

УДК 579.22:631.44

Б.В. Борисюк

к. с.-г. н.

О.В. Швайка

аспірант

Житомирський національний агроекологічний університет

Л.І. Ворона

к. с.-г. н.

Інститут сільського господарства Полісся УААН

ЕКОЛОГО-ФУНКЦІОНАЛЬНА РОЛЬ АКТИНОМІЦЕТІВ У ПРОЦЕСІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ

Наведено результати дослідження особливостей функціональної діяльності актиноміцетів у дерново-підзолистому ґрунті. Показана їх роль у процесі трансформації органічної речовини ґрунту в агроценозі пшениці озимої за різних рівнів антропогенного впливу.

Постановка проблеми

Актиноміцети – одна з широко розповсюджених груп мікроорганізмів, що відіграють значну роль в колообігу органічної речовини. Актиноміцетами представлено близько 30 % ґрунтової мікрофлори [3]. Ці міцеллярні прокаріоти володіють високою біохімічною активністю і беруть участь у синтезі та розкладі гумусових сполук [7]. В агроценозах активність актиноміцетів гіпертрофується, чому сприяє внесення високих доз мінеральних добрив [6]. Тут актиноміцетам належить роль індикатора оліготрофності ґрунту на легкозасвоєвані органічні сполуки [3]. За умов інтенсивної мінералізації новоутворені гумусові речовини повторно залучаються в колообіг і не накопичуються [8]. Тому в аграрних екосистемах високу чисельність актиноміцетів часто пов'язують зі зниженням потенційної родючості ґрунту [4].

З метою з'ясування особливостей трансформації органічної речовини дерново-підзолистого ґрунту нами було досліджено поведінку актиноміцетів в агроценозі пшениці озимої за різних рівнів антропогенного впливу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Дослідження життєдіяльності актиноміцетів у ґрунті, їх морфологічні та екологічні особливості відображені у багатьох наукових працях [1,3–8]. Проте активність цієї групи мікроорганізмів переважно розглядається в природних умовах [1,3,5] і лише декількома дослідниками привернуто

увагу до діяльності актиноміцетів у трансформованих антропогенною діяльністю ценозах, як організмів, що в процесі кометаболізму здатні розкласти гумус [6–8].

У трофічному ланцюгу деструкторів виділяють дві групи організмів, які обумовлюють послідовність розкладу вуглецю: мікроорганізми, що розкладають сполуки, що легко гідролізуються і організми, що розкладають стійкі полімери [5]. Актиноміцети є специфічною групою мікроорганізмів у системі продукт-субстратних взаємовідносин, які домінують на пізніх стадіях мінералізації органічної речовини. Вони гідролізують складні органічні сполуки до кінцевих (CO_2 , H_2O) або проміжних (амінокислот, пептонів) продуктів [1]. Органічні рештки, що надходять в ґрунт, підлягають різноманітним мікробіологічним перетворенням, в результаті яких переважна більшість (70–80 %) органіки мінералізується, решта – в процесі гуміфікації включається в склад специфічних гумусових речовин [9]. Інтенсивність та направленість процесів розкладу органічної речовини визначається активністю деструкторів біополімерів [1]. Вважається, що вторинні метаболіти актиноміцетів, зокрема меланоїдні пігменти, беруть участь в утворенні гумусу [7].

В якості джерела вуглецю актиноміцети використовують як легкозасвоювані сполуки – цукри, спирти, органічні кислоти, так і такі, що важко гідролізуються – полісахариди, жири, білки, хітин, але внаслідок повільного росту вони не здатні конкурувати з неміцелярними бактеріями за легкодоступні речовини. Після виснаження джерел живлення діяльність цієї групи мікроорганізмів затухає і мікроби до притоку нового енергетичного матеріалу переходять у стан анабіозу. Період активного росту гідролітиків зазвичай нетривалий, що пов'язано з накопиченням в ґрунті мономерів, які гальмують їх розвиток за типом катаболітної репресії [1]. Виділені ними ферменти продовжують брати участь у гідролізі полімерів. Невелика кількість актиноміцетів у ґрунті опосередковано свідчить про накопичення органічної речовини [4].

