

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202102-300>

Available at (PDF): <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/300>

УДК 631.812.2:631.8.022.3:631.674.6

## ВПЛИВ ПРЕПАРАТІВ БІОХІМІЧНОГО ТА МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

В.М. Білий<sup>1</sup>, канд. с.-г. наук, В.В. Книш<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ТОВ «НВП «5 елемент», Гола Пристань, Україна;

<https://orcid.org/0000-0002-4310-5414>; e-mail: [belyvvladimir64@gmail.com](mailto:belyvvladimir64@gmail.com);

<sup>2</sup> Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;

<https://orcid.org/0000-0002-3220-9883>; e-mail: [iwpim27@gmail.com](mailto:iwpim27@gmail.com)

**Анотація.** Висвітлено результати досліджень щодо вивчення впливу препаратів біохімічного та мікробіологічного походження виробництва ТОВ «НВП «5 елемент» на перебіг продукційного процесу, структуру урожаю і урожайність кукурудзи за краплинного зрошення. Встановлено, що найвищу урожайність кукурудзи можливо отримати за проведення передпосівної обробки насіння нанобіостимулятором росту рослин «V-Agro. Насіння» та дворазової обробки вегетуючих рослин розчином концентрату продуктів життєдіяльності азотфіксуючої ґрунтової водорості. Комбіноване застосування препарату «V-Agro. Насіння» та розчину концентрату продуктів життєдіяльності азотфіксуючої ґрунтової водорості забезпечує урожайність кукурудзи на рівні 16,1 т/га, що 5,5 т/га, або на 51,9% більше, ніж в абсолютному контролі (без оброблення насіння і без фоліарної обробки рослин).

Встановлено, що ефективним заходом є і окреме застосування препаратів як для обробки насіння, так і обробки рослин під час вегетації. Одна тільки обробка насіння нанобіостимулятором росту рослин «V-Agro. Насіння» сприяє підвищенню урожайності кукурудзи на 1,6 т/га, або на 15,1%. Аналогічний ефект отримано і при застосуванні для оброблення насіння біопрепарату Soil Algae (жива культура у формі порошку), де прибавка урожайності склала 14,1%, тобто 1,5 т/га.

Визначено, що більш ефективним, ніж передпосівне оброблення насіння, є застосування препаратів для фоліарного внесення. Так, дворазове обприскування рослин кукурудзи, відповідно 2% та 4% розчином концентрату продуктів життєдіяльності азотфіксуючої ґрунтової водорості, сприяє підвищенню урожайності культури на 3,2 т/га, або на 30,2%, порівняно з контролем. Застосування нанобіостимулятора росту рослин «V-Agro. Листкова обробка» для фоліарного внесення забезпечило прибавку урожайності, яка склала 2,8 т/га, або 26,4%. Найбільшу середню масу одного качана кукурудзи було отримано за використання агрозаходу, який передбачає передпосівну обробку насіння нанобіостимулятором росту рослин «V-Agro. Насіння» та дворазову обробку вегетуючих рослин розчином концентрату продуктів життєдіяльності азотфіксуючої ґрунтової водорості, що дало можливість отримати качан із середньою масою 248,4 г, тоді як в абсолютному контролі (без оброблення насіння і без фоліарної обробки рослин) – 174,5 г.

**Ключові слова:** сільське господарство, кукурудза, краплинне зрошення, урожайність, структура урожаю, стимулятори росту й розвитку рослин, імуномодулятор, антистресант

**Постановка проблеми.** Важливим завданням сучасного сільськогосподарського виробництва є створення та застосування нових екологічно безпечних агротехнологій, спрямованих на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, серед яких особливе місце займає кукурудза. Сьогодні в аграрному виробництві в основному застосовуються стимулятори росту й розвитку рослин, які представлені переважно синтетичними сполуками, безпечність яких для здоров'я людей і стану ґрунтів і досі не встановлено, що викликає певну засторогу у їх використанні.

ТОВ Науково-виробничим підприємством «5 елемент» розроблено і налагоджено випуск ефективних, екологічно безпечних препаратів, сертифікованих міжнародними організаціями, придатних до використання в органічному і інтенсивному землеробстві. Одним із цих препаратів є нанорегулятор росту рослин із торгівельною маркою «V-Agro». Препарат виробляється з урахуванням біологічних особливостей культур та способів застосування (для обробки насіння або під час вегетації рослин), він має позитивні результати як у лабораторних і польових дослідженнях, так і у виробничих умовах. «V-Agro» –

біопрепарат системної дії з функціями регулятора росту, імуномодулятора та антистресанта для рослин. Має високий рівень ефективності та технологічності, оскільки норми внесення надзвичайно низькі – 25 грам на 1 га посівної площі за умов використання робочої рідини на рівні 200–300 л/га. Препарат нешкідливий для оточуючого середовища та людини і сумісний з усіма препаратами. Принцип його дії полягає в наявності активних речовин сигнальної природи в комплексі з допоміжними речовинами. Головна активна речовина – комплекс гормональних і гормоноподібних молекул рослин – так званий «комплексон брасиноліда», який працює на рівні генетичної програми рослини. Основна властивість брасиностероїдів – висока фізіологічна активність. Якщо класичні фітогормони діють у концентраціях  $10^{-5}$ – $10^{-6}$  моля, то брасиностероїди – у дозах  $10^{-8}$ – $10^{-11}$  моля. Після обробки брасиностероїдами у дослідженнях було виявлено сильнодіючу стимуляцію росту зернових, зернобобових, овочевих та плодкових культур. На сьогодні відомими є більше шестидесяти фітогормонів групи брасиностероїдів, серед яких найбільш відомими є: кастастерон (виділений з каштану), тіфастерол (з рогозу) та теастерон (з чаю) та ін.

