

БІОГЕОЦЕНОЛОГІЯ, ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 631.618;631.427.22
© 2011

І.Х. УЗБЕК,
доктор біологічних наук

**ЦИКЛІЧНІСТЬ РОЗВИТКУ
МІКРООРГАНІЗМІВ У ТОВЩІ
ТЕХНОЕКОСИСТЕМ**

Визначено циклічну динаміку загальної чисельності мікроорганізмів. Найбільша їхня кількість нараховується навесні, надалі чисельність мікроорганізмів зменшується і має флуктуаційний характер. Доведено, що культурфітоценози сприяють збільшенню кількості мікроорганізмів у верхніх шарах едафотопів та стабілізації конструкції мікробного співтовариства відповідно до фізико-хімічних властивостей цих едафотопів.

Вступ. Едафотопи техногенних ландшафтів степового Придніпров'я найчастіше являють собою пухкі, розсіпчасті гірські породи, що винесені на денну поверхню у процесі видобутку корисних копалин. В умовах Нікопольського марганцеворудного басейну це четвертинні та третинні відкладення, зазвичай, у вигляді лесів, лесоподібних суглинків, червоно-бурих і сіро-зелених глин та їхніх сумішей з цими й іншими гірськими породами у різних співвідношеннях.

Це дуже складне, недостатньо вивчене гетерогенне середовище, яке не має аналогів у природі. Воно відразу ж піддається заселенню аборигенними штамами мікроорганізмів та насінням рослинності. Згодом саме вони і визначають рівень біологічної активності ґрунтів, що утворюються на відвалах кар'єрів.

На цю обставину свого часу звернув увагу С.М. Віноградський [2], який першим розробив і впровадив екологічні методи в мікробіології. Він вважав, що ці методи наочно показують роль мікроорганізмів у забезпеченні інших компонентів екосистеми мінеральним живленням. Особливо на перших стадіях ґрунтоутворення, коли елементів зольного живлення у доступній для вищих рослин формі немає або недостатньо і єдиним їхнім джерелом є мінерали гірських порід.

Висновки С.М. Віноградського наочно виявляються в умовах техногенних ландшафтів. Саме тут здатність мікроорганізмів чуйно реагувати на зміну екологічних умов середовища робить їх одним з основних кри-

теріїв оцінки впливу екологічних факторів на формування молодих ґрунтів. Це підтверджується результатами наших досліджень, проведених в умовах порушених земель. При цьому зауважимо, що рекультивовані землі являють собою дуже складне середовище, що, зазвичай, включає суміш різних за хімічним та мінералогічним складом розкритих ґрунтів. Через це вони характеризуються великою мозаїчністю, що і зумовлює специфічні фізико-хімічні властивості таких новоутворень.

Тому вивчення динаміки загальної чисельності мікроорганізмів і особливостей їхнього розвитку в товщі едафотопів має велике науково-практичне значення. Насамперед тому, що такі дослідження дозволяють визначити найбільш прийнятний напрям подальшого використання рекультивованих земель та найбільш доцільний видовий склад майбутніх культурфітоценозів.

Матеріали та методи дослідження. У багаторічних дослідженнях вивчали сезонну динаміку чисельності ґрунтових мікроорганізмів у чорноземі південному зі староорного поля, в насипному шарі маси чорнозему 40-сантиметрової товщі, у суміші порід лесоподібних суглинків і древньоалювіальних пісків, у лесоподібних суглинках, а також у червоно-бурій та сіро-зеленій глинах.

Задля цього щомісяця, з квітня по листопад, відбирали зразки ґрунту і гірських порід із різних шарів метрової товщі досліджуваних едафотопів. Особливу увагу приділяли шарам 0–20 і 20–40 см, тобто орному шару.

БІОГЕОЦЕНОЛОГІЯ, ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Циклічність розвитку мікроорганізмів у товщі
техноекосистем

Зразки відбирали також з борту кар'єру, із ризосфери люцерни і еспарцету, що зростали на різних варіантах, а також між варіантами, у проходах. Проходи мали ширину 2 м, постійно оброблялися для знищення бур'янів і тому знаходилися у пухкому і чистому від бур'янів (пароподібному) стані.

