

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ОВОЧІВНИЦТВА І БАШТАННИЦТВА

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ШАПКО МАРИНА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 635.64:631.53.02:631.811.98:631.847.2

ДИСЕРТАЦІЯ
ЕЛЕМЕНТИ ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НАСІННЯ
ПОМІДОРА В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

201 – Агрономія

20 – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 М. О. Шапко

Наукові керівники: Куц Олександр Володимирович доктор с.-г. наук, с. н. с.,

Гурін Максим Вікторович, кандидат с.-г. наук

Харків – 2026

АНОТАЦІЯ

Шапко М. О. Елементи органічної технології вирощування насіння помідора в умовах Лівобережного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія. – Інститут овочівництва і баштанництва НААН, Харків, 2026.

Дисертація присвячена питанням теоретичного обґрунтування та розробки елементів технології вирощування насіння помідору для ґрунтово-кліматичних умов Лівобережного Лісостепу України, що сприяє розвитку органічних технологій вирощування, забезпеченості українського виробника органічним насінням, зниженню хімічного навантаження в агроценозах та отриманню високих економічних параметрів вирощування насіння помідору.

Для умов Лісостепу України встановлено закономірності формування урожайності насіння помідору за різних способів підготовки насіння, використання регуляторів росту та мікробних препаратів; визначено межі ефективного застосування препаратів з мікроорганізмами роду *Trichoderma* для обробки насіння помідору та встановлено норми використання, за яких проявляється фітотоксичність; досліджено залежність урожайності насіння помідору від змін основних біометричних параметрів рослин, розвитку хвороб та забезпеченості орного шару основними елементами живлення; встановлено високу позитивну залежність урожайності насіння від біометричних параметрів рослин; визначено особливості поширення та розвитку альтернаріозу помідору за використання різних мікробних препаратів та біодобрив для умов Лівобережного Лісостепу України; визначено вплив фізичних способів підготовки насіннєвого матеріалу (низькі температури та озонування) на біометричні параметри рослин та урожайність насіння помідору; встановлено вплив використання регуляторів росту на формування урожайності та якості насіння помідору; здійснено економічне оцінювання запропонованих способів підготовки насіння та застосування мікробних препаратів і біодобрив під час вегетації помідору.

Визначено, що мікробний препарат Мікохелп з титром мікроорганізмів роду *Trichoderma* $1,0 \times 10^9$ КУО/см³ можна використовувати для обробки насіння помідору з нормою 20-100 мл/кг насіння. Збільшення норми використання до 200 мл/кг насіння зумовлює різкий прояв фітотоксичності, що виражається в суттєвому зниженні посівних якостей насіння.

Зазначено, що як фізичні способи обробки насіння, так і застосування мікробних препаратів з фунгіцидними властивостями забезпечують покращення посівних якостей насіння помідору, забезпечуючи вплив на різноманітні фізіологічні процеси насінини та зниженню активності фітопатологічної мікрофлори. Максимальний позитивний вплив встановлено за проведення кріообробки насіння з температурою -40 °С та озонування з концентрацією озону 1,5 мг/л, що забезпечувало підвищення енергії проростання насіння до рівня 72,5-76,7 % та лабораторної схожості – до рівня 98,0-98,1 %.

Фізичні способи підготовки насіння та обробка насіння мікробними препаратами сприяє посиленню ростових процесів в рослинах помідору та розвитку генеративних органів, що пояснюється підвищенням висоти рослин та кількості китиць на головному стеблі, позитивною тенденцією щодо зростання кількості листків на головному стеблі. Застосування мікробного препарату Мікохелп зумовлювало позитивний вплив на основні біометричні параметри рослин помідору, окрім кількості стебел першого порядку (підвищення в межах 13,0-18,1 % відносно контролю). Також доволі ефективним за впливом на біометричні параметри рослин помідору є кріообробка в рідкому азоті впродовж 4 діб (за температури -196 °С) та озонування впродовж 30 хвилин (0,5 мг/л), впровадження яких збільшує висоту рослин на 13,0-13,1 %, кількість китиць на головному стеблі – на 16,7-21,2%.

Врожайність насіння помідору найбільш тісно кореляційно пов'язана з кількістю китиць на рослині ($r = 0,85$), кількістю стебел першого порядку ($r = 0,82$) та висотою рослин ($r = 0,73$).

В зрошуваних умовах Лівобережного Лісостепу України за вирощування помідору на насінневі цілі ефективною є обробка насіння низькими

температурами (-80 °C), озонування з концентрацією озону 0,5 мг/л, обробки мікробними препаратами Мікохелп та Фітоцид з нормою 40 мл/кг насіння, що зумовлюють підвищення урожайності на 12,8-17,0 %, додатковий прибуток в межах 11,5-14,82 тис. грн./га та рентабельність на рівні 62,7-64,9 % за зниження собівартості продукції до рівня 1819,49-1848,45 грн/кг.

Зазначено, що застосування досліджуваних мікробних препаратів, окрім Азотофіту, зумовлюють зниження в орному шарі ґрунту вмісту нітратного азоту як в фазу приживлення розсади, так і за цвітіння рослин, що пояснюється більш активним використанням сполук азоту рослинами за їх обробки різними препаратами. Використання мікоризоформуючого препарату Мікофренд для обробки розсади та внесення через фертигацію забезпечує позитивну дію на підвищення вмісту рухомих сполук фосфору в орному шарі ґрунту (198-218 мг/кг). Також зазначається істотне підвищення вмісту рухомих фосфатів в орному шарі за використання мікробного препарату Азотофіт (199-213 мг/кг). Суттєве зростання вмісту обмінного калію в орному шарі ґрунту забезпечує тільки внесення препарату Мікофренд способом фертигації (97-119 мг/кг).

Встановлено позитивний вплив мікробного препарату Азотофіт на підвищення висоти рослин, кількості на головному стеблі листків та стебел першого порядку (на 11,0-18,3 % відносно фону), біодобрива Гуміфренд – на всі морфометричні параметри рослин (на 11,0-19,0 % відносно фону), обробка розсади Мікофрендом – на кількість китиць та листків на головному стеблі (на 15,2 та 11,0 % відповідно), обробка насіння Мікофренд – на кількість стебел першого порядку та додаткове формування на головному стеблі листків та китиць (на 11,4-16,6 %).

