

ТРАНСФОРМАЦІЯ РЕЧОВИНИ І ЕНЕРГІЇ ҐРУНТОВОЮ МІКРОБІОТОЮ В ПРИРОДНИХ УМОВАХ

Ґрунт є основним визначальним природним самовідновлюваним ресурсом, середовищем, в якому формується біологічне різноманіття живих організмів. Важливою складовою ґрунту є мікробіота. Її роль визначається активною участю в метаболізмі органічних речовин і трансформації біогенних елементів, які забезпечують життєдіяльність інших трофічних ланцюгів біоценозу. Завдяки складному видовому різноманіттю з відповідною ферментативною активністю, мікробіота відіграє виключно важливу роль у трансформації органічної речовини, процесах ґрунтоутворення та формуванні родючості ґрунтів. Крім того, дослідження біорізноманіття та генетичного потенціалу ґрунтових мікроорганізмів має фундаментальне значення для розуміння біогеохімічних процесів ґрунтоутворення і являє значний інтерес для вирішення прикладних питань в мікробіології, екології, біотехнології, землеробстві та рослинництві.

Без широкого та складного світу ґрунтової біоти немає та не може бути і самого ґрунту, а без ґрунтового покриву не могла би розвиватись біосфера в цілому. Мікрофлора ґрунту представлена актиноміцетами, переважно гнильними, маслянокислими, азотфіксуючими, нітрифікуючими, денітрифікуючими, целюлозорозкладаючими, сірко-та залізобактеріями. У меншій кількості знаходяться водорості, дріжджі, бактеріофаги. У ґрунті можуть зустрічатися такі патогенні бактерії, як збудники правцю, газової гангрени, бруцельозу, сибірської виразки, бутулізму, шлунково-кишкових хвороб. Ці мікроорганізми потрапляють ґрунт з органічними викидами, стічними водами. Вони, як правило, у ґрунті не живуть, але зберігаються тривалий час. У ґрунті виявлено гриби, які викликають токсичну алейкію, ерготизм, аспергільоз, хромомікоз та інші захворювання.

Ґрунтовий покрив нашої планети забезпечує життя рослин та слугує конвеєром з трансформації їх решток. З іншої сторони, «жива речовина», за висловом академіка В.І. Вернадського, сама створює ґрунт. Кількісна оцінка бактеріальних різновидів в ґрунті показує, що їх число налічує більш ніж 4000 різновидів (біоваріантів) на 30 г ґрунту. Це свідчить про складність та важливість вивчення міжбіотичних взаємодій компонентів природних середовищ. Завдяки сприятливим умовам, що формуються в ґрунті, кількість мікроорганізмів є досить великою – від 200 млн клітин на 1 г глинистого ґрунту до п'яти і більше мільярдів на 1 г чорнозему. Ґрунт – основне джерело, звідки мікроорганізми надходять у навколишнє середовище – повітря і воду.

Розподіл мікроорганізмів за ґрунтовим профілем відповідає вмісту в нім органічних речовин. Основна маса мікроорганізмів локалізована у верхніх, багатих органікою горизонтах. Углиб за ґрунтовим профілем чисельність мікроорганізмів помітно знижується, причому більш-менш різко залежно від типу ґрунту. На розподіл мікроорганізмів за ґрунтовим профілем великий вплив чинить ризосфера рослин, що слугує для них одним з джерел поживного субстрату.

Процеси перетворення свіжої органічної речовини зосереджені головним чином на поверхні ґрунту та в зоні ризосфери. Трансформація рослинного опаду – багатоступінчатий біологічний процес, при якому відбувається не лише розклад, а й синтез складних органічних сполук. Швидкість процесу та його направленість залежать від складу основної маси матеріалу, що підлягає трансформації (зокрема хімічного складу), від ґрунтово-кліматичних умов та складу мікроорганізмів, що беруть в ньому участь. Розклад та трансформація органічного матеріалу може проходити в трьох напрямках: мінералізації, гуміфікації та консервації залишків, що не повністю розклалися.

Чисельність і якісний склад мікроорганізмів в ґрунті залежить і від сезону року. Майже в усіх типах ґрунтів різке збільшення чисельності і фізіологічної активності мікроорганізмів спостерігається навесні. У ґрунтах південної зони в сезон спекотливого і посушливого літа чисельність мікроорганізмів суттєво скорочується. У ґрунтах північної зони в умовах достатнього зволоження сезонні коливання чисельності мікроорганізмів виражені не так істотно.

Стан мікробіоти ґрунту непостійний, а змінюється в залежності від кліматичних та інших факторів. Наприклад, типовою є [ситуація](#) з чергуванням процесів зволоження (після дощу або поливу) та висушування ґрунтів. У таких умовах істотно знижується функціональне потенційне різноманіття ґрунтового бактеріального угруповання, що оцінюється за здатністю утилізувати різні органічні речовини. За низької температури збільшується чисельність мікроорганізмів, що беруть участь в іммобілізації і засвоєнні азоту. Це дає підставу припускати, що за низьких температур (взимку) в ґрунті відбувається гальмування інтенсивності процесів мінералізації і домінує іммобілізація.

