

УДК 631.461.73/633.11  
© 2012

*В.В. Волкогон,*  
член-кореспондент НААН

*Л.М. Токмакова,*  
кандидат сільсько-  
господарських наук

*А.О. Тренач*

Інститут  
сільськогосподарської  
мікробіології та  
агропромислового  
виробництва НААН

## РУХОМІСТЬ ФОСФАТІВ У КОРЕНЕВІЙ ЗОНІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ДІЇ БАКТЕРІЙ *RHIZOBIUM RADIOBACTER*

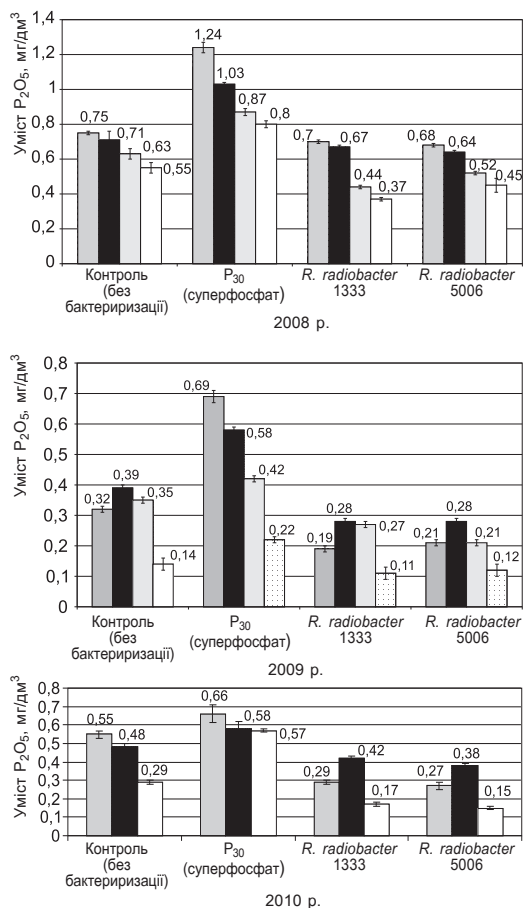
*При вирощуванні пшениці озимої на лучно-  
чорноземному ґрунті за дії передпосівної  
бактеризації насіння *Rhizobium radiobacter*  
підвищується ступінь рухомості фосфатів у  
кореневій зоні рослин та збільшується винос  
фосфору з урожаєм, що позитивно впливає на  
продуктивність культури.*

Ґрунти України характеризуються досить високим умістом фосфору, зокрема в метровому шарі залежно від типу ґрунту його кількість сягає від 3,5–4 до 15–20 т/га [6]. Проте запаси фосфору в ґрунті на 10–20% представлено сполуками, відносно доступними для рослин, і 50–60% — малодоступними, унаслідок чого ступінь використання цього елемента рослинами з ґрунту становить лише 3–5% [9], а продуктивність сільськогосподарських культур найчастіше лімітується його недостатністю [2]. Тому проблема фосфору визначається доступністю його сполук для рослин, збільшенням їхньої рухомості в кореневій зоні рослин, тобто перетворенням їх із нерозчинних у розчинні форми з наступним переходом у ґрунтовий розчин [8].

Найпростішим способом збільшення вмісту доступного рослинам фосфору в ґрунті є внесення фосфорних добрив останніми роками становить менше 0,1 млн т д.р., тобто рівень застосування добрив на 1 га становить 3–4 кг д.р., а співвідношення у добривах N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 1:0,17 [7]. Умови, що склалися, призвели до істотного зниження родючості ґрунтів. При цьому ситуація певною мірою парадоксальна: в окремих ґрунтах запаси фосфору є значними, але доступність його для рослин обмежена. За гострої нестачі фосфору особливого значення в поліпшенні фосфатного живлення сільськогосподарських культур набувають мікробні препарати на основі ґрунтових фосфатомобілізуювальних бактерій, здатних трансформувати фосфор із важкодоступних сполук у легкодоступні [1, 3].

Проблема поліпшення фосфорного живлення актуальна і для такої важливої зернової культури в Україні, як пшениця озима, що має низьку здатність поглинання сполук фосфору з ґрунту [2].

