

Formation of the tomato harvest depends on the application of bio-stimulators

V. Sievidov¹ | O. Alferov²

Article info

Correspondence Author

V. Sievidov

E-mail:

sevidov.vp@gmail.com¹ State Biotechnological University, 44 Alchevskih Str., Kharkiv, Kharkiv region, 61000, Ukraine² Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 1 Instytutska Str., Seleksiynе Village, Kharkiv District, Kharkiv Region, 62478, Ukraine**Citation:** Sievidov, V., & Alferov, O. (2025). Formation of the tomato harvest depends on the application of bio-stimulators. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (2), 37–43. doi: 10.31210/spi2025.28.02.06

The cultivation of vegetable crops in protected soil is of critical importance for ensuring the population's supply of fresh produce. Special attention should be paid to tomato production, as this crop constitutes the largest share in the overall structure of vegetable production. This is particularly relevant for soil-based cultivation in greenhouse environments. The article presents the results of a study on the effects of different inoculation durations of tomato seeds in distilled water and with the application of biostimulants ABT and Epin-Extra on plant growth, development throughout the vegetative period, and overall yield performance. The research was conducted under field trial conditions within production-scale plastic greenhouses located at the State Biotechnological University, situated in the southeastern region of the Left-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine. The study employed two indeterminate tomato hybrids, Matias F1 and Makhtos F1, both of which are well-adapted to the cultivation conditions prevalent in Ukraine. The duration of seed soaking or inoculation was varied and set at 4, 6, and 12 hours, respectively. Treatment of seeds with both distilled water and biostimulants accelerated plant development, as evidenced by the reduced duration of phenological growth stages. Specifically, inoculation with ABT reduced the duration of key developmental phases by 2–6 days (8–11 % compared to the control), while treatment with Epin-Extra led to a shift of 6–10 days (equivalent to 11–15 %). During the peak fruiting stage, significant differences in biometric parameters were observed depending on the treatment, with Epin-Extra – treated plants showing an increase of 7–12 % over the control. It was established that seed inoculation with Epin-Extra – a multifunctional growth regulator and adaptogen – proved effective in enhancing the yield of indeterminate tomato hybrids. In particular, a 12-hour inoculation period with this biostimulant resulted in the highest recorded yield of 17.5 kg/m², which exceeded the control by 24.3 %. These findings confirm the efficacy of biostimulants – particularly Epin-Extra – in enhancing seed biological activity, stimulating growth processes, and improving yield outcomes in tomato cultivation.

Key words: tomato (*Solanum lycopersicum* L.), hybrids, seed inoculation, biological preparations, growth stimulants, growing technology, productivity.

Формування врожаю помідора в захищеному ґрунті залежно від застосування біостимуляторів

В. П. Сєвідов¹ | О. І. Алфьоров²¹ Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна² Інститут овочівництва і баштанництва НААН України, с. Селекційне, Харківська обл., Україна

Вирощування овочевих культур в захищеному ґрунті, для забезпечення населення свіжою овочевою продукцією, має вирішальне значення. На особливу увагу заслуговує, зокрема, виробництво помідорів, оскільки їх обсяг у загальній структурі виробництва овочевої продукції найбільший. Особливо це стосується вирощування у тепличних умовах на ґрунті. У статті представлено результати досліджень впливу різної експозиції інокуляції насіння помідора у дистильованій воді та з використанням біостимуляторів АБТ та Епін-екстра на ріст, розвиток рослин протягом періоду вегетації та рівень загальної врожайності. Дослідження проводили у польовому досліді у виробничих умовах плівкових теплиць, розташованих на базі Державного біотехнологічного університету, територіально у південно-східному регіоні Лівобережного Лісостепу України. У дослідженні було використано два індетермінантні гібриди помідора Матіас F1 і Махітос F1, які адаптовані до умов культивування на території України. Тривалість замочування або інокуляції насіння варіювали відповідно 4, 6 та 12 годин. Обробка насіння як дистильованою водою, так і біопрепаратами сприяла пришвидшенню розвитку рослин, що підтверджено скороченням тривалості фенологічних фаз. Встановлено, що інокуляція насіння препаратом АБТ скоротила строки проходження основних фаз росту на 2–6 діб, що становить 8–11 % порівняно з контролем, тоді як застосування Епін-екстра забезпечило зсув тривалості цих фаз на 6–10 діб, що еквівалентно 11–15 %. У фазу масового плодоношення були виявлені суттєві відмінності в біометричних характеристиках рослин залежно від використаного препарату, зокрема при обробці насіння Епін-екстра показники приросту складали від 7 до 12 % порівняно з контролем. Встановлено, що інокуляція насіння препаратом Епін-екстра, який є багатофункціональним регулятором росту та адаптогеном, виявилось ефективним для підвищення рівня врожайності індетермінантних гібридів помідора, за умови інокуляції препаратом протягом 12 годин досягнуто максимального рівня врожайності – 17,5 кг/м², що перевищувало контроль на 24,3 %. Отримані результати свідчать про ефективність застосування біостимуляторів, особливо Епін-екстра, для підвищення біологічної активності насіння, активізації ростових процесів та забезпечення високих показників урожайності при вирощуванні помідора. Перспективою подальших досліджень є встановлення залежності між складом біостимуляторів та їх впливом на процеси формування врожайності помідора.

