовах техногенного середовища.

Коефіцієнт продуктивності кореневих систем цих рослин здатний сформувати урожаї на рівні урожаїв культурфітоценозів на непорушених землях. Наприклад, на варіанті $N_{80}P_{80}K_{80}$ в середньому одержували з 1 га близько 20 ц зерна гороху, 36 ц сіна еспарцету, 48 ц сіна люцерни. На жаль, деякі види рослин забезпечували врожаї на рівні маси висіяного насіння, що підказує недоцільність впровадження їх на рекультивованих землях.

Як відомо, врожайність рослин віддзеркалює рівень родючості ґрунтів. Щодо рекультивованих земель поняття родючість едафотопів є дуже складною рівнодіючою різноманітних властивостей гірських порід і явищ, що в них відбуваються. Окрім цього поняття, родючість має і деяку умовність. Дійсно, едафотоп, що є неродючим для якогось одного виду рослин, може виявитися середовищем, сприятливим для росту і розвитку іншого виду рослин, і навпаки. Ця обставина зумовлюється тим, що різні рослини пред’являють до едафотопів різні вимоги: одні, корені яких слабо розчинюють мінерали твердої фази, дуже чутливо реагують на нестачу або

відсутність у цьому едафотопіві потрібних живильних речовин, інші, навпаки, ставляться до цього байдуже, бо спроможні проявити енергійну розчинюючу діяльність своїх кореневих систем. До того ж, протягом вегетаційного періоду, залежно від фази розвитку, рослини потребують різні сполучення і в різних кількостях. Отже, з цією складною проблемою можуть справитися не всі види рослин.

Як показали дослідження, складні умови техногенного середовища спроможні витримати багаторічні бобові трави. Уже на другому році життя вони створюють стійку, густу надземну масу, яка на 85–100 % покриває поверхню едафотопів і практично повністю припиняє ерозійні процеси протягом всього весняно-осіннього періоду. Немаловажним є і те, що ці рослини перетворюють середовище не тільки свого місцеперебування, але і ландшафтно-сполучених з ними біогеоценозів. Тут особливого значення набуває інпульверизаційний процес.

Стерньові рештки рослин затримують зимою більше снігу, ніж ділянки без стерні. Накопичуючи навесні поталі води, вони сприяють опрісненню (особливо третинних глинистих відкладень) і обводнюванню не тільки свого місцеперебування, але і деякої кайми навколо. У весняно-літній період, коли можливі суховії і курна буря, стерньові рештки створюють захисну зону, що затримує багаті живильними речовинами наноси зі сусідніх непорушених староорних чорноземів.

Взагалі варто підкреслити, що культурфїтоценози на рекультивованих землях суттєво впливають на фізичні властивості едафотопів, рівень освітленості приземного шару та його провітрюваність, вміст вуглекислоти і легких речовин у повітрі, на гідротермічний режим тощо. Наведемо лише один приклад. Водопроникність насипного родючого шару чорнозему при створенні Вільногірського дослідного стаціонару складала 42,1 мм, а через 4 роки в ризосфері люцерни вже сягала 303,5 мм. Дуже змінився і агрегатний склад: зменшилася брилистість, а кількість грудочок розміром від 10 до 0,25 мм в шарі 0–20 см збільшилася з 41,4 до 76,6 %.

*1. Вміст деяких елементів живлення в коренях люцерни і еспарцету, кг/га**

Варіант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Південний чорнозем (без добрив)	37,6	8,4	11,8	138,8
	154,1	21,6	52,9	80,8
Лесоподібний суглинок (без добрив)	68,4	14,9	29,1	107,1
	114,6	19,0	33,6	84,8
Удобрений N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ лесоподібний суглинок	64,1	12,7	29,9	94,6
	102,3	16,4	38,5	70,0
Червоно-бура глина (без добрив)	157,3	26,3	49,9	214,8
	271,9	38,2	71,5	191,2
Удобрена N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ червоно-бура глина	144,2	19,9	50,7	252,5
	245,8	36,8	100,6	230,3

Сіро-зелена глина (без добрив)	121,2	19,4	49,5	150,5
	180,0	29,0	63,4	102,1
	118,4	18,4	51,4	242,7
Удобрена N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ сіро-зелена глина	174,7	24,9	85,4	213,3

* Чисельник – дані стосуються еспарцету, знаменник – люцерни.

Однак найважливіша середовищеперетворювальна роль належить кореневій системі рослин. Наприклад, люцерна і еспарцет, які в умовах відновленого середовища є доміантними рослинами, накопичують у метровому шарі едафотопів близько 11 т/га коренів (повітряно-суха маса). Розкладання мікроорганізмами такої кількості органічного матеріалу бобових рослин сприяє інтенсивному накопиченню елементів ґрунтової родючості (табл. 1). При цьому слід мати на увазі, що рекультивовані землі це суміш різних за фізико-хімічним і мінералогічним складом гірських порід. Тобто це дуже складне середовище, характерною рисою якого є відсутність азоту. Саме тому особливого значення набувають дослідження щодо вмісту цього елемента.