На основі азотфіксуючих ціанобактерій (грунтових водоростей) ТОВ «НВП «5 елемент» розроблено біологічні препарати: Soil Algae (жива культура у вигляді сухого порошку), які є продуцентом фізіологічно активних речовин та Aqua Algae (продукти життєдіяльності азотфіксуючих ціанобактерій), що містять потужний комплекс фізіологічно активних речовин.

**Мета досліджень** вивчення впливу препаратів біохімічного походження (нанобіостимулятор росту рослин V-Agro) та мікробіологічного походження (Soil Algae та Aqua Algae), що застосовуються у технології вирощування кукурудзи за краплинного зрошення, на перебіг продукційного процесу, структуру урожаю та урожайність культури.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Серед зернових культур кукурудза має найвищий винос та коефіцієнт засвоєння мікроелементів із ґрунту. На формування 1 т зерна і відповідної кількості вегетативних органів кукурудза виносить з ґрунту 1 га, кг/га: N – 20–30, P<sub>2</sub> O<sub>5</sub> – 8–10, K<sub>2</sub>O – 15–17, а також багато кальцію, магнію (Mg) – 6–10, сірки (S) – 4–5, марганцю (Mn) – 0,15, цинку (Zn) – 0,05–0,1, бору (B) – 0,01–0,02, молібдену (Mo) – 0,01, заліза (Fe) – 0,2 та інших мікроелементів [1, 2]. Останнім часом питанням [3]

широкого використання біологічних препаратів – регуляторів росту та розвитку рослин у землеробстві приділяється велика увага в більшості економічно розвинених країн: Франції, Великій Британії, Німеччині, Швейцарії, Словаччині, Аргентині, Японії, Угорщині, США та інших. Завдяки невеликим нормам внесення та біологічному походженню регулятори росту рослин належать до найбезпечніших препаратів. Питання впровадження вітчизняних регуляторів росту в нашої країні давно назріли і займають першочергове місце серед інших перспективних маловитратних резервів агровиробництва. Кращі вітчизняні регулятори значно переважають іноземні біостимулятори та інші маловитратні розробки, адже доступні за ціною та є високоефективними при застосуванні [4, 5].

Дослідження біологічно активних речовин, що продукують ґрунтові мікроорганізми, мають важливе практичне значення, адже відомо, що вони та їх метаболіти впливають на ріст і розвиток рослин шляхом індукування цитологічних, біохімічних, фізіологічних і морфогенетичних змін у клітинах і тканинах рослин, що дозволяє застосовувати мікробні препарати в якості стимуляторів росту рослин.

Інокуляція насіння корисними ґрунтовими мікроорганізмами є необхідним і ефективним елементом сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур, який сприяє поліпшенню живлення рослин, їх захисту від різних захворювань, підвищенню урожайності культур та покращенню якості продукції.

Застосування мікробіологічних препаратів не втрачає своєї актуальності, проте сьогодні дещо зміщуються акценти щодо способів їх використання [6]. Якщо раніше у практиці землеробства обмежувалися виключно передпосівною обробкою насіння, вважаючи безперспективним нанесення суспензій біопрепаратів на вегетуючі рослини через негативний вплив ультрафіолетового сонячного випромінювання на життєздатність мікроорганізмів, то наразі це застереження малоймовірне, адже крім бактеріального компоненту мікробні препарати містять чимало фізіологічно активних речовин [5, 6], які можуть позитивно вплинути на продукційний процес сільськогосподарських культур. Проте дослідження впливу мікробних препаратів, використаних для обробки вегетуючих рослин, на параметри їх росту і розвитку та урожайність культур практично не проводились, і донині інформація з цього питання в науковій літературі обмежена. Тому особливого значення набувають наукові розробки

нових ефективних способів застосування мікробних препаратів [6,7] для оптимізації продукційного процесу рослин.

Перші досліді в Україні з питань поверхневого краплинного зрошення кукурудзи було проведено в рамках наукової тематики УкрНДПГіМ (нині – ІВПіМ НААН) та дисертаційного дослідження Мороза П.А. у 1975–1978 рр. на Одещині. Дещо пізніше, у 1983–1985 рр., на дослідних полях УкрНДІ зрошуваного землеробства (нині – ІЗЗ НААН) було проведено порівняння поверхневого поливу та краплинного зрошення на зерновій кукурудзі (Гончаров Ф.І., Мацко П.В.). Проте, використані в цих досліді технічні засоби поливу на сьогодні вже втратили свою актуальність.

**Схема досліді та методика дослідження.**

Планування, закладання та облік і розрахунок урожайних даних польових досліджень (табл. 1) проводили згідно з методикою польового досліді за Б.О. Доспеховим, використані Методичні рекомендації з проведення досліджень за краплинного зрошення за редакцією М.І. Ромащенко [8] та «Методика польового досліді (зрошуване землеробство)» [9]. Дослідження проведені на чорноземі південному, який містить 0,5% гумусу, 9,2 мг/кг азоту легкогідролізованого, 21,5 мг/кг фосфору, 146 мг/кг обмінного калію, рН ґрунтового розчину 7,0.

