

3.3. Роль біоценозів у трансформації природно-техногенних комплексів

І.Х. Узбек

Виробнича діяльність людини у гірничодобувній промисловості вже руйнує сільськогосподарські угіддя і негативно впливає на навколишнє природне середовище. Однак людство приречене добувати мінеральну сировину, щоб забезпечити свої життєві потреби. Отже, кількість порушених земель збільшуватиметься і надалі будуть утворюватися природно-техногенні комплекси у вигляді зовнішніх і внутрішніх відвалів кар'єрів, різноманітних шламосховищ, териконів вугільних шахт тощо. Такі техногенні новоутворення представляють собою реальну загрозу здоров'ю місцевого населення та сприяють знищенню багатьох видів флори й фауни. В будь-якому випадку це *terra incognita* – невідома земля, де зароджуються абсолютно нові екосистеми (техноекосистеми). Вони не мають аналогів у природі, потребують еколого-біологічного дослідження, визначення шляхів та способів їх рекультивациі і повернення у подальше використання в певній сфері економічної діяльності людини. Оскільки вилучаються сільськогосподарські угіддя, то і після видобутку корисних копалин природно-техногенні комплекси мають бути рекультивованими для подальшого використання у агропромисловому виробництві. У будь-якому іншому випадку Україна залишиться без орних земель.

Науковцями Дніпровського державного аграрно-економічного університету вже у 1970 році було експериментально доведено, що реальним засобом сільськогосподарської рекультивациі природно-техногенних комплексів є впровадження культурфітоценозів (агроценозів, садово-ягідних насаджень тощо). Саме вони спроможні стабілізувати пухку масу природно-техногенних комплексів та відродити розвиток у них ґрунтоутво-

рення. В цьому надзвичайно складному процесі першими починають діяти мікроорганізми і трав'янисті угруповання, що поселяються на поверхні розкритих гірських порід внаслідок анемо-, гідро-, зоо- та антропохорії. З цього і починається формування мікробо-рослинних асоціацій, розвиток яких проходить під пресом специфічних фізико-хімічних властивостей порушеного середовища. Внаслідок цього з'являються нові техноекосистеми, які суттєво відрізняються від природних біогеоценозів морфологічними параметрами, структурою, складом, характером кругообігу речовин і енергії, біологічною продуктивністю тощо.

Відповідно до якісних властивостей розкритих гірських порід природа сама своєчасно заселяє їх рослинністю з більш-менш зімкнутим травостоєм, утвореним, в основному, багаторічними мезофільними (середнього рівня водоспоживання) рослинами, а іноді і гігрофільними травами, які мають зимову перерву або різке зниження вегетації узимку. При цьому вегетаційний період рослин, які спроможні пристосуватися до техногенного середовища, проходить нормально, без літньої депресії. Ця особливість спостерігається навіть на ділянках різного зволоження (від сухих до вологих), різного рівня забезпеченості живильними речовинами (від бідних до багатих) і з неоднаковим вмістом легкорозчинних солей (від прісних до дуже засолених). Такі різні умови розкритих гірських порід створюють і різні біокосні системи (біогеоценози), які складаються з декількох угруповань організмів (біоценозів) і властивого тільки їм косного середовища (екотопу). У свою чергу, екотоп складається з наземного середовища (аеротопу) і з ґрунтових умов (едафотопу).

При цьому у біоценози входять дві групи організмів: автотрофи (зазвичай, фототрофи) і гетеротрофи. Фототрофи – це зелені рослини, які через фотосинтез поглинають та акумулюють у своїй масі сонячну енергію. Цю органічну масу поїдають гетеротрофи і тим самим отримують енергію сонячного променя. Отже, гетеротрофи енергетично залежать від фототрофів і не здатні існувати без них. Завдяки саме цій енергії гетеротрофи здійснюють мінералізацію органічних речовин до утворення елементів мінерального живлення, H_2O , CO_2 , якими і користуються автотрофи.

В умовах техногенного середовища автотрофи і гетеротрофи приречені на спільне існування, яке згодом стає рушійною силою виникнення й інтенсивного розвитку ґрунтоутворення. Цей складний і довготривалий процес здійснюється взаємодією багатьох екологічних факторів. У даному випадку основним з них є біологічний фактор, завдяки якому в товщі природно-техногенних комплексів налагоджуються консортивні зв'язки між автотрофами і гетеротрофами. Тобто консорції – це сполучення самостійно існуючих популяцій рослин і пов'язаних з ними живильними відносинами гетеротрофів. Окрім останніх, у консорцію входять організми, які використовують автотроф для прикріплення (епіфіти), або як джерело для живлення (автотрофні напівпаразити). Отже, консорція складається з автотрофної рослини (детермінант консорції) і пов'язаних з нею консортів (гетеротрофів, епіфітів і т.ін.). Детермінантами консорцій, зазвичай, виступають бобові трав'янисті і деревні рослини. Вони одними з перших пристосовуються до специфічних умов техногенного середовища, пов'язують енергію сонячних променів і завдяки фотосинтезу створюють органічну речовину, яку використовують гетеротрофи.

