

рослинами, потенційні запаси діаспор яких є невизначено великими, а саморегулювання досить багатозначною особливістю агрофітоценозу, що виявляється у змінах чисельності, щільності, функцій, продуктивності культурних і бур'янових рослин на фоні регуляційної діяльності людини або її порушеннях і відсутності.

У теорії агрофітоценозу наукову картину світу можна подати фрагментарно у вигляді статичних і динамічних часткових спеціальних картин:

1) одношарової таксономічної, що відображає видову різноманітність, співвідношення родин і видів;

2) популяційної, у якій визначається популяційний склад видів, їхній поліморфізм і ценотична значущість;

3) багатшарової екологічної, котра описує екологічно, ценотично диференційовані групи та життєві форми;

4) структурно-організаційної, що дає характеристики і організованість основних компонентів і частин;

5) структурно-функціональної, у якій визначено взаємозв'язки, взаємодії, взаємо-

залежності на рівні агропопуляцій, між ними та міжфітоценотичних впливів (Шанда, 1991).

Підкреслимо також, що на таких самих засадах можна паралельно будувати систему теоретичних уявлень про культурфітоценози.

Загалом теорія культур- і агрофітоценології потребує розширення, поглиблення та повного розчленування на основі загальнонаукової та конкретно-наукової методології. Основи концепції та контури наукової картини світу в цих галузях фітоценології мають бути уточнені та деталізовані з подальшим розширенням та осмисленням категоріального апарату.

Вихід культурфітоценології та агрофітоценології у практику степового лісознавства та землеробства є надзвичайно актуальною проблемою в період великих соціальних зрушень господарювання на землі, перегляду землеустрою та зеленого будівництва на екологічних засадах.

Подальші дослідження в обговорюваному напрямку мають спрямовуватися для оцінки якості лісової рекультивациі ґрунтів в умовах мінливості кліматичних чинників.

2.2. Едафотоп, ґрунт та різноманіття ґрунтового покриву

І. Х. Узбек, Н. В. Гончар

В Україні серед багатьох соціально-екологічних проблем, які потребують невідкладного вирішення, на перший план виходять питання раціонального використання природних ресурсів, насамперед ґрунтів, які є національним багатством держави. Саме вони забезпечують виробництво продукції сільського господарства, у зв'язку з чим потребують дбайливого становлення і всебічної охорони.

На території степового Придніпров'я багато покладів корисних копалин, значна частина яких добувається відкритим (кар'єрним) способом, що супроводжується руйнацією ґрунтового покриву, порушенням динамічної рівноваги в екосистемах і погіршенням екологічних умов довкілля.

Гірничопромислова діяльність має безпосередній вплив на довкілля (відвали, шламосховища тощо) і побічний (промислові викиди, газ, пил, які забруднюють навколишні ґрунти, атмосферу, водойми). Все це погіршує

екологічні умови місцевості, що негативно впливає на санітарно-гігієнічний стан густонаселених промислових регіонів. Доведено, що шкодочинність наслідків гірничопромислового виробництва майже в 10 разів перевищує площу порушених земель.

Видобуток корисних копалин відкритим способом супроводжується руйнацією біогеоценотичних горизонтів, що з точки зору вчення про біогеоценоз характеризуються як катастрофічні антропічні сукцесії.

Відпрацьовані кар'єрні території являють собою своєрідний «місячний» ландшафт, в якому глибокі западини чергуються з нагромадженнями відвалів гірських ґрунтів. Такі території Ю.П. Бяллович назвав техногенними, тобто інженерно-природними системами, оскільки вони виникли в результаті руйнівного впливу на природні ландшафти не мускульної енергії людини, а внаслідок дії потужної техніки, складних механізмів, якими людина тільки керує. Отже, техногенні ландшафти – це продукт взаємодії техніки з природним середовищем. Вони формуються в техногенних умовах, під впливом виробничої діяльності людини, внаслідок чого докорінно змінено або створено знову літогенну основу.

Такі спотворені території треба невідкладно рекультивувати. Тільки в Дніпропетровській області за останні 40 років відчужено понад 140 тис. га земель, з яких 84 тис. га – сільськогосподарські угіддя.

Як показали багаторічні дослідження науковців Дніпровського державного аграрно-економічного університету, рекультивація земель, порушених гірничодобувною промисловістю, – це дуже складний процес, який вмещає в собі два етапи: гірничотехнічний і біологічний.