Використання мікробного препарату Мікофренд та гумінового добрива Гуміфренд забезпечує підвищення стійкості рослин помідору щодо розвитку хвороб, зумовлюючи зниження поширеності та ступеня розвитку альтернаріозу (*Alternaria solani*). Максимальний рівень біологічної ефективності щодо розвитку альтернаріозу зазначено за внесення гумінового добрива Гуміфренд (46,7 %) та мікробного препарату Мікофренд за різних способів застосування (40,3-43,5 %).

Визначено високий рівень позитивної кореляційної залежності між урожайністю насіння та біометричними параметрами рослин: висоти ($r = 0,81$), кількості листків на головному стеблі ($r = 0,78$), кількості пагонів першого порядку ($r = 0,84$) та кількості китиць ($r = 0,91$).

Максимальний позитивний вплив на посівні якості насіння помідору зумовлює обробка коренів розсади мікробним препаратом Мікофренд, забезпечуючи енергію проростання отриманого насіння на рівні 98,3 % та лабораторної схожості – на рівні 98,3 %. Відмічено високу кореляційну залежність між посівними якостями насіння та забезпеченістю орного шару ґрунту рухомими сполуками фосфору в різні періоди росту рослин помідору ($r = 0,83-0,99$).

За вирощування помідору по фоні внесення локально перегній 10 т/га та зола 1 т/га використання гумінового добрив Гуміфренд (обробка насіння з нормою 30 мл/кг та позакореневі підживлення з нормою 0,6 л/га в 5 строків: перше через 12-14 днів після висаджування розсади, наступні – з інтервалами 14-15 днів) та обробка насіння мікробним препаратом Мікофренд забезпечує підвищення урожайності на 13,9-23,3 %, отримання додатковий прибуток в межах 13,24-20,11 тис. грн./га, рентабельність в межах 65,4-68,7 % за собівартості продукції на рівні 1813,82-1947,11 грн/кг.

За обробки насіння помідору препаратами Аміноплацентин, Липоплацентин, Кріоплацентин та ПЕО-1000 зазначається зростання біометричних параметрів рослин: висоти рослин на 9,7-13,0 %, кількості пагонів першого порядку – на 16,3-28,5 %, кількості листків на головному стеблі – на 9,4-12,2 % та кількості китиць – на 16,8-22,0 %. Обробка насіння препаратами Аміноплацентин, Липоплацентин, Кріоплацентин та ПЕО-1000 забезпечує істотне підвищення урожайності на 4,22-18,28 кг/га або 9,84-42,61 % відносно контролю з урожайністю 42,9 кг/га. Максимальний рівень урожайності відмічено за внесення препарату ПЕО-1000 (61,18 кг/га).

Відзначено, що застосування препаратів Аміноплацентин, Липоплацентин, Кріоплацентин та ПЕО-1000 зумовлює позитивну тенденцію щодо підвищення

посівних якостей отриманого насіння, забезпечуючи енергію проростання на рівні 95,8-96,6 % та лабораторну схожість на рівні 98,0-98,5 %.

В зрошуваних умовах Лівобережного Лісостепу України за вирощування помідору на насінніві цілі високу економічну ефективність забезпечує передпосівна обробка насіння препаратами ПЕО-1000 та Кріоплацентин, що сприяє отриманню додаткового прибутку в межах 25,87-39,77 тис. грн./га, рентабельності – 73,7-83,7 % за собівартості продукції на рівні 1633,22-1977,87 грн/кг.

Ключові слова: помідор, мікробний препарат, фізичні фактори, регулятори росту, урожайність та якість насіння, економічні показники.

ABSTRACT

Shapko M. O. Elements of organic technology for tomato seed production under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. – Qualification scientific work, manuscript.

PhD dissertation in Specialty 201 – Agronomy. Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv, 2026.

The dissertation is devoted to the theoretical substantiation and development of technological elements for tomato seed production under the soil and climatic conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, aimed at advancing organic cultivation technologies, ensuring the availability of organic seed for domestic producers, reducing chemical pressure within agrocenoses, and achieving high economic efficiency in tomato seed production.

For the conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine, regularities in tomato seed yield formation were established under different methods of seed preparation, the use of growth regulators, and microbial preparations. The limits of effective application of preparations containing microorganisms of the genus *Trichoderma* for tomato seed treatment were determined, and application rates at which phytotoxic effects appear were identified. The dependence of tomato seed productivity on changes in major biometric plant parameters, disease development, and the nutrient status of the arable soil layer was investigated. A strong positive relationship between seed yield and plant

biometric traits was established. The peculiarities of tomato alternariosis spread and development were determined under the use of different microbial preparations and biofertilizers in the Left-Bank Forest-Steppe conditions of Ukraine. The influence of physical seed preparation methods (low-temperature treatment and ozonation) on biometric parameters and tomato seed yield was studied. The effects of growth regulators on yield formation and seed quality were established. An economic assessment of the proposed seed preparation methods and the use of microbial preparations and biofertilizers during tomato vegetation was carried out.

It was determined that the microbial preparation Mycohelp, with a *Trichoderma* microorganism titre of 1.0×10^9 CFU/cm³, can be used for tomato seed treatment at application rates of 20–100 ml/kg of seed. Increasing the rate to 200 ml/kg resulted in a pronounced phytotoxic effect expressed by a significant reduction in seed sowing quality.

It was noted that both physical seed treatment methods and the use of microbial preparations with fungicidal properties improve sowing qualities of tomato seeds by influencing various physiological processes in seeds and reducing the activity of phytopathogenic microflora. The maximum positive effect was observed after cryotreatment at -40 °C and ozonation with an ozone concentration of 1.5 mg/l, which increased seed germination energy to 72.5–76.7% and laboratory germination to 98.0–98.1%.

Physical seed preparation methods and microbial seed treatment enhanced growth processes in tomato plants and promoted the development of generative organs, as evidenced by increased plant height and a higher number of clusters on the main stem, as well as a positive trend toward increased leaf number. Application of the microbial preparation Mycohelp positively influenced key biometric parameters of tomato plants, except for the number of first-order stems (increase within 13.0–18.1% relative to the control). Cryotreatment in liquid nitrogen for four days (-196 °C) and ozonation for 30 minutes (0.5 mg/l) were also effective, increasing plant height by 13.0–13.1% and the number of clusters on the main stem by 16.7–21.2%.

Tomato seed yield showed the strongest correlations with the number of clusters per plant ($r = 0.85$), the number of first-order stems ($r = 0.82$), and plant height ($r = 0.73$).

