

МІКРОБНІ ПРЕПАРАТИ ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЗАСВОЮВАНOSTІ РОСЛИНАМИ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Волкогон В.В.

Інститут сільськогосподарської мікробіології УААН,
вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, 14027, Україна

Представлено результати модельних, вегетаційних та польових дослідів, які свідчать про те, що при застосуванні мікробних препаратів підвищується засвоюваність мінеральних добрив рослинами пажитниці, ячменю та картоплі. Посилене засвоєння мінерального азоту забезпечується за рахунок збільшення кореневої системи інокульованих рослин, питомої поглинальної активності коріння, активізації азотасиміляторних рослинних ферментів. При цьому в рослинах знижується вміст нітратів і зростає кількість амінокислот та білків.

Ключові слова: *мікробні препарати, інокуляція, засвоєння добрив, нітрати.*

Серед різних позитивних впливів мікробних препаратів на ріст і розвиток рослин слід виділити їхню здатність підвищувати засвоюваність інокульованими рослинами поживних речовин, у тому числі й мінеральних добрив. Уже перші опубліковані дані щодо ефективності застосування асоціативних діазототрофів звернули на себе увагу у зв'язку з підвищенням впливу інокуляції на формування урожаю сільськогосподарських культур при одночасному внесенні мінеральних добрив. Це дало підставу авторам стверджувати, що основною функцією використовуваних інокулянтів є рістстимулювальна дія інтродукованих мікроорганізмів. Провівши дослідження, ми спробували оцінити масштаби такого впливу біодобрив на розвиток рослин за використання різних мікробних препаратів, створених для низки сільськогосподарських культур.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в умовах вегетаційних та польових експериментів. Схеми відповідних дослідів наведено в таблицях. Польові досліді проводили на дерново-підзолистому ґрунті ($\text{pH}_{\text{сол.}}$ 5,65; вміст гумусу – 0,9-1,1 %) дослідного господарства Інституту с.-г. мікробіології УААН та сірому лісному ґрунті ($\text{pH}_{\text{сол.}}$ 5,20; вміст гумусу – 1,6-1,9 %) дослідного

господарства Інституту кормів УААН. У вегетаційних дослідях використовували також дерново-підзолистий ґрунт. Модельні досліди з ^{15}N проводили на річковому промитому і прожареному піску [1-3].

Масу коріння визначали ваговим методом після відмивання у водопровідній воді і висушування при 105°C в сушильній шафі.

Нітратредуктазну активність у листках пажитниці пасовищної визначали за Єрмаковим [4], вміст нітратів у продукції – іон-селективним методом [5].

Кількість білка розраховували шляхом визначення вмісту загального азоту за К'ельдалем [4], застосовуючи коефіцієнт 6,25.

Облік урожаю у польових дослідях здійснювали прямим зважуванням. Проводили досліди і статистичну обробку одержаних даних згідно з існуючими рекомендаціями [6].

Результати та їх обговорення. Наведені в узагальненій табл.1 результати трьох вегетаційних дослідів, у яких застосовували ^{15}N , свідчать, що інокульовані рослини пажитниці засвоюють мінерального азоту на 36 % більше ніж у контролі.

Таблиця 1. Вплив інокуляції на азотне живлення рослин

Варіанти дослідів	Азот, мг/посудину				Збільшення споживання рослинами мінерального азоту, %
	загальний (А)	добри́в (Б)	на́сіння (В)	біологічний (А-Б-В)	
Пажитниця пасовищна [1]					
Контроль	2,68	0,91	0,19	1,58	–
Мікробний препарат діазобактерин	3,95	1,25	0,19	2,52	36,0
Ячмінь ярий [2]					
Контроль	14,07	7,12	2,25	4,70	–
Мікробний препарат ризентерин	22,07	11,76	2,25	8,06	65,2
Ячмінь ярий [3]					
Контроль	6,97	3,32	2,25	1,40	–
Мікробний препарат мікрогумін	11,86	5,72	2,25	3,89	72,2

В одному із дослідів з ярим ячменем застосований мікробний препарат ризоентерин сприяв зростанню використання рослинами азоту добрив на 65 %, в іншому, при дослідженні ефективності комплексного мікробного препарату мікрогуміну, інокульовані рослини засвоїли мінерального азоту на 72 % більше, ніж контрольні (табл. 1). Така велика різниця між показниками контролю і дослідних варіантів значною мірою пояснюється відсутністю належної біологічної активності в кореневій зоні контрольних рослин, оскільки в дослідях як субстрат використовували промитий і прожарений річковий пісок. Але головна мета дослідів – з'ясувати можливість за допомогою інокуляції впливати на засвоюваність рослинами мінерального азоту – досягнута. Чи коректно екстраполювати результати модельних дослідів на польові умови, розглянемо на прикладі експериментів з пажитницею однорічною, ячменем та картоплею.

