

УДК 631.461.73:631.465+633.16+631.82/87

## ЧИСЕЛЬНІСТЬ ФОСФАТМОБІЛІЗУВАЛЬНИХ БАКТЕРІЙ ТА АКТИВНІСТЬ ФОСФАТАЗИ РИЗОСФЕРНОГО ҐРУНТУ РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ДІЇ ДОБРИВ ТА МІКРОГУМІНУ

Л. М. Токмакова, А. О. Трепач, О. П. Лепеха

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН  
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14027, Україна; e-mail: tokmakova\_ln@mail.ru

*В умовах польового стаціонарного досліджу на чорноземі вилуженому досліджено чисельність бактерій, які розчиняють органічні форми фосфатів, та фосфатазну активність ризосферного ґрунту рослин ячменю ярого за дії добрив і мікробного препарату Мікрогуміну. Встановлено, що на досліджувані показники позитивно впливає внесення в ґрунт мінеральних добрив у нормах, що не перевищують  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Ефективною є також першого року післяз'явля 40 т/га гною. Застосування Мікрогуміну сприяє підвищенню чисельності фосфатомобілізувальних бактерій і фосфатазної активності ризосферного ґрунту по всіх варіантах досліджу. При оцінці впливу взаємодії добрив і біопрепарату на продуктивність культури показано перспективу зазначених агрофонів.*

Ключові слова: Мікрогумін, мінеральні та органічні добрива, фосфатазна активність, чорнозем вилужений, ячмінь ярий.

Реалізація потенціалу урожайності сільськогосподарських культур можлива лише за умови оптимального живлення рослин, що залежить від наявності поживних речовин у ґрунті та ступеню їх доступності. Важливим при цьому є формування специфічних мікробних угруповань у кореневій зоні рослин. Саме мікроорганізми ґрунту перетворюють недоступні для рослин сполуки у форми, оптимальні для їх метаболізму [1], тому їх дослідження є необхідним для оцінки можливості інтенсифікації кореневого живлення сільськогосподарських культур.

Своєрідним відображенням чисельності мікроорганізмів окремих еколого-трофічних груп у ґрунті та їх функціональної діяльності є біологічна активність і, зокрема, ферментативна, як чутливий показник найважливіших біохімічних процесів [2–4].

Виділення ферментів у ґрунт мікроорганізмами та коренями рослин зазвичай має адаптивний характер у формі реакції-відповіді на присутність або відсутність субстрату для дії ферменту чи продукту реакції, що особливо чітко проявляється з фосфатазами. За нестачі у середовищі рухомих сполук фосфору мікроорганізми та рослини різко поси-

люють виділення ферментів. На такому взаємозв'язку базується застосування показника фосфатазної активності ґрунту для діагностики забезпеченості рослин доступним фосфором [5]. Тому вивчення фосфатазної активності ґрунту дає змогу оцінити перспективи застосування органічних і мінеральних добрив та ефективність нових технологій вирощування сільськогосподарських культур тощо.

У зв'язку з цим метою нашої роботи було визначення чисельності бактерій, які розчиняють органофосфати ґрунту та рівнів фосфатазної активності у ризосферному ґрунті рослин ячменю ярого за дії добрив та мікробного препарату Мікрогуміну.

**Матеріали й методи.** Дослідження проводили впродовж 2011–2015 рр. у польовому стаціонарному досліді Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН з короткочасною сівозмінною (картопля – ячмінь ярий – горох – пшениця озима) на чорноземі вилуженому, який містить гумусу — 2,12 %, азоту легкогідролізованого — 95,2 мг/кг, рухомих форм фосфору ( $P_2O_5$ ) — 226 мг/кг (за Чиріковим), обмінного калію ( $K_2O$ ) — 108 мг/кг (за Кир-

сановим), рН<sub>сол.</sub> — 5,30.

Схема удобрення ячменю ярого сорту Гося передбачала такі варіанти:

Фон I – без бактеризації:

1. Без добрив (контроль);
2. Першого року післядія 40 т/га гною;
3. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>;
4. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>;
5. N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>;
6. Першого року післядія 40 т/га гною + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

Фон II – передпосівна бактеризація насіння Мікрогуміном:

7–12 — такі самі варіанти удобрення.