Ключові слова: помідор (*Solanum lycopersicum* L.), гібриди, інокуляція насіння, біостимулятори, технологія вирощування, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Сєвідов В. П., Алфьоров О. І. Формування врожаю помідора в захищеному ґрунті залежно від застосування біостимуляторів. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (2). С. 37–43.

Вступ

Помідори є однією з провідних овочевих культур, як у світі так і в Україні. Особливо вагоме значення має отримання овочевої продукції в умовах закритого ґрунту, що забезпечує безперервне постачання населенню свіжих овочів. У контексті тепличного овочівництва особливо важливими культурами є помідори та огірки, оскільки їх обсяг у загальній структурі виробництва овочевої продукції найбільший [1]. Збільшення врожайності помідора вимагає впровадження нових, більш досконалих технологій, зокрема це актуально при їх вирощуванні у теплицях на природних ґрунтах. Погіршення родючості ґрунтів у теплицях пов'язане переважно з недостатньо регулярним чергуванням культур, а також із надмірно активним внесенням мінеральних добрив [2]. Ефективним рішенням щодо скорочення хімічного навантаження на овочеві рослини і покращення їх врожайності вважається впровадження речовин із рістрегулюючою дією. Такі стимулятори здатні сприяти формуванню більш витривалих рослин, що ефективніше протидіють стресовим ситуаціям [3].

Біологічні стимулятори специфічно впливають на певні фізіологічні процеси у рослинному організмі, активізуючи необхідні функції. Проте успішне застосування стимуляторів росту неможливе без попереднього чіткого вивчення механізмів їх впливу на рослину та ретельної характеристики цих препаратів [4–6]. Зважаючи на значний вплив овочевих культур, особливо томатів, на здоров'я людини, питання вдосконалення технологій вирощування для отримання високих урожаїв є актуальним та важливим завданням у сучасній аграрній сфері.

Помідор як овочева культура відіграє суттєву роль у сільськогосподарському виробництві та важливим компонентом харчування людини. Саме тому дослідження аспектів його культивування мають широке значення на глобальному рівні [7–9]. Цінність помідорів обумовлюється наявністю численних біологічно активних речовин, серед яких мінерали, вітаміни, незамінні амінокислоти, цукри та харчові волокна, вони знаходять широке застосування не лише у свіжому, але й у переробленому вигляді, зокрема у консервуванні та сушінні, що дозволяє отримати продукцію з високою економічною цінністю [10].

В умовах України, враховуючи регіональні особливості клімату, томати культивують як безпосередньо у відкритих полях, так і в умовах тепличного господарства. Проте найбільш сприятливим для ранньої товарної продукції вважається спосіб вирощування рослин у закритому ґрунті за допомогою розсади [11, 12]. Основним критерієм ефективності вирощування помідорів є їх продуктивність, яка безпосередньо залежить від правильного добору агротехнічних заходів. Зокрема, покращення умов мінерального живлення є одним із найбільш перспективних способів досягнення зростання врожайності [13].

Дослідження свідчать про позитивний вплив біологічних препаратів на продуктивні показники сільськогосподарських культур. Застосування препаратів мікробного походження сприяє покращенню

проростання насіння, більш ефективному поглинанню поживних речовин коренями, підвищенню біологічної маси рослин, а також стимуляції більш раннього початку цвітіння і плодоношення [14–16]. У складі біостимуляторів використовуються ретельно відібрані штами бактерій, що мешкають у прикореневій зоні. Ці ризосферні бактерії здатні активно стимулювати процеси росту, забезпечувати кращий розвиток рослин, підвищувати їхню резистентність до захворювань та несприятливих умов навколишнього середовища. Крім того, бактерії покращують живлення томатів за рахунок виділення в ґрунт корисних речовин, таких як ферменти, гормони, мінеральні сполуки, сприяють формуванню більш оптимальної структури та підвищують родючість ґрунтів [17–19].

Мета дослідження

Метою досліджень було визначення впливу різної експозиції замочування насіння помідора у дистильованій воді та подальша обробка їх біологічними стимуляторами росту Епін-екстра та АБТ впливають на показники росту, формування і розвитку рослин під час усього періоду вегетації, а також визначення підсумкових показників урожайності досліджуваних гібридів F₁.

