

ЕКОЛОГІЧНА СТРУКТУРА І ВИДОВИЙ СКЛАД МІКРОБНИХ ПОПУЛЯЦІЙ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

В.П. Стефурак¹, С.П.Наконечна²

¹Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, кафедра біології та екології,
e-mail: vstefurak@ukr.net;

²Івано – Франківський базовий медичний коледж

Вивчено структурно-функціональну організацію ґрунтовних мікробних популяцій природних екосистем Карпатського регіону. Установлені чисельність і біомаса, динаміка та продуктивність мікробних популяцій у ґрунтах природних екосистем та кореляційні взаємоз'язки флуктуацій чисельності й активності мікроорганізмів з факторами навколишнього середовища.

Ключові слова: природні екосистеми, мікробні популяції, біогенність лісових ґрунтів

Stefurak V.P., Nakonechna S.P. Ecological structure and specific composition of microbial populations of the Carpathian region. *It was studied structurally - functional organization of soil microbial populations of natural ecosystems of the Carpathian region. The quantity and biomass, dynamics and productivity of microbial populations in the soils of natural ecosystems and cross-correlation relations of fluctuations of quantity and activity of microorganisms with the factors of environment were set.*

Key words: natural ecosystems, microbial populations, biogenesis of forest soils.

Вступ

Ґрунти є обов'язковим компонентом лісових екосистем і середовищем існування різноманітних живих істот, в тому числі мікроорганізмів. В свою чергу, мікробне населення відіграє важливу роль в утворенні й еволюції ґрунтів, формування їх родючості та продуктивності лісових насаджень.

Мікробні ценози, як суттєвий компонент екосистем, виконують важливу біоіндикаційну функцію та стабілізаційну роль. Будучи редуцентами, мікроорганізми зумовлюють ряд біохімічних процесів і стають важливими учасниками перетворення різноманітних органічних та мінеральних речовин у ґрунті. Займаючи передові позиції у головних біологічних циклах, мікроорганізми забезпечують, у певній мірі, їх замкнутість і сприяють поверненню речовин у біологічний кругообіг [1; 2].

Враховуючи важливу роль мікробного компонента в метаболізмі екосистем, популяція ґрунтових мікроорганізмів та процеси, які вони зумовлюють, вибрані нами (можуть бути) як біологічні індикатори зміни природного середовища. Ситуація, що склалася в природних екосистемах Карпатського регіону в результаті виробничої діяльності за останні десятиріччя, вимагає розробки теоретичної та методичних принципів біоіндикації стану природних екосистем.

Метою роботи було встановити закономірності організації, функціонування та змін ґрунтових мікробних популяцій за різних форм антропогенного впливу.

Матеріали і методи

Дослідженнями були охоплені підстилки і ґрунти природних та порушених екосистем у межах рослинних асоціацій, які репрезентують провідні лісові формації. Кожний тип ландшафту представлений кількома біогеоценозами, що дозволило охарактеризувати певний ряд екосистем в умовах вертикальної поясності за біологічними показниками. Головними етапами еколого – мікробіологічного моніторингу були: виявлення діапазонів природної варіабельності мікробного компонента в ґрунтах наземних екосистем за основними його характеристиками.

Основою наших досліджень був екологічний і системний аналіз стану мікробних популяцій в природних екосистемах та вияв меж їх природної варіабельності.

Для вирішення конкретних завдань еколого – мікробіологічного моніторингу (вивчення стану ґрунтових популяцій у природних екосистемах) було використано ряд стандартних прийомів мікробіологічних аналізів: прямий метод визначення бактеріальної і грибною біомаси та методи посівів на селективні поживні середовища. Облік основних фізіологічних груп мікроорганізмів вели загальноприйнятими методами.