Як видно з наведених даних (табл. 2-4), вплив застосування трьох випробуваних препаратів (діазобактерину для пажитниці, мікрогуміну для ячменю і біограну для картоплі) може бути еквівалентним дії 40-80 кг/га мінерального азоту, залежно від культури та умов її вирощування. Так, застосування діазобактерину на фоні внесеного в дозі 80 кг/га мінерального азоту забезпечує підвищення врожайності культури навіть більше, ніж за умови внесення добрив дозою 160 кг/га, але без інокуляції. Отже, дія діазобактерину в цьому варіанті еквівалентна впливу не менше 80 кг/га азоту. Частина цього азоту, безперечно, забезпечується за рахунок активізації асоціативної азотфіксації. Іншою складовою азотного живлення інокульованих культур, як свідчать вищенаведені результати дослідів з N^{15} , є азот добрив. Це є додатковим свідченням (хоча й опосередкованим) того, що інокуляція впливає на ступінь засвоєння рослинами зв'язаного азоту.

Таблиця 2. Вплив мінерального азоту та інокуляції діазобактерином на врожайність пажитниці однорічної (польовий дослід, Інститут кормів УААН)

Дози азоту, кг/га	Урожайність (суха речовина), ц/га	Прибавка від інокуляції	
		ц/га	%
Без інокуляції			
0	60,0	–	–
40	66,4	–	–
80	74,9	–	–
160	82,7	–	–
200	94,4	–	–
Інокуляція діазобактерином			
0	66,2	6,2	10
40	79,1	12,7	19
80	101,1	26,2	35
160	104,0	21,3	26
200	115,3	20,9	22
НІР ₀₅ по досліді	3,3		
для інокуляції	2,4		
для азоту	1,3		

Аналогічні закономірності спостерігаються при вивченні впливу мікрогуміну на урожайність ячменю залежно від агрофону. Дія передпосівної бактеризації еквівалентна дії не менш ніж 60 кг/га мінерального азоту (табл. 3). Не менш ефективним є застосування біограну в технології вирощування картоплі (табл. 4).

Механізм дії мікробних препаратів на засвоєння мінерального азоту можна звести принаймні до трьох складових.

1. Зростання об'ємів кореневої системи. Результати практично всіх проведених нами дослідів свідчать про активний розвиток кореневої системи рослин, ініційованих інокуляцією. Так, у вегетаційному досліді з пажитницею бактеризація сприяла збільшенню маси коріння на 50 % (табл. 5). Бактеризація ячменю мікрогуміном також сприяла розвитку кореневої системи (табл. 5). Зрозуміло, що розвинена коренева система здатна утилізувати значно більшу кількість поживних речовин навіть за умов пасивного

надходження елементів мінерального живлення.

2. **Стимуляція поглинальної активності коріння.** Вплив бактеризації на збільшення активної поглинальної поверхні коріння ми показали у попередніх дослідженнях з гречкою [7]. Інтродукція активного асоціативного азотфіксатора *A.brasilense* 18-2 (основа біопрепарату діазобактерину) у кореневу зону рослин цієї культури сприяла достовірному зростанню питомої активної поглинальної поверхні. Отже, при бактеризації не тільки збільшується загальна площа поглинальної поверхні за рахунок розростання коріння, а зростає й активність поглинання на одиницю площі.

3. **Активізація азотасиміляторних ферментів рослин.** Крім підсилення процесів поглинання поживних речовин корінням, інокульовані рослини мають підвищену метаболічну активність. Так, зокрема, результати визначення активності нітратредуктази в листках пажитниці свідчать про суттєве збільшення показників (табл. 6). Нітратредуктазна активність зростала, залежно від фази розвитку рослин, у 1,7-2,4 раза, і ця особливість спостерігалась упродовж тривалого терміну досліджень (100 днів).

