

## **АГРОЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ БІОГРАНУ ДЛЯ КУКУРУДЗИ**

**Борулько Р.О.**

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

*Викладено результати досліджень ефективності гранульованого препарату поліфункціональної дії біограну при вирощуванні кукурудзи за різного агрофону. Встановлено позитивний вплив біопрепарату на врожайність культури та якість отриманої продукції, зменшення втрат біогенних елементів з фільтраційними водами через ефективніше засвоєння макроелементів інокульованими рослинами.*

Ключові слова: *мікробні препарати, агрофон, кукурудза*

Одержання високих сталих врожаїв сільськогосподарських культур з врахуванням вимог щодо збереження довкілля можливе лише за умови розроблення та впровадження високоефективних екологічно безпечних технологій, що забезпечить оптимальне використання потенційних можливостей агроecosистем та, в той же час, мінімалізує застосування засобів хімізації в сільськогосподарському виробництві [1].

Використання мікробних препаратів на основі корисних мікроорганізмів, які поліпшують кореневе живлення рослин, є одним з ефективних елементів агротехнологій, що відповідає зазначеним вище вимогам [2]. Дія інтродукованих в агроценоз корисних мікроорганізмів, як правило, є комплексною, оскільки дозволяє направлено регулювати чисельність і активність корисної мікрофлори у кореневій зоні, позитивно позначається на ступені засвоєння поживних речовин рослинами і, в тому числі мінеральних добрив, та конструктивному метаболізмі інокульованих рослин [2, 3].

Не дивлячись на зростання зацікавленості виробництва до використання біопрепаратів у сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур, проблема бактеризації кукурудзи стоїть дещо осторонь. Це пов'язано з високим ступенем хімізації сучасних технологій вирощування кукурудзи, що негативно

позначається на прояві біологічних чинників [1], та із складністю застосування традиційних заходів інокуляції внаслідок обов'язкового протруєння посівного матеріалу на насінневих заводах.

На нашу думку, можливе вирішення зазначеної проблеми полягає у використанні гранульованої форми біопрепаратів, що дозволить уникнути безпосереднього контакту активної їх частини (тобто, мікроорганізмів) з протруєним насінням, проте забезпечить тісну взаємодію бактерій з ювенільними коренями кукурудзи і формування активних рослинно-бактеріальних асоціацій.

Актуальним при застосуванні мікробних препаратів також є питання оптимальної взаємодії мікроорганізму-інокулянта з агрофоном, адже зависокі дози мінеральних добрив можуть негативно впливати на ефективність інокуляції через дію на інтенсивність перебігу процесів азотфіксації, денітрифікації, мобілізації фосфору та ін.

Зважаючи на вищесказане, метою наших досліджень було визначення ефективності нового гранульованого препарату поліфункціональної дії біограну на продуктивність кукурудзи за різного рівня мінерального удобрення.

**Матеріали й методи.** Дослідження впливу мікробного препарату на врожайність зеленої маси кукурудзи за різного удобрення проводили методом постановки польового 2-факторного досліду на світло-сірому ґрунті ( $pH_{\text{сол.}}$  – 5,3; вміст гумусу – 2,12 %) дослідного господарства Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН. Закладення дослідів, їх ведення, облік урожаю проводили у відповідності з існуючими вимогами [4].

Схема дослідів:

- |                                                   |                                      |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Контроль (без внесення добрив та без біограну) | 6. Біогран (без внесення добрив)     |
| 2. $N_{40}P_{15}K_{34}$                           | 7. $N_{40}P_{15}K_{34}$ + біогран    |
| 3. $N_{80}P_{36}K_{68}$                           | 8. $N_{80}P_{36}K_{68}$ + біогран    |
| 4. $N_{120}P_{54}K_{102}$                         | 9. $N_{120}P_{54}K_{102}$ + біогран  |
| 5. $N_{160}P_{72}K_{136}$                         | 10. $N_{160}P_{72}K_{136}$ + біогран |

Повторність дослідів – трикратна. Розміщення ділянок – рендомізоване. Облікова площа ділянки – 15,7 м<sup>2</sup>. Попередник – озиме жито. Посів проводили у рекомендовані для зони Полісся строки (середина травня) насінням районованого гібриду кукурудзи

“Петровський 168 СВ” широкорядним пунктирним способом. Агротехніка загальноприйнята для зони Полісся.

