УДК 579.64:633.174

С.М. Слюсар, О.Л. Оксимець,
кандидати сільськогосподарських наук
ННЦ «ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН»

БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ТЕМНО-СІРОГО ОПІДЗОЛЕНОГО ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОРГО СУДАНСЬКОГО

Сучасне агротехногенне навантаження порушує природні процеси в агрофітоценозах і призводить до зниження рівня родючості і розбалансування мікробіологічних процесів у ґрунті. Одним з основних критеріїв оцінки доцільності застосування будь-якої агротехнології є встановлення закономірностей функціонування мікробного ценозу як одного з індикаторів екологічного стану ґрунту і його родючості. Мікроорганізми ґрунту найбільш чутливі серед представників біоти до обробітку ґрунту, систем удобрення, дії регуляторів росту рослин, пестицидів тощо [1, 3, 9]. Продуктивність рослин знаходиться у тісному зв'язку зі змінами ґрунтово-мікробіологічних умов їх живлення. Від того, як відбувається перегрупування окремих екологічних популяцій мікроорганізмів у певних умовах, залежить ґрунтова родючість і урожайність.

Застосування мінеральних добрив у мінімальних та мікродозах, органічних комплексних добрив з включенням біоти та мікробіологічних препаратів належить до перспективних екобіотехнологій у рослинництві, що можуть забезпечити стійкість і збалансованість агроекосистем.

Умови та методика досліджень. Дослідження проводилися у дослідному господарстві "Чабани" ННЦ "Інститут землеробства НААН" Києво-Святошинського району Київської області. Ґрунт під дослідами темно-сірий опідзолений крупнопилувато-легкосуглинковий на лесовидному суглинку. Глибина гумусового горизонту 35-40 см. Вміст гумусу (за Тюриним) в шарі 0-20 см – 2,4 %; pH 5,2; гідролітична кислотність – 4,2 мг-екв/100 г ґрунту; вміст азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 13,1, рухомого фосфору та обмінного калію (за Чириковим) – відповідно 17,1 та 12,9 мг/100 г ґрунту.

Проводилися дослідження основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів кореневої зони сорго суданського за умов застосу-

© *Слюсар С.М., Оксимець О.Л., 2014*

вання мінеральних, органічних добрив та біологічного препарату згідно схеми. Мінеральні добрива у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ вносили під передпосівну культивацію, позакореневе підживлення проводили у фазі виходу в трубку комплексом мікроелементів у вигляді препарату «Вуксал» (3 л/га). Органо-мінеральне біоактивне добриво (ОМБД) «Екобіом» (1 т/га) вносили в передпосівну культивацію. Органічне гранульоване добриво «Гумігран» (250 кг/га) вносили локально в рядки при сівбі, а «Гумісол» (3 л/га) – позакоренево у фазі виходу в трубку. Передпосівне оброблення насіння сорго суданського проводили мікробіологічним препаратом (МБП) «Клепс» (50 мл/т).

Мікробіологічний аналіз ґрунту проводили згідно загальноприйнятих у ґрунтовій мікробіології методів [2, 4, 5, 6, 7, 8].

Результати досліджень. Аналіз мікробіологічних властивостей ґрунту показав, що застосування різних добрив та препаратів при вирощуванні сорго суданського сприяло формуванню різного рівня біологічної активності ґрунту, що виражалось у зміні розвитку мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп, а отже, і спрямованості процесів трансформації органічних і неорганічних сполук (табл.1). Усі зразки ґрунту характеризувались значною кількістю олігонітрофілів та азотфіксаторів (21,9-42,2 млн/г). Ці мікроорганізми відіграють важливу роль у азотному балансі агроценозів, збагачуючи ґрунт біологічним азотом завдяки засвоєнню молекулярного азоту. Їх кількість була найвищою за внесення органічних добрив «Гумігран» + «Гумісол» або МБП «Клепс». Поясненням цьому може бути збільшення співвідношення C / N в результаті внесення органічних добрив, у результаті чого олігонітрофіли отримають конкурентну перевагу у розвитку. Збільшення чисельності олігонітрофілів у варіанті передпосівного оброблення насіння сорго біологічним препаратом «Клепс» є результатом інтродукції у ризосферу рослин біоагентів цього препарату, зокрема *Bacillus mucilaginosus*, які належать до олігонітрофілів.