Площа посівної ділянки – 24,6 м<sup>2</sup>, облікової – 10,0 м<sup>2</sup>, повторність – чотириразова. Передполивна вологість ґрунту 75–80% НВ. Поливна стрічка розміщувалася в кожному ряду, ширина міжряддя 0,7 м. Розміщення варіантів і повторень системне. Норма висіву кукурудзи Моніка F<sub>1</sub>– 80 тис. насінин на 1 га.

Передпосівне оброблення насіння кукурудзи проводили препаратами згідно зі

схемою досліді. Надземну частину дослідних рослин обробляли згідно схеми досліді досліджуваними препаратами двічі протягом вегетації у фазу 4–5 та 7–8 листків за допомогою ранцевого обприскувача. Норма витрати робочого розчину – 200 л/га. Контрольні рослини обприскували водопровідною водою. (табл. 2). Збирання врожаю здійснювали у фазу повної стиглості зерна вручну з кожної ділянки досліді. Урожайність зерна кукурудзи перераховували на вологість 14%. Проводили структурний аналіз урожаю – визначали кількість качанів на рослині, середню масу качана, вихід насіння з качана.

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали за допомогою Microsoft Office Excel 2010. Для оцінювання достовірності відмінностей між варіантами дослідів вираховували найменшу істотну різницю (НІР<sub>05</sub>).

**Місце проведення.** Дослідження проведено протягом 2020–2021рр. в умовах польових дослідів на базі дослідних ділянок ТОВ «НВП «5 елемент» у Скадовському районі Херсонської області на чорноземі південному. (<https://goo.gl/maps/KR33ejViGAmL4eQ1846.52104034848729,32.55707494721814>) За цього використано поверхневу систему краплинного зрошення. Джерело зрошення – артезіанська свердловина глибиною 50 метрів.

**Результати досліджень.** Попередніми дослідженнями встановлено, що фізіологічно активні речовини нанобіостимулятора росту рослин V-Agro відіграють важливу роль у процесах обміну продуктами метаболізму між рослиною і ґрунтовими мікроорганізмами (грибами, бактеріями, водоростями), що позитивно впливає на ростові і формоутворюючі процеси у рослин, родючість ґрунту та екологічні аспекти [10]. Доведено, що одним з основних засобів підвищення продуктивності рослин є застосування

1. Схема польового досліді

Варіант	Фактор А – праймування насіння	Фактор В – фоліарне оброблення
1	Без оброблення (контроль 1)	Без оброблення (контроль 2)
2		Aqua Algae
3		«V-Agro. Листкова обробка»
4	Soil Algae (жива культура у формі порошку) (10 г с.п.в 2 л води/100 кг насіння)	Без оброблення (контроль 2)
5		Aqua Algae
6		«V-Agro. Листкова обробка»
7	«V-Agro. Насіння» в рекомендованій дозі (25 г/2 л води/100 кг)	Без оброблення (контроль 2)
8		Aqua Algae
9		«V-Agro. Листкова обробка»
10	Soil Algae (10 г с.п. в 2 л води/100 кг насіння) + «V-Agro. Насіння» в рекомендованій дозі	Без оброблення (контроль 2)
11		Aqua Algae
12		«V-Agro. Листкова обробка»

## 2. Агротехніка вирощування кукурудзи в досліді

Сорт (гібрид)/ Дата сівби	Моніка F <sub>1</sub> 350 МВ, ФАО 350 / 13 травня
Насіння (інкрустоване)	Обробку насіння проводили відповідно до схеми досліду: • Напівволога обробка водою з розрахунку 2л води/100 кг насіння) (Варіанти 1, 2, 3). • Напівволога обробка Soil Algae (жива культура у формі порошку) (10 г с.п.в 2 л води/100 кг насіння) (Варіанти 4, 5, 6). • Напівволога обробка «V-Agro. Насіння» в рекомендованій дозі (25 г/2л води/100 кг насіння) (Варіанти 7, 8, 9). • Напівволога обробка сумішшю препаратів: «V-Agro. Насіння» в рекомендованій дозі (25 г/2л води/100 кг насіння) + Soil Algae (жива культура у формі порошку) (10 г с.п.в 2 л води/100 кг насіння) (Варіанти 10, 11, 12).
Глибина загор- тання насіння	5–6 см
Припосівне добриво	N <sub>8</sub> P <sub>15</sub>
Схема сівби	70×15–20 см
Густота рослин	80 тис. шт./га
Догляд за рослинами	3 міжрядних обробітки (мотоблок-фреза) на глибину 10–12 см + 2 прополки в рядках
Фоліарні обробки рослин	<b>1-а обробка</b> у фазу 4–5 листків: • 0,5% розчин карбаміду (контроль 2 – варіанти: 1, 4, 7 та 10) • 2% розчином препарату Aqua Algae (ПЖД) + 0,5% розчин карбаміду (варіанти 2; 5; 8 та 11) • Розчином препарату «V-Agro. Листкова обробка» (25 г/200 л води) + 0,5% карбаміду (варіанти 3; 6; 9 та 12) <b>2-а обробка</b> у фазу 7–8 листків: • 0,5% розчином карбаміду (контроль 2 – варіанти: 1, 4, 7 та 10) • 4% розчином препарату Aqua Algae (ПЖД) + 0,5% розчин карбаміду (варіанти 2; 5; 8 та 11) • Розчином «V-Agro. Листкова обробка» (25 г/200 л води) + 0,5% карбаміду (варіанти 3; 6; 9 та 12)
Полив:	<b>Поливна норма:</b> Сходи – 3-й листок – 30 м <sup>3</sup> /га 3-й листок – 6-й листок – 40 м <sup>3</sup> /га 6-й листок – викидання волоті – 45 м <sup>3</sup> /га Викидання волоті-налив зерна – 50–55 м <sup>3</sup> /га <b>Зрошувальна норма:</b> 2100 м <sup>3</sup> /га
Удобрення (припосівне внесення + фертигація)	N <sub>83</sub> P <sub>30</sub> K <sub>10</sub> Ca <sub>6</sub> у т.ч. Карбамід – 150 кг/га (N <sub>70</sub> кг д.р/га) Монофосфат калію – 30 кг/га (P <sub>15</sub> K <sub>10</sub> кг д.р/га) Кальцієва селітра – 30 кг/га (N <sub>5</sub> Ca <sub>6</sub> кг д.р/га) Гумат калію (Рост-концентрат) 10 л/га