Наші дослідження показали, що на рекультивованих землях степової зони України, де азот перебуває в першому мінімумі, корені люцерни і еспарцету разом із бульбашковими бактеріями та вільноіснуючими азотфіксаторами накопичують у шарі 0–20 см контрольних варіантів (без добрив) в середньому 350 кг/га азоту. Біомаса тільки олігонітрофілів в ризосфері люцерни становила в цьому шарі сіро-зеленої глини 421 кг, а червоно-бурої глини – 296 кг/га (табл. 2).

2. Біомаса олігонітрофілів і кількість азоту, що накопичується ними (у середньому за 7 генерацій)

Варіант	Глибина відбору зразків, см	Чисельність олігонітрофілів, тис/см ²	Маса олігонітрофілів, кг/га	Кількість азоту біологічного походження, кг/га
1. Чорнозем південний (без рослин і добрив)	0–20	273920	191,7	19,2
	20–40	197120	138,0	13,8
2. Насипний шар чорнозему (без рослин)	0–20	280800	196,6	19,7
	20–40	156940	109,8	11,0
3. Насипний шар чорнозему з рослинами люцерни	0–20	517120	360,6	36,1
	20–40	376680	263,7	26,4
4. Лесоподібний суглинок (без рослин)	0–20	229500	160,7	16,1
	20–40	110400	77,3	7,7
5. Лесоподібний суглинок з рослинами люцерни	0–20	327500	229,3	22,9
	20–40	228760	160,2	16,0
6. Червоно-бура глина (без рослин)	0–20	245340	171,7	17,2

7. Червоно-бура глина з рослинами люцерни	20–40	145860	102,1	10,2
	0–20	422800	296,0	29,6
8. Сіро-зелена глина (без рослин)	20–40	369600	258,7	25,9
	0–20	25440	177,4	17,7
9. Сіро-зелена глина з рослинами люцерни	20–40	132600	92,8	9,3
	0–20	601980	421,4	42,1
	20–40	343040	240,1	24,0

Привертає увагу вражаюча кількість і інших поживних речовин, особливо кальцію. Загальновідомо, що саме він є тією цементуючою речовиною, що скріплює окремі гранули твердої фази ґрунту у водостійкі структурні грудочки. Під постійним пресом коренів, насичених елементами живлення, структуроутворювальна дія кальцію є неперевершеною. Порівняно із зразками гірських порід, відібраних з борту кар'єра, сума відсотків водостійких агрегатів розміром 0,25–1 мм у шарі 0–20 см едафотопів після їхньої 30-річної фітомеліорації збільшилася у 2–4 рази і становила: в лесоподібному суглинкові 9,5, у червоно-бурій глині – 16 і в сіро-зеленій глині – 25 %. Зрозуміло, що таке суттєве поліпшення фізико-хімічних властивостей едафотопів віддзеркалює фітомеліоративну дію кореневих систем трав'яних угруповань.

Як показали дослідження [7], першопоселенцями відвалів кар'єрів завжди виступають мікроорганізми. Згодом, разом із рослинами, вони утворюють мікробно-рослинні формації, з яких і починається ґрунтоутворювальний процес. Мікроорганізми, що перебувають у товщі гірських порід, не стільки пристосовані, скільки змушені функціонувати в жорстких умовах живильного і водно-повітряного режимів. При цьому мікробні угруповання будують свої комплекси з таких фізіологічних груп мікроорганізмів, які здатні навіть в екстремальних умовах техногенного середовища відшукувати живильні речовини для свого сталого розвитку.

Сформована під впливом жорстких екологічних умов конструкція мікробного угруповання відносно консервативна, і тому чисельність окремих груп мікроорганізмів віддзеркалює рівень біологічної активності едафотопу. У всякому разі максимальна кількість мікроорганізмів налічується навесні. Найменше їх літом. Від цього і залежить інтенсивність розкладання рослинних рештків у товщі гірських порід. Корені люцерни і еспарцету, які багаті на доступні для мікроорганізмів білки, руйнуються інтенсивніше, ніж корені, наприклад, озимої пшениці.

Найвпливовішою силою фітомеліоративних перетворень є екстремальні умови техногенних ландшафтів, які змушують рослини і мікроорганізми пристосовуватися до спільного життя на основі різноманітних консортивних зв'язків. У товщі едафотопів роль кожного консорту є істотним чинником навколишнього середовища [8]. Саме рештки рослин-домінантів поліпшують своє середовище, що призводить до створення осередків, де накопичується розмаїтість мікроорганізмів. Тому так багато їх налічується в зоні корневих систем багаторічних бобових трав.