Об'єкти та методика досліджень

Дослідження проводили у 2006–2008 рр. в довготривалому стаціонарному досліді відділу рослинництва Інституту сільського господарства Полісся УААН.

Варіанти досліді включали чотири строки сівби пшениці озимої сорту Подолянка: I строк – 10 вересня, II строк – 20 вересня, III строк – 30 вересня, IV строк – 10 жовтня та три фони удобрення: $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$, $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$, $\text{N}_{120}\text{P}_{120}\text{K}_{120}$. Фосфорно-калійні добрива в дозах $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ – $\text{P}_{120}\text{K}_{120}$ вносили восени під передпосівну культивуацію. Азотні – за схемою: 30 кг/га під культивуацію восени + 30 кг/га у фазу весняного кущення (I фон) + 30 кг/га у фазу виходу в трубку (II фон) + 30 кг/га у фазу колосіння (III фон).

Попередник – люпин. Технологія вирощування пшениці озимої

загальноприйнята для зони Полісся. Ґрунт дослідної ділянки дерново-середньопідзолистий супіщаний, в орному шарі якого міститься: гумусу – 1,2 %, рухомого фосфору – 11,2, обмінного калію – 10,1 мг/100 г ґрунту, рН_{сол} – 5,0. Зразки ґрунту відбирали з шару 0–20 см у наступні фази росту та розвитку пшениці озимої: осіннього та весняного кушення, виходу в трубку, молочно-воскової стиглості.

У відібраних зразках визначали: органічну речовину за ДСТУ 4289:2004, вміст лужногідролізованого азоту – за Корнфілдом. Актиноміцети ураховували на крохмаль-аміачному агарі (КАА).

Математичну обробку результатів проводили за допомогою програм Microsoft Office Excel 2003 та SSPS v10.07.

Завдання досліджень полягало в з'ясуванні особливостей активності актиноміцетів в агроценозі пшениці озимої за різних рівнів удобрення та встановленні їх ролі у процесі трансформації органічної речовини дерново-підзолистого супіщаного ґрунту.

Результати та їх обговорення

За результатами проведених досліджень встановлено, що на дерново-підзолистих ґрунтах актиноміцетам належить роль біологічного індикатора глибини процесу трансформації органічної речовини.

Сезонна динаміка чисельності актиноміцетів в ризосфері пшениці озимої, яка впродовж вегетаційного періоду змінювалась на порядок (в межах 101 – 1587 тис. КУО/г ґрунту) залежала від варіантів досліду та фази розвитку рослин, і завжди була пов'язана з рівнем забезпеченості енергетичним субстратом. В наших дослідженнях кількість актиноміцетів зростала на початку (фаза осіннього кушення) та в середині вегетації (фаза виходу в трубку) (рис. 1).

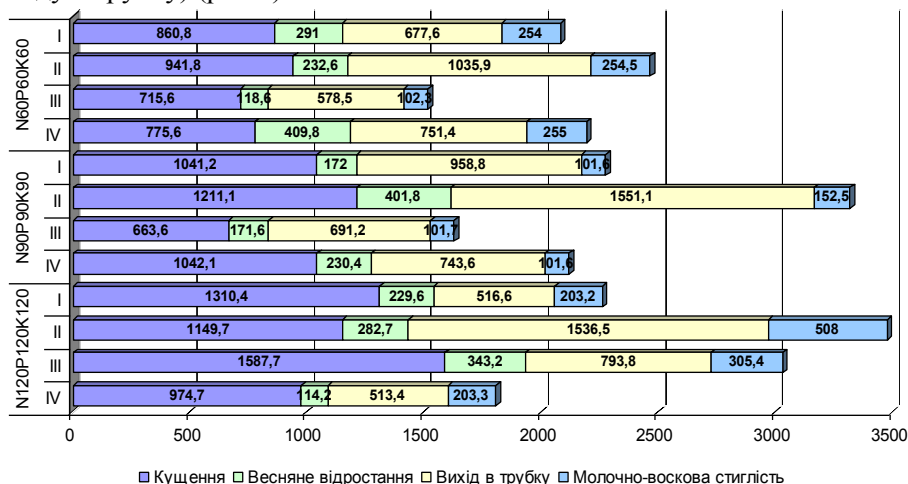


Рис. 1. Сезонна динаміка актиноміцетів в ризосфері пшениці озимої залежно від строків сівби та удобрення, тис. КУО в 1 г ґрунту