Результати та обговорення

Проведені багаторічні тривалі дослідження взаємодії ґрунтових мікробних популяцій з компонентами лісових біогеоценозів в основних типах екосистем Карпатського регіону для визначення меж природної мінливості та ранжування мікробіологічних показників за ступенем чутливості до екологічних факторів, виявлення багаторічних трендів різних мікробних популяцій, тобто вони були необхідні для характеристики природного мікробіологічного фону.

Мікробний ценоз лісових ґрунтів виступає як сукупність безмежної кількості асоціацій мікроорганізмів, що населяють частину середовища з більш-менш однорідними умовами, які здійснюють трансформацію органічних і мінеральних речовин даного біогеоценозу. Мінливість і гнучкість мікробних популяцій лісових екосистем в умовах вертикальної поясності Карпат проявляється в сезонних, місячних і добових коливаннях чисельності ґрунтових мікроорганізмів, закономірних змінах, направленості і напруженості мікробіологічних процесів. Вміст неспорівих бактерій у горизонті A_0 ґрунтів досліджуваних екосистем коливається весною в межах 47 – 83 %, споруутворюючих 1 – 7 %, стрептоміцетів 8 – 46 % і мікроскопічних грибів 1 – 32 % від загальної чисельності мікроорганізмів.

Установлено, що структура ґрунтових мікробних ценозів, рівень і склад мікробної біомаси лісових екосистем визначаються в значній мірі специфікою біологічних умов і типологічною приналежністю. Відмінності в екологічних умовах зумовлені типом лісів і ґрунтів, впливає на чисельність і склад мікробних популяцій. В умовах ґрунтів вертикальної поясності в міру просування по схилу гір вниз загальна біогенність зростає (рис 1). Найрізноманітніша у кількісному та якісному відношеннях ґрунтова мікрофлора дібров і бучин нижнього гірського поясу і передгір'я. Кругообіг речовин тут досить інтенсивний; збалансовані процеси виносу й акумуляції; активний стан мікробних популяцій зумовлює високий рівень їх біомаси (1286 – 1300 кг/га у шарі ґрунту 0 – 20 см), переважання в мікробному ценозі бактеріального євтрофного компонента, інтенсивне протікання процесів гідролізу вуглець – і азотвмістких сполук (коефіцієнт мінералізації 2,93). В цих екосистемах спостерігається сприятливе поєднання тепла і вологості, наявності опаду, багатого кальцієм, що сприяє формування досить динамічної і різноманітної мікробіоти, яка іноді носить оліготрофний характер. Індекс оліготрофності досягає 15,5; величина мікробного пулу – 0,56. Процеси розкладу органічних речовин, що поступають на поверхню ґрунту у вигляді опаду і у ґрунт з відмираючими кореневими системами, ґрунтовою мікрофлорою у цих лісорослинних умовах протікають порівняно швидко (коефіцієнт мінералізації 2,93), про що свідчить невисокі запаси підстилок і гумусу при високій продуктивності фітоценозів.

Для ґрунтів високогірних лісових екосистем характерні незамкнутість і незбалансованість кругообігу речовин; зменшення мікробної біомаси (130 – 460 кг/га); послаблення її функціональної активності і посилення оліготрофності, зниження розмірів мікробного пулу (до 0,3), інтенсивності розкладу рослинних решток (коефіцієнт мінералізації – 1,2). Зменшення вмісту бактеріальної флори в цих умовах веде до сповільнення протікання мікробіологічних процесів і затримки в розкладі органічних речовин.

У складі ґрунтової мікрофлори лісових екосистем помітне місце займають бацили, які здатні споживати мінеральні форми азоту (*Bac. subtilis*, *Bac. mesentericus*, *Bac. idosus*, *Bac. cereus* та ін.). Серед стрептоміцетів домінують групи *Olivaceus* і *Griseus* (28,4 – 39,9%), *Albus* і *Chromogenes* (31,4 – 35,6%), *Lavendula* і *Flavus* (16,3 – 24,5%), *Glaucus* (19,4%). Серед мікроскопічних грибів переважають представники родів *Penicillium* і *Mucor*, рідше трапляються види родів *Trichoderma*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Dematium*, а також представники родини *Phoma*.