Лізиметричні дослідження проводили на дерново-підзолистому ґрунті ( $\text{pH}_{\text{сол.}}$  – 5,0; вміст гумусу – 1,1 %) у Чернігівському інституті АПВ УААН (схема дослідів наведена в табл. 3–5).

Мікробний препарат біогран включає біогумус (продукт вермикомпостування), який одночасно є і дієвим інгредієнтом (оскільки має рістстимулювальні властивості і містить макроелементи та мікроелементи у хелатованій формі), і субстратом для іммобілізації бактерій [5]. Як мікробний компонент використовували *Azospirillum lipoferum* 4014. Азоспірили є відомими азотфіксаторами, активно синтезують ряд фітогормонів, і перш за все, індолілоцтову кислоту [6]. Розвиваючись у кореневій зоні сільськогосподарських культур, сприяють поглинанню та засвоєнню рослинами із ґрунту азоту, фосфору, калію [7].

При посіві кукурудзи біогран вносили у рядки з розрахунку 2 гранули (0,08–0,1 г) на насінину. Бактеріальне навантаження складало 200–250 тис. клітин на насінину.

Кількість загального азоту в листі та зерні визначали методом К’ельдаля [8], фосфору в надземній масі рослин – колориметричним методом [9],  $\text{P}_2\text{O}_5$  у ризосферному ґрунті – методом Кірсанова [9]. Фільтрат аналізували за загальноприйнятою методикою [10]. Вміст біогенних елементів у лізиметричних водах визначали:  $\text{NO}_3^-$  – дисульфофеноловим методом,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – колориметричним методом,  $\text{K}_2\text{O}$  – методом полуменевої фотометрії,  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$  – трилонометричним методом [10].

Статистичну обробку одержаних результатів проводили за Доспеховим [4].

**Результати та їх обговорення.** Отримані результати свідчать про позитивний вплив біограну на врожайність вегетативної маси кукурудзи (табл. 1). Урожайність культури під впливом біопрепарату у варіантах з невисокими дозами добрив зростала від 9 % до 18 %.

Застосування біопрепарату забезпечує достовірну прибавку врожайності по відношенню до контролів у всіх варіантах, окрім найвищого агрофону  $\text{N}_{160}\text{P}_{72}\text{K}_{136}$ . Найефективніше дія біограну проявляється у варіантах з помірними дозами добрив ( $\text{N}_{40}\text{P}_{15}\text{K}_{34}$  і  $\text{N}_{80}\text{P}_{36}\text{K}_{68}$ ) та без удобрення. Вплив препарату у варіанті без добрив перевищує дію дози  $\text{N}_{40}\text{P}_{15}\text{K}_{34}$ , а в поєднанні з  $\text{N}_{40}\text{P}_{15}\text{K}_{34}$  –

еквівалентний внесенню  $N_{80}P_{36}K_{68}$ . Із збільшенням дози удобрення ефективність біограну зменшується і за найвишого агрофону ( $N_{160}P_{72}K_{136}$ ) статистично не підтверджується.

*Таблиця 1. Урожайність зеленої маси кукурудзи під впливом біограну та різних доз мінеральних добрив (грунт лучно-чорноземний малогумусний легкосуглинковий)*

Варіанти дослідів	Веgetативна маса, ц/ га	Приріст від застосування			
		мінеральних добрив		біограну	
		ц/ га	%	ц/ га	%
Без добрив					
Контроль	302,9	–	–	–	–
Біогран	334,3	–	–	31,4	10,4
Фон – $N_{40}P_{15}K_{34}$					
Контроль	321,9	19,0	6,3	–	–
Біогран	379,1	44,8	13,4	57,2	17,8
Фон – $N_{80}P_{36}K_{68}$					
Контроль	367,6	45,7	14,2	–	–
Біогран	401,9	22,8	9,3	36,3	9,3
Фон – $N_{120}P_{54}K_{102}$					
Контроль	409,5	41,9	11,4	–	–
Біогран	423,8	21,9	5,4	14,3	3,5
Фон – $N_{160}P_{72}K_{136}$					
Контроль	445,5	36,0	8,8	–	–
Біогран	451,0	27,2	6,4	5,5	1,2

$НР_{05}$  у досліді                    33,4  
 для агрофонів                    23,7  
 для біограну та  
 взаємодії                    13,7

Отже, в наших дослідів внесення в ґрунт біопрепарату без застосування мінеральних добрив та з низькими і помірними дозами туків рівноцінне внесенню близько 40 кг діючої речовини мінерального азоту на гектар.