У відібраних зразках визначали: загальну кількість мікроорганізмів і кількість спороносних форм на МПА, олігонітрофіли на Єшбі, ґрунтові гриби на середовищі Чапека, азотобактер на спеціальному середовищі Єшбі та аеробні целюлозоруйнівні мікроорганізми на середовищі Гетчинсона.

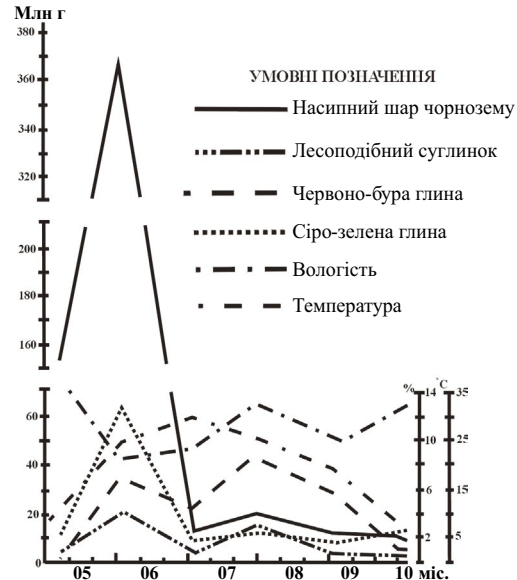
Аналізи проводили апробованими загальноприйнятими у мікробіологічній науці методами [3, 7].

Одночасно проводили і фізико-хімічні аналізи [1, 2], які показали, що у гірських породах налічується незначна кількість валових та рухомих форм фосфору, калію і особливо азоту. Так, уміст легкогідролізованого азоту становив 0,5–1,24, рухомого фосфору – 0,31–1,8, обмінного калію – 26–64 мг/100 г наважки. Вміст гумусу складав лише 0,05–0,95%.

Отже, едафотопи з такими властивостями утворюють дуже складне, специфічне середовище для розвитку мікроорганізмів.

Результати досліджень та їх обговорення. Наші багаторічні дослідження [8, 10] показали, що мікроорганізми, які перебувають у товщі едафотопів техногенних ландшафтів, не стільки пристосовані, скільки змушені функціонувати в жорстких умовах живильного і водно-повітряного режимів. При цьому мікробні співтовариства будують свої комплекси з таких фізіологічних груп мікроорганізмів, які здатні, навіть у екстремальних умовах техногенного середовища, вишукувати речовини для свого стійкого розвитку. Це, насамперед, спорові мікроорганізми, гриби, олігонітрофіли, целюлозоруйнівні мікроорганізми та інші.

Привертає до себе увагу та обставина, що конструкція мікробного співтовариства, яка сформована під впливом жорстких екологічних умов, відносно консервативна і тому чисельність окремих груп мікроорганізмів віддзеркалює рівень біологічної активності едафотопу. У всякому разі максимальна кіль-



Динаміка чисельності мікроорганізмів у шарі ґрунтів 0–20 см контрольних (без рослин) варіантів

кість мікроорганізмів налічується навесні (рисунок), з подальшим стрибкоподібним зниженням до осені. Від цього і залежить інтенсивність розкладання рослинних залишків у товщі гірських порід. Наприклад, корені люцерни і еспарцету, які багаті на доступні для мікроорганізмів білки, руйнуються інтенсивніше, ніж корені, скажімо, озимої пшениці.

Треба визнати, що в товщі техногенних ландшафтів безліч ще не зайнятих мікроорганізмами мікрозон із властивими тільки їм екологічними умовами, зазвичай, цілком придатними для заселення мікрофлорою. Проникаючи в такі мікрозони, ґрунтові мікроорганізми піддають руйнації мінерали гірських порід і створюють умови для зростання рослинності.

Ще В.Л. Омелянський [6] визначив активну участь мікроорганізмів у руйнуванні і розчиненні мінералів у товщі ґрунту. Він стверджував, що задля цього мікроорганізми мають у своєму розпорядженні засоби незмірно більш енергійні, ніж реакції, на яких засноване суцільно хімічне вивітрювання.

