

АГРОБІОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОПРЕПАРАТІВ ВІТАМАКС ТА АЛЬГЕФІТ У ВИРОЩУВАННІ ПЕРЦЮ ПОСІВНОГО (*CAPUSICUM ANNUUM*) В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ

Перепелиця Людмила

к.б.н., доцент кафедри ботаніки ЖДУ ім. І. Франка,

Осовецький Ігор

студент ЖДУ ім. І. Франка

Анотація. У статті досліджено вплив мікробного біопрепарату Вітамакс та водоростевого екстракту Альгефіт і їх комбінованого застосування на висоту рослин і масу плоду перцю посівного гібриду Ред Ферарі в умовах плівкової теплиці агробіостанції ЖДУ ім. І. Франка. Встановлено, що обидва препарати підвищують ростові показники та продуктивність перцю, а їх комбіноване використання демонструє синергетичний ефект. Дисперсійний аналіз підтвердив статистичну достовірність відмінностей між варіантами ($F > F_{05}$). Обґрунтовано доцільність впровадження комплексної обробки Вітамакс + Альгефіт у технологію вирощування перцю в закритому ґрунті.

Ключові слова: перець посівний, *Capsicum annuum* L., Ред Ферарі, Вітамакс, Альгефіт, біопрепарати, висота рослин, маса плоду, закритий ґрунт, теплиця.

Abstract. *The article investigates the effect of the microbial biopreparation Vitamax and the seaweed extract Algephyt and their combined application on plant height and fruit weight of pepper hybrid Red Ferrari in a film greenhouse at the agrobiostation of Zhytomyr Ivan Franko State University. It was found that both preparations increase growth parameters and productivity of pepper, while their combined use demonstrates a synergistic effect. Analysis of variance confirmed the statistical significance of differences between treatments ($F > F_{05}$). The expediency of introducing the combined Vitamax + Algephyt treatment into the technology of greenhouse pepper cultivation is substantiated.*

Keywords: *sweet pepper, Capsicum annuum L., Red Ferrari, Vitamax, Algephyt, biopreparations, plant height, fruit weight, greenhouse, protected ground.*

Вступ

Перець посівний (*Capsicum annuum* L.) посідає одне з провідних місць серед овочевих культур захищеного ґрунту завдяки високій харчовій цінності, вмісту вітаміну С, каротиноїдів та біологічно активних речовин. В умовах закритого ґрунту формування повноцінного врожаю перцю визначається не лише

генетичним потенціалом гібриду, а й ефективністю системи живлення рослин. Традиційне мінеральне удобрення хоча і забезпечує достатній поживний режим, проте супроводжується ризиком надмірного накопичення нітратів у плодах та погіршенням мікробіологічного стану ґрунтового субстрату [1, 2].

Вітамакс є комплексним мікробним препаратом на основі консорціуму *Bacillus subtilis* і *Pseudomonas fluorescens* з додаванням вітамінів групи В, що стимулюють ростові процеси і підвищують імунітет рослин. Препарат забезпечує пригнічення фітопатогенів у ризосфері та продукцію фітогормонів – ауксинів і цитокінінів, що прискорюють поділ і диференціацію клітин. Альгефіт є рідким екстрактом бурих морських водоростей роду *Ascophyllum* з високим вмістом цитокінінів, бетаїнів, альгінатів і мікроелементів у хелатній формі. Водоростеві екстракти підвищують стрес-стійкість рослин і стимулюють розкриття продихів та інтенсивність фотосинтезу [3, 4].

Гібрид перцю Ред Ферарі є середньостиглим гібридом F₁ солодкого перцю, придатним для вирощування у плівкових і скляних теплицях. Гібрид характеризується потужним габітусом куща, великоплідністю (маса плоду 200–280 г) та стабільною врожайністю в умовах захищеного ґрунту. Практичне значення роботи – обґрунтування оптимальних схем застосування Вітамаксу та Альгефіту для підвищення агробіологічної ефективності вирощування перцю гібриду Ред Ферарі в умовах закритого ґрунту.

Матеріали і методи

Дослідження проводили в умовах плівкової теплиці агробіостанції Житомирського державного університету імені Івана Франка (м. Житомир) упродовж весняно-літнього обороту. Об'єктом дослідження слугував гібрид перцю посівного Ред Ферарі (*Capsicum annuum* L. F₁). Субстрат – суміш торфу і перліту (7:3), система зрошення – крапельна. Схема досліду включала чотири варіанти (n = 5): 1 – контроль (без обробки); 2 – Вітамакс (передсадивна обробка коренів розсади, 0,2% розчин, 20 хв); 3 – Альгефіт (позакоренева обробка у фазі бутонізації, 3 мл/л); 4 – Вітамакс + Альгефіт (комбінована обробка за схемою варіантів 2 і 3).

