

УДК 631.4:574.4

М. В. Патика, Т. І. Патика, кандидати сільськогосподарських наук
Інститут сільськогосподарської мікробіології УААН

Ю. А. Нікитюк, Л. В. Потапенко

Чернігівський інститут агропромислового виробництва УААН

ОСОБЛИВОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ ФУНГІСТАТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ҐРУНТІВ В АГРОЕКОСИСТЕМАХ ЗА ДОПОМОГОЮ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ

Наведені науково-методичні та методологічні аспекти досліджень щодо особливостей фунгістатичного регулювання стану ґрунтів в агро-екосистемах. Обґрунтовано застосування екологічно безпечних агротехнічних заходів для зменшення розповсюдженості кореневих гнилей зернових культур.

Ключові слова: *фунгістатичне регулювання, ґрунт, агроекосистеми, агро меліоративні заходи, бактерії, гриби, мінеральні добрива, органічні добрива.*

Інтенсифікація агропромислового виробництва призвела до складної фітосанітарної ситуації на посівах зернових культур. Неабиякою загрозою стало поширення сажкових хвороб зернових культур, кореневих гнилей,

фузаріозу колоса, сітчастої, темно-бурої, в окремих районах облямівкової плямистості. Як наслідок – потенційні втрати врожаю від шкідливих організмів в середньому становлять 10-15%, а при наявності комплексу хвороб, епіфітотії яких можуть накладатися одна на одну, вони можуть сягати 40-60% [1, 2]. Отже захист посівів сільськогосподарських культур від шкідливих організмів потребує докорінного поліпшення.

Фітопатогенні гриби тривалий час знаходяться у ґрунті в стані функціонального чи тимчасового спокою та стійкому вигляді до зовнішнього впливу. Їх ріст та наступне проникнення у підземні органи рослин багато в чому залежить від фунгістатичного потенціалу ґрунтів в агроєкосистемах, зокрема здатності ґрунтів затримувати ріст та розвиток інфекції.

У ґрунтах без рослин при дефіциті поживних речовин ріст фітопатогенних грибів, що знаходяться у латентному (неактивному) вигляді може відбуватись за рахунок поживних речовин конідій. Поживні речовини на поверхні конідій використовуються ґрунтовою бактеріальною флорою для свого живлення, таким чином конкуруючи з грибом за життєвий простір. Саме це сприяє підтриманню ґрунтового фунгістазису.

Численними дослідженнями цей факт було доведено за допомогою методу тонкошарової хроматографії. Були виявлені виділення із конідій грибу, зокрема ряду амінокислот та їх швидке використання ґрунтовими бактеріями. Отримані мікрофотографії (збільшення у 900 разів) підтвердили інтенсивне заселення поверхні грибних конідій та гіф бактеріями. При цьому виявлено лізис грибних гіф, відмирання конідій, що проростають, яке відбувається під впливом антагоністичної мікрофлори та завдяки зменшенню в них вмісту поживних речовин. Тому сьогодні, першочергове значення у контролі ґрунтових фітопатогенних грибів приділяється мікроорганізмам-антагоністам, зокрема тим, що продукують антибіотичні речовини.

У зв'язку з цим надзвичайно важливим завданням має бути регулювання фунгістатичного потенціалу ґрунтів при використанні ряду агротехнічних заходів, зокрема водневого режиму, органічних і мінеральних добрив, сидератів, вмісту сполук заліза, алюмінію, тобто тих, що регулюють окисно-відновлювальні, кислотно-лужні та поживні режими, а тому основною метою цієї статті є практично-аналітичні визначення стосовно регулювання фунгістатичного потенціалу ґрунтів в агроєкосистемах при використанні екологічно безпечних агротехнологій.

Матеріали та методи досліджень. Вивчали фунгістатичний стан ґрунтів в агроєкосистемах за допомогою фізико-хімічних (відносна вологість, умови зволоження, рухомі азот, калій, кальцій) та мікробіологічних

показників (чисельність різних груп мікроорганізмів, конідій патогену, ураженість рослин хворобами) в залежності від умов дронування та зволоження при застосуванні мінеральних туків та органічних добрив у польових, модельних, лізиметричних і вегетаційних дослідах.

