

УДК 574

Л.Ю. Симочко, В.В. Симочко

ИНТЕГРОВАНІСТЬ МІКРОБНОГО ЦЕНОЗУ ҐРУНТУ ПРИ АНТРОПОГЕННМУ НАВАНТАЖЕННІ

Сьмочко Л.Ю., Сьмочко В.В. Интегрированность микробного ценоза почвы при антропогенной нагрузке // Науч. зап. Гос. природоведч. музея. – Львов, 2007. – Вып. 23. – С. 111-118.

В статье рассмотрено влияние разных агротехнологий на интегрированность микробного ценоза ризосферы озимой пшеницы. Расчет корреляционных связей на основе численности разных эколого-трофических групп ризосферных микроорганизмов показал, что наиболее стойкий микробный ценоз образуется при выращивании озимой пшеницы в севообороте с использованием органических и комплекса органо-минеральных удобрений.

Symochko, L., Symochko, V. Integration of soil microbial cenosis by anthropogenic load // Proc. of the State Nat. Hist. Museum. – Lviv, 2007. – 23. – P. 111-118.

The anthropogenic load influence on integration of microbial cenosis in the rhizosphere of a winter wheat is considered. Define of correlations connections of main ecological-trophic groups of rhizosphere microorganisms show that more stable microbial cenosis form by cultivation of a winter wheat in crop rotation with use of organic manure and organic-mineral fertilizers.

Ґрунт – надзвичайно складне утворення за хімічними та фізичними властивостями, що визначають умови життєдіяльності різноманітних екологічних груп ґрунтових мікроорганізмів [7].

Популяцію мікроорганізмів розглядають як першорядну елементарну одиницю формування мікробного ценозу на популяційному рівні [5, 13] і вважають екологічною категорією, яка є сукупністю особин одного виду, які локалізовані в певному просторі та володіють подібними екологічними властивостями [3].

Динамічність і пластичність мікробного ценозу забезпечує йому певну стійкість і надійне функціонування в умовах зміни абіотичних і біотичних чинників середовища [1, 2]. Надмірне антропогенне навантаження на ґрунт порушує нормальне протікання ґрунтових процесів, а отже і процес колообігу речовин у біосфері. Цим зумовлені значні зміни у функціонуванні ґрунту, як природного тіла, у формуванні його живої фази, в першу чергу, мікробного ценозу, оскільки мікроорганізми є виключно чутливими реагентами до змін, які відбуваються в навколишньому середовищі [4, 8-11].

Мікробний ценоз ґрунту володіє високою чутливістю та значним видовим різноманіттям. Від діяльності ґрунтових мікроорганізмів залежить родючість ґрунтів, урожайність та якість сільськогосподарської продукції, стан навколишнього середовища. Мікробценоз вважають чітким індикатором стану екосистеми. В умовах підвищеного забруднення, внаслідок використання різних агротехнологій змінюється комплекс мікробіологічних показників, відбуваються якісні та кількісні зміни у функціонуванні мікробного угруповання ґрунту, які не завжди є позитивними.

Ризосфера будь-якої сільськогосподарської культури характеризується специфічним мікробним ценозом, домінуючі види якого беруть участь як у процесах ґрунтоутворення, так і безпосередньо впливають на агрофітоценоз. Важливим завданням сьогодення є

вивчення спрямованості антропогенного впливу на стійкість, інтегрованість та функціонування мікробного ценозу ризосфери озимої пшениці, оскільки остання є однією з стратегічних культур в Україні.

Метою роботи було дослідити інтегрованість мікробного ценозу ґрунту при застосуванні різних агротехнічних прийомів.

У відповідності до мети були поставлені такі завдання:

1) встановити чисельність основних еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів в чорноземі під озимомою пшеницею при застосуванні різних форм і доз добрив у сівозміні та монокультурі;

2) визначити коефіцієнти кореляції між чисельністю основних еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів;

3) дати оцінку інтегрованості мікробного ценозу ґрунту при використанні різних агрозаходів на основі побудови кореляційних плеяд.