Циклічна динаміка загальної чисельнос-

БІОГЕОЦЕНОЛОГІЯ, ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

*Циклічність розвитку мікроорганізмів у товщі
техноекосистем*

ті мікроорганізмів у товщі едафотопів указує на те, що життєдіяльність мікробного населення на ранніх стадіях розвитку техноекосистем перебуває в тісному зв'язку з гідротермічними умовами їхнього середовища. Свідченням цьому є збіг періодів підйому і спаду чисельності мікроорганізмів у різних за якісними показниками едафотопів (рисунок).

Розвиток і розмноження мікроорганізмів на контрольних варіантах (без рослин) обмежується недостатньою кількістю елементів живлення, особливо відсутністю органічної речовини. Саме тому в ризосфері коренів, куди надходять кореневі виділення у вигляді простих вуглеводів, органічних кислот і спиртів, утворюється сприятливе середовище для мікроорганізмів. Окрім того, проходить міграція мікроорганізмів із зон, які ще не обжиті коренями рослин, у зони, де коренева система освоює нові об'єми породи.

У свою чергу мікроорганізми, життєдіяльність яких відбувається у ризосфері рослин, постачають їм живильні речовини, оскільки розчинюють навіть нерозчинні форми органічних і мінеральних сполук.

Наші дослідження показали, що різка пульсація чисельності ґрунтових мікроорганізмів залежить не тільки від наявності живильних речовин в едафотопі, а і від внутрішніх закономірностей розвитку мікробних популяцій. До того ж значну роль тут відіграють гідротермічні умови в кореневмісному шарі гірських порід, тобто внутрішні, суґубо екологічні фактори едафотопу.

У весняний період року, до червня, у верхніх шарах досліджуваних нами едафотопів ще багато вологи, достатньо тепла і їжі, що і сприяє інтенсивному розвитку і розмноженню мікрофлори (рисунок).

З початком літа підвищується температура у верхніх шарах гірських порід, і особливо у приземному шарі повітря. Значно збільшується і витрачання води на транспірацію рослин, а кількість продуктивної вологи зменшується до рівня вологості стійкого в'янення рослин. Зрозуміло, що жорсткі гідротермічні умови не сприяють збільшенню чисельності мікроорганізмів. Тому різна реакція едафотопів

на такі природні явища, як дощ, вітер, посуха і т.д., деякою мірою пояснює різкі пульсації чисельності ґрунтових мікроорганізмів. Отже, основним діючим фактором, який спонукає пульсацію чисельності мікроорганізмів у товщі техногенних новоутворень, є наявність вологи. Саме вона найчастіше регулює кількість мікробних клітин.

Пульсаційний характер зміни чисельності мікроорганізмів свідчить про те, що максимальний розвиток мікробних клітин закономірно супроводжується подальшим лізисом, який спонукає звільнення від клітинної оболонки мікробів їхніх ферментів. Саме в процесі максимального розкладу клітинних структур і починається інтенсивний розвиток ферментативних процесів, які сприяють звільненню елементів живлення для рослин.

На наш погляд, регулятором чисельності мікроорганізмів у товщі едафотопів можуть бути і інгібітори росту. На підтвердження викладеного пошлемося на результати досліджень Я.П. Худякова [11], який вважає, що в процесі активного розмноження мікроорганізмів утворюється і накопичується токсична речовина, яку він назвав періодіном. Ця речовина гнітить мікробні клітини, внаслідок чого зменшується їхня кількість. З часом, під впливом кисню, періодін руйнується і мікроорганізми отримують можливість знову розмножуватися. На думку Я.П. Худякова, ця речовина утворюється всіма мікроорганізмами, а швидкість її накопичення і руйнації регулює розмноження і відмирання мікробних клітин.

Цією обставиною ми також пояснюємо весняний максимум чисельності мікроорганізмів, який протягом літа вже не повторюється. Пізньої осені і рано навесні мікроорганізми перебувають у недіяльному стані. У цей час утворення інгібіторів припиняється, вони руйнуються майже до повного зникнення. Навесні в прогрітому ґрунті мікроорганізми швидко розмножуються, оскільки дія інгібіторів їхнього росту відсутня.