Олігонітрофіли та азотфіксувальні мікроорганізми розвиваються переважно за умов нестачі сполук азоту, цим пояснюється достатньо високий рівень їх чисельності у варіанті без добрив і пригнічення їх розвитку на 54,3% за внесення азотних мінеральних добрив у дозі N_{60}.

Встановлено, що у ґрунті варіанта «Гумігран» + «Гумісол» склались найсприятливіші умови для формування збалансованого складу мікробного ценозу і найбільшого розвитку основних еколого-трофічних груп, про що свідчить зростання загальної чисельності

Таблиця 1. Чисельність мікроорганізмів в темно-сірому опідзоленому ґрунті кореневої зони сорго суданського, колонієутворювальна одиниця/г абсолютно сухого ґрунту

Еколого-трофічні групи мікроорганізмів	Добриво, препарат				
	Контроль	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + «Вуксал»	«Гумігран»+ «Гумісол»	ОМБД «Екобіом»	МБП «Клепс»
Мікроміцети, тис.	61,0 ±3,0	59,3 ± 0,3	63,7 ±4,5	47,6 ±2,5	51,0 ± 3,5
Актиноміцети, млн.	5,9 ± 0,4	3,3 ±0,1	8,9 ± 0,2	4,6 ± 0,3	4,1 ±0,1
Педотрофи, млн.	8,07 ±1,2	9,95 ± 0,7	15,2 ± 0,7	10,4 ±0,5	10,3 ±0,1
Мікроорганізми, які утилізують мінеральний азот, млн.	13,5 ±0,6	15,3 ± 0,1	22,7 ± 0,4	15,7 ± 0,1	22,7 ± 1 , 2
Олігонітрофіли та азотфіксатори, млн.	33,8 ± 1,2	21,9 ±0,8	41,7 ±0,6	25,7 ±1 , 0	42,2 ± 1 , 0
Амоніфікувальні, млн.	42,5 ± 4,5	44,5 ± 5,3	52,5 ± 5,6	40,5 ±4,4	64,5 ± 7,2
Денітрифікатори, млн.	6,4 ± 0,2	6,9 ± 0,5	10,5 ± 0,4	3,8 ±0,1	9,0 ± 0,5
Нітрифікувальні, тис.	1,9 ±0,3	2,6 ± 0,3	3,5 ± 0,3	1,7 ±0,2	2,8 ± 0,4
Мікроорганізми, що розчиняють фосфати кальцію, тис.	7,4 ±0,1	7,3 ± 0,3	10,7 ± 0,8	7,3 ± 0,2	7,9 ± 0,2
Фосфатмобілізувальні, млн.	4,0 ±0,3	2,3 ±0,1	3,5 ± 0,3	2,5 ± 0,2	3,4 ±0,1
Автохтонні, млн.	3,9 ± 0,2	4,2 ±0,1	5,4 ± 0,2	4,9 ± 0,3	3,9 ± 0,4
Целюлозоруйнівні бактерії, тис.	5,5 ±0,1	2,0 ± 0,4	1,3 ±0,1	1,6 ±0,1	4,9 ± 0,4
Целюлозоруйнівні гриби, тис.	0,6 ±0,1	0,8 ± 0,2	0,6 ±0,1	0,4 ±0,1	0,3 ±0,1
Целюлозоруйнівні актиноміцети, тис.	0,4 ± 0,2	0,4 ± 0,2	1,1 ± 0,2	0,6 ±0,1	0,5 ± 0,2
Загальна чисельність мікроорганізмів, млн.	118,1	108,4	160,4	108,1	140,1
Сумарна біологічна активність,%	121,1	116,1	163,9	100,0	125,0
Коефіцієнт мінералізації азоту	0,317	0,344	0,432	0,388	0,352
Коефіцієнт оліготрофності	0,795	0,492	0,794	0,634	0,654
Індекс педотрофності	0,190	0,223	0,290	0,257	0,160
Активність процесу мінералізації гумусу,%	48,3	42,2	35,5	47,1	37,9

