

УДК: 631.461 / 631.86/87

В.В. Волкогон, О.М. Бердніков, С.Б. Дімова, К.І. Волкогон, Н.П. Штанько
Інститут сільськогосподарської мікробіології
та агропромислового виробництва НААН

ЗАСВОЄННЯ КУЛЬТУРНИМИ РОСЛИНАМИ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН ЗА ВПЛИВУ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ

У польових дослідях з ячменем ярим, картоплею та кукурудзою, проведених на різних агрофонах, показано еквівалентність впливу мікробних препаратів певним дозам мінеральних добрив. Зроблено висновок про покращення кореневого живлення культурних рослин за їх бактеризації. У лізиметричних дослідях продемонстровано суттєве обмеження вимивання сполук окремих біогенних елементів по ґрунтовому профілю під дією біопрепаратів.

Ключові слова: ячмінь ярій, картопля, кукурудза, мінеральне живлення, лізиметри, коефіцієнти засвоєння діючої речовини з добрив.

Вступ. Процес формування родючості ґрунтів, як відомо, залежить від низки чинників. До них слід віднести геохімічний вплив материнської породи, тип рослинності, кліматичні особливості регіону, антропогенний вплив, мікробіологічну активність. Серед перелічених факторів останній відіграє визначальну роль у забезпеченні продуктивності складної системи ґрунт-рослина, і саме він є і найменш вивченим, і найменш зрозумілим для широкого загалу. В існуючих системах землеробства на біологічну суть виникнення родючості ґрунтів та внесок ґрунтових мікроорганізмів у процес засвоєння рослинами поживних речовин практично не звертається увага.

Можна назвати цілу низку агроприймів, орієнтованих на зростання біологічної активності і родючості ґрунтів. Безперечно, слід виділити внесення гною, перегною, компостів тощо. Іншим шляхом, що не виключає вищезазначених, є застосування мікробних препаратів. Сьогодні створено значну кількість біопрепаратів, використання яких в аграрних технологіях сприяє значному зростанню врожайності сільськогосподарських культур та покращенню якості одержуваної продукції [4, 6]. Серед складових позитивного впливу мікробних препаратів на продукційний процес культурних рослин виділяють такі, як зростання активності азотфіксації в зоні коріння, розчинення фосфатів, продукування фітогормонів та ін. Проте найменше вивченим є дія інтродукованих в агроценози мікроорганізмів на коефіцієнти використання інокульованими рослинами добрив. При цьому слід зазначити, що за традиційних технологій ступінь засвоєння рослинами діючої речовини з добрив є доволі 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 точки зору економіки функціонування агроценозу, і недопустимо з міркувань екологічного характеру. Особливо небезпечними для довкілля є втрати мінерального азоту. Не можна стверджувати, що на цю проблему не звертається увага. Агрохіміками розроблено добрива з пролонгованою дією на рослини, запропоновано способи локального їх внесення, позакореневого підживлення тощо. Це, безперечно, є важливим здобутком агрохімічної науки, але повністю проблему не вирішує. Збільшити коефіцієнти використання рослинами як азоту, так і інших біогенних елементів з добрив можна також шляхом підвищення біологічної активності ґрунтів. При цьому, внаслідок активної діяльності мікроорганізмів зростає об'єм кореневої системи і її поглинальна здатність. Важливим також є активізація ферментної

системи рослин, що сприяє інтенсифікації метаболічних процесів і кращому засвоєнню поживних речовин. Нашими попередніми дослідженнями, за використання важкого ізотопу азоту (^{15}N), показано суттєве зростання ступеня засвоєння рослинами ячменю ярого і пажитниці пасовищної азоту з добрив [2, 5]. Є також повідомлення інших авторів про здатність бактеризованих рослин до кращого засвоєння як мінерального азоту, так 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 реалії вирощування культур у польових умовах.

Метою нашої роботи є дослідження впливу передпосівної бактеризації на інтенсивність засвоєння рослинами діючої речовини з добрив.