Не виключаючи наявності в товщі едафотопів інгібіторів росту мікроорганізмів, не можна зневажати і тим фактом, що пульсаційний характер чисельності мікроорганізмів зумовлюється також взаємодією за

БІОГЕОЦЕНОЛОГІЯ, ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Циклічність розвитку мікроорганізмів у товщі
техноекосистем

принципом хижак-жертва і паразит-хазяїн. Не заперечуючи існування взаємодій хижак-жертва та паразит-хазяїн, зазначимо, що флуктуаційний характер чисельності мікроорганізмів у товщі едафотопів перш за все зумовлюється складними екологічними факторами, до яких, крім наявності вологи, треба віднести ще і фізико-хімічні властивості середовища.

Деякі дослідники обмежуються умовними критеріями оцінки чисельності мікроорганізмів. Наприклад, відомі мікробіологи Д.Г. Звягінцев [5] та Т.Д. Брок [12] вважають, що бактерії мають істотне екологічне значення тільки тоді, коли кількість їхніх клітин перевищує 1 млн на 1 г наважки, хоча б в один із сезонів.

Якщо це так, то тоді в кореневмісному шарі всіх досліджуваних нами едафотопів

цілком достатньо ґрунтових мікроорганізмів для інтенсивної біологізації цієї товщі. Як показали наші дослідження, в зоні розповсюдження корневих систем люцерни і еспарцету мікроорганізмів у десятки разів більше, ніж у породах без рослин. Це пояснюється тим, що багаторічні бобові трави створюють умови для розширення складу мікроорганізмів, збільшення їхньої чисельності та забезпечення взаємозв'язків усіх компонентів екосистеми, у якій найефективніше використовуються ресурси едафотопу.

Наочним підтвердженням концентрації мікроорганізмів навколо коренів рослин є ризосферний ефект, тобто відношення кількості мікроорганізмів у ризосфері до їхньої чисельності в породах контрольних (парових) варіантів. Але це інформація вже для іншої статті.

Висновки

1. Формування едафотопів техногенних ландшафтів неминуче супроводжується утворенням в їхній товщі величезної кількості мікрозон, які інтенсивно заселяються аборигенними штамами мікроорганізмів. Створена конструкція мікробного співтовариства консервативна і віддзеркалює рівень біологічної активності едафотопу.

2. Максимальна кількість мікроорганізмів налічується навесні. Надалі їхня чисельність зменшується і має флуктуаційний характер. Культурфітоценози сприяють збільшенню кількості мікроорганізмів у верхніх шарах едафотопів та стабілізації конструкції мікробного співтовариства відповідно до фізико-хімічних властивостей цих едафотопів.

Бібліографія

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1965. – 436 с.
2. Агрофизические методы исследования почв. – М.: Наука, 1966. – 260 с.
3. Бабьева И.П. Практическое руководство по биологии почв / Бабьева И.П., Агре Н.С. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 140 с.
4. Виноградский С.Н. Микробиология почвы / С.Н. Виноградский. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 131 с.
5. Звягінцев Д.Г. Методи учета численности микроорганизмов в почвах / Д.Г. Звягінцев // Вопросы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. – Л.: Наука, 1972. – С. 37–47.
6. Омелянский В.Л. Пути развития микробиологии в России / В.Л. Омелянский // Микробиология: труды 8 съезда бактериологов. – М., 1925. – С. 13–24.
7. Сеги И. Методы почвенной микробиологии / И. Сеги. – М.: Колос, 1983. – 285 с.
8. Узбек И.Х. Определение численности микроорганизмов на рекультивируемых участках / И.Х. Узбек // Новое в биологии, селекции и агротехнике полевых

и плодовых культур: труды ДСХИ, 1977. – Т. 36. – С. 104–110.

9. Гидротермические особенности техногенных экосистем / [Узбек И.Х., Шеманев В.И., Галаган Т.И., Волох П.В.] // Экология та ноосферология. – Т. 18, № 1–2. – К.–Дніпропетровськ, 2007. – С. 96–99.

10. Узбек И.Х. Особенности развития микробноценозов в толще эдафотопов техногенных ландшафтов степной зоны Украина / И.Х. Узбек, В.И. Шеманев // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: материалы Междунар. конф. (26–28 мая 2004 г.). – Минск, 2004. – С. 383–385.

11. Худяков Я.П. Периодичность микробиологических процессов в почве и ее причины / Я.П. Худяков // Вопросы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. – Л.: Наука, 1972. – С. 20–37.

12. Brock T.D. Principles of microbial ecology / T.D. Brock. – New Jersey. – 1966. – P. 47–49.