Матеріал та методика досліджень

Матеріалом досліджень слугували зразки ризосферного ґрунту стаціонарного досліді Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла.

Ґрунт – повнопрофільний чорнозем типовий, глибокий, малогумусний, слабовилугований, середньосуглинкового гранулометричного складу.

Гумусовий ґрунт 38-42 см, карбонати містяться на глибині 45-65 см, рівень залягання ґрунтових вод 5,5-6,0 м від поверхні ґрунту. Вміст в орному шарі гумусу 4,18% (фон), рухомого фосфору (за Труогом) 12,8-18,9 мг, обмінного калію (за Масловою) – 9,5-12,7 мг/100 г ґрунту, рН сольове – 5,2-6,5; гідролітична кислотність – 1,7-2,2 мг/екв на 100 г ґрунту; ступінь насиченості основами – 81-92,6%.

Система обробітку ґрунту, догляд – загальноприйнятий для зони правобережного Лісостепу України.

Розміщення ділянок систематичне – послідовне.

З мінеральних добрив використовували: селітру аміачну, суперфосфат простий, калій хлористий; з органічних: гній напівперепрілий.

Схема досліді:

I-й стаціонар – з 1929 року
сівозміна (попередник горох)

1. Контроль (без добрив)
2. Гній 30т/га
3. Гній 30т/га+ N₆₀ P₆₀ K₆₀
4. N₆₀ P₆₀ K₆₀
5. N₁₂₀ P₁₂₀ K₁₂₀

II-й стаціонар – з 1929 року
монокультура озимої пшениці

6. Контроль (без добрив)
7. Гній 30т/га
8. Гній 60т/га
9. N₆₀ P₆₀ K₆₀
10. N₁₂₀ P₁₂₀ K₁₂₀

Загальну чисельність ґрунтових мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп визначали в певні фази, а саме – кушіння, трубкування, цвітіння, молочно-воскової стиглості. Мікробіологічні аналізи проводились за загальноприйнятими методиками [6, 9]. Так, амоніфікуючі бактерії ураховували на м'ясопептонному агарі (МПА), спороутворювальні бактерії – на МПА з сушлом після прогріву при 75°C протягом 20 хвилин, стрептоміцети і бактерії, які використовують мінеральний азот –

на крохмаль-аміачному агарі (КАА), кількість педотрофів – на ґрунтовому агарі (Гра), азотфіксуючі бактерії – на безазотних середовищах Ешбі та Виноградського, *Azotobacter* – на середовищі Федорова за методом обростання грудочок ґрунту, мікроміцети – на середовищі Чапека, оліготрофні мікроорганізми – на голодному агарі (ГА), чисельність целюлозорозкладаючих мікроорганізмів визначали за Виноградським [9].

Інтегрованість мікробного ценозу ризосфери визначали за К. Андреюк, Г. Іутинською зі співавторами [4].

Результати досліджень

Для оцінки стійкості мікробного угруповання в ризосфері озимої пшениці при беззмінному вирощуванні та в сівозміні проводили встановлення кореляційних зв'язків на основі даних про динаміку розвитку мікроорганізмів в досліджуваному ґрунті. Для цього розраховували коефіцієнти кореляції між показниками чисельності мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп у певні фази розвитку озимої пшениці. При побудові плеяд були враховані показники в межах від 0,5 до 1, які характеризували прямі кореляційні зв'язки між мікроорганізмами ($P=0,05$).

Між різними еколого-трофічними групами ґрунтових мікроорганізмів при культивуванні озимої пшениці у сівозміні без внесення добрив було 14 кореляційних зв'язків. Для цього ценозу характерна наявність прямих кореляційних зв'язків між мікроорганізмами, що належать до зимогенного, автохтонного блоків, а також мікробіоти розсіювання. Визначення структури кореляційних зв'язків на рівні трофічних стосунків між мікроорганізмами дало можливість побудувати плеяди кореляційних відношень (рис. 1). В неудобреному ґрунті плеяда мала вигляд п'ятикутника (рис. 1, А). Найміцніші прямі кореляційні зв'язки утворювались між оліготрофами, спороутворювальними бактеріями та актиноміцетами.