Площа дослідної ділянки — 86,4 м<sup>2</sup> (7,2 × 12,0), повторність досліду чотирикратна. Розміщення ділянок — рендомізоване. Агротехніка вирощування ячменю ярого загальноприйнята. Бактеризацію насіння Мікрогуміном (ТУ У 24.1-00497360-007:2008) проводили згідно СОУ 01.11-37-782 [6].

Зразки ризосферного ґрунту для проведення аналізів відбирали у такі фази розвитку рослин ячменю: виходу в трубку, цвітіння та молочно-воскової стиглості.

Чисельність фосфатмобілізувальних бактерій у кореневій зоні рослин визначали чашковим методом на живильному середовищі Муромцева з додаванням C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>(OH)<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>Ca — 6,0 г/л (203 мг Р<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / 100 мл) [7]. Загальну фосфатазну активність ризосферного ґрунту рослин ячменю визна-

чали за методом І. Т. Геллер та К. Е. Гінзбург [7].

Ведення польового стаціонарного досліду та статистичну обробку результатів проводили згідно загальноприйнятих методик [8].

**Результати та обговорення.** Аналіз результатів досліджень свідчить, що найвищі показники чисельності бактерій, здатних до гідролізу орґанофосфатів, у ризосферному ґрунті рослин ячменю спостерігаються по фоні післядії орґанічних добрив. За внесення мінеральних добрив також відмічається зростання кількості цих мікроорґанізмів, проте спостерігається чітка залежність чисельності від норми застосованих туків. Так, високі показники чисельності досліджуваної групи мікроорґанізмів спостерігаються за використання найменшої в досліді норми — N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>. Середні норми мінерального удобрення забезпечують зменшення кількості фосфатмобілізувальних бактерій. Помітно зменшується кількість фосфатмобілізаторів, порівняно до показників попередньо розглянутих варіантів, при застосуванні високої норми туків. Проте і в цьому випадку чисельність бактерій є вищою, ніж у контрольному варіанті.

Орґано-мінеральне удобрення стимулює розвиток фосфатмобілізувальних бактерій. При цьому їх чисельність знаходиться на рівні показників варіанту з унесенням до ґрунту мінеральних добрив у нормі N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (рис. 1).

