

ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСФОРМАЦІЇ АЗОТУ В СИСТЕМІ ҐРУНТ-МІКРООРГАНІЗМИ-РОСЛИНИ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ МІКРОГУМІНУ

Волкогон К.І., Бердніков О.М., Потапенко Л.В.

Інститут сільськогосподарської мікробіології УААН,
вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, 14027, Україна
E-mail: rifam@ukrpost.ua

У лізиметричних дослідах при вирощуванні ячменю ярого встановлено позитивний вплив мікробного препарату Мікрогуміну на обмеження вимивання по ґрунтовому профілю сполук біогенних елементів. Водночас, інокуляція сприяла активізації метаболізму азоту в рослинах, що підтверджується визначенням активності рослинної нітратредуктази та вмісту амінокислот у зерні ячменю.

Ключові слова: ячмінь ярий, мікробні препарати, інокуляція, Мікрогумін, лізиметри, нітратредуктаза, амінокислоти.

Як відомо, рослина, знаходячись у гармонійних взаємовідносинах з активним комплексом ґрунтових мікроорганізмів, які є трофічним посередником між кореневою системою і ґрунтом, здатна значною мірою реалізувати генетичний потенціал урожайності [8]. Проте ідеальних умов щодо забезпечення культурних рослин необхідною для їх життєдіяльності мікробіотою в сучасних агроценозах України не існує. Але технологічно цілком можливим є штучне привнесення агрономічно корисних мікроорганізмів «у потрібне місце, у потрібній кількості, в потрібний час» [9]. На цьому базується ідея застосування мікробних препаратів у екологічно безпечних технологіях вирощування сільськогосподарських культур.

Одним із нових ефективних мікробних препаратів для ячменю ярого є Мікрогумін, розроблений в Інституті сільськогосподарської мікробіології УААН [7]. Застосування Мікрогуміну сприяє зростанню активності азотфіксації в кореневій зоні рослин, збільшенню ступеня засвоєння азоту з добрив [2], що позитивно позначається на урожайності культури. Водночас, окремі аспекти впливу препарату на продукційний процес ячменю ярого вивчено

недостатньо.

Метою нашої роботи було визначити ступінь міграції сполук азоту по ґрунтовому профілю при вирощуванні бактеризованих рослин ячменю та вивчити окремі особливості метаболізму азоту в рослинах під впливом препарату Мікрогумін.

Матеріали і методи. Вплив інокуляції на міграцію сполук біогенних елементів у ґрунті вивчали в умовах лізіметричних установок у Чернігівському інституті АПВ УААН. Ґрунт у лізіметрах – дерново-підзолистий супіщаний ($pH_{\text{сол.}}$ -5,5; гумус – 1,1 %; P_2O_5 – 170 мг/кг; K_2O – 62 мг/кг).

Дослід з ячменем ярим сорту Гонар проводили у 2008 р. Схема досліду передбачала такі варіанти:

Без інокуляції:

1. Контроль, без добрив;

2. $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Інокуляція мікрогуміном:

3. Контроль, без добрив;

4. $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Повторність досліду – триразова.

Вміст нітратів визначали дисульфохеноловим методом, амонійного азоту – з реактивом Неслера, водорозчинного P_2O_5 – за Кірсановим, K_2O – полум'яно-фотометричним методом, CaO і MgO – комплексометричним методом, водорозчинний гумус – за Тюріним [1]. Активність нітратредуктази досліджували у верхніх листках рослин у фазу цвітіння згідно існуючої методики [5].

Вміст амінокислот у зерні ячменю визначали методом рідинної іонообмінної хроматографії на високоефективному рідинному хроматографі ВРХ «DIONEX ICS-3000», підготовку проб до аналізу проводили методом кислотного гідролізу.

Збирання та облік урожаю проводили прямим методом (зважування продукції з усієї площі лізіметричних ділянок).