Регіон – Чернігівське Полісся, ґрунти – дерново-глеєві супіщані осушені. Агрохімічні показники орного шару наступні: гумусу (за Тюріним) – 1,46 %, рН сольове (рН-метричним методом) – 5,2-6,1, гідролітична кислотність – 1,4-4,4 мг-екв. на 100 г ґрунту, обмінна кислотність 2,8-3,6 мг-екв. на 100 г ґрунту, ємність поглинання 14-26, вміст рухомих форм кальцію 5,4-6,3 мг-екв. на 100 г ґрунту, фосфору (за Кірсановим) – 2,3 та калію обмінного (за Масловою) – 1,8 мг на 100 г ґрунту. В досліді два роки висівали озиму пшеницю. Агротехніка всього масиву була загальноприйнята для цієї зони. Фон удобрення – NPK + гній.

Результати досліджень та їх обговорення. Водневий режим суттєво вплинув на стан окислювально-відновлюваних процесів, формування біологічного пула та продуктивність озимої пшениці. Інтенсивне дронування (осушення) ґрунту на ділянці з малою відстанню між дренажами (L=10 та 15 м) сприяло формуванню інтенсивно-окислювальних умов, і як наслідок – спалах чисельності нітрифікуючих бактерій, ріст конідій грибів на фоні зменшення чисельності бактерій.

Ґрунт при проведенні осушувальних меліорацій на ділянках відрізнявся лише за станом водного режиму (табл. 1).

1. Фізичні та мікробіологічні показники дерново-глейового осушувального ґрунту в залежності від умов дронування

Варіанти	Відносна вологість ґрунту, мв				Чисельність конідій патогену, шт.	Ураженість рослин пшениці, %
	Квітень	Червень	Серпень	Вересень		
Не осушуваний ґрунт (контроль)	210	265	405	365	15	8
Осушуваний ґрунт (керамічний дренаж L=10м)	370	670	690	540	35	38
Осушуваний ґрунт (керамічний дренаж L=30м)	365	590	500	530	18	12

На ділянці з меншим дренаванням (L=30 м), де інтенсивність окислювальних процесів була суттєво нижчою, розвиток бактеріальної мікробіоти (рис. 1) формувався більш сприятливо. В результаті чого, спостерігалась низька ураженість рослин озимої пшениці кореневими гнилями.

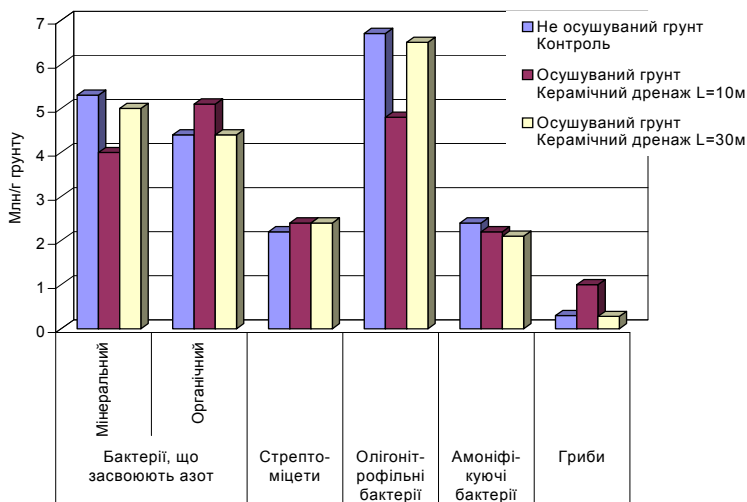


Рис. 1. Чисельність різних груп мікроорганізмів у дерново-глейовому осушеному ґрунті в залежності від умов дренавання

На дренаваних гідроморфних дерново-глейових ґрунтах процесам інтенсифікації розвитку бактеріальної мікробіоти сприяє осушування ґрунтів. Агромеліоративні заходи, що направлені на збереження запасів вологи у ґрунті, зниження інтенсивності окислювальних процесів, разом з тим є факторами пригнічення грибної мікробіоти та підвищення продуктивності вирощуваних сільськогосподарських культур.

Проте, не тільки осушування, але і перезволоження, а також нестійкий контрастний окислювально-відновлювальний режим сприяє розвитку корневих гнилей, про що свідчать дані вегетаційного дослідження (табл. 2).