у технології їх вирощування фізіологічно активних речовин біохімічного походження (нанобіостимулятор росту рослин V-Agro) та мікробіологічного походження (Soil Algae та Aqua Algae), що мають у своєму складі значну збалансовану кількість фітогормонів, вітамінів, аміно- та органічних кислот, екзополісахаридів (ЕПС), ферментів, антибіотичних та антифунгальних сполук тощо.

Визначення структури урожаю та урожайності зерна кукурудзи гібриду Моніка за застосування препаратів свідчить про позитивний вплив як окремої операції, так і сумісної дії передпосівної обробки і дворазової обробки вегетуючих рослин у фазі 4–5 та 7–8 листків досліджуваними препаратами. Перед визначенням найбільш продуктивного варіанту досліду відзначимо,



що всі варіанти досліду з препаратами, що були включені до схеми досліду, значно переважали абсолютний контроль за рівнем урожайності кукурудзи.

За результатами досліджень встановлено, що найвищу урожайність кукурудзи було отримано за використання агрозаходу, який передбачав передпосівну обробку насіння нанобіостимулятором росту рослин «V-Agro. Насіння» та дворазову обробку вегетуючих рослин препаратом Aqua Algae (ПЖД). Комбіноване застосування препарату «V-Agro. Насіння» та розчину концентрату продуктів життєдіяльності азотфіксуючої ґрунтової водорості дало можливість отримати урожайність зерна на рівні 16,1 т/га, що на 5,5 т/га, або на 51,9% більше, ніж в абсолютному контролі (без оброблення насіння і без фоліарної обробки рослин), де урожайність складала 10,6 т/га (табл. 3 та 4).

Ще досить високу урожайність кукурудзи, яка складала 15,0 т/га і достовірно не була меншою, ніж у кращому варіанті досліду (НІР<sub>05</sub> АВ = 1,33т), було отримано у двох варіантах досліду. Такий рівень урожайності було отримано за проведення передпосівної обробки насіння біопрепаратом Soil Algae (жива культура у формі порошку) та дворазової обробки вегетуючих рослин препаратом Aqua Algae (ПЖД). Іншим високоврожайним варіантом при вирощуванні кукурудзи стало використання агрозаходу, який передбачав передпосівну обробку насіння нанобіостимулятором росту рослин «V-Agro. Насіння» та дворазову обробку вегетуючих рослин нанобіостимулятором росту рослин «V-Agro. Листкова обробка».

Було визначено кращі варіанти комбінованого застосування препаратів, що забезпечили найвищий рівень урожайності кукурудзи у досліді:

- **Насіння** – нанобіостимулятор росту рослин «V-Agro. Насіння» + **дві обробки під час вегетації** – розчин концентрату продуктів життєдіяльності азотфіксуючої ґрунтової водорості (Aqua Algae (ПЖД) – урожайність 16,1 т/га;
- **Насіння** – біопрепарат Soil Algae (жива культура у формі порошку) + **дві обробки під час вегетації** розчин концентрату продуктів життєдіяльності азотфіксуючої ґрунтової водорості (Aqua Algae (ПЖД) – урожайність 15,0 т/га;
- **Насіння** – нанобіостимулятор росту рослин «V-Agro. Насіння» + **дві обробки під час вегетації** нанобіостимулятор росту рослин «V-Agro. Листкова обробка» – 15,0 т/га.

Дослідами доведено, що найбільш ефективним у технології вирощування кукурудзи на зерно за краплинного зрошення є комбіноване застосування препаратів, тобто передпосівна обробка насіння + дворазова обробка вегетуючих рослин. Проте, досить ефективним заходом є і окреме застосування препаратів, як для обробки насіння, так і обробки рослин під час вегетації. Так, одна тільки обробка насіння нанобіостимулятором росту рослин «V-Agro. Насіння» сприяла підвищенню урожайності кукурудзи на 1,6 т/га, або на 15,1%. Такий же ефект отримано і при застосуванні для оброблення насіння біопрепарату Soil Algae (жива культура у формі порошку) та сумішки Soil Algae + «V-Agro. Насіння», де прибавка до урожайності складала 14,1%, тобто 1,5 т/га.