Матеріали і методи

Експериментальні дослідження проводили у польовому досліді у виробничих умовах плівкових теплиць, розташованих на базі Державного біотехнологічного університету, територіально у південно-східному регіоні Лівобережного Лісостепу України. Ґрунтовий шар дослідної ділянки теплиць сформований типовим чорноземом на глинистому карбонатному лесі. Проведення дослідів здійснювали відповідно до стандартних загальноприйнятих методик.

Насіннєвий матеріал досліджуваних гібридів помідора висівали у спеціальні розсадні касети в останній декаді лютого. Після появи перших сходів сіянці переносилися до теплиці, де їх пікірували у ємності об'ємом 500 см³, далі протягом доби забезпечували регулярне зрошення та періодичне розпушування субстрату. У кінці квітня – початку травня, коли рослини досягали фази 3–5 справжніх листків з висотою надземної частини близько 30–35 см, їх пересаджували до неопалюваних теплиць, оснащених крапельною системою поливу. Вологість ґрунту підтримували стабільно у межах 80,0–82,4 % найменшої вологоємності, а норма разового зрошення складала від 4,5 до 6,5 л/м², що відповідає 45–65 м³/га.

Предметом досліджень були індетермінантні гібриди помідора Матіас F₁ і Махітос F₁, які адаптовані до умов культивування на території України. Для передпосівної інокуляції насіння використовували біостимулятори росту рослин – АБТ та Епін-екстра, а також здійснювали замочування насіннєвого матеріалу лише у дистильованій воді. Тривалість замочування або інокуляції насіння

варіювали відповідно 4, 6 та 12 годин. Як контрольний варіант використовували рослини, насіння яких не проходило попередньої обробки. Варіанти дослідів були розміщені згідно методу повної рендомізації, повторність дослідів чотирикратна.

Біостимулятор росту рослин АБТ належить до мікробних препаратів комплексної дії, який застосовують у рослинництві для покращення засвоєння азоту рослинами. Основу цього препарату становлять бактерії роду *Azotobacter*, які характеризуються здатністю асоціативно фіксувати атмосферний азот, що сприяє ефективнішому живленню рослин цим елементом [20].

Біологічний препарат Епін-екстра, являє собою синтетичний аналог природного регулятора росту широкого спектру дії, до складу якого входить епібрасинолід у концентрації 0,025 г/л. Препарат має виражені адаптогенний та антистресовий вплив на рослини. Його застосування дозволяє підвищити опірність рослин хворобам, скоротити терміни дозрівання та сформувати більш рівномірний

урожай, а також посилити загальний імунітет рослин до впливу негативних факторів зовнішнього середовища [21].

У ході проведення польового дослідів систематично здійснювали вимірювання фенологічних і біометричних параметрів рослин. Врожай плодів помідора обліковували окремо по кожному з досліджуваних варіантів, результати визначалися у кг/м² площі теплиці.

Результати та їх обговорення

Проведені дослідження дали змогу оцінити ефективність впливу обробки насіння помідора біостимуляторами при різних часових інтервалах замочування на швидкість настання основних фаз розвитку рослин. Застосування біопрепаратів помітно скорочувало строки досягнення ключових стадій розвитку рослин, сприяючи більш ранньому та рівномірному проходженню фаз росту порівняно з контрольним варіантом без обробки (*табл. 1*).

Таблиця 1

Пройдення фаз росту і розвитку рослин помідора залежно від обробки насіння (середнє за 2018–2021 рр.).

Варіант дослідів	Експозиція	Від посіву до			Перший – останній збір, діб
		появи сходів, діб	цвітіння, діб	плодоношення, діб	
Без обробки (контроль)	–	6	65	130	93
Н ₂ О дистильована	4 год.	6	63	130	93
	6 год.	5	61	125	93
	12 год.	5	62	126	93
АБТ	4 год.	5	61	128	93
	6 год.	5	59	123	93
	12 год.	5	60	124	93
Епін-екстра	4 год.	4	59	124	93
	6 год.	4	56	120	93
	12 год.	4	57	121	93
Xsr		4,9	60,3	125,1	93,0
Sx		–	0,8	1,0	0,0
V, %		–	4,3	2,6	0,0

Встановлено засвідчили позитивний вплив передпосівного замочування насіння на швидкість настання фаз розвитку. Обробка насіння помідора біостимулятором АБТ забезпечувала появу поодиноких і масових сходів відбувалась на четверту – шосту добу. Використання біостимулятора Епін-екстра забезпечило появу сходів на четверту добу. За використання Епін-екстра рослини помідора проходили основні фази свого розвитку приблизно на одну добу раніше порівняно з іншими варіантами дослідів. Тривалість фенологічних фаз розвитку за застосування АБТ скорочувалась на 2–6 діб, тоді як після використання Епін-екстра ці показники зменшувалися вже на 6–10 діб, залежно від експозиції. Найбільш ефективним був варіант із замочуванням насіння Епін-екстра протягом 6 годин, де фази росту проходили на добу швидше порівняно з іншими варіантами дослідів.