Із наведених результатів видно, що факторами розвитку конідій гриба і ураженості рослин кореневими гнилями виступають сполуки заліза, алюмінію та нестійкий окислювально-відновлювальний режим. Негативний вплив цих елементів особливо починає складатися за високої їх кількості у ґрунті. За умов стабільності окислювально-відновлювальних

процесів негативний вплив на мікробіологічні процеси (рис. 2) сполук заліза та алюмінію проявляється у меншій мірі.

2. Агроекологічний стан дерново-підзолистого супіщаного ґрунту в залежності від умов зволоження та вмісту сполук заліза та кальцію (вегетаційний дослід)

Варіанти	Умови зволоження (компостування)							
	Вологість ґрунту 0,7-0,8 (60 діб)				Вологість в'янення (60 діб)			
	Відносна вологість ґрунту, мв	P ₂ O ₅	NO ₃	Врожай вівса, г/посудину	Відносна вологість ґрунту, мв	P ₂ O ₅	NO ₃	Врожай вівса, г/посудину
		мг/100 г ґрунту				мг/100 г ґрунту		
Контроль – фон N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	520	0,20	0,50	28	440	0,15	2,8	20
Фон + СаСО ₃ 2%	440	0,12	0,50	32	350	0,18	2,3	19
Фон + СаСО ₃ 20%	500	0,20	0,10	40	150	0	0,1	28
Фон + СаСО ₃ 60%	540	0,05	0,90	16	-50	0	0	6
Фон + 2% Fe ₂ O ₃	450	0,18	1,8	28	450	0,16	2,9	24
Фон + 20% Fe ₂ O ₃	600	0,10	4,8	18	450	0,05	1,0	21
Фон + 60% Fe ₂ O ₃	700	0,01	6,0	12	320	0,06	0	9

Регулювання чисельності грибної мікрофлори та ураженість кореневими гнилями може вирішуватися шляхом проведення комплексу агро меліоративних заходів.

Застосування лише мінеральних туків сприяє розвитку бактеріальної флори та ураженості рослин гнилями (табл. 3, рис. 3). Внесення по фоні органо-мінеральних добрив та фосфогіпсу (у кількості хімічного меліоранту), піску (структурна меліорація) на осушених торф'яниках сприяє зниженню чисельності конідіальних форм гриба та росту продуктивності злакових культур.

В умовах Чернігівського Полісся (табл. 4, рис. 4) чинниками зниження ураженості кореневими гнилями є комплекс агро меліоративного удобрення: внесення фосфогіпсу, мінеральних та органічних добрив і сидерація по фоні гребінно-рядкового обробітку ґрунту. При цьому співвідношення між грибами та бактеріями суттєво змінюється в сторону збільшення чисельності останніх.