Розподіл популяцій мікроскопічних грибів і бактерій у профілі ґрунтів досліджених екосистем співпадає з розподілом рослинних решток, а розвиток стрептоміцетів у значній мірі – з більш розкладеною органічною речовиною. Біомаса мікроскопічних грибів в окремих випадках переважає над бактеріальною. Сумарна мікробна біомаса, що становить не менше 20 – 44 мг/см² характерна для ґрунтів передгірського поясу (рис 2).

Біологічні особливості ґрунтів лісових екосистем характеризуються динамікою чисельності і біомаси різних груп ґрунтової мікрофлори, що включає короточасні і сезонні зміни чисельності мікробних популяцій як функції часу. Ці події описуються як мікробні сукцесії, що зумовлені специфічними умовами Карпатського регіону, відмінностями в наступленні фаз розвитку рослинності [3].

Спостереження за динамікою і продуктивністю мікробних популяцій у ґрунтах природних екосистем виявили винятково широкий розмах коливань чисельності мікробних популяцій (від десятків тисяч до декількох мільярдів клітин в 1 г ґрунту). Короткий вегетаційний період з пониженими ґрунтовими температурами визначає такі регіональні особливості мікробних популяцій гірських екосистем, як інтенсивний, але нерівномірний розвиток у літній період, короточасна напруженість біохімічних процесів. Коефіцієнт флуктуації в оптимальним за гідротермічними і гідрологічними показниками року в цих умовах дорівнює 3,15. Найвища варіабельність мікробіологічних показників протягом вегетаційного періоду виявлена в ґрунтах екосистем передгірського та нижнього гірського поясів, у середньоводний рік діапазон природній флуктуації тут найбільший і становить 5,75 – 7,90. Число генерації бактеріальної популяції у лісових ґрунтах коливається від 3 до 7, а середній час однієї генерації становить 30,5 год. Вивчення кореляційних взаємозв'язків флуктуацій, чисельності та активності мікроорганізмів із факторами природного середовища показало, що найбільш тісний взаємозв'язок між зміною чисельності мікробних популяцій з факторами природного середовища встановлений під час аналізу із зсувом у часі, тобто за умови врахування післядії того чи іншого фактора.

У ґрунтах лісових екосистем на щоденні зміни чисельності мікроорганізмів незначний вплив має вологість ґрунту ($r=0,2$), сильніше виражений зв'язок з температурою ґрунту і повітря ($r=0,4 - 0,6$). Із