мікроорганізмів на 35,8% (порівняно із контролем) та сумарної біологічної активності на 35,4%. Виявлено статистично достовірну активізацію життєдіяльності майже всіх досліджених груп мікроорганізмів, особливо олігонітрофілів та азотфіксаторів, фосфатмобілізувальних, нітрифікувальних, амоніфікувальних мікроорганізмів та іммобілізаторів мінерального азоту. Цей варіант відрізняється найактивнішим розвитком актиноміцетів (8,9 млн./г АСГ), переважаючи показник контрольного варіанту на 50,8%. Серед целюлозоруйнівних мікроорганізмів також домінували актиноміцети. Висо-

кий рівень розвитку актиноміцетів та бактерій, що засвоюють мінеральні форми азоту, вказує на значне посилення мінералізації органічної речовини ґрунту в цьому варіанті. Це підтверджується величиною індексу педотрофності, який відображає інтенсивність освоєння мікрофлорою органічної речовини ґрунту. У варіанті «Гумігран» + «Гумісол» він перевищує показник контрольного варіанта на 52,6%.

В інших дослідних варіантах спостерігали пригнічення росту мікро- та актиноміцетів за одночасного стимулювання групи мікроорганізмів, які іммобілізують мінеральний азот. За внесення органічних добрив розвиток мікроскопічних грибів, у тому числі целюлозоруйнівних, у ризосфері сорго суданського залишався на рівні контролю. Гриби є головним чинником біологічного розкладання органічних речовин, у результаті чого відбувається утворення різних сполук, що залучаються до обміну поживних речовин. Однак слід зауважити, що серед мікроміцетів є ряд фітопатогенних видів, здатних викликати захворювання рослин. Окрім того, зростання кількості мікроскопічних грибів може свідчити про підкислення ґрунтового розчину у цьому варіанті. Тому важливим є зниження чисельності мікроскопічних грибів у варіантах досліду, де використовували мікробіологічні препарати: у варіанті із застосуванням ОМБД «Екобіом» – на 28,2%, МБП «Клепс» – на 19,6%.

Варіант за оброблення насіння сорго суданського МБП «Клепс» відзначався найбільшою кількістю амоніфікувальних бактерій, що на 51,8% перевищувало відповідний показник контрольного варіанта. У варіанті із застосуванням органічних добрив «Гумігран» і «гумісол» чисельність амоніфікувальних бактерій перевищувала контрольний показник на 23,5%. Вцілому, заселеність коріння сорго суданського амоніфікувальними мікроорганізмами суттєво змінювалась залежно від внесеного препарату. Так, на відміну від вищезгаданого, у варіантах із застосуванням мінеральних добрив з мікроелементами та органо-мінерального добрива «Екобіом» кількість цих бактерій була на рівні контролю. На нашу думку, чисельність амоніфікувальних мікроорганізмів є дуже важливим показником, оскільки відображає кількість кореневих виділень рослин, яка в свою чергу детермінується інтенсивністю вегетативного розвитку рослин. Якщо виходити із цього припущення, то найкращим вегетативним розвитком відзначаються рослини у варіанті із внесенням органічних добрив або МБП «Клепс», що співпадає із фенологічними спостереженнями. Взагалі, внесення мінеральних добрив не повинно було пригнічувати розвиток амоніфікувальних бактерій, оскіль-

ки оптимізування мінерального живлення рослин сприяє збільшенню кількості кореневих виділень і, відповідно, чисельності амоніфікувальних мікроорганізмів. Однак, спостерігається протилежна закономірність: варіант із внесенням мінеральних добрив відрізняється найменшою чисельністю мікроорганізмів агрономічно цінних груп, загальної чисельності мікроорганізмів (на 8,95% менше контрольного показника), сумарної біологічної активності (на 4,27% менше контрольного показника). Можливою причиною цих відхилень від загальновідомих закономірностей може бути наявність невстановленого лімітувального фактора, що діяв саме у цьому варіанті досліду протягом вегетаційного періоду і призвів до викривлення закономірностей. Доказом існування такого лімітувального фактора є результати дослідження фітотоксичності (табл.2). Розвиток тест-рослин у варіанті із внесенням мінеральних добрив є максимально інтенсивним серед досліджених варіантів. Розвиток рослин у контрольованих (лабораторних) умовах дозволив уникнути впливу вищезгаданого лімітувального фактора.