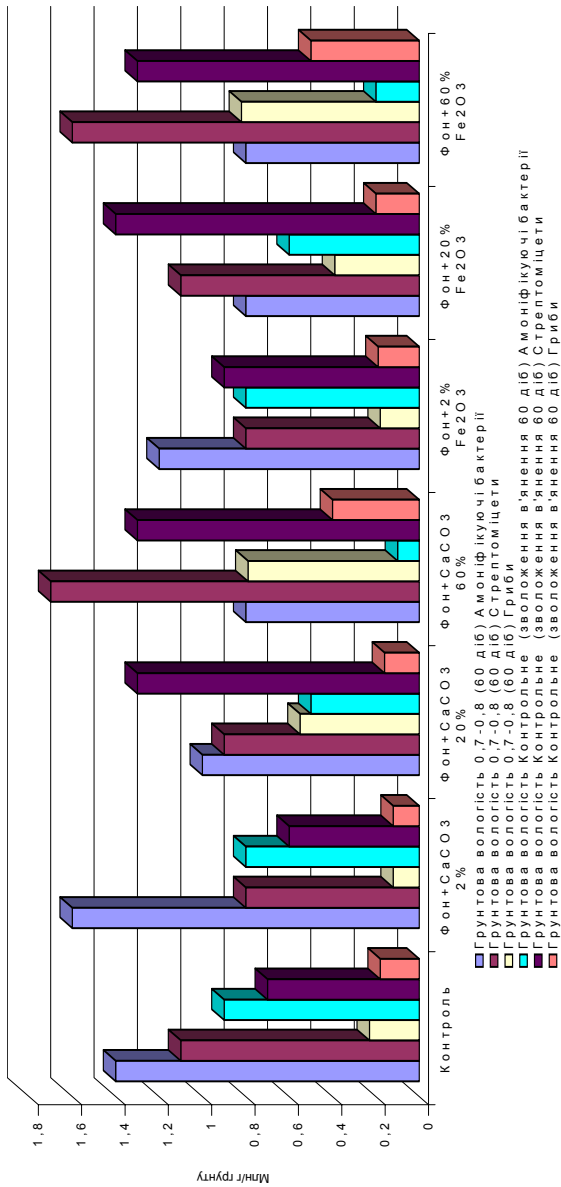


Рис. 2. Чисельність різних груп мікроорганізмів у дерново-підзолистом супіщаному ґрунті в залежності від умов зволоження та вмісту сполук заліза та кальцію (вегетативний дослід)

3. Агроекологічна характеристика торф'янику карбонатно-озалізного

Варіанти	Відносна вологість ґрунту, мв	рН водне	Рухомі			Ураженість рослин вівса, % на м ²	Ураженість зернової маси горохово-вівсяної суміші, ц/га
			Кальцій	Азот, що легко гідролізується			
				мг/100 г ґрунту			
Контроль	555	1120	36	6	39	101	
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	480	1295	50	19	24	130	
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + 50 т/га гною	280	1540	38	9	15	205	
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + 50 т/га гною + 3 т/га фосфогіпсу	300	1435	48	9	12	211	
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + 50 т/га гною + 3 т/га фосфогіпсу + 300 т/га піску	480	1080	35	9	10	235	
P, 1% НІР, ц/га						1,38 8,21	

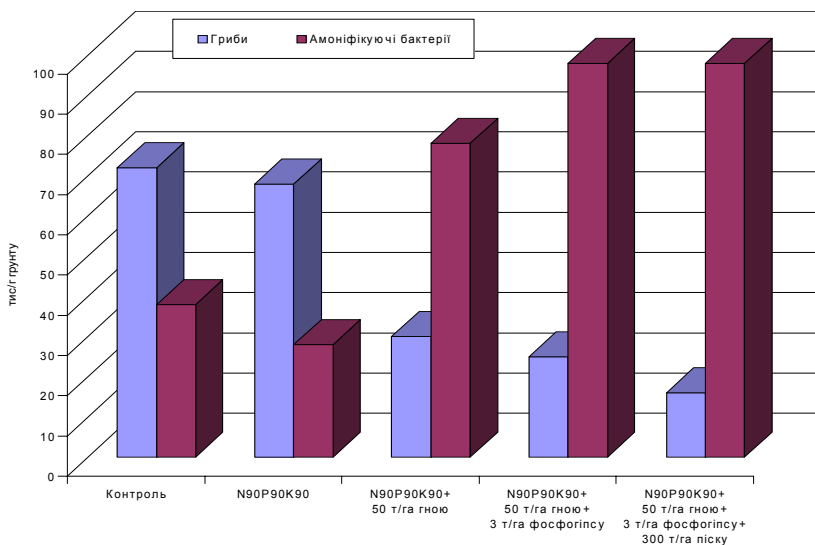


Рис. 3. Чисельність грибів та амоніфікуючих бактерій торф'янику карбонатно-озалізного

Таким чином, застосування різних агроеліоративних заходів в агроєкосистемах, в значній мірі впливає на стан та інтенсивність мікробіологічних процесів у ґрунтах та рівень фунгістатичного потенціалу. Таким чином, окреслюється можливий вплив на фітопатогенний потенціал ґрунтів за допомогою агроеліорації. Наведений експериментальний матеріал свідчить, що сидерація є суттєвим агрозаходом, що легко впроваджується у виробництво та регулює стан ґрунту.

Кількісний аналіз агроєкологічного стану ґрунтів залишається на сьогодні одним із найважливіших завдань сучасного землеробства. Відомо, що стан «стомлення ґрунту», який і є одним із головних показників, що характеризують загальний екологічний стан агрофітоценозів, пояснюється, головним чином, розвитком специфічних мікробних, окислювально-відновлювальних, кислотно-лужних процесів по фоні оптимального чи навіть залишкового вмісту поживних речовин у ґрунті. Тому слід віднести явище «стомлення ґрунту» до біолого-енергетичних процесів, що отримали широке впровадження у сучасних агрофітоценозах. Причина їх, як було показано вище, це перегрупування у мікробних ценозах ґрунтів: зни-

ження бактеріальних форм мікроорганізмів та збільшення грибних; зміна в інтенсивності окислювально-відновлювальних реакцій [3].