**Мета досліджень** — дослідження впливу



**Рис. 1.** Дія бактеризації на ступінь рухомості фосфатів у ризосферному ґрунті пшениці озимої сорту Поліська 90: ■ — кушіння; ■ — трубкування; □ — цвітіння; □ — молочно-воскова стиглість

1. Уміст фосфору в зерні пшениці озимої сорту Поліська 90

Варіант досліджу	Уміст P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %		
	2008 р.	2009 р.	2010 р.
Без бактеризації (контроль)	0,79±0,01	0,78±0,01	0,72±0,01
P <sub>30</sub> (суперфосфат)	0,83±0,01	0,81±0,01	0,82±0,01
<i>Rhizobium radiobacter</i> 1333	0,86±0,03	0,86±0,01	0,84±0,01
<i>Rhizobium radiobacter</i> 5006	0,85±0,02	0,89±0,02	0,82±0,01

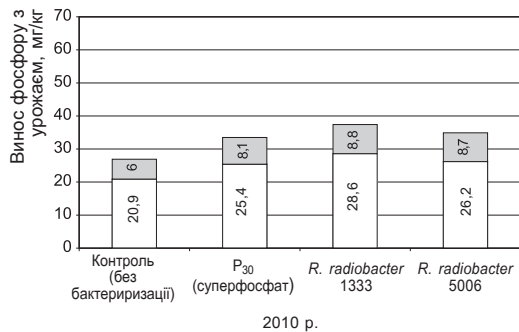
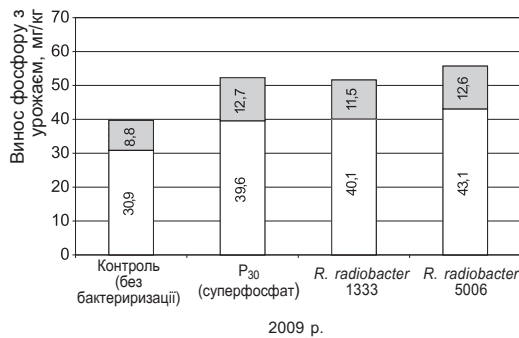
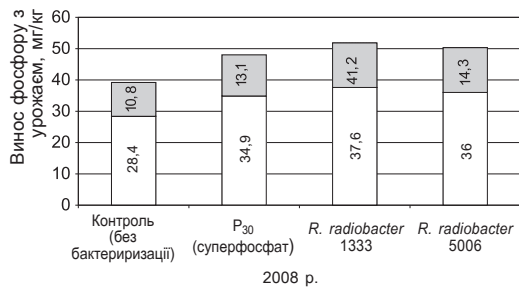


Рис. 2. Винос фосфору рослинами пшениці озимої під дією бактеризації: □ — зерно; ■ — солома

бактеризації *Rhizobium radiobacter* на ступінь рухомості фосфатів у кореневій зоні рослин та винос фосфору з урожаєм пшениці озимої.

**Об'єкт та методика досліджень.** Об'єктами дослідження були штами бактерій *Rhizo-*

*bium radiobacter* 1333 та *R. radiobacter* 5006, ізолювані з кореневої зони пшениці озимої як активні фосфатомобілізатори, пшениця озима сорту Поліська 90, ґрунт кореневої зони рослин пшениці озимої.

Дослідження проводили впродовж 2008–2010 рр. у польовому досліді Інституту сільськогосподарської мікробіології НААН на лучно-чорноземному вилугуваному легкосуглинковому ґрунті, який містить 2,12% гумусу, 95,2 мг/кг азоту легкогідролізованого, 226 — фосфору, 108 мг/кг обмінного калію, рН<sub>сол.</sub> = 5,3.

Схема польового досліду з пшеницею озимою сорту Поліська 90 така: 1. Без бактеризації (контроль); 2. Суперфосфат, 30 кг д. р./га; 3. *R. radiobacter* 1333; 4. *R. radiobacter* 5006. Площа облікових ділянок — 10 м<sup>2</sup>, повторність — 4-разова. Бактеризацію проводили методом обробки насіння суспензією бактерій *R. radiobacter* 1333, *R. radiobacter* 5006 із розрахунку 0,5 млн клітин на насінину згідно із СОУ 01.11–37–782:2008. Зразки ризосферного ґрунту та рослин для аналізу відбирали у фазах куцїння, трубкування, цвітіння та молочно-воскової стиглості зерна пшениці. Ступінь рухомості фосфатів у ризосферному ґрунті визначали за методом Карпінського і Зам'ятіної, уміст фосфору в зерні — Деніже в модифікації Буватьє, винос фосфору з урожаєм пшениці озимої — за Чиріковим, облік урожаю та статистичну обробку одержаних результатів проводили за Доспеховим.