Сортові особливості гібридів помідора не мали значного впливу на ефективність застосованих варіантів обробки насіння. Ранньостиглий гібрид помідора Махітос F1 характеризувався дещо швидшим початком основних фенологічних фаз порівняно з гібридом Матіас F1, але різниця була неістотною.

За результатами біометричних спостережень було підтверджено позитивну дію використаних біостимуляторів на показники росту рослин помідора у фазу активного масового цвітіння (*рис. 1*).

Результати проведеного експерименту свідчать про позитивний вплив інокуляції насіння АБТ, Епін-екстра або ж замочування у дистильованій воді на темпи росту рослин помідора. Встановлено, що мінімальним показником висоти стебла серед усіх досліджуваних варіантів характеризувались рослини контрольного варіанту, які досягали лише близько 115 см. Найбільша висота рослин (127 см) зафіксована у варіанті, де насіння помідора було оброблено препаратом Епін-екстра, що на 10,4 % перевищувало контроль. У даному варіанті рослини формували стебло завтовшки від 0,7 до 0,8 см. На контролі середня маса рослин була найменшою (1037 г), тоді як після застосування Епін-екстра вона досягала значно вищого рівня (1214 г). Таким чином, максимальна маса рослин спостерігалась у варіантах за обробки біопрепаратами АБТ, Епін-екстра, або замочувалося у воді, перевищуючи контроль відповідно на 10, 17 і 3 %.

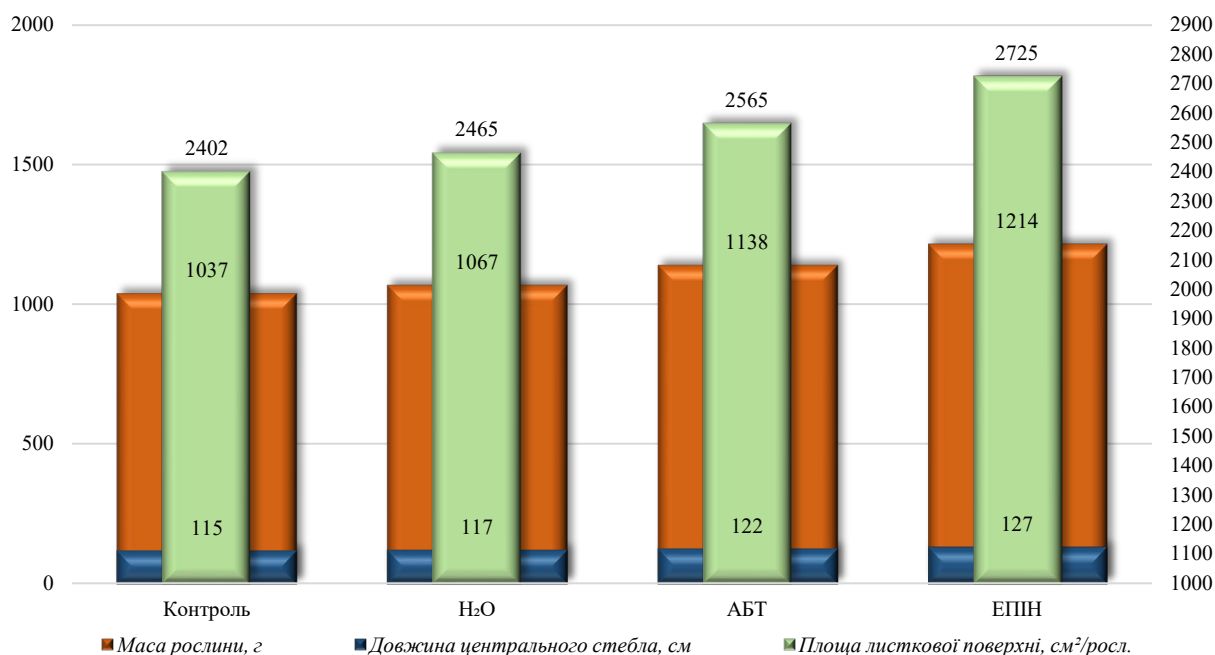


Рис 1. Біометричні показники рослин індетермінантних гібридів помідора у фазу цвітіння (середнє за 2018–2021 рр.).

Проведений аналіз асиміляційної поверхні листкового апарату помідорів підтвердив помітне її збільшення у варіантах з інокуляцією біостимуляторами росту. За обробки насіння препаратом АБТ площа поверхні листків була більшою на 6 % порівняно з контролем, а у разі використання препарату Епін-екстра показник

площі поверхні листків був на 14 % більше контролю.

