

**ЧИСЕЛЬНІСТЬ ФОСФАТМОБІЛІЗУВАЛЬНИХ
БАКТЕРІЙ У РИЗОСФЕРІ РОСЛИН
ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ, ІНОКУЛЬОВАНИХ
*RHIZOBIUM RADIOBACTER***

Трепач А.О.

Науковий керівник – кандидат с.-г. наук Л.М. Токмакова

Інститут сільськогосподарської мікробіології НААН України

e-mail: fosfor@ok.net.ua

*Наведено результати трирічних досліджень впливу передпосівної бактеризації *Rhizobium radiobacter* на чисельність фосфатмобілізувальних бактерій у ризосфері рослин пшениці озимої. Показано, що за дії інокуляції чисельність фосфатмобілізаторів у кореневій зоні рослин збільшується у фазу куціння рослин.*

*Ключові слова: *Rhizobium radiobacter*; пшениця озима, фосфатмобілізувальні бактерії.*

У процесі життєдіяльності рослин їх коренева система вступає у контакт з ґрунтовими мікроорганізмами. Разом із ґрунтом та мікроорганізмами рослини утворюють складну систему, від функціонування якої залежить реалізація потенціалу урожайності сільськогосподарської культури. Взаємодія рослин з мікроорганізмами здійснюється, насамперед, у зоні ризосфери, куди надходять продукти екзоосмосу.

Відомо, що чисельність мікроорганізмів у 1 г ґрунту сягає мільярдів клітин, а у ризосферному ґрунті їх у 10-100 разів більше [4]. Завдяки високій швидкості розмноження і зміні популяції мікроорганізми ризосфери залучають до біологічного колообігу значну кількість біогенних елементів, у т.ч. фосфору. При цьому слід зазначити, що у трансформації фосфоровмісних сполук ґрунту провідну роль відіграють саме мікроорганізми [5, 6]. Отже, наявність у ґрунті доступних рослинам сполук фосфору значною мірою визначається кількісним і якісним складом мікробного угруповання та його активністю.

Серед чинників, що дозволяють активізувати діяльність фосфатмобілізувальних мікроорганізмів у кореневій зоні рослин, є використання селекціонованих бактерій у складі мікробних препаратів для передпосівної інокуляції насіння.

У зв'язку з цим метою нашої роботи було дослідження впливу бактеризації *Rhizobium radiobacter* пшениці озимої на чисельність фосфатмобілізувальних бактерій у ризосфері рослин.

Матеріали і методи. Об'єктами дослідження були штами бактерій *Rhizobium radiobacter* 599, 1333, 5006, 5718, ізольовані з кореневої зони пшениці озимої як активні фосфатмобілізатори, ґрунтові мікроорганізми кореневої зони пшениці озимої сорту Поліська 90.

Дослідження проводили протягом 2008-2010 рр. у польовому тимчасовому досліді Інституту сільськогосподарської мікробіології НААН України на лучно-чорноземному вилугуваному легкосуглинковому ґрунті, який містить 2,12 % гумусу, 95,2 мг/кг азоту легкогідролізованого, 226 мг/кг фосфору, 108 мг/кг обмінного калію, $\text{pH}_{\text{сол.}}$ – 5,30.

Схема польового досліді з пшеницею озимою сорту Поліська 90 передбачала наступні варіанти:

- 1 – без бактеризації (контроль);
- 2 – бактеризація насіння *Paenibacillus polymyxa* KB;
- 3 – *Rhizobium radiobacter* 599;
- 4 – *Rhizobium radiobacter* 1333;
- 5 – *Rhizobium radiobacter* 5006;
- 6 – *Rhizobium radiobacter* 5718.

Paenibacillus polymyxa KB, як біологічний агент мікробного препарату Поліміксобактерину, рекомендованого для передпосівної бактеризації насіння пшениці озимої, використовували у досліді як позитивний контроль.

Площа облікових ділянок у польовому досліді становила 10 м², повторність чотирикратна. Агротехніка вирощування пшениці озимої загальноприйнята для зони Полісся. Бактеризацію проводили шляхом обробки насіння суспензією досліджуваних штамів бактерій із розрахунку 0,5 млн клітин на насініну згідно СОУ [14].