**Результати досліджень.** Під час визначення ступеня рухомості фосфатів у ризосферному ґрунті пшениці озимої установлено, що уміст P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> у кореневій зоні інокуюваних рослин є нижчим порівняно з контрольним варіантом (рис. 1).

Зокрема в 2008 р. у фазах куцїння цей показник за бактеризації насіння *R. radiobacter* 5006 становив 0,68 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/дм<sup>3</sup> ґрунтового розчину при 0,75 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/дм<sup>3</sup> у контрольному варіанті, молочно-воскової стиглості — 0,37 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/дм<sup>3</sup> (за бактеризації *R. radiobacter* 1333) — 0,55 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/дм<sup>3</sup> (на контролі). Це свідчить про активніше поглинання фосфору з ґрунту кореневою системою інокуюваних рослин по-

## 2. Винос фосфору з урожаєм пшениці озимої під дією бактеризації

Варіант досліджу	Загальний винос фосфору з урожаєм, кг/га	Ефективність фосфорного живлення	
		кг/га	%
2008 р.			
Без бактеризації (контроль)	39,2	–	–
P <sub>30</sub> (суперфосфат)	48,0	8,8	22,4
<i>Rhizobium radiobacter</i> 1333	51,8	12,6	32,1
<i>Rhizobium radiobacter</i> 5006	50,3	11,1	28,3
2009 р.			
Без бактеризації (контроль)	39,7	–	–
P <sub>30</sub> (суперфосфат)	52,3	12,6	31,7
<i>Rhizobium radiobacter</i> 1333	51,6	11,9	30,0
<i>Rhizobium radiobacter</i> 5006	55,7	16,0	40,3
2010 р.			
Без бактеризації (контроль)	26,9	–	–
P <sub>30</sub> (суперфосфат)	33,5	6,6	24,5
<i>Rhizobium radiobacter</i> 1333	37,4	10,5	39,0
<i>Rhizobium radiobacter</i> 5006	34,9	8,0	29,7

рівняно з контрольними завдяки підвищенню ступеня рухомості фосфатів під впливом інтродукованих в агроценоз мікроорганізмів. За даними М.М. Мусієнка [5], достатнє забезпечення фосфором сприяє сильнішому розгалуженню кореневої системи рослин та її глибшому проникненню в ґрунт, що забезпечує краще засвоєння поживних речовин і вологи.

Установлену раніше закономірність підтвердили результати досліджень 2009 р. Так, за бактеризації насіння пшениці озимої *R. radiobacter* 1333 у фазі куціння рослин уміст P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> у ризосферному ґрунті зменшився з 0,32 мг/дм<sup>3</sup> (на контролі) до 0,19 мг/дм<sup>3</sup> ґрунтового розчину. У фазах трубкування та цвітіння ступінь рухомості фосфатів був найвищим у кореневій зоні рослин, інокульованих *R. radiobacter* 5006, причому уміст P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> становив 0,28 мг/дм<sup>3</sup> та

0,21 мг/дм<sup>3</sup> ґрунтового розчину відповідно. У фазі молочно-воскової стиглості зерна істотної різниці за ступенем рухомості фосфатів між варіантами досліджу не виявлено, що, ймовірно, свідчить про уповільнення метаболічних процесів у рослинах і обмеження через це вуглецевого живлення ризосферних мікроорганізмів.

В умовах 2010 р. найбільший ступінь рухомості фосфатів також відзначено в кореневій зоні рослин за бактеризації *R. radiobacter* 5006. Зокрема у фазі трубкування ризосферний ґрунт інокульованих рослин містив 0,27 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/дм<sup>3</sup> ґрунтового розчину за показника на контролі 0,55 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/дм<sup>3</sup>. Дослідженнями встановлено, що підвищення ступеня рухомості фосфатів у кореневій зоні інокульованих рослин за дії бактеризації сприяло надходженню додаткового фосфору в зерно пшениці (табл. 1). Слід за-