Отримані біометричні дані рослин помідора за період проведення експерименту дозволили встановити виражені відмінності у розвитку рослин залежно від способу інокуляції насіння із застосуванням біостимуляторів (рис. 2).

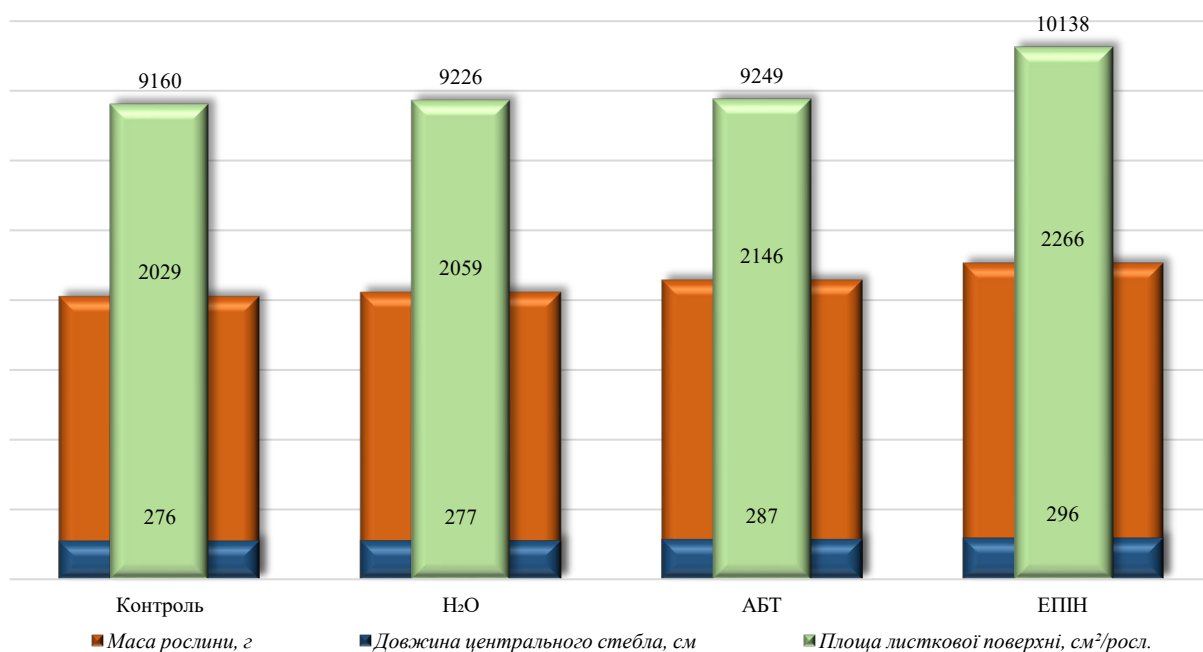


Рис 2. Біометричні показники рослин індетермінантних гібридів помідора у фазу плодоношення (середнє за 2018–2021 рр.).

За обробки насіння препаратом Епін-екстра, мали максимальну довжину стебла, що сягала 297 см, на 7,2 % більше контролю (277 см). В інших досліджуваних варіантах цей показник суттєво не

відрізнявся від контрольних даних. Товщина стебел варіювалася в межах 1,0–1,3 см, що свідчить про відсутність впливу інокуляції насіннєвого матеріалу на цей параметр. Щодо площі асиміляційної поверхні

листіків, відзначено аналогічну тенденцію: за контрольним варіантом середнє значення становило 9160 см², а за застосування Епін-екстра цей показник зріс до 10138 см², що на 11 % більше контролю. За іншими варіантами спостерігали незначне відхилення від контрольних результатів, що не виходило за межі допустимої похибки експерименту. Загальна кількість сформованих листків на одній рослині знаходилась у межах 26–28 штук. Маса рослин варіювала залежно від варіанту досліду у межах 2029–2266 г. Найвищу масу зафіксували у варіанті із застосуванням Епін-екстра – 2266 г, на

12 % більше контролю. Найнижчим значенням маси характеризувались рослини за контрольним варіантом – 2029 г. Відзначено залежність помітна від типу використаного для інокуляції насіння препарату. За всіма досліджуваними параметрами рослини після застосування Епін-екстра мали пере-вищення над контрольним варіантом у межах від 7 до 12 %.

За роки досліджень, найбільш високий показник врожайності відзначено за інокуляції насіння препаратом Епін-екстра (рис. 3).