Результати та їх обговорення. У досліді приріст урожайності зерна ячменю під впливом добрив був достатньо високим і склав у перерахунку 10,5 ц/га (табл. 1). Поєднання застосування добрив з передпосівною інокуляцією насіння Мікрогуміном забезпечило зростання урожайності на 15,8 ц/га. Зазначений приріст до контрольних показників підтверджує результати наших попередніх досліджень і є цілком закономірним, оскільки застосована в досліді доза мінеральних добрив попередньо відібрана як найефективніша

з позицій впливу біопрепарату на продукційний процес ячменю [4]. Саме за використання мінеральних добрив у такій дозі (і, особливо, у поєднанні з Мікрогуміном) у кореневій зоні рослин ячменю, вирощуваного на дерново-підзолистому ґрунті, оптимізується перебіг процесів біологічної трансформації азоту, розвиток агрономічно цінних мікроорганізмів і, як наслідок, азотне живлення рослинного організму.

Таблиця 1. Урожайність ячменю ярого під впливом інокуляції та добрив

Варіанти дослідів	Урожайність, ц/га	Приріст до абсолютного контролю, ц/га
Контроль, без добрив	25,0	–
$N_{60}P_{60}K_{60}$	35,5	10,5
Без добрив + Мікрогумін	30,3	5,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Мікрогумін	40,8	15,8
$НІР_{05}$	3,1	

Структура урожаю в досліді демонструє підтвердження вищезазначеному. Застосування добрив сприяло зростанню маси 1000 зерен, а поєднання їх з біопрепаратом позитивно впливало на довжину колоса і середню кількість зерен у ньому (табл. 2).

Таблиця 2. Структурні зміни урожаю ячменю під впливом добрив та інокуляції

Варіанти дослідів	Маса 1000 насінин, г	Натура, г/л	Висота рослин, см	Довжина колосу, см	Кількість зерен у колосі, од.
Контроль, без добрив	46,6	674	81	7	21
$N_{60}P_{60}K_{60}$	48,5	676	80	7	22
Без добрив + Мікрогумін	50,1	676	89	7	21
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Мікрогумін	49,7	645	86	8	23

Нашими попередніми дослідженнями [2] за використання методики ізотопного (з ^{15}N) розбавлення показано, що інокуляція

сприяє кращому засвоєнню мінеральних сполук азоту рослинами. Підтвердженням цьому є дані вивчення вмісту сполук біогенних елементів у фільтраційних лізиметричних водах (табл. 3). Наведені у таблиці результати свідчать про зменшення вмісту практично всіх досліджуваних сполук у промивних водах при інокуляції, що опосередковано підтверджує їх краще засвоєння бактеризованими рослинами. Особливі контрасти між відповідними контролями і дослідними варіантами прослідковуються при вивченні вмісту нітратів, амонію, оксидів кальцію і магнію. Суттєво зменшуються також і втрати водорозчинних форм гумусу. Цікавим є той факт, що застосування Мікрогуміну по фоні мінеральних добрив (як вже зазначалося вище, їх кількість є оптимальною для перебігу мікробіологічних процесів у кореневій зоні ячменю при вирощуванні культури на дерново-підзолистому ґрунті) сприяє обмеженню вимивання всіх досліджених сполук порівняно з контролем, а в окремих випадках показники втрат за цих умов є навіть меншими значень варіантів без застосування добрив. Зазначена обставина свідчить про оптимальність поєднання абіогенного і біогенного чинників у технології вирощування ячменю.

Таблиця 3. Втрати з ґрунту під ячменем ярим з промивними водами біогенних елементів і водорозчинного гумусу під впливом добрив та Мікрогуміну, кг/га

Варіанти 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
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	30,5	0,6	2,7	4,5	40,5	12,0	12,0
Без добрив + Мікрогумін	18,0	–	2,7	3,0	28,0	6,0	6,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Мікрогумін	24,0	–	2,7	4,0	26,8	6,0	8,2

Зменшення втрат сполук азоту із ґрунтового профілю може свідчити про пасивний перебіг його надходження внаслідок зростання площі поглинальної поверхні коріння. Проте, у дослідженнях інших авторів [3, 7] відмічається, що передпосівна бактеризація азоспірилами сприяє змінам в азотному метаболізмі рослин, внаслідок чого вміст неорганічних форм азоту знижується,

тоді як кількість амінокислот та білків зростає. При цьому подібні зміни можна прослідкувати за активністю ключових ферментів азотного циклу, зокрема, нітратредуктази. У зв'язку з цим у досліді ми визначили активність цього рослинного ферменту.

