ТЕХНОГЕННЕ ҐРУНТОЗНАВСТВО ТА БІОГЕОЦЕНОЛОГІЯ

УДК 631.618; 581.144.2

І. Х. Узбек, Т. І. Галаган

ЕДАФОТОПИ ТЕХНОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ ЯК БІОКОСНІ ПІДСИСТЕМИ

Дніпропетровський державний аграрний університет

Показано, що едафотопи техногенних ландшафтів є оригінальними біокосними системами, які не мають аналогів у природі. Наведено коротку характеристику деяким екологічним факторам таких біокосних систем. Доведено утворення первинних консортивних зв'язків, у яких фізико-хімічні властивості едафотопів, а також корені рослин і мікроорганізми мають вирішальне значення.

Ключові слова: техногенний ландшафт, рекультивація, едафотоп, мікроорганізми, корені, біокосні системи.

I. Kh. Uzbek, T. I. Galagan

Dnipropetrovsk State Agrarian University

EDAPHOTOPES OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPES AS THE BIOINERT SUBSYSTEMS

It is proved that edaphotopes of the anthropogenic landscapes are original bioinert systems which don't have analogs in the nature. The brief description of some environmental factors of the bioinert systems is given. Formation of the primary consort connection is demonstrated. It is shown that physicochemical properties of edaphotopes, roots of plants and the microorganisms act the central part in this process. The intensification data of sjil-forming process was produced.

Key words: technogenic landscape, reclamation, disturbed lands edaphotop, microorganisms, *roots, bioinert system.*

Як відомо, ґрунт – це тільки один представник цілого класу природних систем, у якому живі організми і неорганічна матерія тісно між собою пов'язані і взаємообумовлені. Такі системи В. І. Вернадський (1967) назвав біокосними.

Останнім часом дослідження біокосних систем набули особливо великого значення у зв'язку з проблемою раціонального використання природних ресурсів і збереження навколишнього середовища.

Як дуже складну біокосну систему треба розглядати і техногенні ландшафти. Вони утворюються в місцях видобутку корисних копалин, складаються з розсипчастих гірських порід, стають осередками поширення хвороб і шкідників сільськогосподарських культур, значно погіршують екологічні умови місцевості і тому потребують невідкладної рекультивації.

Рекультивація порушених земель призводить до утворення едафотопів, під якими треба розуміти техногенно сформовані, просторово обмежені біокосні системи, що знаходяться в постійному розвитку під впливом факторів ґрунтоутворення. Отже, едафотопи – це ґрунти, які не мають аналогів у природі, але мають свої особливості, визначальним з яких (як і у природних ґрунтів) є родючість. Однак родючість едафотопів техногенних ландшафтів не є ідентичною родючості природних ґрунтів.

Термін «ґрунт» (рос. «почва», нім. «boden», англ. «soil») В. В. Докучаєв (1936) використав для найменування відкритого ним оригінального природного тіла, який є функцією від цілого ряду факторів ґрунтоутворення – клімату, рельєфу, біоти, гірської (материнської) породи та часу. В умовах техногенних ландшафтів до цих факторів треба обов'язково додати ще антропічний, тобто виробничу діяльність людини, яка меліоративними заходами спроможна змінювати фізико-хімічні властивості рекультивованої землі.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Предметом наших досліджень були едафотопи, створені гірськими породами, винесеними на денну поверхню в процесі видобутку корисних копалин. До їхнього складу входили: леси, лесоподібні суглинки, суміш лесоподібних суглинків і давньоалювіальних 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 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. Уміст гумусу сягав лише 0,05–0,95 %. Едафотопи з такими показниками утворюють малопридатне для впровадження сільськогосподарських культур середовище. Винятком можуть бути лише ті види рослин, коренева система яких здатна функціонувати в складних екологічних умовах техногенних ландшафтів.

Для аналізу зразків гірських порід та ґрунтів використовувалися апробовані загальноприйняті фізико-хімічні, мікробіологічні та біохімічні методи.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Розглянемо, що являє собою едафотоп техногенних ландшафтів як біокосна система, як тіло, що створене людиною з гірських порід.

Як показали багаторічні дослідження, еволюція молодих ґрунтів, що утворюються на відвалах кар'єрів, визначається двома блоками загальновідомих факторів, основні з яких можна показати на блок-схемі (рисунок).