## 3. Урожайність пшениці озимої сорту Поліська 90

Варіант досліджу	Урожайність, т/га			Середня врожайність, т/га	Приріст до контролю	
	2008 р.	2009 р.	2010 р.		т/га	%
Без бактеризації (контроль)	3,6	4,0	2,9	3,5	–	–
P <sub>30</sub> (суперфосфат)	4,2	4,9	3,1	4,1	0,6	17,1
<i>Rhizobium radiobacter</i> 1333	4,4	4,7	3,4	4,2	0,7	20,0
<i>Rhizobium radiobacter</i> 5006	4,2	4,8	3,2	4,1	0,6	17,1
НІР <sub>05</sub>	0,27	0,29	0,16	0,24		

значити, що варіанти з бактеризацією за цим показником не поступалися значенням, отриманим у варіанті внесення суперфосфату дозою  $P_{30}$  (0,81–0,83%  $P_2O_5$ ).

З огляду на особливе значення запасів фосфору в насінні на початкових етапах росту рослин, коли коренева система розвинена слабо [4], підвищення вмісту цього елемента живлення за дії бактеризації *R. radiobacter* сприяє поліпшенню посівних якостей насіння.

За розрахунками, бактеризація сприяє значному збільшенню вносу фосфору зерном та соломкою пшениці озимої (рис. 2). В умовах 2008 р. загальний внос фосфору з урожаєм становив 39,2 кг/га (на контролі) — 51,8 кг/га (за бактеризації *R. radiobacter* 1333), що на 32,1% більше, ніж контрольні показники (табл. 2). У

2009–2010 рр. внос фосфору збільшувався порівняно з контролем на 40,3 та 39% відповідно, що свідчить про підвищення ефективності фосфорного живлення рослин пшениці озимої за бактеризації *R. radiobacter*.

Проведені нами дослідження показують, що поліпшення фосфорного живлення рослин за рахунок бактеризації насіння істотно впливає на врожайність пшениці озимої. Так, скажімо, в умовах 2008 р. за бактеризації насіння *R. radiobacter* 1333 урожайність культури становила 4,4 т/га за контролю 3,6 т/га (табл. 3). У середньому за 3 роки досліджень приріст урожайності пшениці озимої від бактеризації становив близько 20% порівняно з контролем, що не поступається результату від унесення 30 кг/га д. р. суперфосфату (17,1%).

## Висновки

За вирощування пшениці озимої на лучно-чорноземному ґрунті бактеризація насіння фосфатомобілізуючими бактеріями *Rhizobium radiobacter* 1333 та *Rhizobium radiobacter* 5006

сприяє підвищенню ступеня рухомості фосфатів у кореневій зоні рослин, що позитивно впливає на внос фосфору з урожаєм, його вміст у зерні та врожайність цієї культури.

## Бібліографія

1. Гриник І.В. Застосування мікробного препарату поліміксобактерин для підвищення врожайності льону-довгунця/І.В. Гриник, О.Ю. Локоть, Л.М. Токмакова, О.П. Лепеха//Вісн. аграр. науки. — 2007. — № 4. — С. 19–21.
2. Гуляев Б.И. Фосфор как энергетическая основа процессов фотосинтеза, роста и развития растений/Б.И. Гуляев, В.П. Патыка//Агрокол. журн. — 2004. — № 2. — С. 3–9.
3. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: Монографія/В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Т.М. Ковалевська та ін.; за ред. В.В. Волкогона. — К.: Аграр. наука, 2006. — 312 с.
4. Муромцев Г.С. Роль почвенных микроорганизмов в фосфорном питании растений/Г.С. Муромцев, Г.Н. Маршунова, В.Ф. Павлова та ін.//Успехи микробиологии. — М., 1985. — Т. 20 — С. 174–198.
5. Мусиенко Н.Н. Корневое питание растений/Н.Н. Мусиенко, А.И. Тернавский. — К.: Вища шк., 1989. — 203 с.
6. Носко Б.С. Подвижность фосфорных соединений в основных типах почв Украины/Б.С. Носко, А.А. Христенко, Н.М. Гаджиева//Агрохимия и почвоведение. — К.: Урожай, 1996. — Вып. 53. — С. 82–86.
7. Носко Б.С. Фосфатный режим ґрунтів і ефективність добрив/Б.С. Носко. — К.: Урожай, 1990. — 224 с.
8. Орлов Д.С. Химия почв/Д.С. Орлов. — М.: Изд-во МГУ, 1985. — 376 с.
9. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения: в 3 т./Д.Н. Прянишников. — М.: Изд-во АН СССР, 1952. — Т. 3. — 633 с.