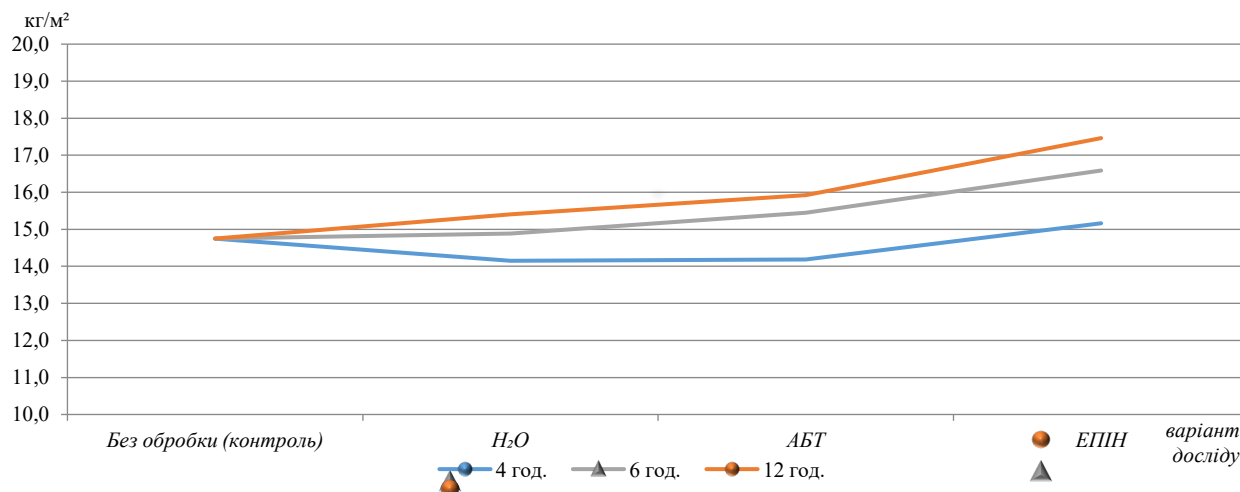


Рис. 3. Врожайність помідора у досліді, залежно від препаратів та експозиції обробки насіння, кг/м² (середнє за 2018–2021 рр.).

Найнижчий рівень врожайності зафіксовано у 2019 році, за обробки препаратом АБТ із терміном 4 годин – 13,3 кг/м². Водночас максимальний рівень

врожайності спостерігався у 2020 на рівні 18,1 кг/м², за інокуляції насіння препаратом Епін-екстра з експозицією 12 год. (табл. 2).

Таблиця 2

Формування загального врожаю порівняно з контролем за варіантами досліду (2018–2021 рр.)

Фактор А (варіант обробки насіння)	Фактор Б (експозиція)	Урожайність, кг/м²					± до контролю	
		2018 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.	в середньому	кг	%
Без обробки (контроль)		13,5	13,4	14,3	15,0	14,1	0,0	0,0
Н ₂ О дистильована	4 год.	13,8	13,8	14,7	14,4	14,2	0,1	0,7
	6 год.	14,5	14,1	15,8	15,3	14,9	0,8	6,0
	12 год.	14,8	15,5	15,8	15,7	15,4	1,4	9,6
АБТ	4 год.	13,5	13,3	15,0	15,0	14,2	0,1	1,0
	6 год.	14,9	15,0	16,2	15,8	15,5	1,4	10,0
	12 год.	14,9	15,9	16,8	16,3	15,9	1,9	13,3
ЕПІН	4 год.	14,8	14,8	15,7	15,5	15,2	1,1	7,9
	6 год.	16,2	15,8	17,2	17,2	16,6	2,5	18,1
	12 год.	17,0	16,9	18,1	17,9	17,5	3,4	24,3

Найнижчий показник урожайності помідора відзначено без обробки насіння, де середнє значення становило – 14,1 кг/м². Інокуляція насіння у дистильованій воді сприяло підвищенню врожайності помідора на 9,6 %, за експозиції інокуляції в 12 годин, становило 16,7 кг/м². Варіанти з меншою експозицією також перевищували контрольний на 0,7–6,0 % (на 0,1–0,8 кг/м²).

Інокуляція насіння препаратом АБТ за експозиції в 12 годин сприяло підвищенню врожайності до 15,9 кг/м², на 13,3 % більше контролю. За експозиції в

6 годин у зазначеному варіанті отримано підвищення врожайності до 15,5 кг/м², що на 10 % більше контролю. За експозиції в 4 години практично на рівні контролю.

Найефективнішим варіантом виявилася обробка насіння препаратом Епін-екстра з експозицією тривалістю 12 годин із підвищенням показника врожайності на рівні 17,5 кг/м², що на 24,3 % більше порівняно із контрольним варіантом. За експозиції в 6 годин отримано підвищення врожайності до 16,6 кг/м², на 18,1 % більше контролю. При менш тривалій обробці насіння у 4 години, приріст

врожайності помідорів склав 15,2 кг/м², на 7,9 %, більше контролю.