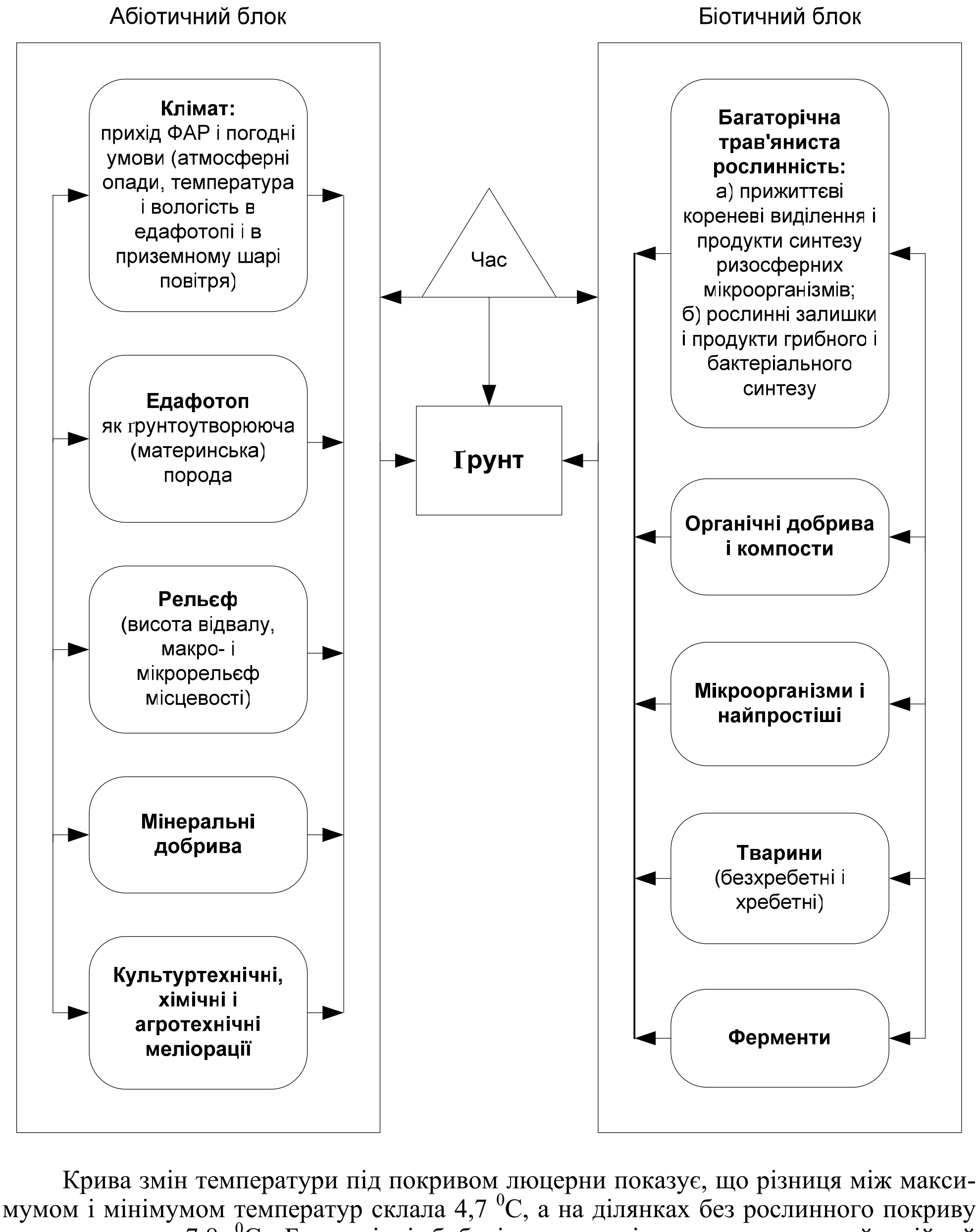
В абіотичному блоці як косна матерія виступає клімат, який зумовлює морфологічні ознаки едафотопів та їхні фізико-хімічні властивості, насамперед родючість, яка формує продуктивність фітоценозів. У цьому сенсі найважливішими факторами є сонячна радіація та гідротермічний режим. Про користь сонячної радіації К. А. Тімірязєв (1948) писав: «Предел плодородия данной площади земли определяется не количеством удобрений, которые мы могли бы ей доставить, не количеством влаги, которой мы ее оросим, а количеством световой энергии, которую посылает на данную поверхность солнце».

