



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.461/631.8
© 2010

В.В. Волкогон,
член-кореспондент УААН

С.Б. Дімова,
кандидат сільсько-
господарських наук

К.І. Волкогон
Р.О. Борулько

Інститут
сільськогосподарської
мікробіології УААН

О.М. Бердніков,
член-кореспондент УААН

Чернігівський інститут
АПВ УААН

ВПЛИВ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ЗАСВОЄННЯ КУЛЬТУРНИМИ РОСЛИНАМИ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН

У польових дослідах з ячменем ярим, картоплею та кукурудзою, проведених на різних агрофонах, показано еквівалентність впливу мікробних препаратів певним дозам мінеральних добрив. Відзначено поліпшення кореневого живлення культурних рослин за їх бактеризації. У лізіметричних дослідах продемонстровано істотне обмеження вимивання сполук окремих біогенних елементів по ґрунтовому профілю під дією біопрепаратів.

Процес формування родючості ґрунтів залежить від ряду чинників: геохімічного впливу материнської породи, типу рослинності, кліматичних особливостей регіону, антропогенного впливу, мікробіологічної активності. Останній фактор відіграє визначальну роль у забезпеченні продуктивності складної системи ґрунт — рослина і є найменш вивченим. В існуючих системах землеробства на біологічну суть родючості ґрунтів та внесок ґрунтових мікроорганізмів у процес засвоєння рослинами поживних речовин практично не звертають уваги.

Серед агроприймів, орієнтованих на зростання біологічної активності і родючості ґрунтів, слід виділити внесення гною, перегною, компостів тощо. Іншим агроприємом, який не виключає вищезазначених, є застосування мікробних препаратів. Нині створено значну кількість біопрепаратів, використання яких у аграрних технологіях сприяє значному зростанню урожайності сільськогосподарських культур та поліпшенню якості одержуваної продукції [4, 6]. Серед елементів позитивного впливу мікробних препаратів на продукційний процес культурних рослин виділяють зростання активності азотфіксації у зоні коріння, розчинення фосфатів, продукування фітогормонів та ін. Найменш вивченою є дія інтродукованих в агроценози мікроорганізмів на коефіцієнти використання іноку-

льованими рослинами добрив. Слід зазначити, що за традиційних технологій ступінь засвоєння рослинами діючої речовини з добрив є досить невисоким і не перевищує для азотних — 35—50%, фосфорних — 20, калійних — 25—60% залежно від типу ґрунту і дози добрив (з її зростанням інтенсивність засвоєння рослинами NPK зменшується). Це малоприйнятно з погляду економіки сільськогосподарського виробництва і недопустимо з міркувань екологічного характеру. Особливо небезпечними для довкілля є втрати мінерального азоту. Не можна стверджувати, що цій проблемі не надають уваги. Агрохіміками розроблено добрива з пролонгованою дією на рослини, запропоновано способи локального їх унесення, позакореневого підживлення тощо. Це, безперечно, важливо, але повністю проблему не вирішує. Збільшити коефіцієнти використання рослинами азоту та інших біогенних елементів з добрив можна шляхом підвищення біологічної активності ґрунтів. При цьому внаслідок активної діяльності мікроорганізмів зростає об'єм кореневої системи та її поглинальна здатність. Важливою є активізація ферментної системи рослин, що сприяє інтенсифікації метаболічних процесів і кращому засвоєнню поживних речовин. При використанні важкого ізотопу азоту (¹⁵N) відзначено істотне зростання ступеня зас-

1. Вплив інокуляції на врожайність ячменю за роками залежно від агрофону (польові досліді)

