

УДК 631.816+631.461.73/631.46:(631.461.1+631.461.4+631.461.5)

П. В. КОВПАК, аспірант

К. І. ВОЛКОГОН, кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН

E-mail: polyakovpak@rambler.ru

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МІКРОБНИХ УГРУПОВАНЬ, ЩО ТРАНСФОРМУЮТЬ СПОЛУКИ АЗОТУ, ПІД ВПЛИВОМ ПОЛІМІКСОБАКТЕРИНУ ТА СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

Наведено результати досліджень впливу мікробного препарату Поліміксобактерину та різних доз мінеральних добрив на чисельність бактерій, що трансформують сполуки азоту, у ризосферній зоні рослин пшениці озимої сорту Сонечко. Встановлено, що роздрібне внесення мінеральних добрив у дозах, які не перевищують $N_{60}P_{60}K_{60}$ та бактеризація оптимізує склад мікробного угруповання. Підвищення дози мінеральних добрив вище зазначеної сприяє негативним змінам у складі мікроорганізмів азотного циклу.

Ключові слова: бактерії, що трансформують сполуки азоту, мінеральні добрива, Поліміксобактерин, пшениця озима

Вступ. Азоту належить провідна роль у підвищенні врожайності сільськогосподарських культур. Ще Д.Н. Прянишников підкреслював, що головною умовою, яка визначає урожайність сільськогосподарських культур у різні епохи, є ступінь забезпеченості рослин азотом [1–3].

На сьогодні встановлено, що коріння рослин знаходиться в оточенні мікроорганізмів, які є своєрідним трофічним посередником між ґрунтом і рослинним організмом. При цьому виникають рослинно-мікробні асоціації та симбіози різного ступеню тісноти. З утворенням повноцінної асоціації рослина одержує комфортні умови за рахунок додаткового надходження атмосферного азоту, що зв'язується азотфіксувальними бактеріями, та інших біогенних елементів, покращення доступу яких до рослин забезпечується впливом бактеріальних фітогормонів на розвиток кореневої системи, її поглинальну здатність та активізацію окремих ферментних систем. При цьому значною мірою вирішується питання підвищення коефіцієнтів засвоєння діючої речовини з добрив [4].

Недооцінка значення мікробіологічних аспектів процесів трансформації сполук азоту, фосфору і калію та ролі ризосферних мікроорганізмів у живленні рослин значною мірою призвела до екологічно непередбачуваних наслідків хімізації сільського господарства, зокрема, зменшення різноманіття корисної ґрунтової мікрофлори і, як наслідок, до зниження біологічного потенціалу ґрунтів [5]. У зв'язку з цим, метою досліджень було вивчення формування мікробних угруповань, що трансформують сполуки азоту, під впливом систем удобрення та бактеризації насіння пшениці озимої.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили протягом 2011–2012 рр. з пшеницею озимою сорту Сонечко на лучно-чорноземному ґрунті (який містить 2,12 % гумусу, 95,2 мг/кг азоту легкогідролізованого, 226 мг/кг фосфору, 108 мг/кг обмінного калію, $pH_{\text{сол.}} - 5,30$) дослідного поля Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (коротко ротаційна сівозміна, 2010 р.) за наступною схемою: 1 – без добрив (контроль); 2 – $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$; 4 – $N_{90}P_{90}K_{90}$; 5–8 – те саме з бактеризацією. У досліді використовували мікробний препарат Поліміксобактерин на основі активної рістстимулювальної бактерії *Paenibacillus polymyxa* KB (ТУ У 24.1–00497360–004:2009). Площа дослідної ділянки становила 86,4 м² (7,2 x 12,0), повторність досліду чотириразова. Бактеризацію насіння пшениці озимої проводили згідно СОУ 01.11–37–782 [6].

Чисельність азотфіксувальних та денітрифікувальних бактерій визначали згідно існуючих методик [7–9]. Чисельність бактерій-амоніфікаторів визначали при висіві розведень досліджуваної суспензії на м'ясо-пептонний агар (МПА). Загальну кількість мікроорганізмів,

які здатні використовувати мінеральні форми азоту, виявляли на крохмале-аміачному агарі (КАА) [9].

Польові дослідження та статистичну обробку результатів проводили згідно загальноприйнятих методик [10].