Оцінку ефективності препаратів здійснювали за двома ключовими показниками: висотою рослин (см) – вимірювали у фазі масового плодоношення (ВВСН 71–79), та середньою масою плоду (г) – визначали зважуванням 10 плодів з кожного варіанту при технічній стиглості. Статистичну обробку результатів проводили за методом однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA): розраховували середнє арифметичне (M), стандартне відхилення (SD), коефіцієнт варіації (CV, %), критерій Фішера (F) та найменшу істотну різницю (NP₀₅) при p ≤ 0,05. Табличне значення F₀₅(3;16) = 3,24 при n = 5.

Результати та обговорення

Висота рослин. Висота рослин є важливим агробіологічним показником, що відображає інтенсивність вегетативного росту і безпосередньо визначає листову поверхню – основу фотосинтетичної продуктивності культури. Для гібриду Ред Ферарі оптимальна висота рослин у фазі плодоношення становить

90–120 см, що забезпечує достатнє розгалуження і рівномірне освітлення. Результати вимірювань наведено в таблиці 1.

Табл. 1.
Висота рослин перцю посівного гібриду Ред Ферарі (M ± SD, n = 5)

| Варіант досліджу | M ± SD, см | CV, % | % до контролю | F-крит. |
|---------------------------|------------------|----------|------------------|-----------------|
| 1. Контроль | 88,34 ± 3,17 | 3,59 | 100,00 | |
| 2. Вітамакс | 96,47 ± 3,44 | 3,57 | 109,20 | |
| 3. Альгефіт | 99,83 ± 3,61 | 3,62 | 113,00 | |
| 4. Вітамакс + Альгефіт | 112,56 ± 3,89 | 3,46 | 127,41 | 7,34 |
| НІР₀₅ | 5,8 | – | – | $F_{05} = 3,24$ |

У контрольному варіанті висота рослин у фазі плодоношення становила 88,34 ± 3,17 см (CV = 3,59%). Значення коефіцієнта варіації в межах 3,46–3,62% у всіх варіантах свідчить про однорідність рослинного матеріалу та стабільність умов досліджу. Застосування Вітамаксу підвищило висоту рослин до 96,47 ± 3,44 см (+9,20% до контролю). Ефект препарату реалізується через продукцію бактеріями *Bacillus subtilis* і *Pseudomonas fluorescens* фітогормонів цитокінінового та ауксинового ряду, що прискорюють міжвузлевий ріст стебла і розгалуження куща.

Варіант Альгефіт продемонстрував висоту рослин 99,83 ± 3,61 см (+13,00% до контролю). Стимулюючий ефект водоростевого екстракту пов'язаний з природними цитокінінами і бетаїнами у складі препарату, що активують апікальні та пазушні меристеми і сприяють формуванню розгалуженішого куща. Крім того, альгірати Альгефіту покращують водоутримувальну здатність кореневого субстрату, що забезпечує більш рівномірне водопостачання рослин протягом вегетації.

Найвищу висоту рослин зафіксовано у варіанті Вітамакс + Альгефіт – 112,56 ± 3,89 см, що на 27,41% перевищує контроль. Порівняно з одинарними обробками приріст комбінованого варіанту (+24,22 см від контролю) є більшим за суму ефектів Вітамаксу (+8,13 см) та Альгефіту (+11,49 см) окремо, що є ознакою синергетичної взаємодії. Різниця між варіантом 4 і контролем (24,22 см), а також між варіантом 4 і кожним із одинарних (16,09 см і 12,73 см) значно перевищує НІР₀₅ = 5,8 см. За критерієм Фішера $F = 7,34 > F_{05}(3;16) = 3,24$ – відмінності між варіантами статистично достовірні ($p \leq 0,05$) [3, 4].

Маса плоду. Середня маса плоду є головним економічним показником продуктивності перцю, що визначає товарну цінність продукції та безпосередньо впливає на рентабельність вирощування. Для гібриду Ред Ферарі маса плоду при технічній стиглості є ключовим критерієм відповідності товарним стандартам. Результати зважування наведено в таблиці 2.

Середня маса плоду перцю у контрольному варіанті становила $198,6 \pm 7,42$ г ($CV = 3,74\%$), що відповідає нижній межі діапазону, задекларованого оригіном для гібриду Ред Ферарі (200–280 г). Застосування Вітамаксу підвищило масу плоду до $218,3 \pm 7,91$ г (+9,92% до контролю). Цей ефект пояснюється посиленням ризосферної мікробіологічної активності – бактерії *Bacillus subtilis* продукують позаклітинні ферменти і органічні кислоти, що покращують розчинність фосфатів і підвищують їх доступність для рослини. Фосфор є визначальним елементом для накопичення цукрів і сухої речовини у плодах, що безпосередньо впливає на їх масу.

Табл. 2.