Таблиця 2. Фітотоксичні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту кореневої зони сорго суданського (тест-культура – озима пшениця)

Варіанти	Маса 100 рослин, г				
	Контроль	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + «Вуксал»	«Гумігран»+ «Гумісол»	ОМБД «Екобіом»	МБП «Клепс»
Маса кореня	6,02 ±0,6	5,61 ± 0,3	6,28 ±0,7	6,8 ± 0 , 7	6,30 ± 0,7
Маса стебла	4,82 ±0,5	7,22 ± 0,3	6,10 ±0,6	5,92 ±0,6	5,28 ± 0,6
Маса рослини	10,8 ± 1,2	12,8 ± 0,6	12,4± 1,4	12,7 ±1,3	11,6 ±1,3

Кількість нітрифікувальних бактерій переважала контрольні показники в усіх дослідних варіантах, крім варіанта з внесенням ОМБД «Екобіом», де вона була на рівні контролю. Відомо, що кількість нітрифікувальних бактерій корелює із вмістом рухомих форм азоту у грунті. Застосування органо-мінерального добрива стимулювало також розвиток автохтонних мікроорганізмів, які беруть участь у розкладанні гумусових сполук, целюлозоруйнівних актиноміцетів та мікроорганізмів, що утилізують мінеральний азот.

Встановлено загальну тенденцію до зниження розвитку целюлозоруйнівних мікроорганізмів у всіх дослідних варіантах. На фоні зниження кількості целюлозоруйнівних мікроорганізмів у дослідних варіантах (порівняно з контрольним) вирізнявся варіант із застосуванням МБП«Клепс», де кількість представників цієї групи

мікроорганізмів майже не поступалась перед показниками контролю. Відомо, що інтенсивність мінералізації целюлози знаходиться в прямій залежності від забезпечення ґрунту рухомими формами азоту. Найбільшою кількістю целюлозоруйнівних актиноміцетів характеризуються варіанти із внесенням органічних та органомінеральних добрив, в той час, як за загальною кількістю целюлозоруйнівних мікроорганізмів усі дослідні варіанти поступались перед контрольним варіантом. Можливо, це пов'язано з посиленим виносом рухомих форм азоту з біомасою рослин за дії досліджуваних препаратів.

Відомо, що однією з важливих характеристик мікробного ценозу є частка в ньому автохтонних мікроорганізмів. Згідно отриманих даних, найвищий рівень мінералізації гумусу спостерігається у контролі. Внесення мінеральних добрив призводить до зниження активності мінералізації гумусу на 14,5%, що пов'язано із кращим вегетативним ростом рослин, більшим виділенням кореневих ексудатів, що приводить до уповільнення деструкції гумусу як менш доступного субстрату. Внесення органічних добрив «Гумігран» та «Гумісол» або передпосівне оброблення насіння мікробіологічним препаратом «Клепс» також знижує активність розкладання гумусу на 36,1 і 27,4% відповідно. Це вказує на можливість уповільнення мінералізації гумусових речовин, що сприяє відродженню потенційної родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту.

Для оцінки впливу різних агроприйомів на мікрофлору ґрунту є необхідність дослідження також його фітотоксичності, причиною якої може бути розмноження токсинсинтезувальних мікроорганізмів та накопичення токсичних сполук фенольної природи, які утворюються в процесі розкладання рослинних решток. Нами встановлено, що ґрунт кореневої зони сорго суданського всіх варіантів не виявив токсичної дії на розвиток проростків тест-рослини пшениці озимої. У варіанті з внесенням ОМБД «Екобіом» спостерігали стимулювання росту коріння на 13,1%, а при застосуванні мінеральних добрив або МБП «Клепс» – збільшення маси проростків. Це може свідчити про підвищення у ґрунті пулу біологічно активних сполук як мікробного, так і рослинного походження. Закономірним є порівняно невисокий рівень розвитку коренів тест-рослин у варіанті із внесенням мінеральних добрив: за оптимізування мінерального живлення необхідність у збільшенні поглинальної поверхні відсутня, принаймні на перших етапах розвитку рослин.