Зразки ризосферного ґрунту рослин для мікробіологічного аналізу відбирали у фази куціння, трубкування, цвітіння та молочно-воскової стиглості зерна. Облік чисельності бактерій, які розчиняють мінеральні та органічні сполуки фосфору, проводили за зонами просвітлення на агаризованому поживному середовищі Муромцева з додаванням мінералофосфату (трикальційдифосфат $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ – 5,0 г/л) або органофосфату (кальцій гліцерофосфат

$C_3H_5(OH)_2PO_4Ca - 6,0$ г/л) [15].

Результати та їх обговорення. У результаті досліджень встановлено, що у 2008 році у фазу кушіння чисельність бактерій, які розчиняють мінеральні фосфати ґрунту, у ризосфері зросла від 3,7 (у контролі) до 17,8 млн/г ґрунту (у варіанті з бактеризацією *Rh. radiobacter* 5006), тобто у 4,8 раза (рис. 1). Для порівняння – при бактеризації насіння пшениці *P. polymyxa* КВ чисельність фосфатмобілізувальних бактерій у кореневій зоні збільшувалася до 5,9 млн/г ґрунту (у 1,6 раза до контролю). У наступні фази розвитку рослин різниця в чисельності бактерій між варіантами значною мірою нівелювалася, крім варіанту з бактеризацією насіння *Rh. radiobacter* 599, де у фазу цвітіння рослин чисельність бактерій становила 11,1 млн/г ґрунту при показнику у контролі – 2,9 млн/г ґрунту.

Результати досліджень 2009 р. підтвердили встановлену раніше тенденцію. Так, у фазу кушіння чисельність бактерій, які розчиняють мінеральні фосфати ґрунту, у ризосфері рослин збільшувалася від 6,3 (у контролі) до 20,6 млн/г ґрунту (у варіанті з бактеризацією *Rh. radiobacter* 5718). Бактеризація *P. polymyxa* КВ сприяла збільшенню чисельності бактерій до 9,7 млн/г ґрунту. У фазу цвітіння чисельність бактерій цієї групи була найбільшою у ризосфері рослин, інокульованих *Rh. radiobacter* 599, і становила 20,4 млн/г ґрунту відносно контролю (8,6 млн/г ґрунту). У фази трубкування та молочно-воскової стиглості зерна суттєвої різниці за чисельністю фосфатмобілізувальних бактерій між варіантами досліду не виявлено.

В умовах 2010 року також спостерігали зростання чисельності фосфатмобілізувальних бактерій у кореневій зоні рослин пшениці озимої. Зокрема, у фазу цвітіння рослин кількість бактерій збільшувалася від 9,2 млн/г ґрунту (у контролі) до 15,5 млн/г ґрунту (за бактеризації *Rh. radiobacter* 5006).

Отже, аналіз результатів досліджень показав, що на початку вегетаційного періоду – у фазу кушіння – бактеризація пшениці озимої *Rh. radiobacter* 5006 та *Rh. radiobacter* 5718 сприяла збільшенню у ризосферному ґрунті чисельності бактерій, які розчиняють мінеральні фосфати. За бактеризації насіння пшениці озимої *Rh. radiobacter* 599 збільшення чисельності фосфатмобілізувальних бактерій у ризосфері відмічено у фазу цвітіння рослин.

Подібні результати отримано при вивченні динаміки чисельності бактерій, які розчиняють органофосфати, у кореневій зоні рослин (рис. 2). У дослідженнях 2008 року встановлено, що порівняно з контролем у фазу кущіння рослин чисельність бактерій цієї групи збільшилася від 6,8 (у контролі) до 21,6 млн/г ґрунту та до 22,7 млн/г ґрунту (за бактеризації *Rh. radiobacter* 5006 та *Rh. radiobacter* 599, відповідно), тобто у 3,2-3,3 рази. Протягом наступних етапів розвитку рослин бактеризація насіння не впливала на зміни чисельності бактерій у ризосфері рослин.