### 3. Урожайність кукурудзи в зерні залежно від застосування препаратів біохімічного та мікробіологічного походження, т/га

Фактор А – праймування насіння	Фактор В – фоліарне оброблення	Повторність				Середня
		I	II	III	IV	
Без оброблення (контроль 1)	без оброблення	10,6	9,3	11,8	10,9	10,6
	Aqua Algae	14,5	13,5	13,6	13,6	13,8
	V-Agro	13,8	13,3	13,4	13,0	13,4
Soil Algae (жива культура у формі порошку) (10 г с.п.в 2 л води/100 кг насіння)	без оброблення	11,9	12,0	12,2	12,2	12,1
	Aqua Algae	15,4	15,5	14,3	14,8	15,0
	V-Agro	14,4	15,2	13,8	14,3	14,4
V-Agro в рекомендованій дозі (25 г/2 л води/100 кг)	без оброблення	12,0	11,5	12,9	12,4	12,2
	Aqua Algae	15,9	14,1	17,4	17,0	16,1
	V-Agro	14,9	14,3	15,3	15,5	15,0
Soil Algae (10 г с.п. в 2 л води/100 кг насіння) + V-Agro	без оброблення	11,7	12,4	12,7	11,7	12,1
	Aqua Algae	14,5	16,1	14,7	13,9	14,8
	V-Agro	14,2	15,2	14,9	14,1	14,6

НІР<sub>05</sub>: А = 0,82 т; В = 1,02 т; АВ = 1,33 т.

Ще більш ефективним, ніж передпосівне оброблення насіння, було застосування препаратів для фоліарного внесення. Так, дворазове обприскування рослин кукурудзи, відповідно 2% та 4% розчином концентрату продуктів життєдіяльності азотфіксуючої ґрунтової водорості, сприяло підвищенню урожайності культури на 3,2 т/га, або на 30,2%. Дещо меншу, але також суттєву прибавку урожайності кукурудзи отримано від дворазового застосування нанобіостимулятора росту рослин «V-Agro. Листкова обробка», яка склала 2,8 т/га, або 26,4% (табл. 4).

Отже визначено ефективність застосування препаратів у технології вирощування кукурудзи на зерно за краплинного зрошення як окремого агрозаходу для обробки насіння, або фоліарного внесення, так і для комбінованого застосування, що включав оброблення насіння і два обприскування рослин у фазу 4–5 та 7–8 листків. Ефективність препаратів у технології вирощування кукурудзи за природом урожайності:

- **передпосівна обробка насіння**
  - «V-Agro. Насіння» – 15,1%;
  - Soil Algae (жива культура у формі порошку) – 14,1%;
  - Soil Algae + «V-Agro. Насіння» – 14,1%.
- **фоліарне внесення (листяна обробка)**
  - розчин концентрату ПЖД ґрунтової водорості – 30,2%;
  - «V-Agro. Листкова обробка» – 26,4%.

- **комбіноване застосування (передпосівна обробка насіння + дворазова обробка вегетуючих рослин)**

- «V-Agro. Насіння» + розчин концентрату ПЖД ґрунтової водорості – 51,9%;
- Soil Algae (жива культура у формі порошку) + розчин концентрату ПЖД ґрунтової водорості – 41,5%;
- «V-Agro. Насіння» + «V-Agro. Листкова обробка» – 41,5%;
- Soil Algae (жива культура у формі порошку) + «V-Agro. Листкова обробка» – 35,8%.

Підтвердженням ефективності досліджуваних препаратів при вирощуванні кукурудзи на зерно стало визначення структури урожаю. Встановлено, що найбільшу середню масу одного качана кукурудзи було отримано за використання агрозаходу, який передбачає передпосівну обробку насіння нанобіостимулятором росту рослин «V-Agro. Насіння» та дворазову обробку вегетуючих рослин препаратом Aqua Algae (ПЖД). Таке комбіноване застосування препарату «V-Agro. Насіння» та розчину концентрату продуктів життєдіяльності азотфіксуючої ґрунтової водорості дало можливість отримати качан із середньою масою 248,4 г, тоді як в абсолютному контролі (без оброблення насіння і без фоліарної обробки рослин) – 174,5 г (табл. 5). Досить високу середню масу качана кукурудзи, яка склала від 234,3 г до 231,6 г,

#### 4. Приріст урожайності кукурудзи залежно від застосування препаратів біохімічного та мікробіологічного походження

Фактор А – праймування насіння	Фактор В – фоліарне оброблення	Середня врожайність, т/га	Відносно контролю 1 (К 1)		Відносно контролю 2 (К 2)		Відносно абсолютного контролю (К1, К2)	
			т/га	%	т/га	%	т/га	%
Без оброблення (К 1)	без оброблення (К 2)	10,6	0	–	0	–	0	–
	Aqua Algae	13,8	0	–	+3,2	30,2	+3,2	30,2
	V-Agro	13,4	0	–	+2,8	26,4	+2,8	26,4
Soil Algae (жива культура у формі порошку) (10 г с.п. в 2 л води/100 кг насіння)	без оброблення (К 2)	12,1	+1,5	14,1	0	–	+1,5	14,1
	Aqua Algae	15,0	+1,2	8,7	+2,9	24,0	+4,4	41,5
	V-Agro	14,4	+1,0	7,5	+2,3	19,0	+3,8	35,8
V-Agro в рекомендованій дозі (25 г/2 л води/100 кг)	без оброблення (К 2)	12,2	+1,6	15,1	0	–	+1,6	15,1
	Aqua Algae	16,1	+2,3	16,7	+3,9	32,0	+5,5	51,9
	V-Agro	15,0	+1,6	11,9	+2,8	22,9	+4,4	41,5
Soil Algae (10 г с.п. в 2 л води/100 кг насіння) + V-Agro	без оброблення (К 2)	12,1	+1,5	14,1	0	–	+1,5	14,1
	Aqua Algae	14,8	+1,0	7,2	+2,7	22,3	+4,2	39,6
	V-Agro	14,6	+1,2	8,9	+2,5	19,7	+4,0	37,7