На рекультивованих землях атмосферні опади, як і сонячна радіація, є дуже важливим екологічним фактором, який визначає можливість створення мікроборослинних асоціацій. Наприклад, сіро-зелена глина, яка придатна для зростання рослин, за гранулометричним складом є легкоглинистою дрібнопилуватою мулистою. Саме це створює умови для великої вологоємності, що в умовах техногенних ландшафтів степового Придніпров'я в шарі 0–100 см забезпечує запаси продуктивної вологи в межах 1500–1650 т/га. Такої кількості вологи цілком достатньо для розвитку рослинності, хоча найвищий показник цієї гідролітичної константи все-таки належить насипаному на лесоподібні суглинки шару маси чорнозему, де кількість продуктивної вологи перевищує 2000 т/га.

Атмосферні опади, з якими привносяться на поверхню едафотопів органічні і мінеральні сполучення, можна розглядати як природне джерело елементів живлення не тільки для рослин, але й для мікроорганізмів. Не випадково через 10–15 років після виносу на денну поверхню гірських (материнських) порід кількість мікроорганізмів у шарі 0–40 см (Узбек, 2006) досягає кілька десятків мільйонів на 1 г наважки, навіть в едафотопах, позбавлених рослинності.

Температура едафотопів прямо пропорційна температурі навколишнього середовища. Її добові коливання пов’язані у першу чергу з гранулометричним складом і вологістю едафотопів. Причому амплітуда коливань, особливо в шарі 0–10 см, навіть протягом доби значна. Однак під покривом рослин наростання температур вдень і їх зниження вночі проходить дуже повільно. Наприклад, під травостоєм люцерни середня місячна денна температура на глибині 15 см виявилася на 3,2–4,8 ^{0}C нижчою в порівнянні з температурою таких самих едафотопів без рослинного покриву.

Блок-схема
взаємовпливу і взаємодії екологічних факторів
на формування молодих ґрунтів техногенних екосистем



Крива змін температури під покривом люцерни показує, що різниця між максимумом і мінімумом температур склала 4,7 ^{0}C, а на ділянках без рослинного покриву вона досягала 7,8 ^{0}C. Багаторічні бобові трави, які створюють густий стійкий трав’янистий покрив і зберігають його до самої осені, охороняють породи від перегріву вдень і від переохолодження вночі. Тим самим у верхньому 40-сантиметровому шарі створюються сприятливі умови для життєдіяльності мікроорганізмів і кореневих систем рослин.

Певні сполучення температурних умов і зволоження, особливо в орному шарі, визначають види рослин, які можуть пристосуватися для поселення в дуже складних гідротермічних умовах. Такі особливості погодних умов і фізико-хімічних властивостей едафотопів зумовлюють не тільки темпи накопичення та руйнації органічної речовини, але й інтенсивність їхнього окультурення.

Рельєф, як складова частина біокосної системи, перерозподіляє сонячну радіацію та опади відповідно до експозиції й крутості схилу. В умовах техногенних ландшафтів це важливий екологічний фактор, оскільки через певний час після планування поверхні відвалу появляються осідання, що суттєво впливають на водяний і тепловий режими едафотопу. Усе це призводить до різної інтенсивності ґрунтоутворення, навіть на одній і тій самій рекультивованій ділянці.

Важливим фактором в абіотичному блоці є і меліорації. Їхнє впровадження на різних етапах рекультивації земель зумовлене гострою необхідністю. Так, культуртехнічні меліорації вирівнюють поверхню техногенних ландшафтів і доводять її до стану, що дозволяє використовувати сільськогосподарську техніку. Хімічні меліорації (гіпсування і вапнування) змінюють реакцію ґрунтового розчину на нейтральну, прийнятну для розвитку культурфітоценозів і т. д.