У результаті проведених досліджень встановлено, що активність ферменту в листках ячменю ярого зростає як зі збільшенням рівня мінерального удобрення, так і під впливом Мікрогуміну (табл. 4). Зростання ферментативної активності при застосуванні азотних добрив є відомим і цілком закономірним, оскільки при цьому збільшується надходження до рослин нітратного азоту, – саме того субстрату, який нітратредуктаза трансформує в нітрити. Поєднання інокуляції та мінеральних добрив приводить до зростання ферментативної активності на 32 % порівняно з впливом окремо застосованих добрив, що свідчить про підсилене залучення нітратів до азотного метаболізму рослин. При цьому, якщо одержані нами раніше результати досліджень за використання методики ізотопного розбавлення могли свідчити про пасивне зростання надходження мінерального азоту внаслідок збільшення кореневої маси (і, відповідно, площі поверхні коренів) при інокуляції, то виявлення позитивного впливу Мікрогуміну на нітратредуктазну активність інокуюваних рослин демонструє складніший механізм додаткового залучення мінерального азоту – не тільки за рахунок пасивного надходження, але і внаслідок активізації метаболічних процесів.

Таблиця 4. Активність нітратредуктази у листках ячменю ярого під впливом інокуляції та добрив

Варіанти досліді	Нітратредуктазна активність, мкг NO ₂ /г сирової маси за 30 хв.
Без інокуляції	
Контроль, без добрив	1,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,4
Інокуляція Мікрогуміном	
Контроль, без добрив	2,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Мікрогумін	3,7
НІР ₀₅	0,6

При цьому, вірогідно, нітрати із запасного фонду (де вони можуть накопичуватись у значних кількостях [6]) залучаються

до метаболічних перетворень (про що частково можуть свідчити одержані нами дані щодо активності нітратредуктази), а зменшення їх концентрації в рослинному організмі може зумовити додаткове надходження до рослини нових нітратних іонів з ґрунту. Таким чином, застосування Мікрогуміну для передпосівної інокуляції насіння ячменю ярого забезпечує зростання ступеню засвоєння рослинами азоту з добрив унаслідок збільшення кореневої системи та активізації азотасиміляторних ферментів.

Таблиця 5. Вміст амінокислот у зерні ячменю залежно від агрофону та інокуляції

Амінокислоти	мг/100 г			
	без добрив		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	
	без інокуляції	Мікрогумін	без інокуляції	Мікрогумін
Незамінні				
Валін	86,70	372,59	406,01	415,95
Ізолейцин	127,03	121,86	140,59	136,66
Лейцин	203,95	299,10	340,80	322,29
Лізин	160,79	209,74	209,74	218,89
Треонін	263,71	247,28	297,67	296,10
Фенілаланін	376,57	463,40	565,84	587,13
Замінні				
Аланін	214,03	251,60	228,30	251,01
Аспарагінова кислота	197,84	188,69	126,14	197,06
Аргінін	825,90	1021,25	1065,86	1110,37
Гістидин	425,60	379,40	452,73	434,07
Гліцин	98,28	259,63	263,72	266,31
Глютамінова кислота	486,71	515,48	455,26	614, 76
Пролін	750,29	857,95	978,29	1126,51
Серин	363,59	443,91	561,56	524,65
Тирозин	272,98	308,65	361,43	375,71

Примітка: відносна похибка не перевищує 0,35 %

Оскільки внаслідок зростання активності ферментів азотно-го циклу, за логікою, повинна збільшитись і кількість органічних азотних сполук, ми дослідили вміст амінокислот у зерні. Визначення вмісту 15 амінокислот у зерні ячменю ярого свідчить про значні

зміни показників під впливом біопрепарату. Так, застосування Мікрогуміну по безазотному фоні сприяє зростанню вмісту 11 з 15 досліджених амінокислот. Концентрація зазначених амінокислот практично сягає їх рівня у варіанті з внесенням добрив. Зокрема, вміст таких незамінних амінокислот, як валіну, збільшився на 329 %, лейцину – на 46 %, лізину – на 30 %, фенілаланіну – на 23 %.

Бактеризація по мінеральному агрофону забезпечує не настільки контрастну ситуацію, як це має місце по фоні вирощування культури без добрив. Але і в даному випадку зростає вміст таких незамінних амінокислот, як валін, лізін та фенілаланін, а також замінних: аланіну, аспарагінової кислоти, аргініну, гліцину, глютамінової кислоти, проліну та тирозину (табл. 5).