Таблиця 3. Вплив інокуляції мікрогуміном на урожайність ячменю по роках залежно від агрофону

Варіанти досліджу	2003 р.		2004 р.		2005 р.	
	ц/га	приріст, %	ц/га	приріст, %	ц/га	приріст, %
Фон – без добрив						
Контроль	26,3	–	23,6	–	21,4	–
Мікрогумін	29,2	11,0	26,7	13,1	24,9	16,4
Фон – N₆₀K₂₅						
Контроль	32,4	–	32,1	–	27,2	–
Мікрогумін	38,2	17,9	41,3	28,7	33,7	23,9
Фон – N₁₂₀K₅₀						
Контроль	35,0	–	40,3	–	32,1	–
Мікрогумін	42,3	20,8	45,2	12,2	38,3	19,3
НП ₀₅ по досліджу	3,6		2,4		3,4	
для інокуляції	1,8		1,4		1,7	
для агрофонів	1,8		1,1		1,7	

Таблиця 4. Вплив біограну та агрофону на урожайність картоплі сорту Кобза та вміст нітратів у продукції

Варіанти дослідів	Урожай- ність, ц/га	Приріст		NO ₃ ⁻ , мг/кг
		ц/га	%	
Фон – N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀				
Контроль	202	–	–	171
Біогран	226	24	11,9	135
Фон – N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀				
Контроль	255	–	–	234
Біогран	299	44	17,3	192
Фон – N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀				
Контроль	271	–	–	348
Біогран	321	50	18,4	292
НІР ₀₅ по досліді	33			
для агрофонів	19			
для інокуляції	16			

В результаті активізації азотасиміляторних ферментів інокульованих рослин знижується вміст нітратів у продукції (табл. 4 і 7). Це цілком закономірний процес, оскільки нітрати при цьому залучаються до рослинного метаболізму. Логічним було б допустити і якісні зміни у вмісті азотовмісних сполук – амінокислот і білків. Численні літературні дані, а також результати проведених нами досліджень свідчать, що саме в такий спосіб змінюється метаболізм азоту в інокульованих рослинах. Так, застосування діазобактерину (на основі *Azospirillum brasilense* 18-2) для інокуляції гречки сприяло зростанню вмісту таких цінних у харчуванні людини незамінних амінокислот, як валін, лізин, треонін і метіонін [8]. Крім амінокислот, що перебувають у вільному стані, продукція, одержана з інокульованих рослин, має підвищений вміст білка. Так, бактеризація, за нашими даними, сприяє зростанню вмісту білка в зеленій масі пажитниці на 1,54 % (табл. 7), в зерні ячменю – на 0,81-3,50 % залежно від агрофону (табл. 8). В останньому випадку це може мати навіть небажаний ефект, оскільки для пивоварного ячменю вміст білка повинен бути обмеженим.

Таблиця 5. Розвиток кореневої системи пажитниці та ячменю під впливом інокуляції (вегетаційні дослід)

Варіанти дослідів	Маса сухих коренів, г на посудину	Приріст маси	
		г на посудину	%
Пажитниця			
Контроль	2,47	–	–
Діазобактерин	3,65	1,18	47,7
НІР ₀₅	0,59		
Ячмінь			
Контроль	2,11	–	–
Мікрогумін	2,67	0,56	26,4
НІР ₀₅	0,44		

Таблиця 6. Динаміка нітратредуктазної активності в листках пажитниці пасовищної під впливом інокуляції (вегетаційний дослід)

Варіанти дослідів	Нітратредуктазна активність, мкг NO ₃ / г сирої маси за 30 хв.		
	70 днів після посіву	85 днів після посіву	100 днів після посіву
Контроль	7,50	9,10	9,93
Інокуляція, діазобактерин	18,24	18,59	16,81
НІР ₀₅	1,42	2,30	2,57

Таблиця 7. Вплив інокуляції пажитниці на урожайність культури та особливості азотного метаболізму рослин (польовий дослід)

Варіанти дослідів	Урожайність (суха маса), ц/га	Вміст нітратів, мг/кг	Вміст білка, %
Контроль	49,8	340	12,41
Діазобактерин	61,5	205	13,95
НІР ₀₅	8,7		

Отже, передпосівна бактеризація сприяє змінам в азотному метаболізмі рослин. При цьому вміст неорганічних форм азоту знижується, тоді як кількість амінокислот та білків зростає.