Досліджуючи консортивні зв'язки у формуванні функціонально-просторової структури едафотопів, треба враховувати, що екстремальні умови природно-техногенних

комплексів змушують рослини і мікроорганізми пристосовуватися до спільного існування на основі налагодження різноманітних консортивних зв'язків. При цьому роль кожного консорту є істотним чинником навколишнього середовища. Саме рештки рослин-детермінантів створюють осередки концентрації мікроорганізмів. Тому так багато їх і налічується в зоні корневих систем. 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.

Наведемо лише деякі конкретні висновки і приклади. Так, якщо на початку червня у шарі 0–20 см контрольного варіанта лесоподібного суглинку (без рослин і добрив) налічувалося 21,4 млн мікроорганізмів, то у цей же час (фаза масового цвітіння) у такому самому шарі ризосфери еспарцету (без добрив) їх чисельність складала 40,9 млн/г абсолютно сухої наважки.

Спочатку формуються первинні консорції, в яких детермінантами слугують багаторічні бобові трави. В подальшому система консортивних зв'язків стає різноманітною і дуже складною. Саме вона сприяє нормальному розвитку рослин, накопиченню великої кількості фітомаси і інтенсивній біологізації екоотопів. Тому багаторічні бобові трави і стають опорними осередками концентрації елементів ґрунтової родючості. Наприклад, разом з бульбочковими бактеріями та вільноіснуючими азотфіксаторами корені люцерни і еспарцету накопичують, скажімо, у шарі 0–20 см у середньому 350 кг/га азоту, 45 кг фосфору, 110 кг калію і 290 кг/га кальцію. Достатньо сказати, що тільки олігонітрофіли накопичують у цьому шарі близько 30 кг/га азоту.

Треба звернути увагу і на те, що характер консортивних зв'язків визначається біологічними особливостями рослин і екологічними можливостями екоотопу. Це і

відбивається в загальному процесі перетворення самого середовища. Внаслідок диференційованого розташування і впливу коренів та мікроорганізмів на едафотоп він здобуває властиву тільки йому будову профілю. Головна функціональна роль цього процесу полягає в тому, що консорції сприяють створенню в товщі едафотопів біогеоценотичних горизонтів, які є складовими частинами біогеоценозів.

З цього приводу наочним є результат такого дослідження: двадцятидворічне перебування суміші лесоподібних суглинків і дренноалювіальних пісків (найбіднішого екотопу) у цілинному стані сприяло поступовому формуванню стійкого фітоценозу, спочатку з в'язелю строкатого, а потім з тонконога вузьколистого. Проведені тут розкопки дозволили виявити чіткий поділ ґрунтового профілю на три горизонти.

Перший, поверхневий, темно-сірого кольору, товщиною 1 см, насичений корінням до стану дернини. При розкопках знімається коржем. Має пухко-розсипчий склад. Перехід до наступного горизонту рівний. Другий горизонт, товщиною від 1 до 6 см, являв собою однорідну сіру розсипчасто-пухку масу, густо пронизану корінням, без структури. Перехід до наступного горизонту звивистий. Третій горизонт, від 6 до 11 см, представлений світло-сірою розсипчастою масою, густо пронизаною корінням. Поступово переходить у суміш порід, яка утворилася при формуванні екотопу, що містить багато включень з конкрецій марганцю, грудочок сіро-зеленої і червоно-бурої глини.

За 22-річний період консортивні зв'язки між представниками біоти призвели до того, що кількість елементів живлення в цьому 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. Вміст гумусу підвищився з 0,07% у нижньому горизонті до 2,01% в першому. Отже, акумуляція гумусу і елементів жив-

лення в товщі техногенних екосистем відбувається дуже швидко, всього за 20–30 років.

Спільна дія кореневих систем рослин і мікроорганізмів підвищила і рівень ферментативної активності цього ґрунту. Так, в першому горизонті активність сахарази була в 9 разів, фосфатази в 13, уреазу в 36, каталази в 1,5 і дегідрогенази в 72 рази більше, ніж ферментативна активність нижнього горизонту. Причому спрямованість біохімічних процесів у товщі едафотопів відбувається так само, як у чорноземі: превалюють реакції гідролізу органічних сполук. Процеси синтезу гумусових речовин здійснюються дуже повільно.