Кожна група цих мікроорганізмів пов'язана з іншими трьома зв'язками, натомість педотрофи та мікроміцети у п'ятикутнику мають лише по два реалізованих зв'язки.

Найбільш насичені кореляційними зв'язками матриці, які характеризують угруповання ризосферного ґрунту сівозміні з використанням органічних та органомінеральних добрив.

Кількість кореляційних зв'язків у цих варіантах була максимальною і становила 17 зв'язків у кожному варіанті. Наявність позитивних кореляційних зв'язків у порівнянні з контрольним варіантом суттєво не підвищилась, натомість кореляційні плеяди зв'язків мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп мають набагато складніший вигляд – типів „шестикутника” та „восьмикутника” (рис. 1 Б, В).

Зазначені вище плеяди побудовані на основі зв'язків між мікроорганізмами всіх блоків. Так, у варіанті з внесенням органічного добрива (рис. 1, Б) амоніфікатори та азотфіксатори пов'язані з іншими мікроорганізмами п'ятьма зв'язками, а бактерії, які використовують мінеральний азот, олігонітрофіли, мікроміцети та *Azotobacter* – чотирма, що загалом обумовлює їхню міцність. При сумісному використанні органічних та мінеральних добрив (гній 30 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$) кількість реалізованих кореляційних зв'язків між різними еколого-трофічними групами ґрунтових мікроорганізмів збільшується (рис. 1, В). Наявність зв'язків у кожного представника

плеяди з іншими варіює від трьох до п'яти. Найбільшу кількість зв'язків мають представники мінералізаційного блоку, мікрофлора розсіювання та азотфіксувальні мікроорганізми.

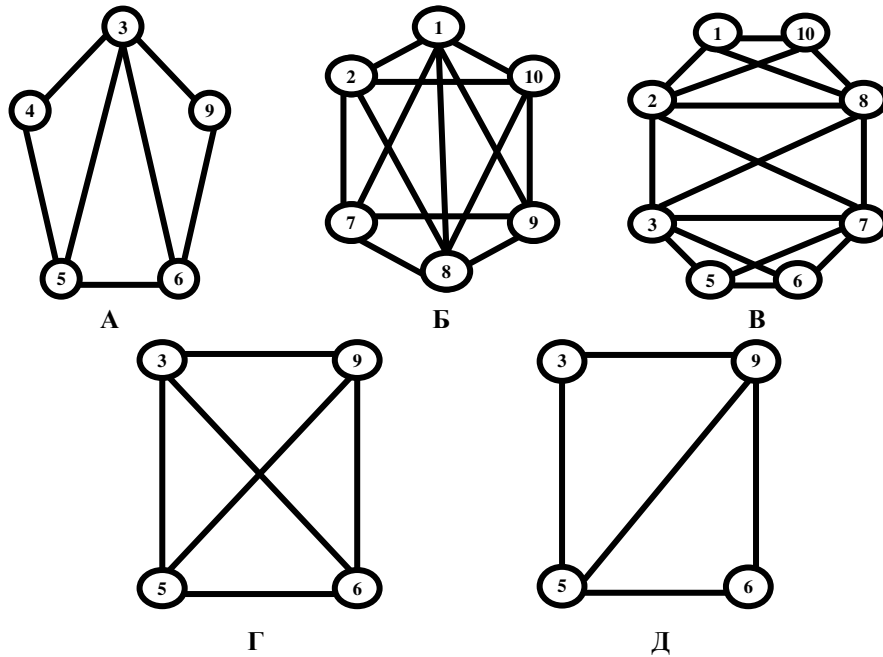


Рис. 1. Кореляційні плеяди зв'язків мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп у ризосфері озимої пшениці, що культивувалась у сівозміні (при $P=0,05$):

А – ґрунт без добрив; Б – гній 30 т/га; В – гній 30 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$; Г – $N_{60}P_{60}K_{60}$; Д – $N_{120}P_{120}K_{120}$; 1 – амоніфікатори; 2 – бактерії, що використовують мінеральний азот; 3 – оліготрофи; 4 – педотрофи; 5 – спороутворювальні бактерії; 6 – актиноміцети; 7 – олігонітрофіли; 8 – азотфіксувальні бактерії; 9 – мікроміцети; 10 – *Azotobacter*.