Варіант досліді	Урожайність, т/га				Приріст до контролю	
	Рік			середнє	т/га	%
	2003	2004	2005			
<i>Фон I — без добрив</i>						
Контроль	2,63	2,36	2,14	2,37	—	—
Мікрогумін	2,92	2,67	2,49	2,69	0,32	13,5
<i>Фон II — N₆₀K₂₅</i>						
Контроль	3,24	3,21	2,72	3,06	—	—
Мікрогумін	3,82	4,13	3,37	3,77	0,71	23,2
<i>Фон III — N₁₂₀K₅₀</i>						
Контроль	3,50	4,03	3,21	3,58	—	—
Мікрогумін	4,23	4,52	3,83	4,19	0,61	17,0
НІР ₀₅ по досліді	0,36		0,24	0,34		
для інокуляції	0,18		0,14	0,17		
для агрофонів	0,18		0,11	0,17		

Примітка. Фосфорні добрива не вносили через високий уміст P₂O₅ у ґрунті.

воєння рослинами ячменю ярого і пажитниці пасовищної азоту з добрив [2, 5]. Є повідомлення інших авторів про здатність бактеризованих рослин до кращого засвоєння мінерального азоту і сполук інших елементів [7]. Дані дослідження свідчать про принципову можливість регулювання інтенсивності мінерального живлення рослин за бактеризації, проте результати вегетаційних дослідів, проведених за ідеальних умов, досить складно екстраполювати на вирощування культур у польових умовах.

Мета роботи — дослідження впливу передпосівної бактеризації на інтенсивність засвоєння рослинами діючої речовини з добрив.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в 2003—2008 рр. у польових дослідіах на дерново-підзолистому супіщаному окультуреному ґрунті (рН_{сол.} — 6,2; уміст гумусу — 1,02%; P₂O₅ — 330 мг/кг; K₂O — 148 мг/кг) з ячменем ярим сорту Гонар і картоплею сорту Кобза та на лугово-чорноземному ґрунті Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН (рН_{сол.} — 5,1—5,4; уміст гумусу — 2,4%; P₂O₅ — 193—226 мг/кг; K₂O — 108—143 мг/кг) з кукурудзою, гібрид Петровський 169 СВ. Повторність у дослідіах — 4-разова. Мінеральні добрива вносили згідно зі схемами (наведено в таблицях).

Вплив інокуляції на міграцію сполук біогенних елементів у ґрунті при вирощуванні кукурудзи та ячменю вивчали в умовах лізиметрів у Чернігівському інституті АПВ УААН. Ґрунт у лізиметрах — дерново-підзолистий супіщаний (рН_{сол.} — 5,5; гумус — 1,1%; P₂O₅ — 170 мг/кг; K₂O — 62 мг/кг).

Уміст нітратів визначали дисульфохеноловим методом, амонійного азоту — з реактивом Несслера, водорозчинного P₂O₅ — за Кірсано-

вим, K₂O — полум'янофотометричним методом, СаО і MgO — комплексометричним, водорозчинний гумус — за Тюрнім [1]. Статистичну обробку одержаних даних проводили за Доспеховим [3].

Результати досліджень. Вплив випробовуваних препаратів (мікрогуміну — для ячменю, біограну — картоплі та кукурудзи) на формування урожайності може бути еквівалентним дії 30—60 кг/га мінерального азоту, 25—30 кг/га — K₂O і близько 20 кг/га — P₂O залежно від сільськогосподарської культури та умов її вирощування (табл. 1, 2). Так, при вирощуванні ячменю ярого застосування мікрогуміну по фоні N₆₀K₂₅ забезпечило збільшення урожайності культури більшою мірою, ніж при внесенні добрив у дозі N₁₂₀K₅₀, але без інокуляції (див. табл. 1). Отже, дія препарату в цьому варіанті еквівалентна впливу не менше 60 кг/га мінерального азоту та 25 кг/га — K₂O. Частина потреби в азоті, безперечно, забезпечується за рахунок активізації асоціативної азотфіксації, оскільки біологічним агентом мікрогуміну є азотфіксувальні бактерії роду *Azospirillum*. Проте продуктивність асоціативної азотфіксації не може бути настільки високою. Істотною складовою азотного живлення інокульованих культур може бути зростання ступеня засвоєння азоту з добрив, що узгоджується з результатами досліджень при використанні важкого ізотопу азоту [2, 5].