Результати досліджень. У ході досліджень встановлено, що у 2011 році в ризосферному ґрунті рослин пшениці озимої сорту Сонечко чисельність амоніфікувальних бактерій зростає по мірі збільшення доз добрив. Так, у фазу виходу в трубку чисельність амоніфікаторів збільшується від 0,5 млн./г ґрунту (контроль) до 0,7 млн./г ґрунту (N₉₀P₉₀K₉₀). Найкращий результат спостерігається за дії Поліміксобактерину по фоні N₉₀P₉₀K₉₀ – чисельність бактерій сягає 2,1 млн./г ґрунту. Подібна ситуація спостерігається і у наступні фази розвитку рослин (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив бактеризації та мінеральних добрив на розвиток амоніфікувальних бактерій у ризосферному ґрунті рослин пшениці озимої

Варіанти досліджу	Чисельність бактерій, млн. / г сухого ґрунту					
	фаза розвитку рослин					
	вихід у трубку		цвітіння		молочно-воскової стиглості	
	2011 р.	2012 р.	2011 р.	2012 р.	2011 р.	2012 р.
Без бактеризації						
Без добрив (контроль)	0,5	1,6	2,3	7,4	2,9	2,0
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,6	2,5	1,7	7,8	1,6	1,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,6	1,3	2,1	8,0	2,4	1,9
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,7	1,7	2,2	17,9	3,4	1,9
Бактеризація Поліміксобактерином						
Без добрив	1,4	5,7	2,0	6,7	5,0	1,8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	6,8	1,8	5,7	2,3	2,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,6	2,1	2,3	20,1	3,3	2,2
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	2,1	2,8	2,9	15,4	4,1	1,9

Результати досліджень 2012 року показують, що на формування досліджуваної групи бактерій у фазу виходу в трубку позитивно впливає сумісне застосування Поліміксобактерину та мінеральних добрив у дозі N₃₀P₃₀K₃₀ – їх чисельність складає 6,8 млн./г ґрунту, тоді як без бактеризації – 2,5 млн./г ґрунту. У фазу цвітіння відмічається найбільш інтенсивний розвиток амоніфікаторів за дії Поліміксобактерину по фоні середньої дози добрив (N₆₀P₆₀K₆₀) – 20,1 млн./г ґрунту при контрольних показниках 8,0 млн./г ґрунту.

Дослідженнями встановлено, що в умовах 2011 року застосування Поліміксобактерину по фоні N₉₀P₉₀K₉₀ позитивно впливає на чисельність амоніфікувальних бактерій протягом вегетаційного періоду пшениці озимої. В умовах 2012 року результати дещо відрізняються від попередніх даних. Так, на початку вегетації найкращий результат спостерігається при використанні Поліміксобактерину по фоні найменшої в досліді дози добрив N₃₀P₃₀K₃₀. Надалі цей ефект простежується по фоні N₆₀P₆₀K₆₀.

Як свідчать результати досліджень 2011 року, застосування Поліміксобактерину сприяло зменшенню чисельності бактерій, які засвоюють мінеральний азот, з ризосферного ґрунту рослин пшениці озимої в усі фази розвитку рослин, окрім фази цвітіння (табл. 2).

Результати досліджень 2012 року показують, що чисельність представників досліджуваної групи мікроорганізмів, протягом вегетаційного періоду, знижується за дії бактеризації. Вочевидь, такий характер розвитку мікроорганізмів пояснюється кращим засвоєнням мінерального азоту рослинами, а відтак – зменшенням трофічного субстрату для бактерій кореневої зони.

У фазу цвітіння відмічається найбільш інтенсивний розвиток мікроорганізмів по фоні найменшої в досліді дози добрив (N₃₀P₃₀K₃₀) – 57,3 млн./г ґрунту, проте за дії Поліміксобактерину відбувається зменшення чисельності бактерій – 37,8 млн./г ґрунту.

Вплив бактеризації та мінеральних добрив на розвиток бактерій, які засвоюють мінеральний азот, у ризосферному ґрунті рослин пшениці озимої

Варіанти дослідів	Чисельність бактерій, млн. / г сухого ґрунту					
	фаза розвитку рослин					
	вихід у трубку		цвітіння		молочно-воскової стиглості	
	2011 р.	2012 р.	2011 р.	2012 р.	2011 р.	2012 р.
Без бактеризації						
Без добрив (контроль)	7,5	18,2	10,0	13,2	18,3	7,8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	7,2	26,1	7,5	18,1	25,5	10,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	7,3	28,1	8,4	57,3	8,3	18,4
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4,4	32,2	10,0	47,1	21,1	16,1
Бактеризація Поліміксобактерином						
Без добрив	4,3	11,7	8,9	12,1	16,6	7,1
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,1	19,7	9,0	13,5	7,2	4,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,3	23,9	9,8	37,8	16,6	14,4
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	6,5	26,4	11,0	42,9	14,8	16,0

Отже, застосування Поліміксобактерину при вирощуванні пшениці озимої сприяє зменшенню чисельності представників даної групи бактерій у ризосферному ґрунті рослин за рахунок кращого засвоєння мінерального азоту рослинами.