Об'єкти, методи та умови досліджень. Дослідження проводили у 2003 – 2008 рр. у польових дослідах на дерново-підзолистому супіщаному окультуреному ґрунті ($\text{pH}_{\text{сол.}}$ - 6,2; уміст гумусу - 1,02 %; P_2O_5 - 330 мг / кг; K_2O - 148 мг / кг) з ячменем ярим сорту Гонар і картоплею сорту Кобза та на лучно-чорноземному ґрунті ($\text{pH}_{\text{сол.}}$ - 5,1-5,4; уміст гумусу - 2,4 %; P_2O_5 - 193-226 мг/кг; K_2O - 108-143 мг / кг) Інституту сільськогосподарської мікробіології НААН з кукурудзою, гібрид Петровський 169СВ. Повторність у дослідах чотирикратна. Мінеральні добрива вносили згідно схем (наведено в таблицях).

Вплив інокуляції на міграцію сполук біогенних елементів за межі кореневмісного шару ґрунту пвд час вирощування кукурудзи та ячменю вивчали в умовах лізиметрів у Чернігівському інституті АПВ УААН. Ґрунт у лізиметрах - дерново-підзолистий супіщаний ($\text{pH}_{\text{сол.}}$ -5,5; гумус - 1,1 %; P_2O_5 - 170 мг / кг; K_2O - 62 мг / кг).

Уміст нітратів визначали дисульфофеноловим методом, амонійного азоту – з реактивом Несслера, водорозчинного P_2O_5 – за Кірсановим, K_2O – полум'янофотометричним методом, CaO і MgO – комплексометричним методом, водорозчинний гумус – за Тюрінім [1].

Статистичну обробку одержаних даних проводили за Доспеховим [3].

Результати та їх обговорення. Дані табл. 1-5 свідчать, що вплив випробуваних препаратів (Мікрогуміну для ячменю, Біограну для картоплі та кукурудзи) на формування врожайності може бути еквівалентним дії 30 – 60 кг / га мінерального азоту, 25-30 кг / га K_2O і близько 20 кг / га P_2O_5 - залежно від культури та умов її вирощування. Так, під час вирощування ячменю ярого застосування Мікрогуміну по фоні $\text{N}_{60}\text{K}_{25}$ забезпечило збільшення врожайності культури навіть більшою мірою, ніж за внесення добрив у дозі $\text{N}_{120}\text{K}_{50}$, але без інокуляції (табл. 1). Отже, дія препарату в цьому варіанті еквівалентна впливу не менше 60 кг / га мінерального азоту та 25 кг / га K_2O . 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. Суттєвою складовою покращення азотного живлення інокуюваних культур може бути зростання ступеня засвоєння азоту з добрив, що узгоджується з результатами досліджень за використання важкого ізотопу азоту [2, 5].

Застосування Біограну в технології вирощування картоплі на дерново-підзолистому ґрунті демонструє аналогічні залежності (табл. 2). Так, препарат у взаємодії з середнім у досліді агрофоном забезпечує зростання врожайності культури навіть більшою мірою, ніж це має місце за внесення високої дози добрив, але без інокуляції. Отже, шляхом порівняння приходимо висновку, що у дослідах дія

біопрепарату на формування врожайності культури була еквівалентною впливу мінеральних добрив у дозі, не меншій за $N_{30}K_{30}$.

Таблиця 1

Вплив інокуляції на врожайність ячменю залежно від агрофону, польові досліді

Варіанти досліді	Урожайність, т / га (середнє за три роки)	Приріст до контролів	
		т / га	%
<i>Фон I – без добрив</i>			
<i>Контроль</i>	2,37	-	-
<i>Мікрогумін</i>	2,69	0,32	13,5
<i>Фон II – $N_{60}K_{25}$</i>			
<i>Контроль</i>	3,06	-	-
<i>Мікрогумін</i>	3,77	0,71	23,2
<i>Фон III – $N_{120}K_{50}$</i>			
<i>Контроль</i>	3,58	-	-
<i>Мікрогумін</i>	4,19	0,61	17,0
НІР ₀₅ по досліді	0,31		
для інокуляції	0,16		
для агрофонів	0,15		

Примітка: фосфорні добрива не вносили через високий уміст P_2O_5 у ґрунті.