Застосування біограну в технології вирощування картоплі на дерново-підзолистому ґрунті демонструє аналогічні залежності. Так, препарат у взаємодії із середньою у досліді дозою добрив забезпечує зростання урожайності культури навіть більшою мірою, ніж за внесен-

2. Урожайність зеленої маси кукурудзи при застосуванні мінеральних добрив та біограну (польові досліді)

Варіант досліді	Урожайність, т/га (середнє за 4 роки)	Приріст від			
		кожної наступної дози добрив		взаємодії біограну з добривами	
		т/га	%	т/га	%
<i>Без добрив</i>					
Контроль	31,73	–	–	–	–
Біогран	34,94	–	–	3,21	10,1
<i>Фон — N₄₀P₂₀K₃₅</i>					
Контроль	34,88	3,15	9,9	–	–
Біогран	40,39	–	–	5,51	15,8
<i>Фон — N₈₀P₄₀K₇₀</i>					
Контроль	40,01	5,13	14,7	–	–
Біогран	44,45	–	–	4,44	11,1
<i>Фон — N₁₂₀P₆₀K₁₀₅</i>					
Контроль	43,39	3,38	8,4	–	–
Біогран	47,03	–	–	3,64	8,4
<i>Фон — N₁₆₀P₈₀K₁₄₀</i>					
Контроль	46,22	2,83	6,5	–	–
Біогран	48,92	–	–	2,70	5,8
НІР ₀₅ у досліді	3,15				
для агрофону	2,05				
для біограну	1,80				

ня високої дози, але без інокуляції. Отже, порівнянням дійшли висновку, що в досліді дія біопрепарату на формування урожайності культури була еквівалентною впливу мінеральних добрив у дозі, не меншій за N₃₀K₃₀.

Зниження умісту нітратів у продукції свідчить про їх активне залучення до конструктивного метаболізму.

Результати польового досліді з кукурудзою підтверджують ефективну взаємодію невеликих доз мінеральних добрив з біопрепаратом (див. табл. 2). Зростання рівня удобрення до N₁₂₀P₅₄K₁₀₂ істотно знижує ефективність бактеризації, хоча й забезпечує достовірні позитивні зміни показників. По фоні найвищої у досліді дози добрив застосування біопрепарату не сприяло одержанню достовірного приросту врожайності.

Слід зазначити, що вплив біограну на формування урожаю культури по невисоких агрофонах є еквівалентним дії мінеральних добрив у дозі не менше N₄₀P₁₅K₃₄. Такого висновку дійшли, порівнявши показники врожайності зеленої маси кукурудзи, одержані в блоці варіантів при внесенні найменшої дози добрив і застосуванні препарату, з результатами продуктивності культури у варіанті з N₈₀P₃₆K₆₈ без біограну. Підтвердженням кращого засвоєння поживних речовин бактеризованими рослинами є результати лізіметричних експериментів.

Так, у досліді з кукурудзою унесення у ґрунт добрив сприяло значним втратам сполук біогенних елементів із ґрунтового профілю з фільтраційними водами.

Застосування мікробного препарату біограну значно знижувало ці показники. Ефект зменшення втрат біогенних елементів досягається через збільшення засвоєння поживних речовин інокульованими рослинами. Це підкріплюється результатами визначення виносу NPK з урожаєм (табл. 3).

Отже, застосування мікробного препарату в технології вирощування кукурудзи забезпечує ефективніше використання рослинами поживних речовин, у т.ч. з добрив. Ймовірно, що значна частина сполук досліджуваних елементів закріплюється розвинутою кореневою системою і може бути засвоєною рослинами наступних у сівозміні культур.