Отже, застосування нового біопрепарату комплексної дії Мікрогуміну в технології вирощування ячменю ярого сприяє оптимізації азотного живлення рослин, що позначається на зростанні ступеня засвоєння азоту з добрив і на урожайності культури. Активізація азотасиміляторної ферментної системи сприяє додатковому синтезу амінокислот, у тому числі, незамінних. Використання Мікрогуміну попереджає непродуктивні втрати як азоту, так і інших біогенних елементів, з нижнім стоком води у ґрунтовому профілі.

1. Аринушкина Э.В. Руководство по химическому анализу почв /Э.В. Аринушкина. – М., Изд. Московского ун-та, 1970. – 488 с.

2. Волкогон В.В. Особливості азотного живлення ячменю при застосуванні нового біологічного препарату мікрогуміну /В.В. Волкогон, О.В. Гусев, К.І. Волкогон //Живлення рослин: теорія і практика; за ред. В.В. Моргуна. – К.: Логос, 2005. – С. 209-213.

3. Волкогон В.В. Мікробні препарати як фактор підвищення засвоюваності рослинами мінеральних добрив /В.В. Волкогон //С.-г. мікробіол.: міжвід.темат.наук.зб. – Чернігів: ЦНТЕІ, 2006. – Вип. 4. – С. 21-30.

4. Волкогон К.І. Особливості біологічної трансформації азоту і фосфору в ризосфері ярого ячменю при застосуванні мікрогуміну /К.І. Волкогон, Н.В. Луценко //С.-г. мікробіол.: міжвід.темат.наук.зб. – Чернігів: ЦНТЕІ, 2005. – Вип. 3. – С. 66-80.

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

6. Кретович В.Л. Усвоение и метаболизм азота у растений /В.Л. Кретович. – М., 1987. – 480 с.

7. Лохова В.І. Вплив біопрепарату діазобактерину на амінокислотний склад зерна гречки /В.І. Лохова, В.В. Волкогон //Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – Київ, 2001. – Т. 1. – С. 259-264.

8. Мікробні препарати в землеробстві. Теорія і практика /[Волкогон В.В., Наджернична О.В., Ковалевська Т.М. та ін.]; за ред. В.В. Волкогона. – К.: Аграрна наука, 2006. – 312 с.

9. Тихонович И.А. Микробиологические аспекты плодородия почвы и проблемы устойчивого земледелия /И.А. Тихонович, Ю.В. Круглов //Плодородие, 2006. – № 5(32). – С. 9-12.

ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ АЗОТА В СИСТЕМЕ ПОЧВА-МИКРООРГАНИЗМЫ-РАСТЕНИЯ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА МИКРОГУМИНА

Волкогон Е.И., Бердников А.М., Потапенко Л.В.

Институт сельскохозяйственной микробиологии УААН, г. Чернигов

В лизиметрических опытах при выращивании ячменя ярового установлено положительное влияние микробного препарата Микрогумина на ограничение вымывания по почвенному профилю соединений боогенных элементов. В то же время, инокуляция способствовала активизации метаболизма азота в растениях, что подтверждается определением активности растительной нитратредуктазы и содержания аминокислот в зерне ячменя.

Ключевые слова: ячмень яровой, микробные препараты, инокуляция, Микрогумин, лизиметры, нитратредуктаза, аминокислоты.

PECULIARITIES OF NITROGEN TRANSFORMATION IN SOIL-MICROORGANISMS-PLANT SYSTEM OF SPRING BARLEY UNDER THE USE OF MICROBIAL PREPARATION MICROGUMIN

Volkogon E.I., Berdnikov A.M., Potapenko L.V.

Institute of Agriculture Microbiology UAAS, Chernihiv

The positive action of microbial preparation Microgumin on limitation by soil profile of biogenic elements and their compounds was proved in lysimetric experiments with spring barley. At the same time inoculation had promoted activation of nitrogen metabolism in plants which was proved by determination of plants' nitrate reductase's activity and amino acids content in barley seeds.

Key words: spring barley, microbial preparations, inoculation, Microgumin, lysimeter, nitrate reductase, amino acids.