5. Середня маса одного качана кукурудзи залежно від застосування препаратів біохімічного та мікробіологічного походження, тонн/га

Фактор А – праймування насіння	Фактор В – фоліарне оброблення	Повторність				Середня
		I	II	III	IV	
Без оброблення (контроль 1)	без оброблення	167,5	163,4	194,6	172,7	174,5
	Aqua Algae	217,1	213,9	211,2	219,7	215,5
	V-Agro	212,6	210,1	208,7	200,0	207,8
Soil Algae (жива культура у формі порошку) (10 г с.п. в 2 л води/100 кг насіння)	без оброблення	188,3	193,4	201,3	201,3	196,1
	Aqua Algae	230,5	235,8	229,9	234,2	232,6
	V-Agro	232,5	230,9	213,7	221,0	224,5
V-Agro в рекомендованій дозі (25 г/2 л води/100 кг)	без оброблення	194,7	188,1	206,5	191,2	195,1
	Aqua Algae	242,7	214,6	270,0	266,2	248,4
	V-Agro	228,7	220,0	244,1	244,3	234,3
Soil Algae (10 г с.п. в 2 л води/100 кг насіння) + V-Agro	без оброблення	193,3	204,0	206,7	182,3	196,6
	Aqua Algae	220,7	254,4	233,8	217,7	231,6
	V-Agro	223,7	242,3	228,7	209,6	226,1

було отримано ще у трьох варіантах досліду. Таку середню масу одного качана було отримано за проведення передпосівної обробки насіння нанобіостимулятором росту рослин «V-Agro. Насіння» та дворазової обробки вегетуючих рослин нанобіостимулятором

росту рослин «V-Agro. Листкова обробка». Іншим таким варіантом було використання для передпосівної обробки насіння біопрепарату Soil Algae (жива культура у формі порошку) та препарату Aqua Algae (ПЖД) для обробки вегетуючих рослин.

6. Зведені дані результатів досліджень щодо ефективності препаратів біохімічного та мікробіологічного походження за вирощування кукурудзи

Обробка насіння	Фоліарне внесення		Приріст урожайності	
	фаза 3–4 листків	фаза 7–8 листків	т/га	%
Напівволога обробка насіння				
«V-Agro. Насіння»	–	–	1,6	15,1
Soil Algae (порошок)	–	–	1,5	14,1
Soil Algae + «V-Agro. Насіння»	–	–	1,5	14,1
–	Aqua Algae (ПЖД), 2%	Aqua Algae (ПЖД), 4%	3,2	30,2
–	«V-Agro. Листкова обробка»	«V-Agro. Листкова обробка»	2,8	26,4
«V-Agro. Насіння»	Aqua Algae (ПЖД), 2%	Aqua Algae (ПЖД), 4%	5,5	51,9
Soil Algae (порошок)	Aqua Algae (ПЖД), 2%	Aqua Algae (ПЖД), 4%	4,4	41,5
«V-Agro. Насіння»	«V-Agro. Листкова обробка»	«V-Agro. Листкова обробка»	4,4	41,5
Soil Algae (порошок) + «V-Agro. Насіння»	Aqua Algae (ПЖД), 2%	Aqua Algae (ПЖД), 4%	4,2	39,6
Soil Algae (порошок) + «V-Agro. Насіння»	«V-Agro. Листкова обробка»	«V-Agro. Листкова обробка»	4,0	37,7
Soil Algae (порошок)	«V-Agro. Листкова обробка»	«V-Agro. Листкова обробка»	3,8	35,8

**Висновки.** Найвищу врожайність сухого зерна кукурудзи отримано за проведення передпосівної обробки насіння нанобіостимулятором росту рослин «V-Agro. Насіння» та дворазової обробки вегетуючих рослин розчином концентрату продуктів життєдіяльності азотфіксуючої ґрунтової водорості.

Комбіноване застосування препарату «V-Agro. Насіння» та розчину концентрату продуктів життєдіяльності азотфіксуючої ґрунтової водорості забезпечує урожайність кукурудзи на рівні 16,1 т/га, що на 5,5 т/га, або на 51,9 % більше, ніж в абсолютному контролі (без оброблення насіння і без фоліарної обробки рослин).

Ефективним заходом є і окреме застосування препаратів, як для обробки насіння, так і обробки рослин під час вегетації. Одна тільки обробка насіння нанобіостимулятором росту рослин «V-Agro. Насіння» сприяє підвищенню урожайності кукурудзи на 1,6 т/га, або на 15,1%. Такий самий ефект отримано і при застосуванні для оброблення насіння біопрепарату Soil Algae, де прибавка до урожайності склала 14,1%, тобто 1,5 т/га.

Більш ефективним, ніж передпосівне оброблення насіння, є застосування препаратів для фоліарного внесення. Так, дворазове обприскування рослин кукурудзи, відповідно 2% та 4% розчином концентрату продуктів життєдіяльності азотфіксуючої ґрунтової водорості, сприяє підвищенню урожайності культури на 3,2 т/га, або на 30,2%, порівняно з контролем. А застосування нанобіостимулятора росту рослин «V-Agro. Листкова обробка» для фоліарного внесення забезпечило прибавку урожайності, яка склала 2,8 т/га, або 26,4%.