Вивчення рівня ферментативної активності дозволило скласти градації біогенності едафотопів за активністю гідролітичних ферментів для шару 0–20 см: абіогенні – едафотопи, в яких активність ферментів зменшилася більш ніж на 75% у порівнянні з їхньою активністю на непорушеному чорноземі; слабобіогенні – активність ферментів зменшилася на 75–50%; середньобіогенні – на 50–25% і біогенні – активність гідролітичних ферментів зменшилася до 25% у порівнянні з таким самим шаром непорушеного чорнозему південного.

Цікаві дані отримано і щодо чисельності мікроорганізмів у цьому ґрунті. Якщо їх загальна кількість склала лише 7,4 млн у третьому горизонті, то в першому було виявлено 128,1 млн. У той самий час кількість олігонітрофілів зросла з 108 тис. до 624 тис./г абсолютно сухої наважки. Достатньо сказати, що біомаса одних тільки олігонітрофілів у верхньому шарі становила в середньому 229 кг/га. До речі, чисельність олігонітрофілів є надійним біоіндикатором, що відображає рівень вмісту поживних речовин у товщі едафотопів.

Як видно, першопричиною поліпшення екологічних умов верхньої товщі едафотопів є міжбіогеоценозна міграція речовин і енергії, яка зумовлена рухом води і повітря. Цей процес являє собою комплекс складних, різноманітних властивостей едафотопу та

явищ, які відбуваються в ньому під впливом біологічного фактора ґрунтоутворення.

Однак біологічна активність едафотопів природно-техногенних комплексів дуже динамічна. Рівновага, яка встановлюється між біоценозами і косним середовищем, постійно порушується внаслідок добових і сезонних змін температури, вологості, значення рН, вмісту органічної речовини і т.ін. Це особливо відчутно на ділянках рекультивації, де екосистеми тільки починають форму-

ватися і їх розвиток багато в чому залежить від властивостей техногенного середовища. Тому еволюція системи едафотопи – мікроорганізми – рослини відбувається в напрямку збільшення щільності живої речовини і посилення її впливу на тверду фазу едафотопу.

Отже, еволюція молодих ґрунтів техногенних екосистем проявляється в безперервному і прогресивному накопиченні елементів зольної і азотної їжі, перш за все завдяки впливу мікробо-рослинних асоціацій.

3.4. Сільськогосподарська рекультивація на землях Покровського науково-дослідного стаціонару ДДАЕУ

Ю.І. Ткаліч, О.О. Мицик, О.О. Гаврюшенко

В умовах сучасного дефіциту земельних ресурсів проблема рекультивації техногенно зруйнованих ґрунтів у гірничодобувних регіонах степової зони України є актуальним завданням, про що свідчать численні наукові публікації (*Бекаревич и др., 1971; Масюк, 1969; 1981; Узбек, 1969, 2001; Чабан, 1974; Горобець, 1975; Кабаненко, 1981; Забалуєв, 1992, 2005; Мицик, 1998; Таріка, 2006; Кулініч, 2007; Бабенко, 2011; Зленко, 2012 та ін.*).

Технологія рекультивації порушених земель для подальшого сільськогосподарського використання передбачає формування штучних ґрунтових конструкцій (техноземів) з нанесенням на сплановані відвали родючого шару гумусованої ґрунтової маси різної потужності. Запропоновані також спеціальні моделі техноземів, сформованих лише потенційно-родючими розкривними породами. Такі об'єкти є якісно новими природно-техногенними утвореннями, в яких відбувається сучасне ґрунтоутворення з «нуль-моменту». За понад 50-літній період у них відбулися якісні і кількісні зміни едафічних характеристик, дослідження яких дозволить прогнозувати їх розвиток і еволюцію, а також розробити заходи з прискорення ґрунтогенезу і управління родючістю із вра-

хуванням цільового призначення та особливостей конкретних умов.

Вперше в умовах Південного Степу України на рекультивованих землях вченими-рекультиваторниками ДДАЕУ встановлено закономірності і визначено параметри змін едафічних характеристик різноякісних за літо- і педогенним складом моделей техноземів залежно від часу як фактора ґрунтогенезу («віку країни» – за В.В. Докучаєвим) з «нуль-моменту» їх формування; одержало подальшого розвитку вчення про родючість ґрунту і гірських порід (процес розущільнення профілю техноземів, накопичення основних біофільних речовин, розсолення тощо). Удосконалено процес проведення гірничо-технічного і біологічного етапів рекультивації земель сільськогосподарського призначення.

Набуло подальшого розвитку вчення про час як фактор ґрунтогенезу; про сільськогосподарське використання рекультивованих земель.

Ґрунтово-кліматичні умови (клімат, геоморфологія, геологія, ґрунтовий та рослинний покрив) району досліджень досить глибоко вивчені і узагальнені (*Бекаревич и др., 1971, 1977 та інші*). Клімат території помірно теплий, посушливий. Середньорічна