Ми вважаємо, що осінній пік розвитку актиноміцетів (663,6–1587,7 тис. КУО/г ґрунту) був зумовлений участю цієї групи мікроорганізмів у трансформації поживних залишків попередньої культури – люпину. Каталізатором глибоких мікробіологічних перетворень решток виступили високі дози фосфорно-калійних добрив, внесені під передпосівну культивування. При чому, як свідчать дані Ж. Войнової-Райкової та ін. (1986), основна роль у інтенсивному залученні залишків у біологічний колообіг належить саме фосфорним добривам, а їх високі дози активізують процеси мінералізації та виділення з ґрунту CO_2 [3]. Наші розрахунки показують, що кількість актиноміцетів на фоні $\text{N}_{30}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ та $\text{N}_{30}\text{P}_{120}\text{K}_{120}$ у середньому на 54 % перевищувала їх чисельність на фоні $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$. Також встановлений тісний прямий зв'язок ($r=0,94$, при $p<0,0001$) між розвитком актиноміцетів та коефіцієнтом мінералізації (рис.2). За таких умов вміст органічної речовини за внесення $\text{N}_{30}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ та $\text{N}_{30}\text{P}_{120}\text{K}_{120}$ становив 1,1–1,2 % проти 1,4–1,9 % за рекомендованої норми добрив (рис.3). Це свідчить про те, що в ґрунті у варіантах підвищених доз добрив процеси мінералізації протікають надто інтенсивно. Низька екологічна ефективність цих процесів обумовлюється стрімкою біогенною деструкцією органіки в осінній, найбільш вологий період, що призводить до непродуктивних втрат мінеральних форм азоту за рахунок їх міграції з водними потоками.

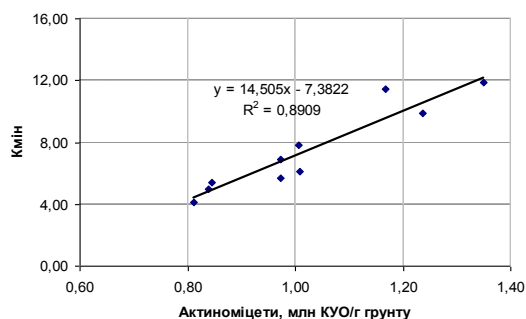


Рис. 2. Залежність коефіцієнту мінералізації від розвитку актиноміцетів у фазу осіннього кушення (достовірно при $p<0,0001$)

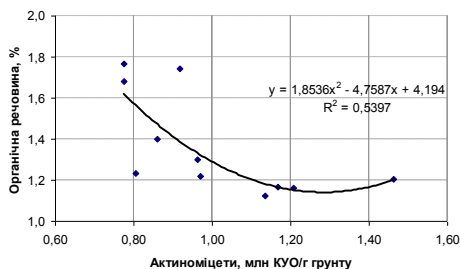


Рис. 3. Залежність вмісту органічної речовини від розвитку актиноміцетів у фазу осіннього кушення (достовірно при $p<0,05$)

Наступний пік розвитку актиноміцетів в межах 513,4–1536,5 тис. КУО/г ґрунту спостерігався у фазу виходу в трубку. В період інтенсивного росту рослин конкуренція між ними та бактеріями за джерела живлення стимулювала розвиток гетеротрофів. Особливо різко в цей період їх чисельність зростала у варіантах II строку сівби, що, на нашу думку, зумовлено підвищенням фізіологічної активності цих рослин, підкисленням ($\text{pH}_{\text{сол}}=5,5$) ґрунту і зменшенням мобільності лужногідролізованого азоту. Опосередкований вплив кислотності на кількість актиноміцетів підтверджується нашими розрахунками ($\eta=0,82$ при $p<0,01$).