Позитивний вплив біограну проявляється також у збільшенні вмісту загального азоту в листі (табл. 2).

*Таблиця 2. Вплив біограну та мінеральних добрив на вміст загального азоту в листі кукурудзи (грунт лучно-чорноземний малогумусний легкосуглинковий)*

Варіанти досліджу	Вміст загального азоту, мг/г сухої речовини (S x)	
	контроль	біогран
Без добрив	28,90 ± 0,79	30,90 ± 0,14
Фон – N <sub>40</sub> P <sub>15</sub> K <sub>34</sub>	31,47 ± 0,17	33,29 ± 0,40
Фон – N <sub>80</sub> P <sub>36</sub> K <sub>68</sub>	32,81 ± 0,49	34,73 ± 0,51
Фон – N <sub>120</sub> P <sub>54</sub> K <sub>102</sub>	34,96 ± 0,43	35,55 ± 0,64
Фон – N <sub>160</sub> P <sub>72</sub> K <sub>136</sub>	36,47 ± 0,40	37,44 ± 1,12

Важливим аспектом підвищення врожайності культурних рослин є їх забезпеченість доступними формами фосфору. Багатоконпонентність дії біограну дозволяє зробити припущення про позитивний вплив біопрепарату на режим фосфорного живлення кукурудзи. Отримані результати досліджень вказують на достовірне зменшення вмісту рухомих форм фосфору у ризосферному ґрунті кукурудзи при застосуванні біограну (рис. 1), що свідчить про інтенсивніше засвоєння елементу рослинами в цих варіантах. Найбільша різниця вмісту рухомих сполук фосфору відмічена між варіантами з біограном та відповідними контролями при внесенні невисоких доз добрив (N<sub>40</sub>P<sub>15</sub>K<sub>34</sub>, N<sub>80</sub>P<sub>36</sub>K<sub>68</sub>) та у варіанті без їх внесення. Сильніше вона виражена у початковій періоді органогенезу рослин, коли поглинання ґрунтового фосфору рослинами кукурудзи є найбільш інтенсивним [11].

Краще засвоєння біогенних елементів кукурудзою при застосуванні біограну нами підтверджено в лізіметричних дослідах.

Внесення мінеральних добрив призводить до значних втрат біогенних елементів. Так, вимивання їх з фільтраційними водами зростає зі збільшенням дози мінеральних добрив (табл. 3).

Застосування мікробного препарату при вирощуванні кукурудзи забезпечує зменшення непродуктивних втрат макроелементів. Це пов'язано з кращим розвитком рослин і поліпшеним засвоєнням елементів живлення при внесенні біограну.

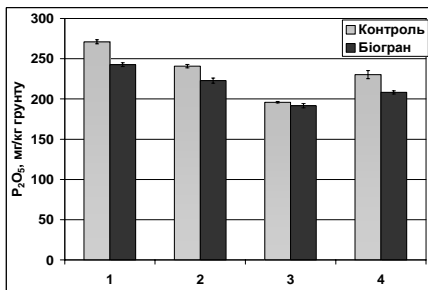
**Таблиця 3. Втрати біогенних елементів з фільтраційними водами (лізиметричний дослід, ґрунт дерново-підзолистий малогумусний середньосуглинковий)**

Варіанти дослідів	Макроелементи, кг/га				
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Без добрив	53,2	2,8	6,8	75,4	16,2
Без добрив + біогран	42,3	1,6	6,3	67,3	13,7
N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub>	79,7	4,7	8,0	117,1	24,6
N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub> + біогран	73,2	4,4	7,7	84,3	23,8
N <sub>120</sub> P <sub>95</sub> K <sub>145</sub>	106,4	8,8	8,0	127,6	34,0
N <sub>120</sub> P <sub>95</sub> K <sub>145</sub> + біогран	105,3	3,8	7,4	100,7	31,6

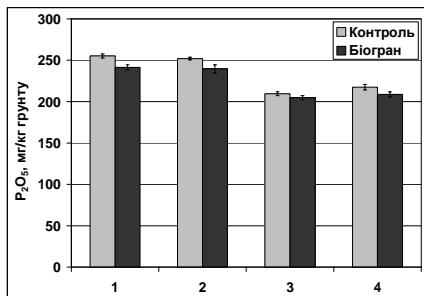
Дане припущення знаходить підтвердження при аналізі виводу елементів з урожаєм зеленої маси та зерна кукурудзи (табл. 4, 5).