Використання лише мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ при вирощуванні озимої пшениці у сівозміні призводить до зменшення кількості позитивних кореляційних зв'язків між різними еколого-трофічними групами мікроорганізмів у ризосфері, було зафіксовано 10 кореляційних зв'язків.

Спостерігалось значне спрощення будови кореляційної плеяди до структури типу “чотирикутника” (рис. 1, Г). Окрім того що відбулося порушення стійкості мікробного ценозу ризосфери озимої пшениці, про що свідчить спрощення структури кореляційної плеяди, внесення мінеральних добрив призвело до розриву кореляційних зв'язків між різними еколого-трофічними групами мікроорганізмів з азотфіксувальною мікробіотою. Така плеяда менш міцна, оскільки кожний її компонент тримається лише трьома зв'язками. Слід відмітити, що плеяду утворюють представники двох блоків – зимогенного та мікробіоти розсіювання.

У варіанті з внесенням подвійних доз мінеральних добрив кількість кореляційних зв'язків була мінімальною порівняно з іншими варіантами дослідження у сівозміні, було зафіксовано лише 9 зв'язків.

Кореляційна плеяда у варіанті з внесенням $N_{120}P_{120}K_{120}$ має вигляд чотирикутника (рис. 1, Д), але тільки спороутворювальні бактерії та мікроміцети мають по три зв'язки. Оліготрофи та актиноміцети мають по два кореляційні зв'язки, що свідчить про меншу міцність такої плеяди, оскільки розрив хоча б одного зв'язка, який утворюють оліготрофи або актиноміцети, призведе до руйнування плеяди.

Таким чином, з наведених даних можна зробити висновок, що вирощування озимої пшениці в сівозміні з використанням органічної та органо-мінеральної систем удобрення сприяє підвищенню активності ризосферної мікрофлори, збільшує стійкість та інтегрованість мікробних угруповань з міцною структурою трофічних зв'язків. Застосування подвійних доз мінеральних добрив порушує інтегрованість мікробного угруповання, що, відповідно, зменшує його стійкість.

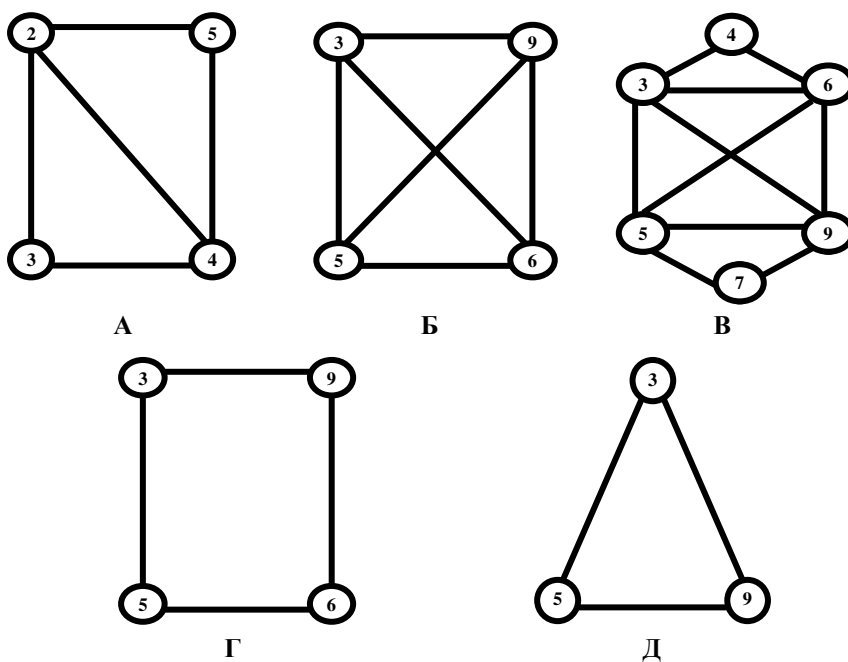


Рис. 2. Кореляційні плеяди зв'язків мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп у ризосфері озимої пшениці, при беззмінному культивуванні (при $P=0,05$): Примітка: умовні позначення, як на рис. 1.