За отриманими даними 2011 – 2012 років нами розраховано інтенсивність мінералізації органічної речовини ґрунту. Встановлено, що за дії Поліміксобактерину зменшується інтенсивність процесу мінералізації в ризосферному ґрунті рослин пшениці озимої, особливо у фазу виходу в трубку (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив бактеризації та мінеральних добрив на інтенсивність процесу мінералізації органічної речовини в ризосферному ґрунті рослин пшениці озимої

Варіанти дослідів	Коефіцієнт мінералізації ґрунту					
	фаза розвитку рослин					
	вихід у трубку		цвітіння		молочно-воскової стиглості	
	2011 р.	2012 р.	2011 р.	2012 р.	2011 р.	2012 р.
Без бактеризації						
Без добрив (контроль)	15,0	11,4	4,3	1,8	6,3	3,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	12,0	10,4	4,4	2,3	14,1	6,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,2	21,6	4,0	7,2	3,5	9,7
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	6,3	18,9	4,5	2,6	6,2	8,5
Бактеризація Поліміксобактерином						
Без добрив	3,1	2,1	4,5	1,8	3,3	3,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,1	2,9	5,0	2,4	3,1	1,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,3	11,4	4,3	1,9	5,0	6,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,1	9,4	3,8	2,8	3,6	8,4

Дослідженнями виявлено, що Поліміксобактерин не впливає на розвиток азотфіксувальних бактерій у ризосфері рослин протягом всієї вегетації (2011 рік), але у фазу цвітіння при застосуванні мінеральних добрив у дозі N₃₀P₃₀K₃₀ їх чисельність збільшується від 272,5 тис./г сухого ґрунту (контроль) до 2725,0 тис./г сухого ґрунту, тобто у 10 разів (табл. 4).

В умовах 2012 року спостерігали зростання чисельності азотфіксувальних бактерій наприкінці вегетаційного періоду від 855,0 тис./г сухого ґрунту у контролі до 10 925,0 тис./г сухого ґрунту при застосуванні середньої дози добрив N₆₀P₆₀K₆₀.

Отже, застосування мінеральних добрив у дозі, що не перевищує N₆₀P₆₀K₆₀ при вирощуванні пшениці озимої позитивно впливає на чисельність азотфіксувальних бактерій у кореневій зоні рослин.

Вплив бактеризації та мінеральних добрив на розвиток азотфіксувальних бактерій у ризосферному ґрунті рослин пшениці озимої

Варіанти дослідів	Чисельність бактерій, тис. / г сухого ґрунту					
	фаза розвитку рослин					
	вихід у трубку		цвітіння		молочно-воскової стиглості	
	2011 р.	2012 р.	2011 р.	2012 р.	2011 р.	2012 р.
Без бактеризації						
Без добрив (контроль)	277,5	290,0	272,5	798,8	224,2	855,0
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	825,0	287,5	2 725,0	910,9	2 251,6	1 083,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	495,0	287,5	490,5	1 171,1	5 132,4	10 925,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	490,5	290,0	27,3	918,9	225,6	2 825,0
Бактеризація Поліміксобактерином						
Без добрив	272,5	290,0	277,5	797,4	225,8	862,5
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	825,0	290,0	2 725,0	917,6	2 256,2	1 695,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	499,5	287,5	490,5	1 410,8	5 085,5	12 650,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	495,0	290,0	27,0	1 163,2	226,9	2 825,5

Як свідчать результати досліджень 2011 року, у фазу молочно-воскової стиглості Поліміксобактерин обмежує розвиток денітрифікувальних мікроорганізмів у ризосферному ґрунті рослин пшениці озимої. Використання високих доз мінеральних добрив (N₉₀P₉₀K₉₀) сприяє зростанню чисельності денітрифікувальних мікроорганізмів, особливо у фазу цвітіння – до 10 355,0 тис./г ґрунту (у контролі 2 725,0 тис./г ґрунту) (табл. 5).