Найбільшу середню масу одного качана кукурудзи було отримано за використання агрозаходу, який передбачає передпосівну обробку насіння нанобіостимулятором росту рослин «V-Agro. Насіння» та дворазову обробку вегетуючих рослин розчином концентрату продуктів життєдіяльності азотфіксуючої ґрунтової водорості (робоча назва Aqua Algae або ПЖД), дало можливість отримати качан із середньою масою 248,4 г, тоді як в абсолютному контролі (без оброблення насіння і без фоліарної обробки рослин) – 174,5 г.

#### Бібліографія

1. Калінін Ф.Л. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. Київ : Урожай, 1989. 168 с.
2. Ефективність мікробних препаратів та макро- й мікродобрив при вирощуванні зернових культур в умовах ризикованого землеробства / В.В. Савранчук та ін.. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2011. Вип. 11. С. 153–163.
3. Ткаленко Г. Біологічні препарати в захисті рослин. *Специвипуск Пропозиція. Сучасні агротехнології із застосування біопрепаратів та регуляторів росту*. 2015. С. 2–15 Режим доступу. <https://propozitsiya.com/ua/biologicheskie-preparaty-v-zashchite-rasteniy> Дата звернення 14.10.2021 р.
4. Лавриненко Ю.О., Гож О.А. Ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи ФАО 180-430 за впливу регуляторів росту і мікродобрив в умовах зрошення на півдні України. *Зрошуване землеробство. Херсон*. 2016. Вип. 65. С. 64–68.
5. Katsvario T.W. Spatial Growth and Nitrogen Uptake Variability of corn at two Nitrogen Levels / T.W. Katsvario, W.J. Cox, Van Es Harold M. *Agronomy Journal*. 2003. Vol. 95. P. 1000–1011.
6. Медико-біологічні дослідження виробничих штамів мікроорганізмів і токсико-гігієнічна оцінка мікробних препаратів, визначення їх безпеки та обґрунтування гігієнічних нормативів і регламентів. Методичні вказівки МОЗ України. Київ, 2004. Режим доступу. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0521282-04#Text> Дата звернення 14.10.2021 р.
7. Патица В.П. Напрями і координація наукових досліджень ґрунтової мікробіології. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 6. С. 5–10.
8. Ромащенко М.І., Шатковський А.П., Усата Л.Г. Методичні рекомендації з проведення польових досліджень за краплинного зрошення. Київ : ІВПіМ НААН, 2014. 46 с.
9. Методика польового дослідження (Зрошуване землеробство). Ушкаренко В.О. та ін.. Херсон : Грін Д.С., 2014. 448 с.
10. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика : монографія. Київ : Аграрна наука, 2006. 312 с.

#### References

1. Kalinin, F.L (1989). Zastosuvannia rehuliatoriv rostu v silskomu hospodarstvi [Application of growth regulators in agriculture] / Urozhai [in Ukrainian]



2. Savranchuk, V.V., Semenyaka, I.M., Kurcev, V.O., & Salo, L.V., (2011). Efektyvnist mikrobykh preparativ ta makro- y mikrodozuvannykh pry vyroshchuvanni zernovykh kultur v umovakh ryzykovanoho zemlerobstva. [The effectiveness of microbial drugs and macro- and microfertilizers in the cultivation of cereals in risky farming]. Bulletin of the Central Executive Committee of the APV of the Kharkiv region, 11, 153–163. [in Ukrainian]
3. Tkalenko, H. (2015). Biologichni preparaty v zakhysti roslyn. [Biological drugs in plant protection]. Spetsvyпуск zh.Propozytsiia. Suchasni ahrotekhnolohii iz zastosuvannia biopreparativ ta rehuliatoriv rostu. 2–15. Retrieved from: <https://propozitsiya.com/ua/biologicheskie-preparaty-v-zashchite-rasteniy> [in Ukrainian]
4. Lavrinenko, Y.O., & Hozh, O.A. (2016). Rist i rozvytok roslyn hibrydiv kukurudzy FAO 180–430 za vplyvu rehuliatoriv rostu i mikrodozuvannykh v umovakh zroshennia na pivdni Ukrainy. [Growth and development of plants of FAO 180-430 maize hybrids under the influence of growth regulators and microfertilizers under irrigation conditions in the south of Ukraine]. Irrigated agriculture. Kherson, 65, 64–68. [in Ukrainian]
5. Katsvario, T.W., Cox, W.J., & Van Es Harold. (2003). Spatial Growth and Nitrogen Uptake Variability of corn at two Nitrogen Levels. Agronomy Journal, 95, 1000–1011.
6. Medyko-biologichni doslidzhennia vyrobnychkykh shtamiv mikroorhanizmv i toksyko-hihiienichna otsinka mikrobykh preparativ, vyznachennia yikh bezpeky ta obgruntuvannia hihiienichnykh normatyviv i rehlementiv. Metodychni vkazivky MOZ Ukrainy. [Medico-biological research of production strains of microorganisms and toxic-hygienic assessment of microbial preparations, determination of their safety and substantiation of hygienic standards and regulations]. (2004). MOZ Ukrainy. Kyiv. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0521282-04#Text> [in Ukrainian]
7. Patyka, V.P. (1996). Napriamy i koordynatsiia naukovykh doslidzen gruntovoi mikrobiolohii. [Directions and coordination of scientific research of soil microbiology] Visnyk ahrranoi nauky, 6, 5–10. [in Ukrainian]
8. Romashchenko, M.I., Shatkovskiy, A.P., & Usata, L.H. (2014). Metodychni rekomendatsii z provedennia polovykh doslidzen za kraplynnoho zroshennia. [Methodical recommendations for field studies on drip irrigation]. Kyiv : DIA. [in Ukrainian]
9. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2014). Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo). [Methods of field experiment (Irrigated agriculture)] Kherson : Hrin D.S. 448. [in Ukrainian]
10. Volkohon, V.V., Nadkernychna, O.V., & Kovalevska, T.M. (2006). Mikrobnii preparaty u zemlerobstvi. Teoriia i praktyka : monohrafiia. [Microbial preparations in agriculture. Theory and practice : a monograph]. Kyiv : Ahrrarna nauka. [in Ukrainian]