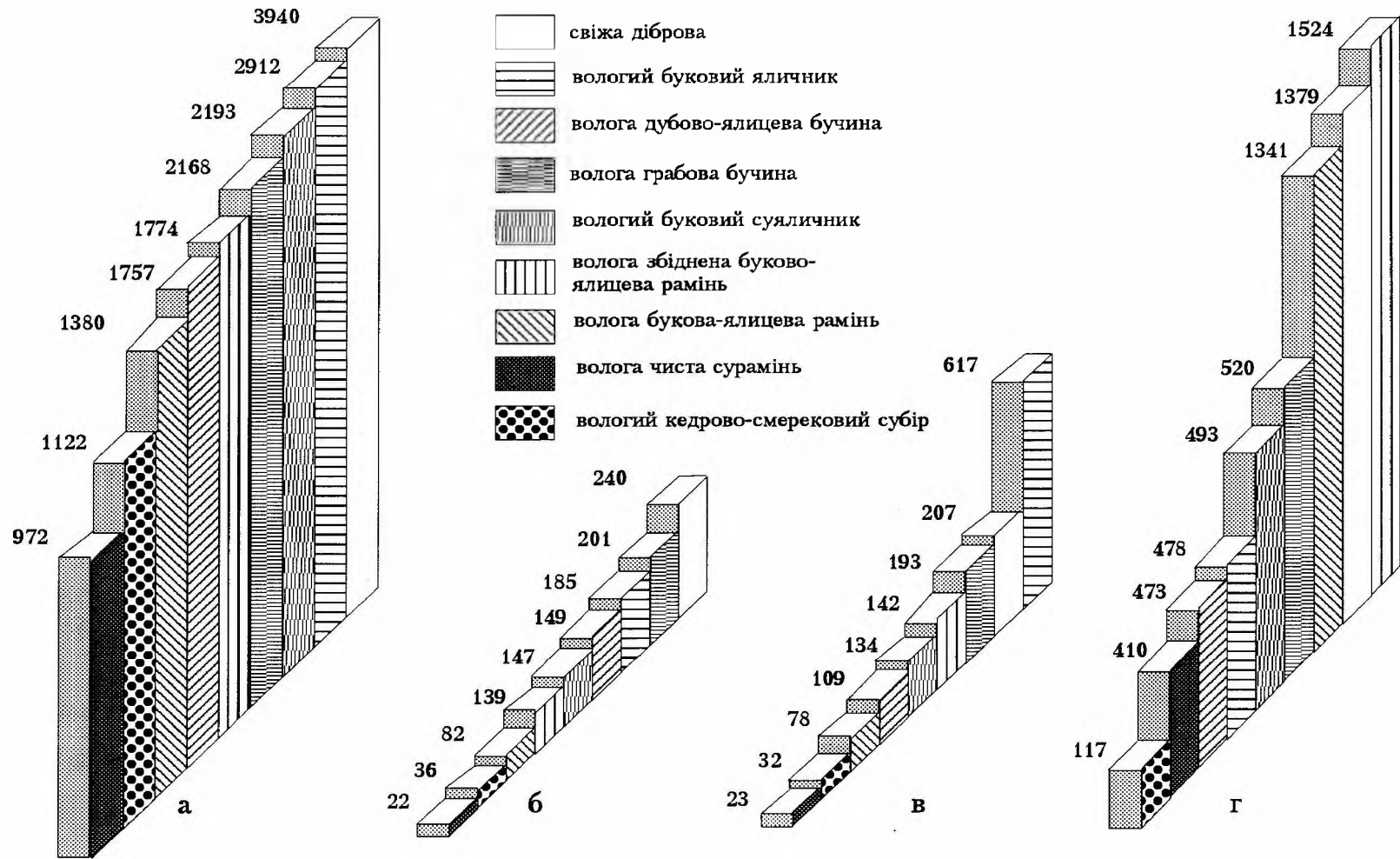


Рис.1 Біогенність підстилок лісових фітоценозів, (тис/г абс. сух. ґрунту)

а- неспорві бактерії,
б- споруутворюючі бактерії,

в- гриби,
г- стрептоміцети

зсувом у часі в 8 – 10 діб значення коефіцієнтів кореляції з цими показниками зростали. Одномоментний зв'язок чисельності мікроорганізмів з вмістом рухомої органічної речовини виражався коефіцієнтом кореляції $\gamma=0.6 - 0.9$. Середній зв'язок відзначений із вмістом загального гумусу ($\gamma=0.3 - 0.5$) [4].