Under irrigated conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, for tomato seed production, effective treatments included low-temperature seed treatment (-80 °C), ozonation at 0.5 mg/l ozone concentration, and treatment with Mycohelp and Phytocid microbial preparations at 40 ml/kg of seed. These measures increased yield by 12.8–17.0%, generated additional profit of 11.5–14.82 thousand UAH/ha, and ensured profitability of 62.7–64.9% while reducing production cost to 1819.49–1848.45 UAH/kg.

It was noted that the use of the studied microbial preparations, except Azotofit, reduced nitrate nitrogen content in the arable soil layer both during seedling establishment and flowering phases, which is explained by more active nitrogen uptake by plants after treatment. Application of the mycorrhiza-forming preparation Mycofriend for seedling treatment and through fertigation positively affected the content of available phosphorus compounds in the arable soil layer (198–218 mg/kg). A substantial increase in available phosphates was also observed with Azotofit application (199–213 mg/kg). A significant increase in exchangeable potassium in the arable layer was recorded only when Mycofriend was applied via fertigation (97–119 mg/kg).

A positive influence of Azotofit on plant height, number of leaves on the main stem, and first-order stems (11.0–18.3% relative to the background treatment) was established; the biofertilizer Humifriend improved all morphometric parameters (11.0–19.0% increase). Seedling treatment with Mycofriend increased the number of clusters and leaves on the main stem (by 15.2% and 11.0%, respectively), while seed treatment with Mycofriend enhanced first-order stem formation and additional leaf and cluster development (11.4–16.6%).

Use of the microbial preparation Mycofriend and the humic fertilizer Humifriend increased tomato plant resistance to diseases, reducing the prevalence and severity of alternariosis (*Alternaria solani*). The highest biological efficacy against alternariosis was observed with Humifriend application (46.7%) and Mycofriend applied through different methods (40.3–43.5%).

A high positive correlation between seed yield and plant biometric parameters was confirmed: plant height ($r = 0.81$), number of leaves on the main stem ($r = 0.78$), number of first-order shoots ($r = 0.84$), and number of clusters ($r = 0.91$).

The greatest positive effect on seed sowing qualities was achieved by treating seedling roots with Mycofriend, ensuring germination energy and laboratory germination levels of 98.3%. A high correlation was also observed between seed quality and the availability of phosphorus compounds in the arable soil layer at different stages of tomato growth ($r = 0.83\text{--}0.99$).

When tomatoes were cultivated with localized application of manure (10 t/ha) and ash (1 t/ha), the use of the humic fertilizer Humifriend (seed treatment at 30 ml/kg combined with five foliar applications at 0.6 l/ha, the first 12–14 days after transplanting and subsequent treatments every 14–15 days) and seed treatment with Mycofriend increased yield by 13.9–23.3%, provided additional profit of 13.24–20.11 thousand UAH/ha, and ensured profitability of 65.4–68.7% with production costs of 1813.82–1947.11 UAH/kg.

Seed treatment with Aminoplacentin, Lipoplacentin, Cryoplacentin, and PEO-1000 resulted in increased plant biometric parameters: plant height by 9.7–13.0%, number of first-order shoots by 16.3–28.5%, number of leaves on the main stem by 9.4–12.2%, and number of clusters by 16.8–22.0%. These treatments also significantly increased seed yield by 4.22–18.28 kg/ha, or 9.84–42.61% relative to the control yield of 42.9 kg/ha. The highest yield was obtained with PEO-1000 application (61.18 kg/ha).

Application of Aminoplacentin, Lipoplacentin, Cryoplacentin, and PEO-1000 produced a positive trend toward improved sowing qualities of harvested seeds, with germination energy of 95.8–96.6% and laboratory germination of 98.0–98.5%.

Under irrigated conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, for tomato seed production, pre-sowing treatment with PEO-1000 and Cryoplacentin demonstrated high economic efficiency, providing additional profit of 25.87–39.77 thousand UAH/ha, profitability of 73.7–83.7%, and production cost at the level of 1633.22–1977.87 UAH/kg.

Key words: tomato, microbial preparation, physical factors, plant growth regulators, seed yield and quality, economic indicators.

**Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати
дисертації**

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Kuts, O., Dukhin, Y., Rudym, Y., Yarokhno, N., **Shapko, M.**, Korsun, S., Bilivets, I., & Voloshchuk, N. Effect of Mycohelp biofungicide on sowing qualities of vegetable plant seeds. *Vegetable and Melon Growing*. 2022. (71). P. 67-75. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2022-71-67-75>. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано статтю до друку, доля участі здобувача 20%).
2. Chernenko, D., **Shapko, M.**, Molchanov, Y., Kuts, O., Bolokhovskiy, V. Effectiveness of using biopreparations with associative nitrogen-fixing microorganisms in vegetable growing. *Vegetable and Melon Growing*. 2025. (77). P. 82-92. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2025-77-82-92> (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано статтю до друку, доля участі здобувача 25%).
3. Куц О.В., **Шапко М.О.** Використання регуляторів росту для підвищення насінневої продуктивності помідору. *Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво: журнал*. 2025. 2. С. 146-160. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18537958> (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано статтю до друку, доля участі здобувача 50%).
4. Куц О.В., **Шапко М.О.** Ефективність різних способів підготовки насіння помідору за органічних підходів. *Таврійський науковий вісник: Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. 146. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано статтю до друку, доля участі здобувача 50%).
5. Chernenko D.S., Shapko M.O., Semenenko I.I., Desyaternyk A.O., Yakovenko V.O., Kuts O.V., Bolokhovskiy V.V. Efficiency of using humin fertilizers in vegetable growing. *Vegetable and Melon Growing*. 2025. P. 72-83. (здобувачем

особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано статтю до друку, доля участі здобувача 25%).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

6. Куц О.В., Гурін М. В., **Шапко М.О.** Ефективність різних способів підготовки насіння помідору за органічних підходів вирощування. *Інноваційні розробки молоді в сучасному овочівництві: матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції* (05 жовтня 2023 р., сел. Селекційне Харківської обл.) / Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2023. С. 71-74. *(здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 75 %).*

7. Куц О.В., Гурін М.В., **Шапко М.О.** Вплив мікробних препаратів на біометричні параметри рослин помідору. *Інновації у сучасному агропромисловому виробництві: збірник матеріалів міжнар. наук.-практ. конф.* (Одеса, 21–22 вересня 2023 р.). 2023. С. 92-94. *(здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 75%).*

8. Куц О. В., Гурін М. В., Шапко М. О. Ефективність використання регуляторів росту за обробки насіння помідору. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: збірник тез VII Міжнародної науково-практичної конференції* (29–30 листопада 2023 р., Харків, ДБТУ). С. 128-130. *(здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 75%).*

9. Куц О.В., Гурін М.В., **Шапко М.О.** Вплив фізичних факторів та біопрепаратів на урожайність насіння помідору. *Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва: матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* (02 травня 2024 року, м. Полтава). / Редкол.: В.В. Гангур (відп. ред.) та ін. Полтава: ПДАУ, 2024. С. 29-31.

(здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 75%).

10. Shevchenko N., **Shapko M.**, Kovalenko G., Kuts O. Tomato seed yield depending on pre-sowing treatment. *Probl Cryobiol Cryomed.* 2024. 34(4). P. 305 (за матеріалами 48-ої щорічної міжнародної конференції молодих вчених «Холод в біології та медицині – 2024», Інститут проблем кріобіології та кріомедицини, 15-16 травня 2024 р.). (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 50 %)

11. Шевченко Н., **Шапко М.**, Коваленко Г., Куц О. Методи холодного знезараження в органічному землеробстві. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції* (Україна, Київ, 4-5 липня 2024 р.). Київ, 2024. Частина 1. С. 218-219. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 50 %).

12. Shevchenko N., Shapko M., Kovalenko G., Kuts O. Low-temperature seed treatment as an element of organic growing technology for tomato. *CRYO2024 is the Society for Cryobiology's 61st annual meeting and our theme is Engineering Cryobiology for Life and Sustainability.* (July 23-25, 2024; Washington DC. & Virtual). Abstract book. P. 123-124. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 25%).

13. Куц О.В., Гурін М.В., **Шапко М.О.** Вплив мікробних препаратів на урожай насіння рослин помідора. *Інноваційні розробки молоді в сучасному овочівництві: матеріали V міжнародної науково-практичної конференції* (10 жовтня 2024 р., сел. Селекційне Харківської обл.) / Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2024. С. 59-62. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 75%)

14. **Шапко М.О.**, Шевченко Н.О., Куц О.В. Підвищення насінневої продуктивності помідору за використання нових регуляторів росту. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції*. (28 листопада 2025 р., Харків, ДБТУ). С. 369-371. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 75%)

Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

15. Онищенко О.І., Чаюк О.О., Куц О.В., Пиляк Н.В., Рудь В.П., Чумак Е.Л., **Шапко М.О.** Комплексна система заходів захисту томата від шкідників, хвороб та бур'янів: науково-практичні рекомендації. Харків, 2025. 25 с. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано частину матеріалу до друку, доля участі здобувача 15%).

ЗМІСТ

	Стор.
АНОТАЦІЯ	2
ABSTRACT	6
Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації	10
ВСТУП	16
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБКИ ЕЛЕМЕНТІВ ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НАСІННЯ ПОМІДОРУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ (огляд літератури)	23
1.1 Морфо-біологічні особливості та народногосподарське значення помідору	23
1.2 Теоретичні аспекти органічних підходів вирощування помідору	29
1.3 Використання мікробних препаратів для оптимізації живлення та захисту рослин помідору	34
1.4 Використання регуляторів росту в органічних технологіях вирощування помідору	45
Висновки до розділу 1	49
Список використаних джерел до розділу 1	51
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА Й УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	70
2.1 Ґрунтово-кліматичні та технологічні умови досліджень	70
2.2 Схема та методика досліджень	75
Висновки до розділу 2	83
Список використаних джерел до розділу 2	84
РОЗДІЛ 3 ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ СПОСОБІВ ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ ПОМІДОРУ ЗА ОРГАНІЧНИХ ПІДХОДІВ	86
3.1 Визначення оптимальної норми використання мікробного препарату Мікохелп для обробки насіння помідору	86
3.2 Вплив способів підготовки насіння на його посівні якості	89

3.3	Вплив способів підготовки насіння на біометричні параметри рослин	93
3.4	Урожайність насіння помідору за різних способів його підготовки	95
3.5	Економічна ефективність впровадження способів підготовки насіння помідору	102
	Висновки до розділу 3	106
	Список використаних джерел до розділу 3	108
РОЗДІЛ 4	ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ В ОРГАНІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ ПОМІДОРУ	114
4.1	Поживний режим ґрунту за використання мікробних препаратів	114
4.2	Формування морфологічних параметрів рослин помідору за використання мікробних препаратів	118
4.3	Вплив мікробних препаратів та біодобрив на поширеність та розвиток хвороб помідору	124
4.4	Урожайність насіння помідору та його якість за використання мікробних препаратів	132
4.5	Економічна ефективність використання мікробних препаратів в технології вирощування насіння помідору	137
	Висновки до розділу 4	141
	Список використаних джерел до розділу 4	144
РОЗДІЛ 5	АЛЬТЕРНАТИВНІ ПІДХОДИ ПІДВИЩЕННЯ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОМІДОРУ	149
5.1	Вплив регуляторів росту на посівні якості насіння помідору	149
5.2	Вплив регуляторів росту на біометричні параметри рослин помідору	152
5.3	Вплив регуляторів росту на урожайність насіння помідору	157
5.4	Економічна ефективність використання регуляторів росту в технології вирощування насіння помідору	162
	Висновки до розділу 5	166
	Список використаних джерел до розділу 5	167
	ВИСНОВКИ	171
	ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	176
	ДОДАТКИ	177

ВСТУП

Сучасний розвиток сільськогосподарського виробництва відбувається в умовах постійно зростаючих викликів, пов'язаних із необхідністю підвищення продуктивності галузі овочівництва, збереження родючості ґрунтів, зниження антропогенного навантаження в агроценозах та забезпечення стабільного розвитку аграрного сектору. Особливої актуальності вказані питання набувають у насінництві овочевих культур, де якість та урожайність насіння є визначальними аспектами ефективності подальшого виробництва товарної продукції.

З активним розвитком органічного сільського господарства, як одного з важливих сучасних світових трендів, постає питання забезпеченості виробничого процесу сертифікованим насінням. За вимогами до органічного виробництва потрібно використовувати насіння, що вирощене за органічними технологіями. В Україні відсутні сертифіковані виробники органічного насіння овочевої продукції. Одним з ключових аспектів відсутності виробництва власного органічного насіння овочевих рослин є відсутність технологічних рекомендацій щодо його вирощування.

У цьому контексті важливе місце посідає помідор, як одна з провідних овочевих культур світового та національного овочівництва, що характеризується високою господарською цінністю, широким використанням у харчуванні населення та значним потенціалом для інтенсифікації виробництва.