Гірничотехнічний етап передбачає підготовку спотвореної території, яка залишається після видобутку корисних копалин. На цьому етапі рекультивації слід враховувати той факт, що винесені у відвали відпрацьовані гірські породи або ґрунти рідко зберігають характерні для них фізичні, хімічні та біологічні

властивості. Тому на цій поверхні формуються едафотопи, які не мають аналогів у природі.

На думку І.Х. Узбека, основною метою гірничотехнічного етапу рекультивації порушених земель є ретельне планування й окультурення орного шару відпрацьованої ділянки кар'єру шляхом впровадження культуртехнічних та хімічних меліорацій. Це такі заходи, які формують порівняно однорідні за фізико-хімічними властивостями едафотопи, збирання грубого уламкового матеріалу, а також металевих та інших предметів, що є включеннями в товщі ґрунту. Усі ці роботи проводять декілька разів залежно від напрямку подальшого використання едафотопу. Тривалість цього етапу обмежується часом, протягом якого припиняються просадні явища, що зазвичай складає 5–8 років. Після проведення всіх цих робіт у разі потреби виконують хімічну меліорацію едафотопів з метою нейтралізації реакції ґрунтового розчину, відсипають пошарово породи, будують спеціальні гідротехнічні споруди.

Показниками, які свідчать про придатність таких едафотопів до подальшого використання, є вирівнювання його поверхні до стану, що дозволяє застосовувати різноманітну сільськогосподарську техніку й інвентар, нейтральна реакція ґрунтового середовища в орному шарі та збільшення в ньому загальної чисельності мікроорганізмів до рівня не менше 50% їхньої кількості в зональному ґрунті.

Біологічний етап рекультивації розпочинається після завершення гірничотехнічного етапу. Земельні ділянки в період біологічної рекультивації в сільськогосподарських та лісогосподарських цілях проходять фітомеліоративну стадію вирощування багаторічних злакових і бобових культур для відновлення або формування кореневмісного шару та насичення його органічними речовинами. При цьому співвідношення і підбір видового складу рослин повинні орієнтуватися не стільки на загальну біологічну продуктивність, скільки на підтримку відповідних екологічних умов,

що забезпечують оптимальний розвиток усіх компонентів біогеоценозу.

Рекультивовані та прилеглі до них землі після завершення всього комплексу робіт перетворюються на стійкий ландшафт зі стабільно функціонуючими біогеоценозами. Але успіх рекультивації залежить від повного і правильного врахування екологічних умов довкілля, прогнозу придатності в сільському чи в лісовому господарстві конкретних едафотопів. Наприклад, М.І. Горбунов із співробітниками визначали придатність відпрацьованих гірських порід до подальшого використання, спираючись на спостереження за природним заростанням рослинності на старих відвалах кар'єрів та териконів. Вони закладали вегетаційні та польові дослідження щодо вивчення складу і властивостей порід та їх придатності до створення культурфітоценозів. Використовуючи результати своїх досліджень та численні дані досліджень інших вчених, М.І. Горбунов та його співробітники класифікували відпрацьовані гірські породи за ступенем придатності в лісовому та сільському господарстві. Згідно з цією класифікацією розрізняють: досить придатні, придатні, придатні після покращення та придатні після корінного меліоративного покращення породи.

Слід зауважити, що переважна більшість дослідників звертали увагу на те, що зовсім непридатних гірських порід немає. Тільки внаслідок необхідності проведення значних економічних витрат щодо їхньої рекультивації деякі з них належать до непридатних.

На наш погляд, особливої уваги заслуговує класифікація рекультивованих земель, яку запропонували Л.В. Єстеревська, М.Т. Донченко і Л.В. Лехцієр. Вони вважають, що рекультивовані землі, які мають техногенне походження і чітко відрізняються за морфогенетичними ознаками від природних, треба називати техногенними або рекультивованими ґрунтами. За будовою профілю техногенних ґрунтів вони виділяють такі їх типи: техноземи, літоземи і хемоземи. Техноземи складені із двох горизонтів – верхній насип-

ний гумусований ґрунтовий шар, а нижній – відвальна суміш геологічних відкладень або однорідна гірська порода. До літоземів автори віднесли однорідні ґрунти, які в подальшому під впливом рослинності формують літогенно-дернові ґрунти. Хемоземи – це промислові відходи (шлами та золівідвали видобувної промисловості), що представлені одним суто хомогенним горизонтом. Цю класифікацію використав Р.М. Панас для характеристики техногенних ґрунтів на території родовищ сірки Передкарпатського сірконосного басейну.