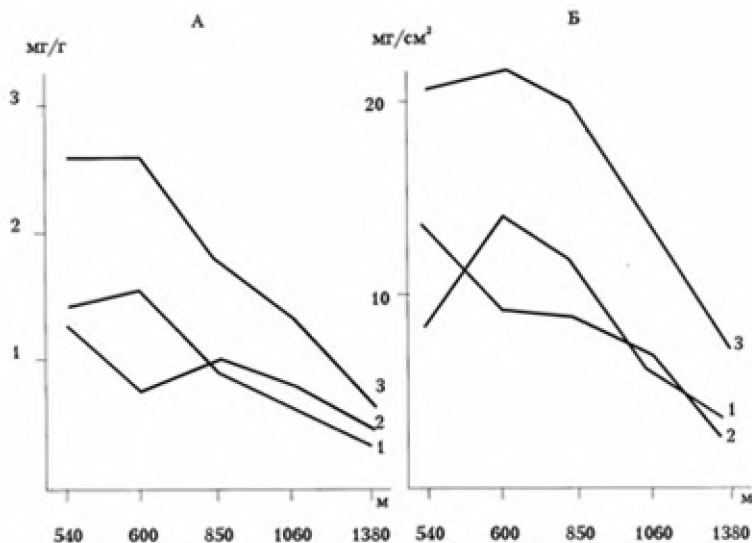


Рис. 2. Біомаса ґрунтових мікроорганізмів у лісових екосистемах: А – мг/г; Б – мг/см²; 1 – бактерії; 2 – гриби; 3 – сумарний показник.

Примітка: Ґрунти на абсолютній висоті над рівнем моря (м): 540 – буроземно-підзолисті; 600 – світло-бурі гірсько-лісові опідзолені; 850 – бурі гірсько-лісові; 1060 – темно-бурі гірсько-лісові; 1380 – гірсько-лісові підзолисті.

Збільшення питомої ваги амоніфікуючих мікроорганізмів, які використовують для свого росту і розвитку мінеральних джерел азоту у ґрунтах передгірських екосистем, свідчать про високу інтенсивність в них мінералізаційних процесів (коефіцієнт мінералізації 1,50 – 3,45). У ґрунтах високогірських екосистем чисельність олігонітрофільних бактерій перевищує чисельність сапрофітних мікроорганізмів. Обчислювані коефіцієнти оліготрофності констатують різну ступінь опідзолення досліджуваних ґрунтів і забезпечення легкодоступними формами азоту. У підстилках та ґрунтах передгірських екосистем завдяки вузькому співвідношенні C:N (11 – 19) створюються сприятливі умови для протікання процесів амоніфікації (34,48 – 224,32 мг аміака на 1 кг ґрунту). Трансформація азотмістких органічних речовин у них іде переважно до стадії утворення аміака, процес нітрифікації протікає слабо. Вміст азотфіксуючих мікроорганізмів в підстилках та ґрунтах в цих екосистемах коливається в межах від 4 до 187 тис., а оліготрофних – від 15 до 17 млн. на 1 г ґрунту; тут спостерігається і максимальна активність азотфіксації (2,10 – 3,35 мг азоту на 1 кг ґрунту).

Вивчення біологічної активності ґрунтів лісових екосистем показало, що інтенсивність розкладу целюлози та дисперсія ферментативної активності ґрунтів лісових екосистем зумовлені фактором вертикальної поясності. Позитивний корелятивний зв'язок ($\gamma=0,54$) спостерігається між біомасою бактерій та активністю протеази, грибною біомасою та активністю каталази ($\gamma=0,61$). Про значну біологічну активність цих ґрунтів свідчить концентрація CO₂ у ґрунтовому повітрі (5,70 – 13,10 кг на 1 га за годину).

Література

1. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / [К. І. Андрейук, Г. О. Іутицька, А. Ф. Антипчук та ін.] – К.: Обереги, 2001. – 240 с.
2. Андрейук Е. ІІ. Основи екології почвенних мікроорганізмів / Е. ІІ. Андрейук, Е. В. Валагура. – К.: Наукова думка, 1992. – 224 с.
3. Стефурак В. ІІ. Биологическая активность почв в условиях антропогенного воздействия / В. ІІ. Стефурак, А. С. Усатая, Н. ІІ. Фрунзе, Э. А. Катрук; под. ред. Г. В. Меренюка – Кишинев: Штиинца, 1990. – 215 с.
4. Стефурак В.ІІ. Биологическая активность почв естественных и антропогенных экосистем Украинских Карпат и Прикарпатья / В. ІІ. Стефурак // Микробиологический журнал. – 1994. – 56, № 1. – С. 103 – 110.

Стаття поступила до редакції 09.10.2012 р.; прийнята до друку 17.10.2012. р.