Відзначимо і те, що гірські породи та їх суміші є малородючими тільки стосовно рослин, які не пристосовані до фіксації атмосферного азоту. Такі культурфітоценози спроможні збільшувати врожайність лише при внесенні розрахункових норм мінеральних та органічних добрив. Цей агроприйом діє практично на всі компоненти екосистеми.

У біотичному блоці одним із найважливіших факторів, що зумовлює родючість техногенних ґрунтів, є рослинність. Це постачальник постійно обновлюваної фітомаси як у вигляді опаду, так і у вигляді залишків кореневих систем. Причому з усіх видів рослин особливу роль виконують багаторічні бобові трави. Саме вони сприяють інтенсивному окультуренню верхньої товщі едафотопів. Досить сказати, що в умовах, наприклад, Нікопольського району Дніпропетровської області люцерна 3-го року життя в метровому шарі лесоподібного суглинку (без добрив) накопичувала 11 т/га коренів (повітряно-суха маса), у яких тільки в шарі 0–20 см у середньому міститься 350 кг/га N, 45 кг P_2O_5, 110 кг K_2O і 290 кг/га CaO (Узбек, 2004). Це живильні речовини біологічного походження, які адсорбуються твердою фазою едафотопів.

Безупинне надходження в товщу едафотопів органічного матеріалу та його мікробіологічна трансформація є показником інтенсивності ґрунтоутворення.

Роль коренів рослин полягає й у стабілізації пухких, розсипчастих гірських порід будь-якого гранулометричного складу, тобто в закріпленні відвалів кар'єрів, де мають місце всі види денудації.

Найефективнішу фітомеліоративну роль виконують люцерна та еспарцет, особливо при їхньому висіві в суміші з житняком. Уже на другий рік життя такий культурфітоценоз на 85–100 % покриває густим травостоєм поверхню відвалів і практично припиняє дефляційні процеси, навіть на едафотопах легкого гранулометричного складу.

У специфічних умовах техногенних екосистем рослини ростуть і розвиваються в тісному контакті з мікроорганізмами (Узбек, 2006). Разом вони легко і швидко створюють високобіогенний шар, який відрізняється дуже активною і різноманітною мікрофлорою. Насамперед це целюлозоруйнівні мікроорганізми, з якими пов'язані процеси гумусоутворення і формування структурних агрегатів у товщі едафотопів. Сезонна динаміка їхньої чисельності в шарі 0–40 см має чітко виражений стрибкоподібний характер з великою амплітудою коливань. Навесні активно розмножуються аеробні бактерії. З першої половини літа активізуються гриби, а восени, коли збільшується маса органічної речовини, помітно зростає кількість і бактерій, і грибів.

Тісна взаємодія абіотичних і біотичних факторів є основним аргументом виникнення в товщі едафотопів консортивних зв'язків. Спочатку формуються первинні консорції, де за детермінанту слугує самостійно існуюча автотрофна рослинність. Саме первинні консорції безпосередньо сприяють створенню біогеоценотичних горизонтів, де акумулюються елементи ґрунтової родючості. В умовах техногенних ландшафтів формується безліч консортивних зв'язків, які є основою створення «елементарних енергетичних систем» (Мишустин, 1972), що слугують структурно-функціональними блоками, з яких складаються структура біогеоценозу (Воронов, 1976; Мазинг, 1976) і стійкі біокосні системи.

Це дуже складні окисно-відновні процеси, які в кожному едафотопі проходять з притаманними тільки йому особливостями. Розкладаючи рештки рослин та тварин, мікроорганізми змінюють і збагачують склад ґрунтового розчину і насичують повітря газами. Ці процеси носять екзо-енергетичний характер, оскільки звільняється енергія, яка накопичувалася під час фотосинтезу. Причому ця енергія звільняється не тільки в тепловій, але й у хімічній формі. Чим інтенсивніше в товщі едафотопів розкладаються органічні речовини, тим більше в ній вільної енергії.

Як показали багаторічні дослідження (Узбек, 2004), найбільш інтенсивно руйнуються тканини коренів протягом першого тримісячного періоду, коли в складі органічних залишків ще багато легкодоступних мікроорганізмам речовин. У подальшому процес розкладу сповільнюється.