Оригінальна класифікація антропогенно перетворених ґрунтів була розроблена В.Д. Тонконогим і Л.Л. Шишовим, які розрізняють антропоземні і антропогенні поверхневі утворення, перетворені антропоземи, новоутворені антропоземи і деграземи. В самих цих назвах ґрунтів підкреслюється виробнича діяльність людини.

Ми вважаємо, що найпридатнішу класифікацію гірських порід було розроблено М.Т. Масюком. Це еколого-біологічна класифікація гірських порід, згідно з якою всі досліджені породи Курської магнітної аномалії, Нікопольського марганцеворудного, Керченського і Криворізького залізорудних басейнів, шахт Західного Донбасу і Вільногірського родовища кольорових металів розділено на п'ять класів придатності для біологічної рекультивації.

До першого класу було віднесено звичайні та південні чорноземи, які взято за еталони оптимуму життєвих едафічних ресурсів (100%).

До складу другого класу входять полімінеральні полідисперсні (легкоглинисті) гірські породи, які характеризуються як потенційно високородючі та придатні для біологічного освоєння. До них належать міоценові зелені, зеленувато-сірі, зеленувато-світло-сірі і темно-сірі мергелясті глини, олігоценні охристо-зелені і темно-сірі глини з розсіяними зернами кварцу.

До третього класу автор відніс полімінеральні полідисперсні гірські породи (переваж-

но важкосуглинного і середньоглинного гранулометричного складу): лесоподібні і червоно-бурі суглинки, темно-сірі, сірі та чорні сланцеві глини. Вони характеризуються як середньородючі і тому класифікуються як середньопридатні. В цих породах умовами, які обмежують можливості нормальної вегетації рослин, М. Т. Масюк вважав нестачу поживних речовин, а в темно-сірих сланцевих глинах додатково ще й наявність закисного заліза (0,7–1,8%) і сульфідної сірки (близько 2%).

До четвертого класу вченим було віднесено червоно-бурі глини, які оцінюються як малоприсадні. В цьому випадку обмеження вегетації рослин створює нестача поживних речовин і наявність легкокорозивних солей (0,59% і більше).

До п'ятого класу входить більша частина мономінеральних і монодисперсних гірських порід – крейда, вапняки, крупнозерністі піски. В цих гірських породах відсутня більша частина необхідних для живлення рослин макро- і мікроелементів, а сприятливі фізичні властивості в них не забезпечуються характерною для ґрунтів і полімінеральних гірських порід полідисперсністю твердої фази. До цього класу входять також гірські породи з фітотоксичними властивостями: засолені, кислі, які містять пірит, сульфідну сірку, закисне залізо та інші шкідливі для рослин хімічні сполуки. У зв'язку з цим гірські породи п'ятого класу характеризуються як едафотопи з досить вузьким екологічним об'ємом і вважаються непридатними для біологічної рекультивациі.

Останнім часом у літературі для характеристики ґрунтів техногенних ландшафтів все частіше стали використовувати поняття «едафотоп». З приводу виникнення цього поняття слід зауважити, що ще у 1964 році В. М. Сукачов в якості одного із косних компонентів біогеоценозу зазначив едафотоп, який включає до свого складу ґрунт та ґрунтові води. На відміну від В. М. Сукачова, Т. О. Работнов вказував на те, що ґрунт складається з едафотопу (перетвореного організмами косного середовища) і організмів,

включаючи підземні органи рослин. Отже, за Т. О. Работновим, не ґрунт є частиною едафотопу, а едафотоп – це частина ґрунту. Надалі він доповнив своє формулювання цього поняття. Едафотопом автор вважав косну частину ґрунту – едафічне середовище, що характеризується певними фізичними та хімічними властивостями, а також конкретними режимами (водним, повітряним, харчовим, тепловим).

Відомі вчені техногенної біогеоценології Н. А. Білова і А. П. Травлєєв з цього приводу пишуть, що поняття «едафотоп» можна використовувати у вузькому значенні цього слова, враховуючи відсутність чітких обрисів виникнення біосфери і її підсумовуючого компонента – ґрунту, а також у широкому трактуванні, коли під едафотопом розуміється не тільки сформований ґрунт, але й різноманітні субстрати, на яких планується створення лісових культурбіогеоценозів або на яких уже росте лісова рослинність. З таким формулюванням згоден І. Х. Узбек, який вважає, що едафотопи порушених земель – це техногенно сформовані, просторово обмежені біокосні системи, що знаходяться в постійному розвитку під впливом факторів ґрунтоутворення.