4. Врожайність озимої пшениці в залежності від застосування агроеліоративних заходів (дерново-підзолистий ґрунт, шар 0-20 см)

Варіанти	Врожай, ц/га
Контроль (без добрив)	31,0
Фон – N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	38,4
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + гній	40,8
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + гній + фосфогіпс	45,1
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + гній + фосфогіпс + зелене добриво	55,7
P, %	3,0
НІР, ц/га	3,4

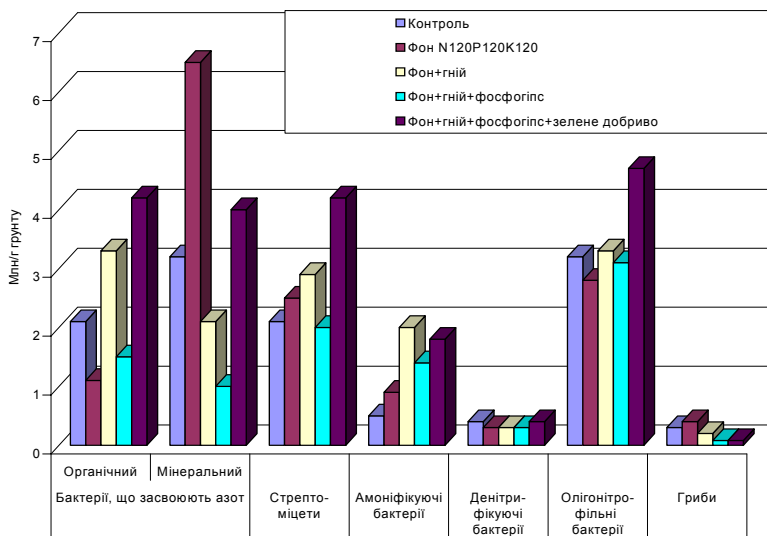


Рис. 4. Чисельність різних груп мікроорганізмів у дерново-підзолистому ґрунті під пшеницею в залежності від застосування агроеліоративних заходів (шар 0-20 см)

На основі цього, пропонується використовувати співвідношення між кількістю амоніфікуючих бактерій та грибів у якості критерію агроекологічного (біоенергетичного) стану ґрунтів культурних фітоценозів. Визначення чисельності амоніфікуючих бактерій і мікроскопічних грибів проводимо за загальноприйнятими мікробіологічними методиками. Група амоніфікуючих бактерій в якості діагностика вибрана не випадково. Як показали наші спостереження, між цією групою мікроорганізмів, вмістом грибної мікрофлори та конідіями існує оборотна кореляційна залежність ($r = -0.7$). В умовах «стомлення ґрунту» вміст грибної мікрофлори та їх конідій максимальний, а амоніфікуючих бактерій, навпаки, мінімальний. На основі отриманих експериментальних даних був впроваджений показник «стомлення ґрунту». Встановлено, що у ґрунтах, де застосовувались сидеральні добрива та проводились певні заходи, які спрямовані на підвищення їх потенційної та ефективної родючості, співвідношення між амоніфікуючими бактеріями та грибами значною мірою вище одиниці, тобто амоніфікуючі бактерії чисельно значно вище. Навпаки, у ґрунтах, де рослини найбільш уражені кореневими гнилями та мають високий вміст грибної мікрофлори, це співвідношення становить нижче одиниці (<1), (табл. 5). Це може слугувати надійним показником виникнення та розвитку процесів «стомлення ґрунту» та загального незадовільного агроекологічного стану ґрунтів.

5. Шкала оцінки агроекологічного та фунгістатичного стану ґрунтів агроєкосистем

Агроекологічний стан ґрунтів	Показник агроекологічного стану ґрунтів		Ураженість кореневими гнилями	Рівень «стомлення» ґрунту
	Торф'яні	Мінеральні		
Оптимальний	>3	>4-6	<10	відсутній
Задовільний	1-3	2-4	15-30	середній
Критичний	<1	<2	>30	високий

У ґрунтах, в яких спостерігаються певні негативні зміни у мікробіологічному стані, хоч і в меншому ступені, ніж у «стомленому ґрунті» різновидах, співвідношення між амоніфікуючими бактеріями та грибами знаходиться на рівні 1-3, для торф'яних ґрунтів та мінеральних – менше 2 (див. табл. 5). Це вже може слугувати сигналом, який вказує на розвиток несприятливих тенденцій та процесів у ґрунтах.