Як свідчать результати досліджень 2009 року, чисельність бактерій, які розчиняють органофосфати, у фазу кущіння збільшувалася від 10,9 (у контролі) до 26,6 млн/г ґрунту (у варіанті з бактеризацією *Rh. radiobacter* 5718) – у 2,4 рази. Крім того, у фазу цвітіння чисельність бактерій становила 27,1 та 22,0 млн/г ґрунту у кореневій зоні рослин, інокульованих *Rh. radiobacter* 599 та *Rh. radiobacter* 5006, відповідно, при значеннях контролю на рівні 14,5 млн/г ґрунту.

Результати досліджень наступного року підтверджують позитивну дію бактеризації насіння *Rh. radiobacter* 599 та *Rh. radiobacter* 5006 на чисельність бактерій, які розчиняють органофосфати, у ризосфері рослин у фазу цвітіння. Бактеризація сприяла збільшенню чисельності бактерій від 11,7 (у контролі) до 22,0 та 27,3 млн/г ґрунту (у варіантах з бактеризацією *Rh. radiobacter* 599 та *Rh. radiobacter* 5006, відповідно).

Отже, бактеризація пшениці озимої *Rh. radiobacter* 599, *Rh. radiobacter* 5006 та *Rh. radiobacter* 5718 сприяла збільшенню у ризосферному ґрунті рослин чисельності бактерій, які розчиняють органофосфати, у фазу кущіння рослин, а інокуляція *Rh. radiobacter* 599 та *Rh. radiobacter* 5006 – у фазу цвітіння рослин.

Отримані результати мають практичну значимість, оскільки саме на початку вегетації рослини пшениці озимої найбільше потребують фосфору. Як відомо, восени озимина засвоює 30-40 % всього використаного фосфору [16]. Особливо важливе значення має фосфорна кислота у біохімічних процесах набухаючої зернівки і проростка пшениці [17]. Фосфорне голодування у початковій фазі розвитку рослин порушує метаболізм, зокрема синтез амінокислот, що не може бути виправлено більш пізнім внесенням фосфорних добрив [18, 19].

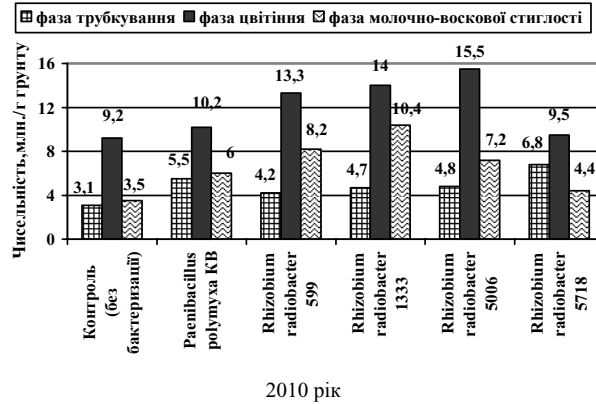
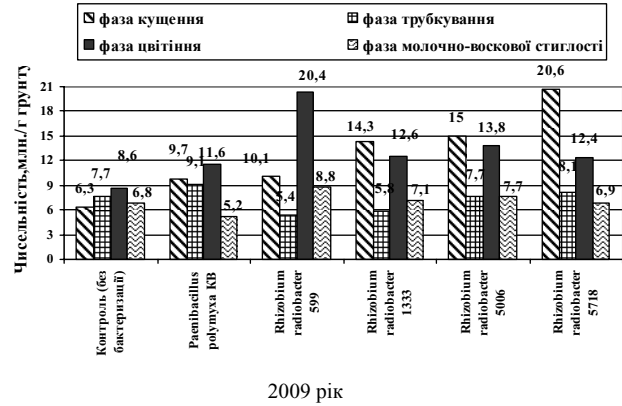
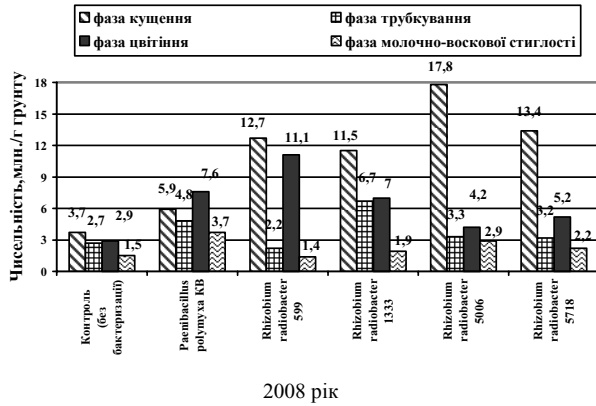
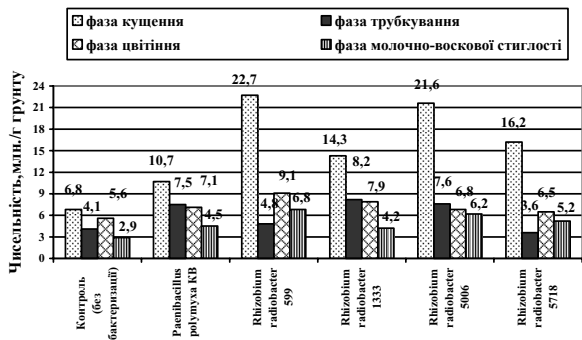
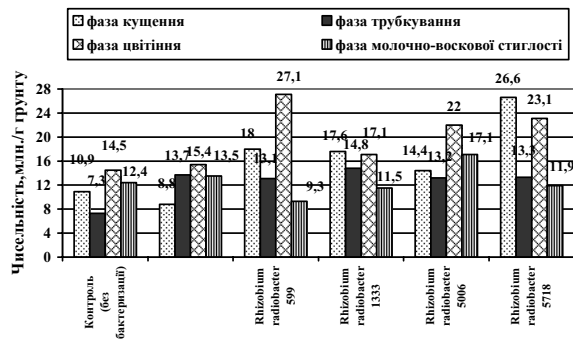