Традиційні технології вирощування насіння значною мірою базуються на використанні мінеральних добрив та синтетичних фітофармакологічних засобів, які, з одного боку, забезпечують високі показники продуктивності, а з іншого, зумовлюють ризики деградації ґрунтів, зниження біологічної активності в агроценозах, накопичення в них різноманітних контамінантів та підвищення собівартості продукції.

Отже, актуальним стає пошук альтернативних і доповнюючих елементів технологій вирощування, здатних забезпечити стабільну врожайність насіння за одночасного зниження хімічного навантаження. Одним із таких перспективних

напрямів є застосування біологічних препаратів, що містять агрономічно цінні штами мікроорганізмів, здатних активізувати біологічні процеси в ґрунті, покращувати живлення рослин, стимулювати ростові процеси, а також підвищувати їх стійкість до несприятливих факторів. Мікроорганізми, що входять до складу біопрепаратів, можуть брати участь у мобілізації поживних елементів, синтезі біологічно активних речовин, формуванні ефективних рослинно-мікробних асоціацій, що в сукупності створює передумови для підвищення насінневої продуктивності помідору.

Поряд із біологічними методами суттєве поширення набувають фізичні способи підготовки насіння, які розглядаються як екологічно безпечні та технологічно доступні заходи впливу на насінневий матеріал (обробка насіння низькими температурами, озонування тощо). Фактично їх застосування спрямоване на активацію фізіолого-біохімічних процесів у насінні, зростання енергії проростання й схожості насіння, посиленню ростових процесів та формування більш життєздатних і продуктивних рослин. Важливою перевагою фізичних методів є відсутність хімічного навантаження на агроecosystem та можливість поєднання з іншими елементами технології вирощування.

Особливо актуальним є з'ясування особливостей дії біологічних і фізичних факторів впливу на рослини, їх ролі за формування генеративних органів рослин, насінневої продуктивності й якісних показників насіння. В умовах змін клімату, зростання частоти абіотичних стресів і підвищених вимог до екологічної безпеки агровиробництва такі дослідження набувають особливого значення.

Отже, актуальність даної дисертаційної роботи зумовлена необхідністю наукового обґрунтування та практичної оцінки впливу мікробних препаратів, регуляторів росту природного походження та фізичних способів підготовки насіння на урожайність насіння помідору, а також розроблення елементів органічної технології насінництва, здатної забезпечити стабільне одержання високоякісного насінневого матеріалу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.
Дослідження за темою дисертаційної роботи реалізовано впродовж 2021–2025 рр.

згідно до завдань тематичного плану науково-дослідних робіт Інституту овочівництва і баштанництва НААН згідно ПНД НААН «Овочівництво і баштанництво» за завданням 20.00.02.02.Ф «Теоретичні аспекти підвищення насінневої продуктивності овочевих рослин за альтернативних технологій вирощування» (номер державної реєстрації 0121U108049).

Метою досліджень є теоретичне обґрунтування та розробка елементів органічної технології вирощування насіння помідору в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні **завдання**:

1. Визначити ефективність способів підготовки насіння помідору з використанням низькотемпературної обробки, озонування та використання мікробних препаратів різної функціональної дії.

2. Встановити межі оптимальних норм застосування препаратів з мікроорганізмами роду *Trichoderma* для обробки насіння помідору.

3. Розробити ефективну систему використання мікоризоформуючих препаратів та біодобрив в технологічних схемах вирощування помідору.

4. Визначити особливості поширення та розвитку альтернаріозу помідору в технологічних схемах з мікробними препаратами та біодобривами.

5. Дослідити вплив на ріст та формування насінневої продуктивності помідору використання різних регуляторів росту природного походження.

6. Установити кореляційні залежності між морфометричними параметрами рослин помідору, урожайністю насіння, його якісними показниками за різних технологічних елементів.

7. Обрахувати економічну ефективність розроблених елементів органічної технології вирощування насіння помідору в Лісостепу України.

Об'єкт дослідження – біологічні процеси, які відбуваються у рослинах помідору за дії погодних умов та елементів органічної та інтегрованої технології вирощування.

Предмет дослідження – елементи органічної технології вирощування; параметри росту та розвитку, урожайність насіння помідору; поживний режим

грунту й особливості його формування, економічні параметри вирощування.

Методи дослідження: загальнонаукові – гіпотеза, експеримент, спостереження, аналіз, індукція; спеціальні – польові дослідження, загальноприйняті лабораторні та аналітичні методи дослідження; розрахункові – економічний аналіз; статистичні – дисперсійний, кореляційний та регресійний.

Наукова новизна отриманих результатів. Уперше:

- виявлено для умов Лісостепу України закономірності формування урожайності насіння помідору за різних способів підготовки насіння, використання мікробних препаратів та регуляторів росту;

- визначено межі ефективного застосування мікробних препаратів з мікроорганізмами роду *Trichoderma* для обробки насіння помідору та встановлено норми використання, за яких проявляється фітотоксичність;

- досліджено залежність урожайності насіння помідору від змін основних біометричних параметрів рослин, розвитку хвороб та забезпеченості орного шару основними елементами живлення;

- за кореляційного аналізу встановлено високу позитивну залежність урожайності насіння від біометричних параметрів рослин: висоти ($r = 0,73-0,81$), кількості листків на головному стеблі ($r = 0,76-0,78$), кількості пагонів першого порядку ($r = 0,82-0,84$) та кількості китиць ($r = 0,85-0,91$).

- визначено особливості поширення та розвитку альтернаріозу помідору за використання різних мікробних препаратів та біодобрих в умовах Лівобережного Лісостепу України;

- досліджено вплив фізичних способів підготовки насіннєвого матеріалу (низькі температури та озонування) на біометричні параметри рослин та урожайність насіння помідору;

- встановлено вплив використання регуляторів росту природного походження на ріст рослин, урожайність та якість насіння помідору;

- здійснено економічне оцінювання запропонованих способів підготовки насіння та використання мікробних препаратів і біодобрих під час вегетації помідору.

Удосконалено:

- елементи технології вирощування помідору на насінневі цілі за органічних та інтегрованих підходів з використанням мікробних препаратів різної спрямованості, регуляторів росту природного походження та фізичних способів підготовки насіння.

Набули подальшого розвитку:

- розробка органічних технологій вирощування насіння овочевих рослин із використанням нових мікробних препаратів різних функціональних груп, сидеральних та органічних добрив, біологічного захисту рослин.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено спосіб підготовки насіння з використанням низькотемпературної обробки за $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ впродовж 4 діб, що забезпечує підвищення урожайності насіння на 17,0 %, додатковий прибуток на рівні 14,86 тис. грн./га та рентабельність 64,9 %.