Таблиця 8. Вміст білка та фосфору в зерні ячменю під впливом інокуляції мікрогуміном

Варіанти	Вміст білка, %	Вміст фосфору, %	Винос фосфору, кг/га
Контроль	8,63	0,20	6,48
Мікрогумін	9,81	0,26	9,93

Очевидно, вище наведені висновки щодо впливу мікробних препаратів на азотне живлення культур можна поширити і на процеси засвоєння рослинами сполук фосфору. Так, застосування бактеризації приводить до суттєвого збільшення виносу фосфору рослинами ячменю (табл. 8).

Таблиця 9. Вплив інокуляції картоплі на засвоєння рослинами фосфору залежно від агрофону

Варіанти дослідів	Вміст фосфору в бульбах, %	Винос фосфору з урожаєм, кг/га
Фон – N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀		
Контроль	0,210	10,6
Біогран	0,223	12,6
Фон – N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀		
Контроль	0,209	13,3
Біогран	0,226	16,9
Фон – N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀		
Контроль	0,228	15,4
Біогран	0,212	17,2

Аналогічна ситуація спостерігається при застосуванні біограну для картоплі (табл. 9). Нашими попередніми дослідженнями з ефективності бактеризації гречки також показано суттєвий вплив діазобактерину на винос фосфору рослинами [6].

Отже, представлені результати свідчать про суттєве підвищення засвоєності азоту і фосфору інокульованими рослинами внаслідок активізації мінерального живлення. При цьому збільшене надходження елементів живлення, зокрема азоту, не призводить до його накопичення в неорганічній формі, оскільки концентрація азоту зменшується як за рахунок вищого врожаю, так і внаслідок

інтенсивнішого залучення до метаболічних процесів і активізації синтезу цінних органічних сполук.

1. Мальцева Н.Н., Волкогон В.В., Гусев О.В., Дульнев П.Г. Изучение ассоциативной азотфиксации у райграса пастбищного // Микробиол. журн. – 2001. – Т. 63, № 5. – С. 67-72.

2. Волкогон В.В., Гусев О.В., Давидова О.Є. та ін. Вивчення особливостей азотного живлення ячменю методом ізотопного розбавлення при застосуванні триману 1, мінеральних добрив та інокуляції // Физиол. и биохим. культ. растений. – 2004. – Т. 36, № 5. – С. 444-450.

3. Волкогон В.В., Гусев О.В., Волкогон К.І. Особливості азотного живлення ячменю при застосуванні біологічного препарату мікрогуміну // Живлення рослин: теорія і практика. – К., 2005. – С. 209-213.

4. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. – Л.: Колос, 1972. – 456 с.

5. Практикум по агрохимии / Под ред И.В. Пустового. – М.: Агропромиздат, 1985. – 312 с.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

7. Волкогон В.В., Луценко Н.В., Дімова С.Б. та ін. Особливості фосфорного живлення гречки при застосуванні бактеризації та рістстимулятора залежно від агрофону // Фосфор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації. – Чернігів-Харків, 2004. – С. 20-28.

8. Лохова В.І., Волкогон В.В. Вплив біопрепарату діазобактерину на амінокислотний склад зерна гречки // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – К., 2001. – Т. 1. – С. 259-263.

МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ УСВОЕНИЯ РАСТЕНИЯМИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Волкогон В.В.

Институт сельскохозяйственной микробиологии УААН,
г. Чернигов

Представлены результаты модельных, вегетационных и полевых опытов, свидетельствующие о том, что при использовании микробных препаратов повышается усвоение минеральных удобрений растениями райграса, ячменя и картофеля. Усиленное усвоение минерального азота обеспечивается за счет увеличения корневой системы инокулированных растений, удельной поглощательной активности корней, активизации азотассимиляторных растительных ферментов. При этом в растениях снижается содержание нитратов и увеличивается количество аминокислот и белков.

Ключевые слова: *микробные препараты, инокуляция, усвоение удобрений, нитраты.*

MICROBIAL PREPARATIONS AS THE FACTOR OF INCREASE OF MINERAL FERTILIZERS ASSIMILABILITY BY PLANTS

Volkohon V.V.

Institute of Agricultural Microbiology, UAAS, Chernihiv

The results of model, vegetative and field experiments on ryegrass, barley and potatoes demonstrating the increase of mineral fertilizers assimilability by plants with use of microbial preparations are presented. Intensified assimilation of mineral nitrogen is caused by increased root system of inoculated plants, specific root receptivity, and activation of assimilative plant enzymes. At the same time the decrease of nitrate contents and increase of amino acid and protein number in the plants is observed.

Key words: *microbial preparations, inoculation, assimilability of fertilizers, nitrates.*