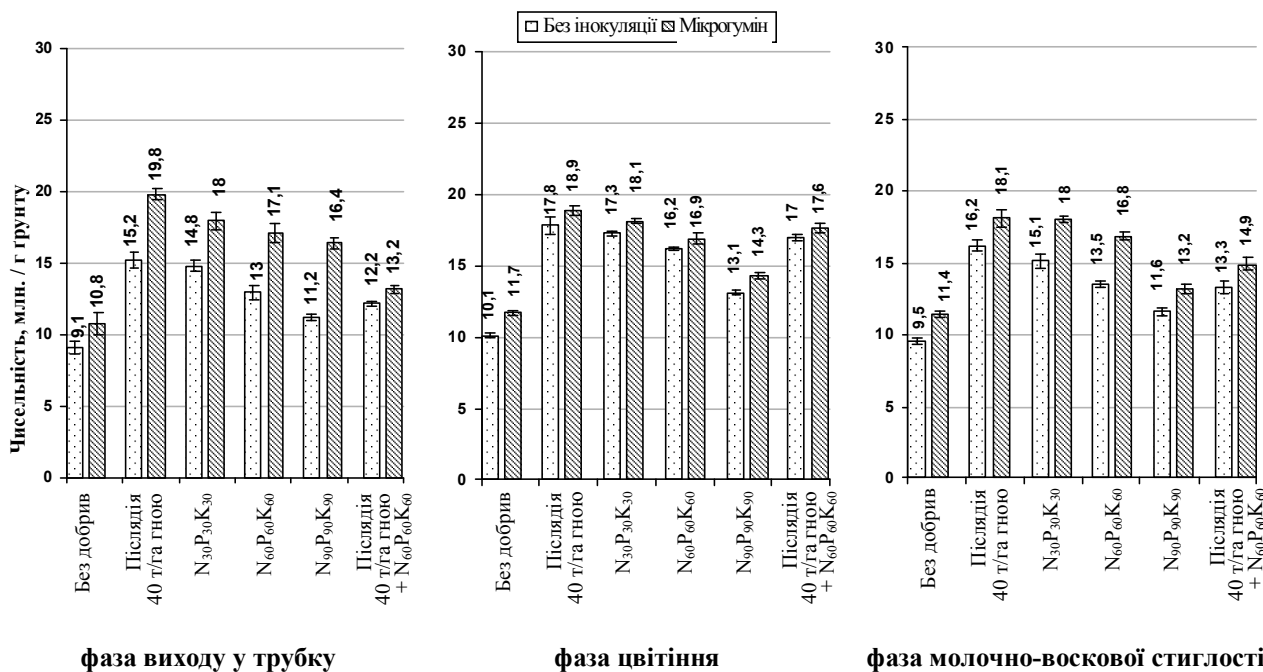


Рис. 1. Вплив Мікрогуміну та добрив на чисельність бактерій, що розчиняють орґанічні форми фосфатів, у ризосферному ґрунті рослин ячменю ярого, 2012 р.

Застосування мікробного препарату Мікрогуміну сприяє зростанню чисельності фосфатмобілізаторів, що ми пов'язуємо з опосередкованим впливом біопрепарату — через підвищення фотосинтетичної діяльності бактеризованих рослин і надходженням у ризосферу додаткової кількості кореневих ексудатів.

Відмічені особливості з деякими абсолютними відмінностями простежуються в усі фази розвитку рослин і роки досліджень.

Дослідники відмічають, що добрива впливають на спрямованість та інтенсивність біохімічних процесів у ґрунті. При внесенні добрив змінюється не лише чисельність мікроорганізмів, але в більшості випадків змінюється і ферментативна активність ґрунту [9].

Результати наших досліджень свідчать про високий ступінь кореляції між чисельністю бактерій, які розчиняють органічні фосфати ґрунту, та активністю фосфатази у кореневій зоні рослин ячменю за впливу добрив і Мікрогуміну. Так, післядії органічних добрив позитивно впливала на фосфатазну активність у ризосферному ґрунті рослин ячменю ярого (рис. 2). Це підтверджує відому істину щодо пролонгованого (за роками) впливу гною на забезпечення рослин сполуками біогенних елементів та біологічні процеси в ґрунті. Найнижча в досліді норма до-

брів також сприяла прояву високої ферментативної активності, цілком співставної з показниками, отриманими у варіанті з внесенням гною. Середня в досліді норма мінеральних добрив забезпечує в окремі фази розвитку рослин зростання фосфатазної активності порівняно до контролю. Найвища норма туків пригнічує активність ферменту, що може свідчити або про надмірне забезпечення ґрунту фосфатами, або про токсичну дію такої кількості агрохімікатів на функціональний прояв мікроорганізмів. Органо-мінеральне удобрення, в цілому, сприяло підвищенню активності фосфатази.

Впродовж усіх років досліджень застосування Мікрогуміну при вирощуванні ячменю ярого сприяло підвищенню фосфатазної активності ґрунту по всіх варіантах досліді. Найбільш ефективною дія мікробного препарату була при застосуванні його без добрив, а також по фоні  $N_{30}P_{30}K_{30}$  та післядії 40 т/га гною.

Таким чином, при вирощуванні ячменю ярого на чорноземі вилуженому на чисельність бактерій, які розчиняють органічні фосфати ґрунту, та фосфатазну активність у кореневій зоні рослин позитивно впливає внесення мінеральних добрив у нормах, що не перевищують  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Ефективною за дією на досліджувані показники є також першого року післядії 40 т/га гною. Застосування