Розроблено спосіб озонування насіння помідору (обробка впродовж 20 хвилин з концентрацією озону 0,5 мг/л), що забезпечує підвищення урожайності насіння помідору та економічних показників вирощування.

Доведено ефективність обробки насіння мікробними препаратами (Мікохелп, Фітоцид, Мікофренд) для зниження поширеності та розвитку альтернаріозу, підвищення посівних якостей та урожайності насіння помідору в органічних технологіях вирощування.

Визначено оптимальну систему оптимізації живлення та посилення ростових процесів рослин помідору для технологій органічного виробництва, що включає внесення локально перегною 10 т/га, золи 1 т/га, обробку насіння біодобривом Гуміфренд з нормою 30 мл/кг та позакореневі підживлення Гуміфрендом з нормою 0,6 л/га в 5 строків, що забезпечує підвищення урожайності на 23,3 %, отримання додаткового прибутку на рівні 20,11 тис. грн./га, рентабельності 68,7 %.

Розроблено технологічну схему вирощування помідору на насінневі цілі з використанням регуляторів росту Кріоплацентин та кріопротектору ПЕО-1000. Що зумовлює підвищення урожайності на 11,9-18,3 кг/га або 27,7-42,6 %, збільшення рентабельності до 73,7-83,7 %.

Результати досліджень використано в науково-практичних рекомендаціях «Комплексна система заходів захисту томата від шкідників, хвороб та бур'янів» (2025 р.).

Основні наукові розробки, отримані в рамках дисертаційного дослідження, впроваджено в господарствах Харківської області на площі 12,5 га, а також в освітній процес кафедри плодоовочівництва і зберігання продукції рослинництва Державного біотехнологічного університету (дисципліни «Овочівництво» та «Органічне овочівництво»).

Особистий внесок здобувача. Розробка програми й обґрунтування методології, постановка та проведення досліджень, аналіз літературних джерел, визначення теоретичного положення та шляхів реалізації основних висновків дисертаційної роботи. Проведено ряд комплексних польових і лабораторних досліджень, статистично обчислено та доведено достовірність результатів, опрацьовано й опубліковано висновки у наукових виданнях одноосібно та у співавторстві. Частка автора у статтях складає 15-75% та полягає у формуванні ідеї, плануванні та виконанні експериментальних досліджень, узагальненні отриманих результатів, підготовці публікацій до друку. Впровадження розробок у виробництво здійснювалося за безпосередньої участі здобувача.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи заслухано й обговорено на засіданнях вчених рад, методичних комісій і координаційно-методичних рад Інституту овочівництва і баштанництва НААН; на IV міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні розробки молоді в сучасному овочівництві» (с. Селекційне, 2023 р.); на Міжнародній науково-практичній конференції «Інновації у сучасному агропромисловому виробництві» (м. Одеса, 2023 р.); на VII міжнародній науково-практичній конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» (м. Харків, 2023 р.); на II міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва» (м. Полтава, 2024 р.); на 48-й щорічній міжнародній конференції молодих вчених «Холод в біології та медицині – 2024» (м. Харків, 2024 р.); на Міжнародній

науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» (м. Київ, 2024 р.); на V міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні розробки молоді в сучасному овочівництві» (с. Селекційне, 2024 р.); 61st Annual Meeting of the Society of Cryobiology «Cryobiology Engineering for Life and Sustainability» (Washington DC. & Virtual, 2024); на IX міжнародній науково-практичній конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» (м. Харків, 2025 р.).

Публікації. Основні результати досліджень викладено в 15 наукових публікаціях, з яких 5 статей у фахових виданнях, 9 тез доповідей наукових конференцій, одні науково-практичні рекомендації.

Обсяг і структура роботи. Дисертаційна робота складається з анотацій (українською та англійською мовою), вступу, п'яти розділів зі списками використаних джерел до них, висновків, рекомендацій виробництву та додатків. Список використаної літератури включає 317 найменувань, у тому числі 236 латиницею. Дисертацію викладено на 222 сторінках тексту комп'ютерного набору, у тому числі основного тексту – 126 сторінки. Робота ілюстрована 56 таблицями та 10 рисунками.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБКИ ЕЛЕМЕНТІВ ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НАСІННЯ ПОМІДОРУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ (огляд літератури)

1.1 Морфо-біологічні ознаки та народногосподарське значення помідору

Помідор (*Solanum lycopersicum* L.) походить із територій Південної та Центральної Америки. Найчастіше як осередки його походження називають райони сучасного Перу, а також Галапагоські острови. Більшість дослідників зазначають, що культурний помідор сформувався на основі дикорослих черіформ, які й нині трапляються у природних умовах тропіків і субтропіків. Саме ці популяції добре пристосовані до специфічних ґрунтових і мікрокліматичних умов. У природному середовищі дикі помідори є переважно багаторічними рослинами, однак за польових умов частіше поводяться як однорічні.

До Європи помідор потрапив у середині XVI століття. Спочатку рослину вирощували виключно з декоративною метою, оскільки її плоди тривалий час вважали небезпечними для споживання. У Франції помідор використовували для прикрашання садів і альтанок, тоді як у Німеччині та Англії його культивували в оранжереях разом з декоративними рослинами. Незвичне яскраве забарвлення плодів сприяло появі поетичних назв: у французів – «любовні яблука», в італійців – «золоті яблука». Лише наприкінці XVIII століття плоди помідора почали регулярно вживати в їжу [1].

Нині помідор є однією з провідних овочевих культур світового землеробства та має значне економічне значення [2, 3]. За обсягами виробництва серед овочів він поступається лише картоплі [4]. За останні десятиліття площі під культурою у світі зросли більш ніж у півтора рази, тоді як рівень споживання збільшився більш ніж утричі. Упродовж останніх років середньорічне зростання споживання становить близько 3 % [5].

У 2023 році у світі було вироблено майже 200 млн. тон помідору. Основна частина врожаю використовується у свіжому вигляді, тоді як приблизно п'ята частина спрямовується на переробку. Середньорічне споживання помідору на одну людину становить приблизно 25 кг, що робить його важливим джерелом вітаміну С. Один плід середнього розміру (приблизно 100 г) містить від 10 до 20 мг цього вітаміну [6].