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

Таблиця 2

Вплив Біограну та агрофону на врожайність картоплі сорту Кобза та вміст нітратів у продукції, польові досліді

Варіанти досліді	Урожайність, т / га (середнє за 4 роки)	Приріст до контролів		NO_3^- , мг / кг
		т / га	%	
<i>Фон I - $N_{60}P_{60}K_{90}$</i>				
<i>Контроль</i>	20,23	-	-	171
<i>Біогран</i>	22,61	2,38	11,8	135
<i>Фон II - $N_{90}P_{90}K_{120}$</i>				
<i>Контроль</i>	25,51	-	-	234
<i>Біогран</i>	29,90	4,39	17,2	192
<i>Фон III - $N_{120}P_{90}K_{150}$</i>				
<i>Контроль</i>	27,14	-	-	348
<i>Біогран</i>	32,12	4,98	18,4	292
НІР ₀₅ по досліді	3,30			
для інокуляції	1,60			
для агрофонів	1,91			

Результати польового досліді з кукурудзою свідчать про ефективну взаємодію невеликих доз мінеральних добрив з біопрепаратом (табл. 3). Зростання рівня удобрення до $N_{120}P_{54}K_{102}$ суттєво знижує ефективність бактеризації, хоча й забезпечує достовірні позитивні зміни показників. По фоні найвищої в досліді дози добрив застосування біопрепарату не сприяло одержанню достовірного приросту врожайності.

Слід зазначити, що вплив Біограну на формування врожаю культури по невисоких агрофонах є еквівалентним дії мінеральних добрив у дозі не менше $N_{40}P_{15}K_{34}$. Такого висновку приходимо, порівнявши показники врожайності зеленої маси кукурудзи, одержані у блоці варіантів за умов внесення найменшої дози добрив і застосування препарату, з результатами продуктивності культури у варіанті з

N₈₀P₃₆K₆₈ без Біограну.

Таблиця 3

Урожайність зеленої маси кукурудзи за умов застосування мінеральних добрив та Біограну, польові досліді

Варіанти досліді	Урожайність, т / га (середнє за 4 роки)	Приріст			
		від кожної наступної дози добрив		від взаємодії Біограну з добривами	
		т / га	%	т / га	%
<i>Фон I - Без добрив</i>					
<i>Контроль</i>	31,73	-	-	-	-
<i>Біогран</i>	34,94	-	-	3,21	10,1
<i>Фон II - N₄₀P₂₀K₃₅</i>					
<i>Контроль</i>	34,88	3,15	9,9	-	-
<i>Біогран</i>	40,39	-	-	5,51	15,8
<i>Фон III - N₈₀P₄₀K₇₀</i>					
<i>Контроль</i>	40,01	5,13	14,7	-	-
<i>Біогран</i>	44,45			4,44	11,1
<i>Фон IV - N₁₂₀P₆₀K₁₀₅</i>					
<i>Контроль</i>	43,39	3,38	8,4	-	-
<i>Біогран</i>	47,03			3,64	8,4
<i>Фон V - N₁₆₀P₈₀K₁₄₀</i>					
<i>Контроль</i>	46,22	2,83	6,5	-	-
<i>Біогран</i>	48,92			2,70	5,8

НР₀₅ у досліді 3,15
 для Біограну 1,80
 для агрофонів 2,05

Підтвердженням кращого засвоєння поживних речовин бактеризованими рослинами є також результати лізиметричних експериментів. Так, у досліді з кукурудзою внесення в ґрунт добрив сприяло значним втратам сполук біогенних елементів із ґрунтового профілю з фільтраційними водами. Застосування мікробного препарату Біограну значно знижувало ці показники (табл. 4).

Таблиця 4

Втрати сполук біогенних елементів з фільтраційними водами, кг / га (лізиметричний дослід з кукурудзою)

Варіанти досліді	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
<i>Без добрив</i>	53,2	2,8	6,8	75,4	16,2
<i>Без добрив + Біогран</i>	42,3	1,6	6,3	67,3	13,7
<i>N₆₀P₅₀K₇₀</i>	79,7	4,7	8,0	117,1	24,6
<i>N₆₀P₅₀K₇₀ + Біогран</i>	73,2	4,4	7,7	84,3	23,8
<i>N₁₂₀P₉₅K₁₄₅</i>	106,4	8,8	8,0	127,6	34,0
<i>N₁₂₀P₉₅K₁₄₅ + Біогран</i>	105,3	3,8	7,4	100,7	31,6
НР ₀₅	3,5	0,4	0,5	9,1	2,0

Очевидно, що ефект зменшення втрат сполук біогенних елементів досягається через збільшення засвоєння поживних речовин інкульованими рослинами. Це твердження підкріплюється результатами визначення виносу NPK з урожаєм (табл. 5 і 6).