У фазі весняного відростання та молочно-воскової стиглості спостерігали найнижчу за увесь вегетаційний період чисельність актиноміцетів у межах 101,5–508,0 тис. КУО/г ґрунту. Весною життєдіяльність сапротрофної мікрофлори лімітувалася температурним фактором. Щодо періоду досягання пшениці, то, затухання діяльності деструкторів обумовлювалося їх низькою конкурентною здатністю до легкозасвоюваних органічних сполук. Максимальна насиченість ґрунту рослинним опадом та кореневими рештками злакових і сповільнені темпи мікробної сукцесії зменшували роль актиноміцетів у процесах трансформації органіки в цей період.

Участь мікроорганізмів в гумусоутворенні оцінюється не за їх чисельністю, а за кількістю ґрунтової біомаси та швидкістю її мінералізації [3]. У зв'язку з цим негативним моментом інтенсифікації процесів розкладу є те, що втрати від деструкції не компенсуються новоутвореними органічними сполуками. Враховуючи, що 95–99 % загального азоту зосереджено у формі органічних сполук, то за його динамічними змінами можна наближено охарактеризувати хід процесів мінералізації. На думку В.М. Переверзева, (1987) динаміка вмісту в ґрунті загального азоту підпорядковується тим самим залежностям, що й гумусу [11]. Іншими словами – вміст загального азоту в ґрунті – показник кількості субстрату, що може піддаватися розкладу [2].

У наших дослідженнях вміст загального азоту в ґрунті коливалися в межах: на фоні $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ – 0,074–0,090 %, $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ – 0,066–0,076 %, $\text{N}_{120}\text{P}_{120}\text{K}_{120}$ – 0,058–0,069 % (рис.4). Найбільша його кількість спостерігалася на варіантах за внесення $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$, найменша – $\text{N}_{120}\text{P}_{120}\text{K}_{120}$. В першому випадку максимум накопичення загального азоту приходився на періоди виходу в трубку та молочно-воскової стиглості, в другому – весняного відростання. Нами не встановлено суттєвого впливу строків сівби пшениці озимої на вміст загального азоту в ґрунті.

Впродовж вегетаційного періоду кількість загального азоту за рекомендованої для зони Полісся добрив ($\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$) зросла у 1,2 раза, в той час як за внесення більш високих доз, навпаки, знизилася у 1,1 раза ($\text{N}_{120}\text{P}_{120}\text{K}_{120}$) або залишалася на рівні вмісту у фазу кущення ($\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$).

Нашими дослідженнями встановлено, що між чисельністю актиноміцетів та вмістом загального азоту в ґрунті існувала обернена залежність ($r=-0,67$, при $p<0,001$) (рис.5).