Провідними виробниками помідору є Китай, Індія, США, Єгипет і Туреччина, де культуру вирощують у різних кліматичних зонах [7]. Загальна площа посівів у світі становить близько 5 млн га. Основні масиви зосереджені у країнах Північної півкулі, насамперед в Азії та Європі. Завдяки розвитку селекції й технологій вирощування урожайність культури у відкритому ґрунті може сягати 70–75 т/га, а в сучасних теплицях – до 600 т/га. Найвищі показники продуктивності отримують у Нідерландах, високі результати також характерні для Польщі, Китаю та Індії [8, 9].

За даними FAO, в Україні у 2011–2021 рр. площі вирощування помідору суттєво скоротилися, однак середня урожайність за цей період зросла майже на чверть. Початок повномасштабної війни призвів до подальшого зменшення посівних площ і зниження урожайності культури [10].

Плоди помідору мають високу харчову та дієтичну цінність. За низької калорійності вони містять комплекс біологічно активних речовин: цукри, білки, органічні кислоти, мінеральні елементи, вітаміни та каротиноїди [11]. Особливу цінність становить лікопен, а також інші антиоксидантні сполуки, поліфеноли, амінокислоти й клітковина [6].

У дієтичному харчуванні помідор рекомендують за порушення обміну речовин, захворювань серцево-судинної системи й органів травлення. Холін, який входить до складу плодів, сприяє зниженню рівня холестерину, покращує функціональний стан печінки та позитивно впливає на кровотворення [12]. Лікопен характеризується антиканцерогенними властивостями [13], а органічні кислоти стимулюють апетит і процеси травлення. Регулярне споживання помідорів зменшує ризик розвитку атеросклерозу та тромбозів [14, 15].

Помідор відзначається широким спектром використання. Його споживають у свіжому вигляді, застосовують для соління, маринування та як складову численних кулінарних страв. Близько половини врожаю переробляють на пасту, соки, соуси та інші продукти [16]. Побічна продукція переробки, зокрема насіння, використовується для отримання олії, а макуха — як цінний корм у тваринництві. Крім того, з плодів отримують фермент пектинметилестеразу, що застосовується у харчовій промисловості [17].

Помідор (*Solanum lycopersicum* L.) – це однорічна трав'яниста рослина родини Пасльонові (Solanaceae). Вид *Solanum lycopersicum* L. Включає три підвиди: дикий – subs. *pimpinellifolium* Bresh, що складається з двох різновидів: китицеподібний та смородиноподібний; напівкультурний – subs. *subspontaneum* Bresh, що включає п'ять різновидів: видовжений, грушоподібний, багатогніздий, сливоподібний та вишнеподібний; культурний – subs. *cultum* Bresh, який включає три різновиди – штамбовий, звичайний, крупнолистковий. Також слід відмітити, що сучасний культурний помідор має широку генетичну різноманітність, яка широко використовується для селекції нових сортів з покращеною продуктивністю, якістю та стійкістю до різноманітних стресових факторів [18].

Штамбові підвиди помідору мають добре розвинене, товсте стебло з короткими міжвузлями. Рослини, як правило, слабо розгалужені, прямостоячі, компактні, з густим облистненням. Кущі мають міцну будову, що зумовлює їх стійкість до полягання. Листки зморшкуваті, насиченого темно-зеленого забарвлення. Для штамбових форм властивий середній або пізній строк досягання, а також коротке підсім'ядольне коліно, особливо за умов знижених температур. З цих причин за сівби насіння рекомендується загортати на глибину близько 2 см [19].

Коренева система помідору добре розвинена. За оптимальних умов коренева система може поширюватися в діаметрі до 1,5–2,5 м та проникати до ґрунту на глибину 1,0–1,5 м. Але більша частина коренів розташовується в орному шарі ґрунту на глибині 0,2–0,4 м. Рослини здатні інтенсивно формувати додаткові корені, особливо за контакту стебла з ґрунтом і підвищеної вологості. Високі

температури (понад 35 °С), а також зниження температури нижче 14 °С негативно діють на ріст коренів. Водночас достатня вологість і підвищений вміст вуглекислого газу забезпечують активний розвиток кореневої системи. Але в період формування зав'язі ріст коренів сповільнюється, тоді як за видалення квіток він, навпаки, посилюється [19, 20].

Стебло помідора округле, соковите, вкрите дрібними волосками. З початком плодоношення воно поступово дерев'яніє і стає грубішим. У процесі росту рослина галузиться, і залежно від характеру цього процесу розрізняють індетермінантні та детермінантні типи. Подовження стебла посилюється за недостатнього освітлення та підвищених температур. Для молодих рослин оптимальною температурою розвитку стебла є близько 30 °С, тоді як для старших – 13–18 °С. Видалення листків стимулює утворення бічних пагонів, тоді як освітлення червоним світлом пригнічує їх ріст [21, 22].

Листки помідора пірчасторозсічені, складаються з частин різного порядку. Вони можуть бути як гладенькими, так і гофрованими, з цілим або розсіченим краєм листкової пластинки. Дрібно розсічені, світло-зелені листки часто є ознакою ранньостиглості. Для штамбових форм характерні товстіші листки з коротким черешком і щільним розміщенням часток. Морфологічні особливості листків істотно залежать від умов вирощування. У нормальних умовах новий листок закладається кожні 2,0–2,5 доби. Підвищення температури та інтенсивності освітлення прискорює цей процес, тоді як у період формування плодів швидкість утворення листків зменшується. Підвищена вологість сприяє збільшенню розмірів листкової пластинки [21, 23].

У помідора виділяють три основні типи суцвіть: просте, у якому квітки розміщені на одному стрижні; проміжне, що складається з двох розгалужених простих китиць; та складне, яке утворене кількома розгалуженими простими китицями. Перше суцвіття закладається ще в період формування третього листка, після чого послідовно утворюються наступні. Температурний режим істотно впливає на процеси формування суцвіть, тоді як недостатнє освітлення затримує їх закладання [24].

Сприятливі умови вирощування в період утворення першої китиці забезпечують формування раннього врожаю. Натомість порушення агротехніки або несприятливі умови росту одразу негативно відбиваються на процесах закладання суцвіть: зменшується кількість квіток, китиці видовжуються та можуть частково вкриватися листками [25].

Цвітіння помідора відбувається акропетально – знизу вгору. Спочатку зацвітають квітки, розміщені ближче до стебла, а згодом – наступні. Останні квітки розкриваються тоді, коли перші вже сформували плоди значних розмірів. Характерним є попарне розкривання квіток і відповідне попарне досягання плодів у суцвітті. Не всі квітки утворюють зав'язь, що зумовлює неоднорідність плодів за величиною. Ріст плоду триває приблизно шість діб, а повне досягання плодів і насіння відбувається через 60–65 діб після запилення [26].