У вітчизняній та закордонній літературі наведено немало інформації про ґрунтоутворення в товщі едафотопів техногенних ландшафтів різних регіонів. Наприклад, за даними М. Т. Масюка, в умовах Нікопольського району Дніпропетровської області на відвалі марганцевої шахти за 50 років утворюється ґрунт з гумусованим шаром потужністю 16–24 см і вмістом гумусу 6,32%. Тобто швидкість ґрунтоутворення складала в середньому 4 мм/рік, а гумусу – 0,12% за рік. На думку автора, такі високі темпи утворення ґрунтів, очевидно, пов'язані з еоловими процесами.

Д о с л і д ж е н н я І . Х . У з б е к а в умовах того самого Нікопольського району Дніпропетровської області на відвалі Олександрівського кар'єру показали, що вже через 25 років після завершення видобутку марганцевої руди в едафотопі із суміші лесоподібних суглинків і давньоалювіальних

пісків сформувалося три горизонти з різними якісними характеристиками. Кількість елементів живлення значно збільшилася: азоту з 0,30 мг у нижньому (третьому) горизонті до 2,10 мг у верхньому, рухомого фосфору – з 0,40 мг до 5,43 мг і обмінного калію – з 6,9 мг до 38,7 мг на 100 г наважки. Вміст гумусу збільшився на 1,9% і склав у першому горизонті 2,01%. Навіть у другому горизонті цей показник склав 0,72%.

Першопричиною поліпшення екологічних умов верхньої товщі едафотопів І.Х. Узбек вважає міжбіогеоценозну міграцію речовин і енергії, яка зумовлена рухом води і повітря. За переконанням автора, цей процес являє собою комплекс складних, різноманітних властивостей едафотопу та явищ, які відбуваються в ньому під впливом біологічного фактора ґрунтоутворення.

Швидкість ґрунтоутворення на 25-річному відвалі лесоподібного суглинку в умовах Донецької області досліджували Л.В. Єстеревська і Є.Г. Мамонтова. Ними було встановлено, що під впливом природної рослинності утворився ґрунтовий шар потужністю 5 см із вмістом гумусу 1,65%. Отже, швидкість ґрунтоутворення складала 0,2 мм/рік, а для лесоподібного відвалу такого самого віку в Олександрійському районі Кіровоградської області кількість гумусу збільшилася до 2,4%, тобто близько 0,1% за рік.

Швидкість гумусоутворення на відвалах Юрківського вугільного розрізу на Донеччині вивчала Т.М. Келеберда. За її даними, швидкість гумусоутворення під трав'янистою рослинністю складала 0,061% за рік, під лісовими насадженнями із листяних порід – 0,073%, а під насадженнями із хвойних порід – 0,043%. На відвалах Часов-Ярського родовища вогнестійких глин, що представлені породами лесової товщі, за рік утворюється 0,09% гумусу, в той час як на давньоалювіальних пісках швидкість гумусоутворення складала 0,02%, а на техногенних сумішах – 0,03% за рік.

Але середні показники накопичення гумусу й утворення ґрунтів за певний проміжок часу не розкривають справжньої динаміки цього дуже складного процесу. Як свідчать результати аналізів, темпи ґрунтоутворення на різних стадіях розвитку едафотопів неоднакові.

З цього приводу С.О. Захаров писав, що кожен ґрунт еволюціонує в часі подібно організмам і переживає при цьому стадії молодості, зрілості і старості. Такої самої думки дотримується О.А. Роде, який підкреслював, що при постійності зовнішніх умов процес ґрунтоутворення відбувається зі швидкістю, що зменшується протягом часу.

В умовах техногенних ландшафтів Донбасу дослідження Т.М. Келеберди і А.Н. Другова показали, що природна регенерація ґрунтів техногенних ландшафтів найбільш інтенсивно відбувається в перші 15 років, з часом швидкість гумусонакопичення сповільнюється, і процес ґрунтоутворення йде дуже повільно і навіть після 25–50-річного онтогенезу набуває лише основні ознаки провінційно-зональних ґрунтів.