Чисельність мікроорганізмів у ризосфері культурфітоценозів збільшується іноді у декілька разів порівняно з таким самим едафотопом, але без рослин. Наприклад, наприкінці травня в шарі 0–20 см насипного шару чорнозему в ризосфері люцерни мікроорганізмів було в 10 разів більше. Збільшення чисельності мікроорганізмів у ризосфері бобових трав спричиняє формування у верхньому 40-сантиметровому шарі едафотопів високобіогенного горизонту, який має різноманітну і дуже активну мікрофлору. Це пояснюється тим, що в екстремальних умовах техногенних ландшафтів тільки трав'янисті й лісові бобові рослини можуть бути доміантними. Вони легко приживлюються до жорстких умов техногенного середовища, добре розвиваються в ньому і дуже швидко перетворюються на потужні осередки концентрації геобіонтів.

Спроможність мікроорганізмів жити на поверхні коренів, живитися їхніми виділеннями, трансформувати органічні речовини і є основними чинниками для виникнення саме в ризосфері рослин численних консортивних зв'язків. Спочатку формуються первинні консорції, в яких детермінантами слугують бобові рослини. У подальшому система консортивних зв'язків стає різноманітною і дуже складною. Саме вона сприяє нормальному розвитку рослин, накопиченню великої кількості фітомаси та інтенсивній біологізації едафотопів. Тому багаторічні бобові трави і стають опорними осередками концентрації елементів ґрунтової родючості.

Характер консортивних зв'язків визначається біологічними особливостями рослин і фізико-хімічними властивостями едафотопів. Це відбивається в загальному процесі перетворення навколишнього середовища. Унаслідок диференційованого розташування і впливу коренів та мікроорганізмів едафотопи здобувають властиву тільки їм будову профілю.

Проте головна функціональна роль консорцій полягає в тому, що вони сприяють створенню в товщі едафотопів біогеоценотичних горизонтів, які є складовими частинами біогеоценозів. Між біогеоценозами встановлюються взаємозв'язки шляхом обміну живими організмами, енергією, органічними і мінеральними речовинами тощо. Це і є першопричиною початку ґрунтоутворення з поверхні едафотопів, де міжбіогеоценозна міграція речовин особливо прогресує, бо пов'язана з рухом води, елементів живлення і повітря.

Висновки

1. Едафотопи техногенних ландшафтів характеризуються великою гетерогенністю, складними ґрунтовими властивостями і незначним утриманням елементів живлення. Їхні фізико-хімічні властивості зумовлюють родючість, яка знаходиться на низькому рівні і визначається ступенем відповідності біологічних особливостей рослинності екологічним умовам навколишнього середовища.

2. В умовах степового Придніпров'я найбільшу еколого-біологічну відповідність техногенним едафотопам виявили люцерна і еспарцет, які

разом із мікроорганізмами формують первинні консорції і стають опорними осередками концентрації елементів ґрунтової родючості.

3. Культурфітоценози рекультивованих земель виконують три основних функції: 1) біологічну, бо є джерелом енергії і живлення мікроорганізмів, що рясно заселяють едафотопи; 2) хімічну, оскільки є основними і незамінними джерелами поживних речовин для наступних поколінь рослин; 3) фізичну, бо утворюють структуру та підвищують водостійкість агрегатів, зменшують щільність, збільшують шпаруватість, водопроникність едафотопів тощо.

Бібліографія

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв // Учебное пособие. – М.: МГУ, 1970. – 482 с.

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

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Колос, 1973. – 329 с.

4. Молостов А.С. Методика полевого опыта. – М.: Колос. – 1966. – 322 с.

5. О рекультивации земель в степи Украины / Н.Е. Бекаревич, Н.Д. Горобец, А.А. Колбасин, Н.Т. Масюк, Н.И. Пистунов, Л.П. Сидорович, И.Х. Узбек. – Днепропетровск: Промінь, 1971. – 218 с.

6. Вилучення з інтенсивного обробітку малопродуктивних земель та їхнє раціональне використання: Методичні рекомендації / В.Ф. Сайко, С.М. Рижук, В.П. Ситник і інші. – К.: Аграрна наука, 2000. – 37 с.

7. Узбек И.Х. Определение численности микроорганизмов на рекультивируемых участках // Новое в биологии, селекции и агротехнике полевых и плодовых культур: Тр. ДСХИ. – Днепропетровск, 1977. – Т. 36. – С. 104–110.

8. Царик И.В. Ценопопуляционная структура высокогорных сообществ Карпат: Автореф. дис...доктора биол. наук. – Львов, 1991. – 36 с.