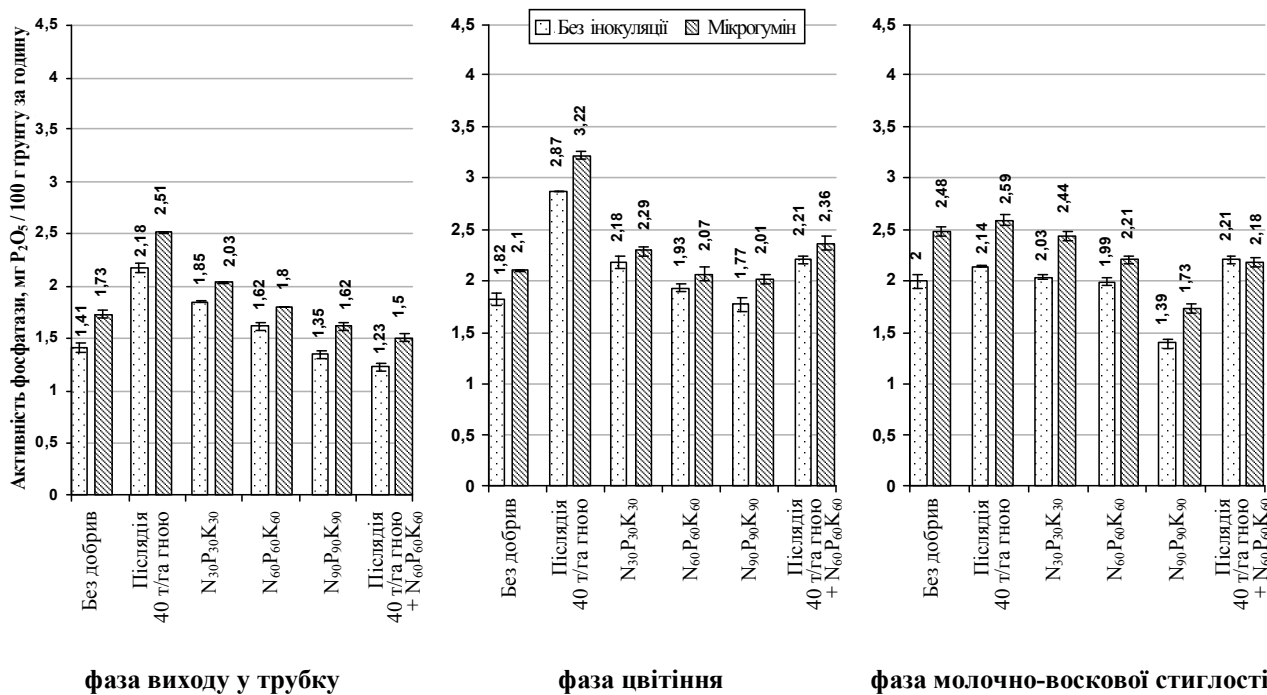


Рис. 2. Вплив Мікрогуміну та добрив на фосфатазну активність у ризосферному ґрунті рослин ячменю ярого, 2012 р.

Мікрогуміну сприяє підвищенню чисельності фосфатмобілізувальних бактерій і фосфатазної активності ґрунту. Орієнтуючись на показники ферментативної активності, можемо вважати зазначені агрофони та Мікрогумін сприятливими для прояву найвищої біологічної активності в агроценозах з ячменем ярим при вирощуванні культури на чорноземі вилуженому.

Це підтверджується результатами обліку урожайності культури (табл. 1).

Найвищий ефект взаємодії з Мікрогуміном спостерігається за внесення  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та післядії 40 т/га гною. Отже, біологічна активність ризосферного ґрунту ячменю є найвищою за відповідних агрофонів. За їх взаємодії з мікробним препаратом виявляється найбільший вплив на формування урожайності культури.

1. 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.

2. Ковда В. А. Биохимические циклы в природе и их нарушение человеком / В. А. Ковда. — М. : Наука, 1975. — 74 с.

3. Хазиев Ф. Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв / Ф. Х. Хазиев. — М. : Наука, 1982. — 203 с.

4. Галстян А. Ш. Роль ферментов в процессах образования соды в почве / А. Ш. Галстян // Почвоведение. — 1967. — № 5. — С. 89–96.

5. Котелев В. В. Влияние некоторых факторов на фосфатазную активность почвенных микроорганизмов / В. В. Котелев, Е. А. Мехтиева, В. И. Смирнов // Использование микроорганизмов в народном хозяйстве : сб. науч. трудов. — 1964. — Вып. 1. — С. 3–17.

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. Експериментальна ґрунтова мікробіологія : монографія / [Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін.] ; за ред. В. В. Волкогона. — К. : Аграр. наука, 2010. — 464 с.