Беззмінне вирощування озимої пшениці без використання добрив у порівнянні з сівозміною характеризувалось меншою кількістю кореляційних зв'язків та спрощенням вигляду кореляційної плеяди (рис. 2, А).

Між різними еколого-трофічними групами мікроорганізмів ризосфери у варіанті без добрив зафіксовано 10 прямих кореляційних зв'язків. Чотирикутну

кореляційну плеяду утворювали представники мінералізаційного, автохтонного, зимогенного блоків та мікрофлори розсіювання (рис. 2, А). Слід відмітити, що оліготрофи та спороутворювальні бактерії мали лише по два кореляційні зв'язки, бактерії, що використовують мінеральний азот та педотрофи – по три зв'язки.

Застосування органічного добрива – гною 30 т/га не призвело до збільшення кількості прямих кореляційних зв'язків порівняно з контролем.

Кореляційна плеяда за своєю структурою має форму чотирикутника, але кожна її складова характеризується потрійними кореляційними зв'язками (рис. 2, Б), що вказує на більшу міцність цієї плеяди порівняно з варіантом без внесення добрив. Плеяду утворюють оліготрофи, спороутворювальні бактерії, актиноміцети та мікроміцети. Порівнюючи з рисунком 2, А, очевидно, що до складу плеяди не входять педотрофи та бактерії, які асимілюють мінеральний азот. Це свідчить про зменшення напруженості мінералізаційних процесів у цьому варіанті досліду.

Застосування органічного добрива – гною 60 т/га при беззмінному вирощуванні озимої пшениці сприяє збільшенню кількості позитивних кореляційних зв'язків між різними еколого-трофічними групами мікроорганізмів у ризосфері. Саме на цьому варіанті удобрення кореляційна плеяда має найскладнішу структуру типу “шестикутника” (рис. 2, В), який утворюють мікроорганізми, які належать до зимогенного, автохтонного блоків та мікрофлори розсіювання. Оліготрофи, спороутворювальні бактерії, мікроміцети та актиноміцети в даній плеяді мають найбільшу кількість реалізованих зв'язків – по 4, натомість, педотрофи та олігонітрофіли – лише по два кореляційних зв'язків.

Внесення мінеральних добрив комплексу $N_{60}P_{60}K_{60}$ призвело до зменшення кількості кореляційних зв'язків до семи та спрощення вигляду кореляційної плеяди (рис. 2, Г). Плеяда в цьому варіанті має вигляд чотирикутника, який утворений такими еколого-трофічними групами ризосферних мікроорганізмів: оліготрофами, спороутворювальними бактеріями, актиноміцетами та мікроміцетами. Кожна з цих складових характеризується подвійними кореляційними зв'язками.

Варіант беззмінного вирощування озимої пшениці з використанням подвійних доз мінеральних добрив ($N_{120}P_{120}K_{120}$) характеризувався найменшою кількістю кореляційних зв'язків між мікроорганізмами різних еколого-трофічних груп у порівнянні з усіма іншими досліджуваними варіантами. Спостерігався розрив кореляційних зв'язків та спрощення плеяди до структури типу “трикутника”, який складала оліготрофи, спороутворювальні бактерії та мікроміцети. Така плеяда менш міцна, оскільки кожен її компонент тримається лише двома зв'язками і розрив хоча б одного з них може призвести до розпаду всієї структури.

Таким чином, при беззмінному вирощуванні озимої пшениці найсприятливіші умови для розвитку різних еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів створюються при використанні органічних добрив. Це підтверджується найбільшою кількістю кореляційних зв'язків та складнішою структурою кореляційних плеяд, що свідчить про певну стійкість та інтегрованість мікробного угруповання в ризосфері озимої пшениці. Внесення подвійних доз мінеральних добрив негативно впливає на міцність та структуру трофічних зв'язків різних груп мікроорганізмів, що підтверджується меншою кількістю позитивних кореляційних зв'язків та спрощеною структурою кореляційної плеяди.