Подібні результати одержано в лізіметричному досліді з ячменем ярим при застосуванні біопрепарату мікрогуміну. Дані обліку вмісту сполук біогенних елементів у фільтраційних лізіметричних водах (табл. 4) свідчать про зменшення умісту практично всіх досліджуваних сполук з промивними водами при інокуляції, що опосередковано підтверджує їх краще засвоєння бактеризованими рослинами. Істотно зменшуються також і втрати водорозчинних форм гумусу.

3. Винос поживних речовин зерном кукурудзи (лізіметричний дослід)

Варіант досліджу	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	кг/га	приріст, %	кг/га	приріст, %	кг/га	приріст, %
Без добрив	99,9	–	36,5	–	110,7	–
Без добрив + біогран	109,2	9,3	37,8	3,6	126,0	13,8
N ₆₀ P ₅₀ K ₇₀	136,1	–	43,1	–	183,1	–
N ₆₀ P ₅₀ K ₇₀ + біогран	148,3	9,0	49,4	14,6	203,5	11,1
N ₁₂₀ P ₉₅ K ₁₄₅	131,8	–	42,1	–	227,3	–
N ₁₂₀ P ₉₅ K ₁₄₅ + біогран	155,7	18,1	48,5	15,2	271,2	19,3
НІР ₀₅	8,0	4,2	15,9			

4. Втрати сполук біогенних елементів з фільтраційними водами, кг/га (лізіметричний дослід з ячменем ярим)

Варіант досліджу	NO ₃	NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Гумус водорозчинний
Контроль, без добрив	27,0	1,4	2,7	3,9	37,2	8,0	10,5
Без добрив + мікрогумін	18,0	–	2,7	3,0	28,0	6,0	6,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	30,5	0,6	2,7	4,5	40,5	12,0	12,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + мікрогумін	24,0	–	2,7	4,0	26,8	6,0	8,2
НІР ₀₅	3,5	0,2	0,3	0,3	5,0	1,2	1,5

Несподіваним в обох лізіметричних дослідженнях є зменшення втрат сполук кальцію і магнію з промивними водами. Оскільки у ґрунтах легкого гранулометричного складу дефіцит кальцію є типовим явищем, що призводить, насамперед, до гальмування розвитку кореневої системи, обмеження його непродуктив-

них втрат при застосуванні мікробних препаратів є однозначно позитивним. Зменшення вимивання з ґрунтового профілю сполук магнію, функції якого в рослинному організмі тісно пов'язані з хлоропластогенезом та енергетичними процесами, також є фізіологічно важливим.

Висновки

Застосування сучасних мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур позитивно діє на засвоєння інокульованими рослинами діючої речови-

ни з добрив, що сприяє у комплексі з іншими елементами позитивного впливу інтродукованих бактерій на продукційний процес культур істотному зростанню їхньої урожайності.

Бібліографія

1. Аринушкина Э.В. Руководство по химическому анализу почв/Э.В. Аринушкина. — М.: Изд. МГУ, 1970. — 488 с.
2. Волкогон В.В. Особливості азотного живлення ячменю при застосуванні біологічного препарату мікрогуміну/В.В. Волкогон, О.В. Гусев, К.І. Волкогон//Живлення рослин: теорія і практика. — К., 2005. — С. 209—213.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта/Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
4. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай/А.А. Завалин. — М.: Изд. ВНИИА, 2005. — 302 с.
5. Мальцева Н.Н. Изучение ассоциативной азотфиксации у райграса пастбищного/Н.Н. Мальцева, В.В. Волкогон, О.В. Гусев, П.Г. Дульнев//Микробиол. ж. — 2001. — 63, № 5. — С. 67—72.
6. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика/В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Т.М. Ковалевська та ін./За ред. В.В. Волкогона. — К.: Аграр. наука, 2006. — 312 с.
7. Lin W. Enhanced mineral uptake by *Zea mays* and *Sorghum bicolor* roots inoculated with *Azospirillum brasilense*/W. Lin, Y. Okon, R.W.R.F. Hardy//Appl. Environ. Microbiol. — 1983. — 45, № 6. — P. 1775—1779.