Різноманітна швидкість руйнування коренів бобових та тонконогих свідчить про те, що для збагачення біокосних систем техногенних ландшафтів необхідно впроваджувати спеціальні фітомеліоративні сівозміни (Масюк, 1981; Узбек, 2004), які насичені перш за все люцерною або еспарцетом. Тільки ці рослини, які є вузловими осередками концентрації біоти, можуть створити високобіогенний шар з дуже активною і різноманітною мікрофлорою.

Оскільки маса органічної речовини з глибиною зменшується, то і кількість вільної енергії в різних шарах буде різною. Отже, едафотопи техногенних ландшафтів – це надзвичайно динамічні біокосні системи, які багаті енергією. Саме це енергетичне багатство і призводить до диференціації едафотопів на окремі горизонти. Наприклад, уже 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 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. Уміст гумусу збільшився на 1,9 % і склав у першому горизонті 2,01 %. Навіть у другому горизонті цей показник складав 0,72 %.

Усього за 25 років у першому горизонті цього едафотопу активність сахарози, у порівнянні з третім горизонтом, збільшилася в 9 разів, фосфатази – у 13, уреази – у 36, каталази – у 1,5 і дегідрогенази – у 72 рази. Загальна кількість мікроорганізмів склала 7,4 млн у нижньому, третьому, горизонті і 128,1 млн у першому, а кількість олігонітрофілів зросла із 108 тис. до 624 тис. на 1 г абсолютно сухої наважки.

Як видно, першопричиною поліпшення екологічних умов верхньої товщі едафотопів є міжбіогеоценозна міграція речовин, яка зумовлена рухом води і повітря. Цей процес являє собою комплекс різноманітних властивостей едафотопу та явищ, які відбуваються в ньому під впливом біологічного фактора ґрунтоутворення.

ВИСНОВКИ

1. У товщі едафотопів техногенних ландшафтів утворюються дуже складні біокосні системи, розгляд яких знаходиться на початковому етапі.

2. Еволюція молодих ґрунтів техногенних екосистем віддзеркалюється в безупинному прогресивному накопиченні елементів живлення завдяки впливу мікроборослинних асоціацій. Ґрунтоутворення починається з поверхні, поступово поширюючись на нижні шари едафотопів.

3. Екологічні фактори довкілля знаходяться в тісній взаємодії з фізико-хімічними властивостями едафотопу, які успадковані від минулих етапів педогенезу. Ця взаємодія і створює загальну екологічну обстановку, яка визначає формування молодих ґрунтів та їхню біологічну активність.

4. Середовищеперетворюючі функції біотичного блоку на рекультивованих землях зводяться до закріплення пухких, розсипчастих гірських порід, до поліпшення

їхнього водно-повітряного режиму, до асиміляції, утримання й акумуляції живильних речовин.

5. В орній товщі едафотопів техногенних ландшафтів зосереджені процеси, сукупність дії яких обумовлює еволюційний характер біокосної системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Вернадский В. И. Биосфера. – Л.: Наука, 1967. – 216 с.

Воронов А. Г. Формирование некоторых зональных особенностей консорции // Значение консортивных связей в организации биогеоценозов. – Пермь, 1976. – Т. 150. – С. 28-31.

Докучаев В. В. Русский чернозем. – М.; Л.: Огиз-сельхозгиз, 1936. – 529 с.

Мазинг В. В. Проблемы изучения консорций // Значение консортивных связей в организации биогеоценозов. – Пермь, 1976. – Т. 150. – С. 18-27.

Масюк Н. Т. Эколого-биологические основы сельскохозяйственной рекультивации в техногенных ландшафтах степной зоны Украины: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Д., 1981. – 53 с.

Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. – М.: Наука, 1972. – 343 с.

Тимирязев К. А. Земледелие и физиология растений: Избр. соч. – М.: Огиз-сельхозгиз, 1948. – Т. 3. – 139 с.

Узбек І. Х. Розвиток кореневих систем рослин як показник внутрішньотканинної транслокації речовин й енергії // Вісник аграрної науки. – 2004. – № 9. – С. 45-47.

Узбек И. Х. Целлюлозоразрушающие микроорганизмы как компонент биологического фактора почвообразования // Екологія та ноосферологія. – 2006. – Т. 17, № 1-2. – С. 11-16.

Надійшла до редколегії 18.02.08