**В.Н. Белый. В.В. Кныш**

### **Влияние препаратов биохимического и микробиологического происхождения на урожайность кукурузы на зерно на капельном орошении**

***Аннотация.** Приведены результаты исследований по изучению влияния препаратов биохимического и микробиологического происхождения производства ООО «НПП «5 элемент» на ход продукционного процесса, структуру урожая и урожайность кукурузы при капельном орошении. Установлено, что наибольшую урожайность кукурузы можно получить при проведении предпосевной обработки семян нанобиостимулятором роста растений «V-Agro. Семена» и двукратной обработки вегетирующих растений раствором концентрата продуктов жизнедеятельности азотфиксирующей почвенной водоросли. Комбинированное применение препарата «V-Agro. Семена» и раствора концентрата продуктов жизнедеятельности азотфиксирующей почвенной водоросли обеспечивает урожайность кукурузы на уровне 16,1 т/га, что на 5,5 т/га, или на 51,9% больше, чем в абсолютном контроле (без обработки семян и без фоллиарной обработки растений). Установлено, что эффективной мерой является отдельное применение препаратов как для обработки семян, так и обработки растений в ходе вегетации. Однократная обработка семян нанобиостимулятором роста растений «V-Agro. Семена» способствует повышению урожайности кукурузы на 1,6 т/га, или на 15,1%. Аналогичный эффект получен и при применении для обработки семян биопрепарата Soil Algae (живая культура в форме порошка), где прибавка урожайности составила 14,1%, или 1,5 т/га. Определено, что более эффективным, чем предпосевная обработка семян, является применение препаратов для фоллиарного внесения. Так, двукратное опрыскивание растений кукурузы соответственно 2% и 4% раствором концентрата продуктов жизнедеятельности азотфиксирующей почвенной водоросли способствует повышению урожайности*

культуры на 3,2 т/га, или на 30,2% по сравнению с контролем. Применение нанобиостимулятора роста растений «V-Agro. Листовая обработка» для фоллиарного внесения обеспечило прибавку урожайности, которая составила 2,8 т/га, или 26,4 %. Наибольшая средняя масса одного кочана кукурузы была получена при использовании агромероприятия, предусматривающего предпосевную обработку семян нанобиостимулятором роста растений «V-Agro. Семена» и двукратную обработку вегетирующих растений раствором концентрата продуктов жизнедеятельности азотфиксирующей почвенной водоросли, что позволило получить кочан со средней массой 248,4 г, тогда как в абсолютном контроле (без обработки семян и без фоллиарной обработки растений) – 174,5 г.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, кукуруза, капельное орошение, урожайность, структура урожая, стимуляторы роста и развития растений, иммуномодулятор, антистрессант

V. M. Bilyi, V. V. Knysh

### Influence of preparations of biochemical and microbiological origin on the yield of corn for grain on drip irrigation

**Abstract.** The results of research on the study of the impact of agents of biochemical and microbiological origin of production LLP R&D Enterprise “5 Element” on the production process, the structure of yield and yield of corn under drip irrigation are highlighted. It is determined, that the highest yield of corn can be obtained by holding the pre-sowing treatment of seeds with nanobiostimulator of plant growth “V-Agro. Seeds” and the double treatment of vegetative plants with a solution of concentrate of products of vital activity of nitrogen-fixing soil algae. The combined use of the agent “V-Agro. Seeds” and the solution of concentrate of products of vital activity nitrogen-fixing soil algae provides a corn yield of 16,1 t/ha, which is by 5,5 t/ha, or 51,9% more than in the absolute control (without seed treatment and foliar treatment of plants). It is also established that the separate use of agents both for seed treatment and plant treatment during the growing season is also an effective measure. The single seed treatment with nanobiostimulator of plant growth “V-Agro. “Seeds” helps to increase the yield of corn by 1,6 t/ha, or by 15,1%. A similar effect was obtained using for processing seeds of the biological product Soil Algae (live culture in powder form), where the increase in yield was 14,1 % (1,5 t/ha). It is determined that the use of agents for foliar application is more effective than pre-sowing seed treatment. The double spraying of corn plants, with respectively, 2% and 4% solution of concentrate of products of vital activity of nitrogen-fixing soil algae provides crop yields by 3,2 t/ha, or 30,2% compared to the control. The use of nanobiostimulator of growth plants “V-Agro. Leaf processing” for foliar application provides the yield increase up to 2,8 t/ha, or 26,4%. The biggest average weight of one cob corn was obtained due to the agricultural measure, which involves pre-sowing seed treatment nanobiostimulator of plant growth “V-Agro. Seeds” and the double treatment of vegetative plants with a solution of concentrate of products of vital activity of nitrogen-fixing soil algae made it possible to get a cob with an average weight of 248,4 g, whereas in absolute control (without seed treatment and foliar treatment of plants) – 174,5 g.

**Key words:** agriculture, corn, drip irrigation, yield, crop structure, stimulators of plant growth and development, immunomodulatory, antistressant