**Таблиця 4. Вивод елементів мінерального живлення зеленою масою кукурудзи (за даними лізиметричного дослідів)**

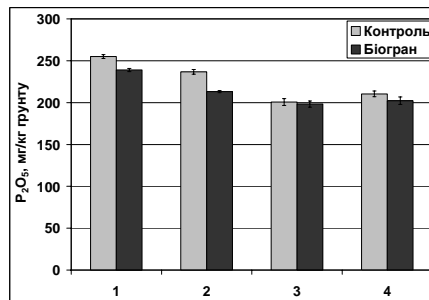
Варіанти дослідів	Вивод елементів мінерального живлення								
	N			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O		
	кг/га	приріст		кг/га	приріст		кг/га	приріст	
		кг/га	%		кг/га	%		кг/га	%
Без добрив	276,3	–	–	46,5	–	–	324,7	–	–
Без добрив + біогран	292,3	16,0	5,7	47,4	0,9	1,9	335,1	10,4	3,2
N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub>	398,9	–	–	66,5	–	–	436,6	–	–
N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub> + біогран	447,1	48,2	12,0	81,5	15,0	22,5	494,0	57,4	13,1
N <sub>120</sub> P <sub>95</sub> K <sub>145</sub>	401,6	–	–	70,7	–	–	441,6	–	–
N <sub>120</sub> P <sub>95</sub> K <sub>145</sub> + біогран	458,3	56,7	14,0	82,3	11,6	16,4	502,9	61,3	13,9



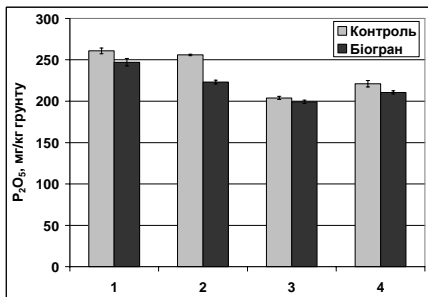
А



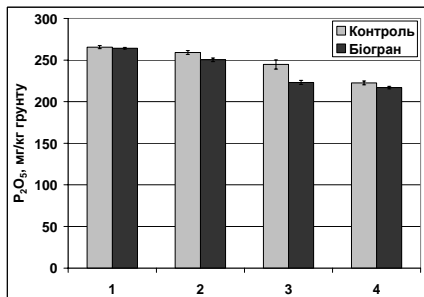
Б



В



Г



Д

*Рис. 1. Вплив біограну та агрофону на динаміку вмісту рухомих форм фосфору ( $P_2O_5$ ) у ризосферному ґрунті кукурудзи*

А – без добрив, Б –  $N_{40}P_{15}K_{34}$ ,

В –  $N_{80}P_{36}K_{68}$ , Г –  $N_{120}P_{54}K_{102}$ ,

Д –  $N_{160}P_{72}K_{136}$

(1 – фаза 5-7 листків; 2 – фаза 9-11 листків; 3 – фаза цвітіння волоті – наливу зерна; 4 – фаза молочно-воскової стиглості зерна).

**Таблиця 5. Винос елементів мінерального живлення зерном кукурудзи (за даними лізиметричного дослідю)**

Варіанти дослідю	Винос елементів мінерального живлення								
	N			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O		
	кг/га	приріст		кг/га	приріст		кг/га	приріст	
		кг/га	%		кг/га	%		кг/га	%
Без добрив	99,9	–	–	36,5	–	–	110,7	–	–
Без добрив + біогран	109,2	9,3	9,3	37,8	1,3	3,6	126,0	15,3	13,8
N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub>	136,1	–	–	43,1	–	–	183,1	–	–
N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub> + біогран	148,3	12,2	9,0	49,4	6,3	14,6	203,5	20,4	11,1
N <sub>120</sub> P <sub>95</sub> K <sub>145</sub>	131,8	–	–	42,1	–	–	227,3	–	–
N <sub>120</sub> P <sub>95</sub> K <sub>145</sub> + біогран	155,7	13,9	18,1	48,5	6,4	15,2	271,2	43,9	19,3

Зростання виносу біогенних елементів пояснюється як збільшенням їх питомої частки в продукції, так і приростом урожайності культури. Так, внесення біограну при посіві кукурудзи в лізиметри забезпечувало суттєве зростання продуктивності культури. Урожайність зеленої маси від застосування біограну зростала від 12 % до 14 %, а зерна – від 9 % до 16 % залежно від агрофону.