Результати досліджень 2012 року підтвердили встановлені раніше особливості впливу добрив і бактеризації на розвиток денітрифікаторів. При застосуванні Поліміксобактерину спостерігали суттєве обмеження розвитку денітрифікувальних мікроорганізмів, особливо по фоні N₆₀P₆₀K₆₀. Вірогідно, це можна пояснити зменшенням вмісту азотних сполук у ризосферному ґрунті ініційованих бактеризацією рослин.

Вплив бактеризації та добрив на чисельність денітрифікувальних бактерій у ризосферному ґрунті рослин пшениці озимої

Варіанти дослідів	Чисельність, тис. / г сухого ґрунту					
	фаза розвитку рослин					
	вихід у трубку		цвітіння		молочно-воскової стиглості	
	2011 р.	2012 р.	2011 р.	2012 р.	2011 р.	2012 р.
Без бактеризації						
Без добрив (контроль)	22 200,0	2 904,8	2 725,0	11 685,0	2 803,1	2 853,8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	27 500,0	2 867,2	2 725,0	11 495,0	2 814,5	2 847,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	49 500,0	8 659,6	4 905,0	11 685,0	5 132,5	8 640,6
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	49 050,0	17 374,2	10 355,0	30 750,0	8 458,6	10 746,6
Бактеризація Поліміксобактерином						
Без добрив	27 250,0	2 320,2	2 220,0	7 995,0	2 258,7	516,1
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	22 000,0	2 891,3	2 180,0	9 150,0	2 256,3	1 072,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	49 950,0	10 958,0	4 360,0	11 685,0	4 520,4	5 154,6
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	71 500,0	23 215,7	12 420,0	18 300,0	5 105,6	8 474,6

Висновки. За одержаними результатами на кількісний склад бактерій, які трансформують сполуки азоту, у ризосферному ґрунті рослин пшениці озимої сорту Сонечко, позитивно впливає роздрібне застосування мінеральних добрив у дозах, що не перевищують N₆₀P₆₀K₆₀. Підвищення дози мінеральних добрив вище зазначеної сприяє негативним змінам

у складі мікробного угруповання. Мікробний препарат Поліміксобактерин позитивно впливає на формування різних груп мікроорганізмів, які беруть участь у трансформації сполук азоту, за виключенням азотфіксувальних бактерій, що є логічним з огляду на те, що застосований мікробний препарат виробляється на основі рістстимулювальної бактерії *Paenibacillus porytuxa* KB.

Список використаних літературних джерел

1. Смирнов П.М. Агрохимия: [учебники и учеб. пособия для высш. с.–х. учеб. заведений] / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин. – М.: Колос, 1977. – 240 с.
2. Умаров М.М. Ассоциативная азотфиксация: [монография] / Умаров М.М. – М.: Изд. МГУ, 1986. – 132 с.
3. Біологічний азот: монографія / [Патика В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. та ін.] – К.: Світ, 2003. – 424 с.
4. Волкогон В.В. Мікробні препарати як фактор підвищення засвоюваності рослинами мінеральних добрив / В.В. Волкогон // Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвід. тем. наук. зб. – Чернігів: ЦНТЕІ, 2006. – Вип.4. – С. 21–30.
5. Бердников А.М. Рациональное использование биологического и минерального азота в земледелии Полесья / А.М. Бердников, Н.В. Патыка., Л.В. Потапенко [та ін.] // Агроекол. ж. – 2005, – № 2. – С. 14–20.
6. Насіння зернових та зернобобових культур. Технологічний процес нанесення мікробних препаратів. Загальні вимоги: СОУ 01.11–37–782:2008. – [Чинний від 2009-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 18 с. – (Національні стандарти України).
7. Калининская Т. А. Применение ацетиленового метода для количественного учета разных групп азотфиксаторов методом предельных разведений / Т.А. Калининская, Т.В. Редькина, Ю.М. Белов // Микробиология. - 1981. - 50, №5. - С. 924-927.
8. Теппер Е. З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Т.И. Переверзева. - М.: Агропромиздат, 1987. – 239 с.
9. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / [Волкогон В.В., Надкернична О.В., Токмакова Л.М. та ін.]; за наук. ред. В.В. Волкогона. – К.: Аграр. наука, 2010. – 464 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Доспехов Б.А.- М.: Колос, 1979. – 376 с.

Аннотация

Ковпак П.В., Волкогон Е.И.

Особенности формирования микробных сообществ, трансформирующие соединения азота, под влиянием полимиксобактерина и систем удобрения.