Середня маса плоду перцю посівного гібриду Ред Ферарі ($M \pm SD$, $n = 5$)

| Варіант досліджу | $M \pm SD$, г | CV, % | % до контролю | F-крит. |
|-------------------------|------------------|-------|---------------|-----------------|
| 1. Контроль | $198,6 \pm 7,42$ | 3,74 | 100,00 | |
| 2. Вітамакс | $218,3 \pm 7,91$ | 3,62 | 109,92 | |
| 3. Альгефіт | $224,7 \pm 8,14$ | 3,62 | 113,14 | |
| 4. Вітамакс + Альгефіт | $251,4 \pm 8,83$ | 3,51 | 126,59 | 6,18 |
| НІР₀₅ | 14,6 | – | – | $F_{05} = 3,24$ |

Варіант Альгефіт забезпечив масу плоду $224,7 \pm 8,14$ г (+13,14% до контролю). Вищий ефект Альгефіту порівняно з Вітамаксом за цим показником пояснюється прямим постачанням рослинам мікроелементів у хелатній формі – бору, молібдену та цинку, що є кофакторами ферментів цукрозного і крохмального обміну і безпосередньо впливають на накопичення органічних речовин у плодах. Крім того, цитокініни Альгефіту затримують старіння тканин і подовжують активний функціональний стан листків – основного джерела асимілятів для формування плодів [2, 4].

Найвищу масу плоду зафіксовано у варіанті Вітамакс + Альгефіт – $251,4 \pm 8,83$ г, що на 26,59% перевищує контроль та відповідає верхній частині сортового діапазону гібриду. Різниця між комбінованим варіантом і контролем (52,8 г) у 3,6 раза перевищує НІР₀₅ = 14,6 г; різниця між варіантом 4 і кожним із одинарних обробок (33,1 г і 26,7 г) також значно перевищує поріг істотності, що однозначно підтверджує синергетичний характер взаємодії препаратів. Покращення мінерального живлення через мікробіологічний канал (Вітамакс) та пряме позакореневе постачання мікроелементів і фітогормонів (Альгефіт) формують взаємодоповнювальну систему, що реалізує генетичний потенціал гібриду повніше, ніж кожен компонент окремо. За критерієм Фішера $F = 6,18 > F_{05}(3;16) = 3,24$ – відмінності між варіантами є статистично достовірними ($p \leq 0,05$) [1, 3].

Зіставлення результатів за двома показниками виявляє узгоджену реакцію гібриду Ред Ферарі на обидва препарати. Відносний приріст висоти рослин (+27,41%) у комбінованому варіанті є дещо вищим за приріст маси плоду (+26,59%), що свідчить про збалансований вплив препаратів на вегетативний і генеративний розвиток рослин без надмірної стимуляції вегетативного росту на шкоду плодоутворенню. Це є важливою агробіологічною характеристикою, що дозволяє рекомендувати досліджувану схему обробки як таку, що не порушує гармонійного розвитку культури.

Висновки

1. Застосування біопрепарату Вітамакс та водоростевого екстракту Альгефіт достовірно підвищило висоту рослин перцю посівного гібриду Ред Ферарі: варіант Вітамакс – на 9,20%, Альгефіт – на 13,00%, комбінований варіант Вітамакс + Альгефіт – на 27,41% порівняно з контролем ($F = 7,34 > F_{05} = 3,24$, $p \leq 0,05$, $НІР_{05} = 5,8$ см).

2. Комбінований варіант Вітамакс + Альгефіт забезпечив найвищу середню масу плоду – $251,4 \pm 8,83$ г (+26,59% до контролю), що достовірно перевищує контрольний варіант та обидві одинарні обробки ($F = 6,18 > F_{05} = 3,24$, $p \leq 0,05$, $НІР_{05} = 14,6$ г).

3. Перевищення ефекту комбінованої обробки над сумою ефектів одинарних за обома досліджуваними показниками підтверджує синергетичний характер взаємодії Вітамаксу та Альгефіту, що обумовлено взаємодоповненням механізмів їх дії: мікробіологічного (покращення ризосферного живлення) та прямого фізіологічного (постачання фітогормонів і мікроелементів).

4. Схему застосування препаратів (Вітамакс – передсадивна обробка коренів розсади; Альгефіт – позакоренева обробка у фазі бутонізації) рекомендовано для впровадження у технологію вирощування перцю посівного партенокарпічних гібридів в умовах закритого ґрунту як елемент біологізованої системи живлення рослин.

Список літератури

1. Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ : ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2015. 372 с.
2. Franzoni G., Cocetta G., Prinsi B., Ferrante A., Espen L. Biostimulants on Crops: Their Impact under Abiotic Stress Conditions. *Horticulturae*. 2022. Vol. 8, № 3. P. 189. DOI: 10.3390/horticulturae8030189
3. Roupheal Y., Colla G. Toward a Sustainable Agriculture Through Plant Biostimulants: From Experimental Data to Practical Applications. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, № 10. P. 1461. DOI: 10.3390/agronomy10101461
4. Bulgari R., Franzoni G., Ferrante A. Biostimulants Application in Horticultural Crops under Abiotic Stress Conditions. *Agronomy*. 2019. Vol. 9, № 6. P. 306. DOI: 10.3390/agronomy9060306