Висновки

Порівняльний аналіз двох агроєкосистем вирощування озимої пшениці методом кореляційних плеяд, в залежності від варіанта удобрення, вказує на чітку закономірність – вирощування озимої пшениці у сівозміні з використанням органічних і комплексу органо-мінеральних добрив сприяє активізації стійкості та інтегрованості мікробного угруповання ризосфери озимої пшениці, що свідчить про створення сприятливих умов для функціонування мікробіоти ґрунту. Це, безумовно, позитивно впливає на процеси гумусоутворення. Безмінне вирощування озимої пшениці значно порушує стійкість мікробного ценозу ризосфери порівняно із сівозміною. Навіть внесення органічних добрив у дозі 30 т/га не призводить до збільшення кількості прямих кореляційних зв'язків і, відповідно, не покращує інтегрованість мікробного угруповання порівняно із будь-яким варіантом сівозміни.

Найстійкіша структура мікробного ценозу в монокультурі спостерігається при внесенні гною 60 т/га. Застосування подвійних доз мінеральних добрив як у сівозміні, так і при безмінному культивуванні озимої пшениці порушує стійкість ризосферного мікробіоценозу. Це свідчить про створення несприятливих екологічних умов для функціонування мікробіоти ґрунту, а враховуючи те, що прямі кореляційні зв'язки були реалізовані в основному між оліготрофною та педотрофною мікрофлорою, це вказує на активізацію деградаційних процесів у ґрунті, зокрема розклад гумусових речовин.

1. Андреев К.И. Структура микробного ценоза почв с различной антропогенной нагрузкой // Тр. Ин-та микробиологии и вирусологии АН КазССР. – 1980. – № 26. – С. 79-90.
2. Андреев К.И. Методологические аспекты изучения микробных сообществ почвы // Микробные сообщества и их функционирование в почве. – К.: Наук. думка, 1981. – С. 13-23.
3. Андреев К.И., Валагурова Е.В. Основы экологии почвенных микроорганизмов. – К.: Наук. думка, 1992. – 224 с.
4. Андреев К.И., Іутинська Г.О., Антипчук А.Ф., Валагурова В.О., Козерицька В.С., Пономаренко С.П. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. – К.: Обереги, 2001. – 240 с.
5. Звягинцев Д.Г., Добровольская Т.Г., Бабьева И.П., Чернов И.Ю. Развитие представлений о структуре микробных сообществ почв // Почвоведение. – 1999. – № 1. – С. 134-144.
6. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Звягинцева Д.Г. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 30 с.
7. Надточій П.П., Вольвач Ф.В., Гермашенко В.Г. Екологія ґрунту та його забруднення. – К.: Аграрна наука, 1997. – 285 с.
8. Паринкина О.М., Клюева Н.В. Микробиологические аспекты уменьшения естественного плодородия почв при их сельскохозяйственном использовании // Почвоведение. – 1995. – № 5. – С. 573-581.
9. Селибер Г.Л. Большой практикум по микробиологии. – М.: Высш. школа, 1962. – 491 с.
10. Badreiner M.R., Talak V.B. Structure and organization of soil microorganisms in different ecological systems // Biofutur. – 1998. – № 180. – P. 19-22.
11. Kennedy A.C., Gewin V.L. Soil microbial diversity: Present and future considerations // Soil Sci. – 1997. – 162, № 9. – P. 607-617.
12. Kennedy A.C., Papendick R.I. Microbial characteristics of soil quality // J. Soil and Water Conserv. – 1995. – № 3. – P. 243-248.

13. Reifsnyder W.E., Lull H.W., Radial Energy in Relation to Forests // Tech. Bull. U.S. Dept. Agr. Forest Service. – Washington, 1965. – № 1344. – 76 p.

Ужгородський національний університет,
e-mail: ecosymochko@mail.ru