Отже, використання біопрепарату забезпечує ефективніше засвоєння мінеральних добрив рослинами.

Встановлено, що дія біограну ефективно проявляється при внесенні помірних доз добрив (N<sub>40</sub>P<sub>15</sub>K<sub>34</sub> і N<sub>80</sub>P<sub>36</sub>K<sub>68</sub>) та у варіантах без удобрення, збільшуючи врожайність зеленої маси кукурудзи від 31,4 ц/га (10,4 %) до 57,2 ц/га (17,8 %), що еквівалентно внесенню 40 кг/га діючої речовини мінеральних добрив.

Біопрепарат позитивно впливає на вміст макроелементів у зеленій масі рослин та зерні.

Застосування біограну у сучасних технологіях вирощування кукурудзи забезпечує оптимізацію азотного та фосфорного живлення рослин і підвищує засвоєння азоту, фосфору та калію із внесених мінеральних добрив.



вання мікробних угруповань в умовах антропогенного навантаження. – К.: Обереги, 2001. – 239 с.

2. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / Волкогон В.В., Надкєрнична О.В., Ковалєвська Т.М. та ін. – К.: Аграрна наука, 2006. – 312 с.

3. Шєрстобоева Е.В., Дудинова И.А., Крамарєнко С.Н., Шєрстобоев Н.К. Биопрепараты азотфиксирующих бактерий: проблемы и перспективы применения //Мікробіол. журн. – 1997. – Т. 59. – № 4. – С. 109–117.

4. Доспєхов В.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. –М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

5. Пат.47303 Україна, С 05 F 11/08. Спосіб одержання гранульованих бактеріальних препаратів /В.В. Волкогон, В.І. Лохова, С.Б. Дімова. – Опубл. 17.06.02, Бюл. № 6.

6. Bashan Y., Holguin G., De-Bashan L.E. *Azospirillum*-plant relationship: physiological, molecular, agricultural, and environmental advanced (1997-2003) //Can. J. Microbiol. – 2004. – Vol. 50, N 2. – P. 521–577.

7. Lin W., Okon Y., Hardy R.W.R.F. Enhanced mineral uptake by *Zea mays* and *Sorghum bicolor* roots inoculated with *Azospirillum brasilense* // Appl. Environ. Microbiol. – 1983. – Vol. 45, N 6. – P. 1775–1779.

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

9. Радов А.С., Пустовой И.В., Корольков А.В. Практикум по агрохимии. – М.: Агропромиздат, 1985. – 312 с.

10. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд. Моск. ун-та, 1976. – 487 с.

11. Гуляев Б.И., Патыка В.Ф. Фосфор как энергетическая основа процессов фотосинтеза, роста и развития растений //Агроекол. журн. – 2004. – № 2. – С. 3–9.

## **АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА БИОГРАНА ДЛЯ КУКУРУЗЫ**

**Борулько Р.О.**

Институт сельскохозяйственной микробиологии УААН, г. Чернигов

*Изложены результаты исследований эффективности гранулированного препарата полифункционального действия биогран при выращивании кукурузы на разных агрофонах. Показано положительное влияние биопрепарата на урожайность культуры и качество полученной продукции, уменьшение потерь биогенных элементов с фильтрационными водами благодаря более эффективно-му усвоению макроэлементов инокулированными растениями.*

Ключевые слова: *микробные препараты, биогран, агрофон, кукуруза*

## **AGROECOLOGICAL ASPECTS OF THE MICROBIAL PREPARATION BIOGRAN USING FOR MAIZE**

**Borulko R.O.**

Institute of Agricultural Microbiology, UAAS, Chernihiv

*The results of research of polifunctional granular preparation Biogran efficiency for maize at the different agrofons are represented. Positive influence of biopreparation on productivity of culture and quality of harvest, reduction of the biogenic elements losses with filtration waters due to more effective absorption of macroelements by the inoculating plants are take place.*

Key words: *microbial preparation, agrofons, maize*