У цьому випадку значного впливу на процес ґрунтоутворення набувають цілеспрямовані антропогенні фактори: формування ґрунтоутворюючої (материнської) породи; створення певних форм рельєфу, що наближаються до колишніх; підбір перспективних видів рослин для створення культурфітоценозів; формування близького до оптимальних умов водноповітряного режиму орного шару едафотопів тощо. З цього приводу М.Є. Бельгібаєв вважає, що при оптимальному сполученні вказаних вище факторів з урахуванням біологічного кругообігу швидкість ґрунтоутворення значно прискорюється.

З метою детального вивчення цього процесу В.Є. Чайка розробив математичну модель, згідно з якою техногенна екосистема кварцитових відвалів Криворізького басейну досягне показників зональних запасів гумусу при природному протіканні процесів через 600 років. Прискорити розвиток таких екосистем у 2–2,5 рази може проведення спеціальних

агротехнічних прийомів, таких як розпушування поверхні відвалів, внесення органічних добрив, а також штучне створення рослинних насаджень.

Отже, процес утворення родючого ґрунту в умовах техногенних ландшафтів є критерієм, тобто показником оптимізації порушеної території. Такої самої думки дотримуються Т.М. Келеберда та Д.Г. Тихоненко, які вважають, що створення оптимальних структур у техногенних комплексах дає можливість керувати процесами ґрунтоутворення і, навпаки, керування процесами ґрунтоутворення сприяє створенню оптимальних посттехногенних ландшафтів.

Відомим українським ґрунтознавцем М.І. Полупаном було доведено, що діагностика едафотопів техногенних ландшафтів повинна спиратися насамперед на біологічні показники, оскільки ґрунтоутворний процес за своєю природою є біологічним процесом. Серед різних критеріїв еколого-біологічної оцінки антропоїчного впливу на едафотопи техногенних ландшафтів найбільш оперативними і перспективними є показники біохімічних аналізів, які надають інформацію про динаміку важливих ферментативних процесів у ґрунті, скажімо, синтезу і розкладу органічної речовини, нітрифікації тощо. Перевагою використання цих показників є не тільки можливість швидкого визначення змін в екосистемах на різних етапах їхнього розвитку, але й можливість прогнозування та направлено впливу на процеси ґрунтоутворення.

З метою попереднього визначення способу рекультивації порушених земель І.Х. Узбеком, на основі багаторічних досліджень, було складено градацію ступенів біогенності едафотопів за активністю гідролітичних ферментів для шару 0–20 см. Він запропонував таке: едафотопи, у яких активність ферментів зменшилась більш ніж на 75% у порівнянні з активністю цих ферментів на паровій ділянці непорушеного чорнозему південного, вважати абіогенними; активність ферментів зменшилась на 75–50% – слабобіогенними; на 50–25% – се-

редньобіогенними; активність гідролітичних ферментів знизилася менше ніж на 25% – біогенними.

Як було зазначено, біохімічні процеси досить інтенсивно відбуваються і в нижніх шарах, тому ми склали градацію рівня біогенності едафотопів за ферментативною активністю для орної товщі 0–40 см.

Встановлено, що абіогенними є тільки ті породи, які відібрані безпосередньо з борту кар'єру. Довготривале перебування відпрацьованих гірських порід на денній поверхні у паровому (без рослин) стані сприяє тому, що за рівнем ензиматичної активності вони поступово наближаються до зональних ґрунтів. Проте ці едафотопи, за нашими даними, характеризуються як слабобіогенні. При цьому цікавим є той факт, що в насипному шарі родючої маси чорнозему південного та в сіро-зеленій глині відновлення біохімічного потенціалу відбувається швидше і тому їх за рівнем ферментативної активності можна вже віднести до середньобіогенних едафотопів.

Як вже зазначалося, культурфітоценози сприяють значному посиленню процесу накопичення у відпрацьованих гірських породах ензиматичної активності. Тому у верхній 40-сантиметровій товщі майже всі досліджувані нами едафотопи, окрім червоно-бурої глини, характеризуються як біогенні.

Таким чином, дослідження формування ензимного потенціалу в товщі едафотопів свідчить про поступове їх наближення до рівня зонального чорнозему внаслідок фітомеліоративних заходів.

На основі цього можна стверджувати про таке: по-перше, про позитивну екологічну реабілітацію порушених земель відкритими розробками; по-друге, відновлення біохімічного потенціалу сприяє підвищенню екологічної стійкості створених культурфітоценозів, здатних протистояти жорстким умовам степу та порушеному екологічному балансу в регіоні. Саме ці функціональні прояви є тією екологічною основою, яка сприяє як збереженню екосистем, так і їх відновленню.