Таблиця 1. Вплив добрив та Мікрогуміну на урожайність ячменю

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га (середнє за 5 років)	Приріст до контролю	
		т/га	%
<i>Без бактеризації</i>			
Без добрив, контроль	2,4	—	—
40 т/га (першого року післядія)	2,9	0,5	20,8
$N_{30}P_{30}K_{30}$	2,9	0,5	20,8
$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,3	0,9	37,5
$N_{90}P_{90}K_{90}$	3,5	1,1	45,8
40 т/га (першого року післядія) + $N_{60}P_{60}K_{60}$	3,8	1,4	58,3
<i>З Мікрогуміном</i>			
Без добрив	2,6	0,2	8,3
40 т/га (першого року післядія)	3,3	0,9	37,5
$N_{30}P_{30}K_{30}$	3,3	0,9	37,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,7	1,3	54,2
$N_{90}P_{90}K_{90}$	3,8	1,4	58,3
40 т/га (першого року післядія) + $N_{60}P_{60}K_{60}$	4,0	1,6	66,7
НІР <sub>05</sub>	по досліді	0,4	
	для агрофонів	0,2	
	для бактеризації і взаємодії	0,2	

8. Доспехов В. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / В. А. Доспехов. — [5-е изд., доп. и перераб.]. — М. : Агропромиздат, 1985. — 351 с.

### **ЧИСЛЕННОСТЬ ФОСФАТМОБИЛИЗИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ И АКТИВНОСТЬ ФОСФАТАЗЫ РИЗОСФЕРНОЙ ПОЧВЫ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО ПОД ДЕЙСТВИЕМ УДОБРЕНИЙ И МИКРОГУМИНА**

**Л. Н. Токмакова, А. А. Трепач,  
Е. П. Лепеха**

Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН, г. Чернигов

*В условиях полевого стационарного опыта на чернозёме выщелоченном исследовали численность бактерий, растворяющих органические формы фосфатов и фосфатазную активность ризосферной почвы растений ячменя ярового под действием удобрений и микробного препарата Микрогумина. Установлено, что на исследуемые показатели положительно действует внесение в почву минеральных удобрений в нормах, не превышающих  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Эффективным является также первого года последствие 40 т/га навоза. Применение Микрогумина способствует повышению численности фосфатрастворяющих бактерий и фосфатазной активности ризосферной почвы по всем вариантам опыта. Оценка влияния взаимодействия удобрений и биопрепарата на продуктивность культуры свидетельствует о перспективе отмеченных агрофонов.*

**Ключевые слова:** Микрогумин, минеральные и органические удобрения, фосфатазная активность, чернозём выщелоченный, ячмень яровой.

9. Войнова-Райкова Ж. Микроорганизмы и плодородие / Ж. Войнова-Райкова, В. Райков, Г. Ампова ; пер. с болг. З. К. Благовещенской ; под. ред. И. В. Плотниковой. — М. : Агропромиздат, 1986. — 120 с.

### **NUMBER OF PHOSPHATE-MOBILIZING BACTERIA AND PHOSPHATASE ACTIVITY OF SPRING BARLEY PLANTS RHIZOSPHERIC SOIL UNDER THE ACTION OF FERTILIZERS AND MIKROHUMIN**

**L. M. Tokmakova, A. O. Trepach,  
O. P. Lepeha**

Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture, NAAS, Chernihiv

*In the conditions of field stationary experiment on leached black soil the number of bacteria that dissolve organic forms of phosphates was studied, as well as phosphatase activity of spring barley plants rhizospheric soil under the action of fertilizers and microbial agent Mikrohumina. It was found that the studied parameters are positively affected by the introduction of fertilizers into the soil in the amounts not exceeding  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Effective is also the first year after effect of 40 t/ha of manure. The application of Mikrohumina enables the increase of phosphate-mobilizing bacteria and phosphatase activity of rhizospheric soil in all options of the experiment. When assessing the impact of fertilizers and biological agent interaction on crop performance the perspective of mentioned agricultural backgrounds was shown.*

**Key words:** Mikrohumina, mineral and organic fertilizers, phosphatase activity, leached black soil, spring barley.