Висновки. Встановлено, що застосування добрив та препаратів на основі біологічно активних речовин та агрономічно корисних

ґрунтових мікроорганізмів є важливою складовою екологічно безпечних ґрунтозахисних технологій, їх використання має переваги порівняно з традиційними агрохімікатами і сприяє збереженню потенційної родючості ґрунту та може сприяти формуванню вищої урожайності.

Найсприятливіші умови для формування збалансованого складу мікробного ценозу і найбільший розвиток мікроорганізмів агрономічно цінних груп складається за внесення при сівбі локально в рядки органічного добрива «Гумігран» (250 кг/га) та позакореневого підживлення у фазі виходу в трубку «Гумісол» (3 л/га), про що свідчить зростання загальної чисельності мікроорганізмів на 35,8% (порівняно із контролем), сумарної біологічної активності на 35,4%, зниження рівня фітотоксичності на 14,8%, активність мінералізації гумусу на 36,1%.

Передпосівне оброблення насіння сорго суданського мікробіологічним препаратом азотфіксувальних бактерій «Клепс» (50 мл/т) підвищує загальну чисельність мікроорганізмів на 18,6%, сумарну біологічну активність ґрунту на 3,31%, знижує фітотоксичність ґрунту на 7,4%, активність мінералізації гумусу на 27,4%.

1. Аврова Н.П. Микробиологическая оценка эффективности использования в севооборотах растительных остатков и минеральных удобрений / Н.П. Аврова., Н.И. Воробьев, М.Н. Рысев// Доклады Российской академии с.–х. наук. – 2005. – №3. – С.19–21.

2. Андріюк К.І. Функціонування мікробних ценозів в умовах антропогенного навантаження / К.І. Андріюк, Г.О. Іутинська, А.Ф. Антипчук та ін. – К.: Обереги, 2001.-240 с.

3. Гельцер Ю.Г. Показатели биологической активности в почвенных исследованиях / Ю.Г. Гельцер //Почвоведение. – 1990. – № 9. – С. 47–54.

4. Демкина Т.О. Микробиологические процессы в почвах при различных условиях интенсификации земледелия / Т.О. Демкина, Б.Н.Золотарева // Микробиологические процессы в почвах и урожайность сельскохозяйственных культур. – Вильнюс. – 1986. – С. 101-103.

5. Методы изучения почвенных микроорганизмов и их метаболитов / Отв. ред. Н.А. Красильников. – М.: МГУ. – 1966. – 162 с.

6. Мишустин Е.Н. Успехи разработки принципов микробиологического диагностирования состояния почв / Е.Н. Мишустин, Е.В.Рунов // Успехи современной биол.–М.: АН СССР.–1957.–Т.44.– С.256-267.

7. Никитин Д.И. Процессы самоочищення окружающей среды и паразиты бактерий / Д.И. Никитин и Б.С. Никитина. – М.: Наука. – 1978.–205с.

8. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – М.: Дрофа. – 2005. – 256 с.

9. Шерстобоєва О.В. Біологічний моніторинг ґрунтів як складова екологічного моніторингу агроекосистем / О.В. Шерстобоєва, Т.З. Шустерук, О.С. Демянюк // Агроекологічний журнал. – 2007. – №3. – С. 45-49.

У статті наведено результати досліджень впливу органічних, мінеральних, органо-мінеральних добрив та мікробіологічного препарату на розвиток мікроорганізмів агрономічно цінних груп.

Ключові слова: *мікробний ценоз, сорго суданське, добрива, мікробіологічний препарат.*

В статье приведены результаты исследований по влиянию органических, минеральных, органо-минеральных удобрений и микробиологического препарата на развитие микроорганизмов агрономически ценных групп.

Ключевые слова: *микробный ценоз, сорго суданское, удобрения, микробиологический препарат.*

This article shows the results of researches of the impact of organic, mineral and organo-mineral fertilizers and microbiological preparation on the development of microorganisms of the agronomically valuable groups.

Keywords: *microbial coenoseses, Sorghum sudanese, fertilizers, microbiological preparation.*

Рецензенти:
Малиновська І.М. — д. с.-г. наук
Мокрієнко В.А. — канд. с.-г. наук
Стаття надійшла до редакції 29.10.2014 р.