Не дивлячись на доволі суттєву простоту запропонованого методу, дана шкала може бути використана у першому наближенні для мети мо-

ніторингу при встановленні якісних змін у мікробних ценозах та встановленні фунгістатичного, агроекологічного стану ґрунтів.

У польових сівозмінах кореневі та пожнивні рештки культур, що вирощуються, є одним із головних джерел поповнення ґрунту органічною речовиною. При цьому важливо враховувати, що кількість та якість рослинних решток у різних культурах неоднакова. В зв'язку з цим, їх вплив на мікрофлору ґрунту різниться [4, 5]. Так залишки ячменю і пшениці не забезпечують сприятливих умов для розвитку ґрунтових мікроорганізмів, так як вони на 60% складаються із важкогідролізуємих сполук, що містять велику кількість лігніну, целюлози, фенольних сполук. Розглянемо характер та специфіку їх впливу на конкретному досліді.

Мікробіологічні дослідження дерново-підзолистого ґрунту повторних посівів ячменю та пшениці в Чернігівській області підтвердили, що в цих умовах відбуваються значні зміни екологічного стану. В результаті у 1,6-1,8 разу знижується загальна біологічна активність ґрунту, змінюється склад мікробних ценозів в сторону збільшення загальної кількості грибів і накопичення фітопатогенних видів, пригнічується активність бактеріальної флори [6].

Вплив рослинних решток пшениці, як нагромаджувачів ґрунтових інфекцій, чітко підтверджується у модельному досліді. Пшеницю вирощували на слабоокультуреному ґрунті в теплиці при штучному освітленні. Рослини знаходилися в оптимальних умовах вологості, освітлення та мінерального живлення, а також при відсутності фітобіоти (бур'янів). У кінці кожного вегетаційного періоду враховували врожайність. Після збирання врожаю через десять днів озиму пшеницю висівали знову за типом беззмінних посівів.

В умовах модельного досліді спостерігали зниження урожаю рослин при повторному посіві на 24%, при посіві у третій раз поспіль – на 40%, через 4 – на 73%.

В умовах лізиметричного досліді різке зниження продуктивності озимої пшениці при беззмінному посіві спостерігається у варіанті без застосування добрив на п'ятий рік, при зарубці у ґрунт біомаси – на четвертий рік, у варіанті з мінеральними добривами – на сьомий рік. У варіанті із поєднаним застосуванням мінеральних добрив та сидерату протягом всього періоду (вісім років) продуктивність озимої пшениці залишалась високою (табл. 6).

При беззмінних посівах спостерігаються значні зміни в складі мікробного ценозу. Показано, що пригнічується ріст корисної бактеріальної мікробіоти, збільшується чисельність грибів, стрептоміцетів і целюлозо-

руйнуючих бактерій, і, як наслідок таких змін, збільшується ураженість рослин кореневими гнилями. Розповсюдження хвороб досягало 70%. При несприятливому розвитку кореневої системи, ураженої кореневими гнилями, знижується кількість корневих виділень та рослинних решток, які є джерелом органічної речовини для життєдіяльності мікроорганізмів.

6. Вплив сидератів (люпин однорічний) у проміжному посіві на врожайність зерна озимої пшениці при вирощуванні у лізіметричному досліді

Варіанти	Роки беззмінного вирощування пшениці								Середнє
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Без добрив	40,0	38,4	34,7	24,2	18,7	14,7	6,0	3,0	22,5
Заробка у ґрунт (за винятком зерна) біомаси рослин озимої пшениці	48,7	39,5	34,5	20,0	17,1	8,4	2,5	0	22,3
Мінеральні добрива по виносу	52,1	51,8	48,7	42,9	36,8	30,7	16,0	12,4	36,4
Мінеральні добрива по виносу + сидерати	53,0	50,9	50,0	60,3	48,8	54,6	52,0		52,2

НІР_{0,95}

1,5-2,7

Кореневі рештки пшениці і ячменю, як малоцінна органічна речовина, у першу чергу руйнуються грибною мікробіотою, яка більш стійка до токсичних фенольних сполук, що накопичуються при руйнації поживних решток злакових культур. Такі результати отримані в польових умовах у різних ґрунтово-кліматичних зонах. Показано, що ці зміни відбуваються, в основному, від основної культури, що вирощували, тобто від якості рослинних решток, а не від особливостей ґрунту [7].