Исследования проводили в течении 2011–2012 гг. с пшеницей озимой сорта Сонечко на лугово-чорноземной почве опытного поля Института сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН (кратко ротационный севооборот, 2010 г.) по следующей схеме: 1 – без удобрений (контроль); 2 – $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$; 4 – $N_{90}P_{90}K_{90}$; 5-8 – то же с бактериализацией. В опыте использовали для бактериализации семян пшеницы озимой микробный препарат Полимиксобактерин (ТУ У 24.1–00497360–004:2009) на основе активной ростстимулирующей бактерии *Paenibacillus porytuxa* KB. Приведены результаты исследований влияния Полимиксобактерина и различных доз минеральных удобрений на численность бактерий, трансформирующих соединения азота, в ризосферной зоне растений пшеницы озимой сорта Сонечко.

Установлено, что розничное внесение минеральных удобрений в дозах не превышающих $N_{60}P_{60}K_{60}$ и бактериализация оптимизирует состав микробного сообщества. Повышенные дозы минеральных удобрений выше указанной способствуют негативным изменениям в составе микроорганизмов азотного цикла.

Ключевые слова: бактерии трансформирующие соединения азота, минеральные удобрения, Полимиксобактерин, пшеница озимая.

*Annotation***Kovpak P., Volkogon K.*****Features of formation microbial groupings that transform nitrogen compounds under the influence of polimiksobakterin and systems fertilization.***

Researches conducted in a flow 2011–2012 with a wheat winter sort of Sonechko on meadow black soil of the experimental field of Institute of agricultural microbiology and agroindustrial production of NAAS (briefly rotary crop rotation, 2010) on a next chart: 1 – without fertilizers (control); 2 – $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$; 4 – $N_{90}P_{90}K_{90}$; 5-8 – the same with bakterization. In the experiment was used to seed winter wheat bakterization microbial preparation Polimiksobakterin (TU 24.1-00497360-004:2009) based on active stimulating growth bacteria Paenibacillus polymyxa KB. Presented the results of researches influence the microbial preparation Polimiksobakterin and different doses of mineral fertilizers on the number of bacteria that transform nitrogen compounds in rhizosphere zone of plants winter wheat of sort the Sonechko.

It is established, that retail bringing of mineral fertilizers in doses, which do not exceed $N_{60}P_{60}K_{60}$ and presowing bakterization optimizes composition of microbial grouping. Increasing doses of mineral fertilizers mentioned above contributes to negative changes in the composition of microorganisms nitrogen cycle.

Keywords: *bacteria that transform connections of nitrogen, mineral fertilizers, Polymiksobakterin, winter wheat.*

УДК: 632.954:581.132:633.11

І.Б. ЛЕОНТЮК, кандидат с.-г. наук, доцент

Уманський національний університет садівництва

E-mail: ira-leo72@mail.ru

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Наведено результати досліджень з вивчення впливу інокуляції насіння біологічно активними речовинами в поєднанні з посходовим внесенням біопрепаратів на проходження основних фізіолого-біохімічних процесів в рослинах пшениці озимої.

Ключові слова: *регулятор росту, гербіцид, пшениця озима, площа листкової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу, врожайність.*

Вступ. Теоретичною платформою біологічного землеробства є наукове обґрунтування принципів комфортного живлення рослин як передумови одержання високоякісної продукції та запобігання негативних екологічних наслідків надмірної хімізації [1].

Загрозлива екологічна ситуація, яка склалася у більшості регіонів України, вимагає максимального зменшення пестицидного навантаження на агроєкосистеми. Тому одним з головних напрямків розвитку аграрного сектору в Україні нині є інтенсифікація виробництва, застосування нових прогресивних технологій, які дають змогу підвищувати врожайність і стійкість сільськогосподарських культур до несприятливих чинників довкілля. Складовою частиною цього напрямку є розробка методів екзогенної регуляції та стабілізації адаптивних реакцій рослин завдяки використанню фізіологічно активних речовин синтетичного та природного походження [2].

Сучасні рістрегулюючі та біологічні препарати містять комплекс біологічно-активних речовин, які сприяють посиленню обмінних процесів в ґрунті та в рослинних організмах, підвищують стійкість рослин до несприятливих погодних умов, сприяють додатковому використанню закладеного в них потенціалу продуктивності та поліпшенню якості вирощеної продукції [3].

Завдяки застосуванню регуляторів росту в посівах пшениці озимої оптимізується перерозподіл поживних речовин, що сприяє кращому засвоєнню поживних речовин та вологи із ґрунту, збільшуються довжина, діаметр і маса кореневої системи пшениці. Відбувається стимуляція закладання вторинних коренів, зміцнення і потовщення основних коренів, додат-