Отже, застосування мікробного препарату в технології вирощування кукурудзи забезпечує ефективніше використання рослинами поживних речовин, зокрема з добрив. Вірогідно також, що значна частина сполук досліджуваних елементів

закріплюється розвиненою кореневою системою і зможе бути засвоєною рослинами наступних у сівозміні культур.

Таблиця 5

Винос поживних речовин зеленою масою кукурудзи (лізіметричний дослід)

Варіанти дослідів	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	кг / га	приріст, %	кг / га	приріст, %	кг / га	приріст, %
Без добрив	276,3	-	46,5	-	324,7	-
Без добрив + Біогран	292,3	5,7	47,4	1,9	335,1	3,2
N ₆₀ P ₅₀ K ₇₀	398,9	-	66,5	-	436,6	-
N ₆₀ P ₅₀ K ₇₀ + Біогран	447,1	12,0	81,5	22,5	494,0	13,1
N ₁₂₀ P ₉₅ K ₁₄₅	401,6	-	70,7	-	441,6	-
N ₁₂₀ P ₉₅ K ₁₄₅ + Біогран	458,3	14,0	82,3	16,4	502,9	13,9
НІР ₀₅	15,8		5,5		24,5	

Таблиця 6

Винос поживних речовин зерном кукурудзи (лізіметричний дослід)

Варіанти дослідів	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	

Схожі результати одержано в лізіметричному досліді з ячменем ярим за умов застосування біопрепарату Мікрогуміну. Дані обліку вмісту сполук біогенних елементів у фільтраційних лізіметричних водах (табл. 7) свідчать про зменшення вмісту практично всіх досліджуваних речовин з промивними водами при інокуляції, що опосередковано підтверджує їх краще засвоєння бактеризованими рослинами. Суттєво зменшуються також і втрати водорозчинних форм гумусу.

Таблиця 7

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

Варіанти дослідів	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 дослідіх є зменшення втрат сполук кальцію і магнію з промивними водами. Оскільки на ґрунтах легкого гранулометричного складу дефіцит кальцію є типовим явищем, що призводить, насамперед, до гальмування розвитку кореневої системи, обмеження його непродуктивних 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 важливим, насамперед, у фізіологічному відношенні.

Висновки. Застосування сучасних мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур позитивно впливає на ступінь засвоєння інокульованими рослинами діючої речовини з добрив. Це впливає в комплексі з іншими складовими позитивного впливу інтродукованих бактерій на продукційний процес культур та сприяє суттєвому зростанню їх урожайності.

Бібліографічний список: 1. Аринушкина Э.В. Руководство по химическому анализу почв / Э.В. Аринушкина. – М.: Изд. МГУ, 1970. – 488 с. 2. Волкогон В.В. Особенности азотного живления 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.: Агропрмиздат, 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. журнал. – 2001. – Т.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.: Аграрна 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. – V.45, № 6. – P. 1775-1779.

В.В. Волкогон, А.М. Бердников, С.Б. Димова, Е.И. Волкогон, Н.П. Штанько
УСВОЕНИЕ КУЛЬТУРНЫМИ РАСТЕНИЯМИ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ
ПОД ВЛИЯНИЕМ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ

В полевых опытах с ячменем яровым, картофелем и кукурузой, проведенных на разных агрофонах, показана эквивалентность влияния микробных препаратов определенным дозам минеральных удобрений. Сделан вывод об улучшении корневого питания культурных растений при их бактеризации. В лизиметрических опытах продемонстрировано существенное ограничение вымывания соединений отдельных биогенных элементов по почвенному профилю под действием биопрепаратов.

Ключевые слова: ячмень яровой, картофель, кукуруза, минеральное питание, лизиметры, коэффициенты усвоения действующего вещества из удобрений.

V.V. Volkogon, A.M. Berdnikov, S.B. Dimova, K.I. Volkogon, N.P. Shtanko
NUTRIENTS UPTAKE BY CULTIVATED PLANTS UNDER THE INFLUENCE OF
MICROBIAL PREPARATIONS

Equality of microbial preparations' influence to the certain doses of mineral fertilizers was observed in field experiments with spring barley, potatoes plants and maize grown on different agricultural backgrounds. The authors provide the conclusion on the enhancement of root nutrition under the plants bacterization. As was shown in lysimetric experiments biopreparations have restrained wash-out of some biogenic elements' compounds in soil profile.

Keywords: spring barley, potato, maize, mineral nutrition, lysimeter, assimilation coefficient of fertilizers reactant.