На сезонну динаміку чисельності мікроорганізмів в ґрунті чинять вплив не лише вологість і температура, але і фаза розвитку рослин, надходження органічного опаду, накопичення мікробних метаболітів тощо. Тому, окрім сезонних коливань чисельності мікроорганізмів, в ґрунті спостерігаються

зміни чисельності і структури мікробних угруповань за відносно короткі проміжки часу - місяці, тижні і навіть добу.

Серед різних груп ґрунтової мікробіоти найбільш широко представлені амоніфікувальні мікроорганізми. В основному їх різноманіття представлено неспоровими бактеріями, в значній мірі роду *Pseudomonas*. Також у значній кількості зустрічаються нітрифікуючі та целюлозоруйнівні мікроорганізми. Різноманітний за хімічним складом опад рослин мінералізують численні неспорові і спорові бактерії родів *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Cytophaga*, *Mycobacterium*, *Bacillus*, *Clostridium* тощо, гриби родів *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Aspergillus* тощо. Швидкість руйнування залежить від хімічної будови речовини. Деструкція простих вуглеводів, білків, крохмалю здійснюється за короткий час. Найповільніше за усіх мінералізуються клітковина і лігнін.

Продукти розпаду органічних речовин (феноли, хінони, ароматичні альдегіди, пептиди, амінокислоти, уранові кислоти тощо) використовуються мікроорганізмами у процесах утворення гумусу (перегною), який є комплексом складних високомолекулярних сполук (гумусові кислоти, гуміни та прогумінові речовини). Нагромадження гумусу – довготривалий процес, і саме гумус забезпечує особливу властивість ґрунтів – родючість. Завдяки особливостям хімічної структури і здатності утворювати комплекси з мінеральною частиною ґрунту, гумус забезпечує його гідрофільні та іонообмінні властивості, зокрема, фіксацію та вивільнення кальцію, заліза, фосфору, алюмінію та інших елементів. Гумус впливає на структуру ґрунту, його повітряний, водний та тепловий режими. Він служить джерелом енергії та поживних речовин для мікроорганізмів-деструкторів гумусу. Мінералізація гумусу мікроорганізмами збагачує ґрунти на вуглець та азотовмісні сполуки, які засвоюються рослинами.

Ґрунтова мікрофлора відіграє важливу роль у генезисі ґрунту, завдяки їй ґрунт набуває структури та відповідних особливостей, притаманних живій системі. Мікробіота є невід'ємним гомеостатичним компонентом ґрунту, котрий здійснює та визначає в ній важливі функції трансформації сполук та енергії. Процес мінералізації забезпечує вивільнення іммобілізованих у тканинах рослин хімічних елементів та можливість безперервного кругообігу речовин у відповідній екосистемі. Як наслідок, відбувається поступове зникнення органічних речовин та утворення мінеральних сполук. У результаті процесу гуміфікації відбувається накопичення органічної речовини у формі стійких до розкладення продуктів – гумусових кислот, що містять значний запас елементів живлення та енергії, що формують ґрунтову родючість. У природних екосистемах жоден з цих процесів не зустрічається поодиноким в чистому вигляді. Чітке переважання мінералізації над іншими процесами спостерігається в південних ґрунтах та вологих тропічних лісах. Особливо важливу роль у швидкості розкладання органічних залишків у ґрунті відіграє співвідношення вуглецю і азоту в рослинних тканинах. Низький вміст азоту в рослинних залишках обмежує швидкість розмноження мікроорганізмів. Роль мікроорганізмів оцінюється залежно від їх чисельності в ґрунті і кількості виділеної ними енергії. Під трав'янистою рослинністю в шарі ґрунту 0 – 10 см на площі 1 м² міститься 60 г грибного міцелію і 19,4 г бактеріальних клітин. Різноманітні фізіологічні групи мікроорганізмів характеризуються неоднаковими коефіцієнтами використання органічного субстрату. Високою ефективністю його використання характеризуються мікроміцети. Вони здатні використовувати на побудову своїх клітин до 50 – 60 % органічного матеріалу, що розкладається ними. Коефіцієнти використання субстрату для стрептоміцетів і бактерій характеризуються меншими величинами. У природних умовах перетворення органічних речовин здійснюється комплексом мікроорганізмів. При цьому коефіцієнт використання субстратів значно зростає. Таким чином, надходження до ґрунту свіжої органічної речовини супроводжується значним підсиленням мікробних процесів. Біохімічна активність ґрунтової мікрофлори направлена на трансформацію більш доступних для неї енергетичних матеріалів органічних решток, у результаті чого в ґрунті формується велика кількість різноманітних проміжних продуктів мінералізації, що беруть участь у синтезі гумусових сполук.

Високий рівень мінералізаційних процесів характерний для умов інтенсивного землеробства та призводить до збільшення швидкості розкладення органічних сполук та скорочує стадію активного гумусоутворення. Крім того, дослідження біорізноманіття та генетичного потенціалу ґрунтових мікроорганізмів має фундаментальне значення для розуміння біогеохімічних процесів ґрунтоутворення.