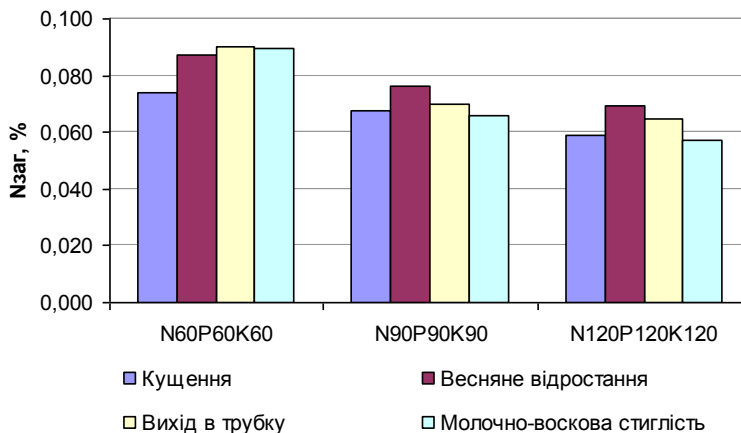


Рис. 4. Динаміка вмісту загального азоту впродовж вегетації пшениці озимі

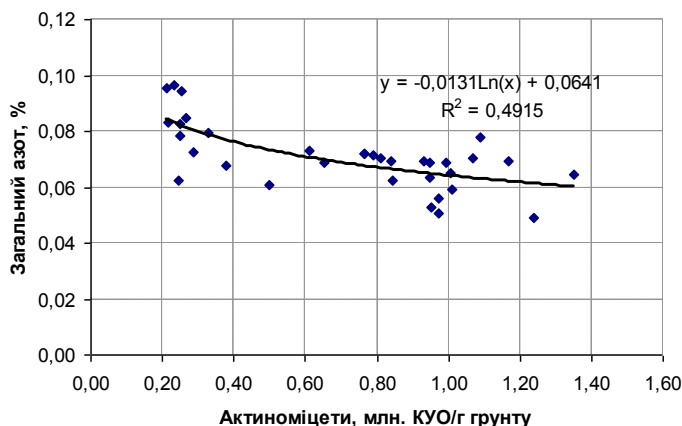


Рис. 5. Залежність вмісту загального азоту в ґрунті від чисельності актиноміцетів

Таким чином, за збільшення чисельності актиноміцетів, що є характерним для варіантів з підвищеними дозами добрив, кількість органічного субстрату в ґрунті зменшується. Дослідження показують, що перевага розкладу органічних решток над їх синтезом зумовлюється гіпертрофією активності цих мікроорганізмів. За дефіциту джерел енергії для метаболізму, мікроби в процесі сумісного окислення (кометаболізму) розкладають новоутворені впродовж вегетаційного періоду пшениці озимі гумусові сполуки, які, в результаті, не накопичуються.

Висновки

1. У посівах пшениці озимої на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті кількість актиноміцетів в межах 513,4–1587,7 тис. КУО/г ґрунту є індикатором глибокого розкладу органічної речовини та оліготрофності ґрунту на легкодоступні органічні сполуки.

2. Висока активність актиноміцетів, викликана внесенням підвищених доз добрив, зменшує вміст загального азоту в ґрунті у 1,3–1,5 рази порівняно з дозою $N_{60}P_{60}K_{60}$, чому сприяє процес кометаболізму, і є свідченням пригнічення процесу гумусоутворення.

Перспективи подальших досліджень

Подальші дослідження слід зосередити на встановленні взаємозв'язків між активністю актиноміцетів та рівнем продуктивності пшениці озимої в умовах Полісся.

Література

1. *Бабьева И. П.* Биология почв / *И. П. Бабьева, Г. М. Зенова* – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 336 с.
2. *Блэк К. А.* Растение и почва / *Блэк К. А.* ; пер. с англ. *И. Э. Шконде.* – М. : Колос, 1973. – 503 с.
3. *Войнова-Райкова Ж.* Микроорганизмы и плодородие / *Войнова-Райкова Ж., Ранков В., Ампова Г.* ; пер. с болг. *З.К. Благовещенской* – М. : Агропромиздат, 1986. – 120 с.
4. Жизнь растений : в 6 т. / [ред. *Н. А. Красильников, А. А. Уранов*] – М. : Просвещение, 1974. Т. 1. Введение. Бактерии и актиномицеты. – 1974. – 483 с.
5. *Заварзин Г.А.* Развитие микробных сообществ в истории Земли / *Г. А. Заварзин* // Проблемы доантропогенной эволюции биосферы. М. : Наука, 1993. – С. 212–222.
6. *Звягинцев Д. Г.* Биология почв / *Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова.* – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
7. *Зенова Г. М.* Почвенные актиномицеты / *Г. М. Зенова* – М. : Изд-во МГУ, 1992. – 76 с.
8. *Іутинська Г. О.* Ґрунтова мікробіологія : навч. посіб. / *Г. О. Іутинська.* – К. : Арістей, 2006. – 284 с.
9. *Канівець В. І.* Життя ґрунту / *В. І. Канівець* – К. : Урожай, 1990. – 160 с.
10. *Мишустин Е. Н.* Микроорганизмы и плодородие почвы / *Е. Н. Мишустин* – М. : Изд-во АН СССР, 1956. – 247 с.
11. *Переверзев В. Н.* Биохимия гумуса и азота почв Кольского полуострова / *В. Н. Переверзев.* – Л. : Наука, 1987. – 303 с.