Для оцінки достовірності отриманих результатів і встановлення ступеня точності експерименту було проведено дисперсійний аналіз за методом ANOVA, що дозволяє визначити існування статистично значущих відмінностей між середніми значеннями

врожайності за досліджуваними факторами у різних варіантах досліду. При цьому за досліджуваними факторами було використано рівень статистичної значущості 0,95. За результатом проведеного аналізу різниця середніх значень вибірок не може бути пояснена лише випадковістю за обома факторами досліду (*табл. 3*).

Таблиця 3

Підсумкова таблиця дисперсійного аналізу даних за факторами досліду

Фактор досліду		Урожайність в середньому, кг/м ²	Різниця за фактором		Sx%	T%
			А	Б		
А (варіант обробки насіння)	Без обробки (контроль)	14,8	0,0	x*	5,4	94,6
	H ₂ O дистильована	14,8	0,0	x		
	АБТ	15,2	0,4	x		
	ЕПН	16,4	1,6	x		
Б (експозиція)	4 год.	14,4	x	0,0		
	6 год.	15,4	x	1,0		
	12 год.	16,1	x	1,7		
НІР _{0.95} за факторами		АБ = 1,4	0,8	0,7		

Примітка: * x – не застосовується до цього фактора.

Визначено, що за інокуляції насіння гібридів помідора препаратом Епін-екстра суттєві відмінності за фактором А становили 1,6 при значенні НІР_{0,95} – 0,8. Достовірно значимий приріст урожаю плодів помідора за фактором Б спостерігався при експозиціях обробки насіння 6 і 12 годин, показники яких становили відповідно 1,0 і 1,7 за НІР_{0,95} – 0,7. Загальна відносна помилка експерименту становила 5,4 %, що свідчить про високу точність проведення польового досліду на рівні 94,6 %.

Висновки

Найвища ефективність вирощування помідорів досягається за інокуляції насіння індетермінантних гібридів препаратом Епін-екстра, біологічним регулятором росту з вираженими адаптогенними властивостями. Використання препарату позитивно впливає на процеси розвитку та росту рослин помідора незалежно від експозиції обробки насіння. Відзначено, що замочування насіння у воді, а також інокуляція біостимуляторами АБТ і Епін-екстра суттєво скорочують тривалість проходження основних фаз розвитку рослин, в межах 2–10 діб, залежно від обраного часу експозиції. Показники біометричних вимірювань рослин помідора істотно відрізняються в залежності від використаного біостимулятора. Встановлено, що застосування препарату Епін-екстра під час обробки насіння забезпечує найбільш суттєвий приріст біометричних показників у фазу масового цвітіння – на 10–17 %, а у фазу активного плодоношення – на 7–12 %. Іншим важливим аспектом проведеної інокуляції насіння є збільшення врожайності помідора. Найбільший приріст урожаю спостерігається саме за застосування препарату Епін-екстра. Найкращий результат зафіксовано при застосуванні Епін-екстра з експозицією обробки насіння 12 годин, за якого врожайність помідора досягає найвищого значення – 17,5 кг/м².

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Sievidova, I. O. (2013). Vplyv yakosti ovochevoi produktsii na konkurentospromozhnist ovochivnytstva. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya: Ekonomika APK*, 20 (1), 302–306. [in Ukrainian]
2. Dubovyi, V. I., Tkalych, V. V., & Romanchuk, L. D. (2012). Ahrokhimichni osoblyvosti gruntu v rehulovanykh ahroekosystemakh. *Visnyk Zhytomirskoho Natsionalnoho Ahroekologichnoho Universytetu*, 1 (1), 164–168. [in Ukrainian]
3. Parnell, J. J., Berka, R., Young, H. A., Sturino, J. M., Kang, Y., Barnhart, D. M., & DiLeo, M. V. (2016). From the lab to the farm: an industrial perspective of plant beneficial microorganisms. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01110>
4. Ternavskiy, A. G., Shchetyna, S. V., Slobodanyk, H. Y., & Ketskalo, V. V. (2022). Yield and quality of fruits of cucumber on a vertical trellis depending on the application of plant growth regulators in the Forest Steppe of Ukraine. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 47 (1), 132–137. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.18>
5. Sievidovadia, V., Serhienko, O., Lebedynskiy, I., & Sievidov, I. (2024). The efficacy of chelated micronutrient fertilisers in tomato cultivation. *Scientific Horizons*, 27 (12), 27–37. <https://doi.org/10.48077/scihor12.2024.27>
6. Oliveira, E. R., Nunes, A., Dutra, F. de S., Azevedo, G. Z., Schneider, A. R., Santos, B. R. dos, Munaro, D., Moura, S., Lima, G. P. P., & Maraschin, M. (2025). Marine and terrestrial biostimulant elicitors of tolerance to cold stress. *Frontiers in Plant Science*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1569516>
7. Hil, L. S. (2008). *Suchasni tekhnolohii ovochivnytstva zakrytoho ta vidkrytoho gruntu : navchalnyi posibnyk*. Vinnytsia: Nova knyha [in Ukrainian]
8. Sydiakina, O. V., & Shanhar, O. S. (2014). Produktivnist hibrydiv pomidora v umovakh kraplynnoho zroshennia Pivdnia Ukrainy. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, 2, 27–31. [in Ukrainian]
9. Sievidova, I. O. (2018). Tendentsii rozvytku promyslovoho ovochivnytstva u ahrarnykh pidpryemstvakh. *Efektivna ekonomika*, 1. Retrieved from: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6057> [in Ukrainian]