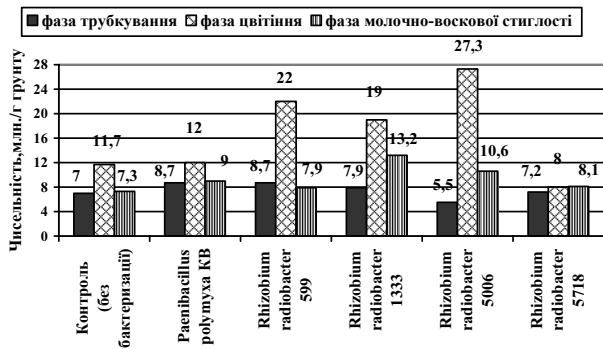
Рис. 1. Дія бактеризації на чисельність бактерій, які розчиняють мінеральні фосфати, у ризосферному ґрунті пшениці озимої сорту Поліська 90



2008 рік



2009 рік



2010 рік

Рис. 2. Дія бактеризації на чисельність бактерій, які розчиняють органічні фосфати, у ризосферному ґрунті пшениці озимої сорту Поліська 90

Таким чином, результати досліджень вказують на можливість збільшення чисельності фосфатмобілізувальних бактерій у кореневій зоні рослин пшениці озимої у фазу кущіння за бактеризації насіння *Rh. radiobacter* 599, *Rh. radiobacter* 5006, *Rh. radiobacter* 5718 та у фазу цвітіння рослин за бактеризації *Rh. radiobacter* 599 і *Rh. radiobacter* 5006. У фази трубкування та молочно-воскової стиглості бактеризація не впливає на зміни чисельності фосфатмобілізувальних бактерій у ризосфері рослин. Одержані результати можуть бути використані в подальших дослідженнях, орієнтованих на створення практичних заходів поліпшення фосфорного живлення рослин пшениці озимої.

1. Красильников Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения /Н.А. Красильников. – М.: Изд. АН СССР, 1958. – 462 с.

2. Davey M.E. Microbial biofilms: from ecology to molecular genetic /M.E. Davey, G.A. O'Toole //Microbiol. And Molecular Biol. Reviews. – 2000 – Vol. 64, № 4. – P. 847-867.

3. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: Монографія /[Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. та ін.]; за ред. В.В. Волкогона. – К.: Аграрна наука, 2006. – 312 с.

4. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия /Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1972. – 342 с.

5. Алексеева Р.П. К вопросу о мобилизации фосфатов микрофлорой почв Западной Сибири /Р.П. Алексеева //Современные системы удобрений в интенсивных севооборотах Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск, 1982. – С. 62-69.