Підтвердження встановленого положення отримано при дослідженні зразків дерново-середньоопідзоленого слабоокультуреного ґрунту, що містить 1,6% гумусу. Врожайність у шестипільній сівозміні складала 17,7 ц/га, а при насиченні пшеницею – 9,2 ц/га. В цих умовах у ґрунті після пшениці спостерігається значне підвищення активності грибною мікробіоти при одночасному зниженні чисельності бактерій, що використовують мінеральні сполуки азоту, пігментні види, які продукують стимулюючі речовини.

Використання прямого мікроскопічного методу для врахування кількості конідій патогенних грибів у ґрунті дозволило порівнювати їх поведінку в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Порівняння життєдіяльності гриба у ґрунті при заробці в нього рослинних решток люпину у співвідношенні вуглецю до азоту C : N = 18 та соломи ячменю у співвідношенні C : N = 83 свідчить, що в присутності

легкогідролізуємої органічної речовини люпину збільшується активність бактерій, а кількість конідій патогенного гриба знижується з 90 до 5-9 шт/г ґрунту.

Інші результати спостерігаються при застосуванні соломи ячменю. У цьому варіанті на десяту добу чисельність конідій збільшувалась з 90 до 587 шт/г і залишалась після 6-10 діб на високому рівні – до 200 конідій на 1 г ґрунту. В присутності залишків ячменю фаза спороношення у гриба проходить більш інтенсивно. Спостерігається так званий «мікроцикл» розвитку, що характерний для умов нестачі екзогенних поживних речовин для росту міцелію.

Висновки. В умовах Чернігівського Полісся регулювання стану ґрунту, чисельності грибної мікрофлори та ураженості сільськогосподарських рослин кореневими гнилями може вирішуватися шляхом проведення комплексу агроеліоративних заходів: внесенням фосфогіпсу, мінеральних та органічних добрив і сидерації по фоні гребінно-рядкового обробітку ґрунту. При встановленні якісних змін у мікробних ценозах та фунгістатичному стані ґрунтів агроєкосистем, як критерій, рекомендовано використовувати співвідношення чисельності амоніфікуючих бактерій та грибів. Отримані результати є основою для створення біологічних основ оздоровлення ґрунту від корневих гнилей ячменю і пшениці в сівозміні.

Бібліографічний список

1. Писаренко В.М., Писаренко П.В. Захист рослин: екологічно обґрунтовані системи. – Полтава: ІнтерГрафіка, 2002. – 288 с.
2. Федоренко В. П. Інтегрований захист рослин//Захист рослин. – 2000. – № 8. – С. 2-4.
3. Пати́ка М.В., Осінній М.Г., Бердніков О.М., Пати́ка В.П. Порівняльна характеристика мікробних пейзажів чорнозему південного та дерново-підзолистого ґрунтів//Агроєкологічний журнал. – 2003. – № 4. – С. 79-82.
4. Воробьёв С.А. Севообороти інтенсивного земледелія. – М.: Колос, 1979. – 368 с.
5. Возняковская Ю.М., Попова Ж.П. Биологическая активность почвы и уровень эффективного плодородия в условиях интенсификации земледелия//Сельхозбиология, 1989. – № 5. – С. 86-89.
6. Бердников А.М. Научное обоснование применения зелёных удобрений в современной земледелии на дерново-подзолистых почвах Полесья Украины: Автореф. дис... д-ра с.-х. наук. – Минск, 1990. – 38 с.

7. Биологические основы плодородия почвы/Под ред. Берестецкого О.А./ – М.: Колос, 1984. – 286 с.

8. Возняковская Ю.М., Попова Ж.П., Баскакова Г.П. Факторы, обуславливающие фитотоксичность почвы на начальном этапе разложения в ней зеленых удобрений//Бюллетень ВНИИСХМ. – Л., 1989. – № 40. – С. 3-6.

9. Ишкова Т. И., Берестецкая Л.И., Гасич Е.Л., Левитин М.М., Власов Д.Ю. Диагностика основных грибных болезней хлебных злаков. – Санкт-Петербург, 2002. – 76 с.