10. Hernández-Ochoa, J. S., Levin, L. N., Hernández-Luna, C. E., Contreras-Cordero, J. F., Niño-Medina, G., Chávez-Montes, A., López-Sandín, I., & Gutiérrez-Soto, G. (2019). Antagonistic potential of *Macrolepiota* sp. against *Alternaria solani* as causal agent of early blight disease in tomato plants. *Gesunde Pflanzen*, 72 (1), 69–76. <https://doi.org/10.1007/s10343-019-00484-4>
11. Stefaniuk, S. (2019). Pomidory: hibrydy ta yikhnia urozhainist. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ahronomiia*, 23, 133–136. [in Ukrainian]
12. Yarovy, H., Sievidov, V., & Sievidov, I. (2020). Productivity and productivity of indeterminate type tomato hybrids in plastic film greenhouses. *Vegetable and Melon Growing*, 67, 64–72. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2020-67-64-72>
13. Tsygankova, V., Andrushevich, Y., Kopich, V., Shtompel, O., Velihina, Y., Pilyo, S., Kachaeva, M., Kornienko, A., Brovarets, V. (2018). Application of Oxazole and Oxazolopyrimidine as New Effective Regulators of Oilseed Rape Growth. *Scholars Bulletin*. 4 (3), 301–312..
14. Vincze, É.-B., Becze, A., Laslo, É., & Mara, G. (2024). Beneficial soil microbiomes and their potential role in plant growth and soil fertility. *Agriculture*, 14 (1), 152. <https://doi.org/10.3390/agriculture14010152>
15. Wu, Y., Zhao, H., Xiao, M., Liu, H., He, H., Peng, L., Tao, Q., Tang, X., Zhang, Y., Huang, R., Li, B., & Wang, C. (2025). A plant growth-promoting bacterium supports cadmium detoxification of rice by inducing phenylpropanoid and flavonoid biosynthesis. *Journal of Hazardous Materials*, 484, 136795. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.136795>
16. Abo-Elyousr, K. A. M., & Mohamed, H. M. (2009). Note biological control of fusarium wilt in tomato by plant growth-promoting yeasts and rhizobacteria. *The Plant Pathology Journal*, 25 (2), 199–204. <https://doi.org/10.5423/ppj.2009.25.2.199>
17. Kafeel, U., Jahan, U., & Khan, F. A. (2023). Role of mineral nutrients in biological nitrogen fixation. *Sustainable Plant Nutrition*, 87–106. <https://doi.org/10.1016/b978-0-443-18675-2.00004-3>
18. Kots, S. Ia., & Patyka, V. P. (2009). Biologichna fiksatsiia azotu ta yii znachennia u zhyvlenni roslyn. In V.V. Morhun (red.). *Fiziologhiia roslyn: problemy ta perspektyvy rozvytku: u 2 tomakh*. (Tom 1, pp. 344–386). Kyiv : Lohos [in Ukrainian]
19. Vdovenko, C. A., Davymoka, O. V., & Mudritska, L. M. (2016). Efektyvnist zastosuvannia deiakykh biopreparativ na produktyvnist tsybuli-porei. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahroekologichnoho Universytetu*, 2 (56), 108–113. [in Ukrainian]
20. Bilokonska, O. M., Khalep, Yu. M., & Kozar, S. F. (2020). Economic and energy efficiency of bacterization with *A. chroococcum* 2.1 when cultivating cucumbers. *Agroecological Journal*, 2, 69–76. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207683>
21. Savuschyk, M. P., Khromulyak, O. I., Shlonchak, G. A., & Yashchuk, I. V. (2020). Influence of plant growth regulators on growth of Scots pine seedlings in open ground (in Kyiv Forest Research Station). *Forestry and Forest Melioration*, 136, 78–82. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.136.2020.78>

ORCID

V. Sievidov  <https://orcid.org/0000-0002-3826-5149>
 O. Alferov  <https://orcid.org/0000-0002-0357-3141>



2025 Sievidov V. and Alferov O. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.