6. Кудярова А.Ю. О лигандном обмене как основном механизме адсорбции фосфат-ионов на поверхности твердых фаз почвы /А.Ю. Кудярова //Агрохимия. – 1991. – № 5. – С. 125-137.

7. Горина Э.И. Мобилизация минеральных фосфатов почвы и удобрений чистыми культурами бактерий /Э.И. Горина, А.Н. Илялетдинов //Изв. АН Каз.ССР. Сер. Биол. – 1976. – № 4. – С. 25-28.

8. Braunova O. Utilization of phosphorus from $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ by soil micromycetes /O. Braunova, Y. Bernat //Acta fac. rerum natur. Univ. comen. Microbiol. – 1980 (1981). – № 8-9. – P. 129-142.

9. Токмакова Л.М. Розробка прийомів і створення мікробіологічних препаратів для покращення фосфатного живлення і підвищення продуктивності цукрових буряків : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 03.00.07 “мікробіологія” /Л.М. Токмакова. – К., 1997.

10. Муромцев Г.С. Выделение почвенных микроорганизмов, мобилизирующих фосфаты железа и алюминия /Г.С. Муромцев,

В.Ф. Павлова // Докл. ВАСХНИЛ. – 1975. – Вып. 1. – С. 7-9.

11. Павлова В.Ф. Влияние *Agrobacterium radiobacter* на фосфорное питание растений / В.Ф. Павлова, О.И. Горская // Бюл. ВНИИСХМ. – 1987. – № 47. – С. 26-28.

12. Котелев В.В. Поступление фосфора P^{32} в клетки микроорганизмов и передача его растению / В.В. Котелев // Изотопы в микробиологии. – М.: АН СССР, 1955. – С. 211-218.

13. Красильников Н.А. Влияние почвенных бактерий на усвоение растениями соединений фосфора / Н.А. Красильников, В.В. Котелев // Докл. АН СССР. – 1956. – Т. 110, № 5. – С. 858-861.

14. 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.

15. Методические указания по выделению микроорганизмов, растворяющих труднодоступные минеральные и органические соединения фосфора. – Л., 1981. – С. 4-6.

16. Короневский В.И. Интенсивные технологии возделывания озимых в Белоруссии / В.И. Короневский // Зернове культури. – 1990. – № 1. – С. 31-34.

17. Минаев В.Г. Удобрения озимой пшеницы / В.Г. Минаев. – М.: Колос, 1973. – 206 с.

18. Агрохимия / под ред. Смирнова П.М., Муравина Э.А. [2-е изд., перераб. и доп.] – М.: Колос, 1984. – 304 с.

19. Пруцков Ф.М. Озимая пшеница / Ф.М. Пруцков. – М.: Колос, 1970. – 344 с.

**ЧИСЛЕННОСТЬ ФОСФАТРАСТВОРЯЮЩИХ
БАКТЕРИЙ В РИЗОСФЕРЕ РАСТЕНИЙ
ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ, ИНОКУЛИРОВАННЫХ
*RHIZOBIUM RADIOBACTER***

Трепач А.А.

Институт сельскохозяйственной микробиологии НААН Украины,
г. Чернигов

*Приведены результаты трехлетних исследований по определению влияния предпосевной бактеризации *Rhizobium radiobacter* на численность фосфатрастворяющих бактерий в ризосфере растений пшеницы озимой. Показано, что под действием инокуляции численность фосфатмобилизаторов в корневой зоне растений увеличивается в фазе кущения растений.*

Ключевые слова: *Rhizobium radiobacter*; пшеница озимая, фосфатрастворяющие бактерии.

**NUMBER OF PHOSPHORUS DISSOLVING BACTERIA
IN THE RHIZOSPHERE OF WINTER WHEAT
INOCULATED WITH *RHIZOBIUM RADIOBACTER***

Trepach A.O.

Institute of Agricultural Microbiology, NAAS of Ukraine, Chernihiv

*The paper presents the results of three-year studies aimed to determine the influence of presowing seeds inoculation with *Rhizobium radiobacter* on the number of phosphorus dissolving bacteria in the rhizosphere of winter wheat. The increase of the number of phosphorus mobilizing microorganisms in root zone of plants at tillering stage under the influence of inoculation was observed.*

Key words: *Rhizobium radiobacter*, winter wheat, phosphorus dissolving bacteria.