Плід помідора – соковита дво- або багатокамерна ягода діаметром до 10 см. Форма плодів варіює від плескатої та плескато-округлої до видовжено-овальної. Маса може коливатися від 5–10 до 500–800 г, залежно від сорту. За розміром плоди поділяють на великі, середні та малі. Різноманітне також й забарвлення стиглих плодів: від жовтого і рожевого до червоного, малиново-червоного, оранжево-червоного та фіолетового.

Насіння помідора дрібне, плескате, жовтувато-сірого кольору, яйцеподібної або ниркоподібної форми, опушене. Маса 1000 насінин становить 2,8–3,3 г. Схожість насіння зберігається протягом 6–8 років, а середня врожайність насіння сягає 50–100 кг/га [27].

Помідор належить до теплолюбних рослин. Проростання насіння починається за температури +13...+15 °С, однак оптимальними умовами для проростання та появи сім'ядольних листків є +20...+25 °С. Після появи сходів упродовж перших 2–3 тижнів позитивний вплив має помірне зниження температури, особливо в нічний час. Для подальшого росту та розвитку оптимальною є температура +22...+24 °С. За зниження температури нижче +15 °С цвітіння призупиняється, а за +10 °С ріст рослин практично припиняється.

Температури вище +30 °С негативно впливають на життєздатність пилку і загальний розвиток рослин.

Рослини помідора потребують високої інтенсивності освітлення впродовж всього вегетаційного періоду. Тривалість світлового дня має становити не менше 12 годин, а найбільш інтенсивне накопичення сухої речовини спостерігається за тривалості дня 14–18 годин [28].

Помідор вимогливий до вологозабезпеченості ґрунту, але не переносить глибокого розташування ґрунтових вод. Формування високого рівня урожайності помідору можливе за умов вологості ґрунту не нижче за 70 % НВ. Особливо чутливими до нестачі вологи рослини є за формування зав'язей та на початку досягання плодів. Недостатнє зволоження часто зумовлює опадання бутонів і зав'язі, що різко знижує урожайність. Різкі коливання вологості спричиняють розтріскування плодів та часто також й погіршення їх якісних параметрів. Висока вологість повітря також небажана, оскільки сприяє розвитку хвороб; оптимальним є рівень 45–60 % [29].

Порівняно з іншими овочевими рослинами помідор менш вибагливий до ґрунтових умов. Його успішно можна вирощують на різних ґрунтових різновидах, але найкращі результати отримують на пухких, багатих на органічну речовину ґрунтах з нейтральною або слабнокислою реакцією, достатнім забезпеченням вологою. Важкі перезволожені ґрунти менш придатні для культури, а на запливаючих та важкоглинистих ґрунтах ріст рослин істотно погіршується [30].

Характерною особливістю помідора є слабка здатність коренів молодих рослин поглинати фосфор з ґрунту, особливо за низьких температур. За рівнем споживання елементів живлення культура належить до групи з середніми потребами, однак отримання високих урожаїв можливе лише за достатнього забезпечення рослин поживними речовинами [31].

1.2 Теоретичні аспекти органічних підходів вирощування помідору та підготовки посівного матеріалу

Слід підкреслити, що світовий ринок органічної продукції демонструє стабільне зростання, середні темпи якого становлять близько 10–15 % щороку. Органічні продукти користуються сталим попитом і мають значний потенціал подальшого розвитку [32].

Органічне рослинництво, що ґрунтується на відмові від синтетичних фітофармакологічних засобів та мінеральних добрив, відіграє важливу роль у збереженні навколишнього середовища, відновленні та підтриманні родючості ґрунтів, а також сприяє соціально-економічному розвитку сільських територій і збільшенню експортного потенціалу аграрного сектору України [33–37]. Економічні дослідження переконливо свідчать, що виробництво органічної продукції є фінансово привабливим напрямом господарської діяльності, навіть за умов певного зниження врожайності порівняно з конвенційними технологіями [36–40]. Так, у Канаді органічні помідори за врожайності 10,7 т/га (проти 13,95 т/га у традиційній системі) забезпечують валовий прибуток, що в 1,5 рази перевищує зазначений показник за конвенційного вирощування [39].

Дослідження ринку органічного сільського господарства в країнах Європейського Союзу наголошує, що в овочівництві відкритого ґрунту органічне виробництво характеризується істотно нижчими витратами: на підтримання родючості ґрунту – приблизно на 50 %, на захист рослин від хвороб – до 97 %, а також майже вдвічі меншим споживанням енергії. Водночас додана вартість продукції зростає завдяки реалізації за цінами, що перевищують звичайні на 20–100 % [40].

В Україні роздрібна ціна конвенційного помідору коливається в межах 15–32 грн/кг, тоді як органічні плоди реалізуються за ціною 64–150 грн/кг [41–43]. Така різниця у вартості створює передумови для справедливішої оплати праці виробників та сприяє подоланню бідності, що узгоджується з ключовими цілями

стратегії сталого розвитку, поряд із завданням збереження довкілля для майбутніх поколінь [44].

Разом з тим, нині все ще існує певна недовіра до якості органічної продукції. Виробники нерідко остерігаються можливого зниження врожайності та товарних характеристик плодів за органічної технології. Водночас поняття «якість» у цьому контексті є специфічним, оскільки в органічному виробництві застосовуються не загальноприйняті, а спеціалізовані органічні стандарти. Сертифікації підлягає не окремий плід за морфологічними чи токсикологічними показниками, а вся технологія вирощування, зокрема відсутність синтетичних мінеральних добрив і синтетичних засобів захисту рослин впродовж усього виробничого циклу [45].

Більшість наукових досліджень засвідчують, що органічні помідори мають більш привабливі смакові властивості порівняно з конвенційними [46–52]. Водночас результати біохімічних аналізів плодів часто є неоднозначними. Так, М. Дракова зазначає, що загальний вміст антиоксидантів, фенольних сполук і вітаміну С в плодах помідору, що вирощений за органічних технологій, не відрізнявся від вмісту в плодах, що вирощені за традиційних підходів [49]. Аналогічно Х. Навотна встановила, що рік вирощування мав більш суттєвий вплив на рівень метаболітів, ніж тип агровиробництва [50].

У дослідженнях, проведених у Північно-Східній Греції в умовах захищеного ґрунту, порівнювали мікроелементний склад і смакові характеристики органічних та конвенційних помідорів сортів Robin-F₁, Amati-F₁ і Elpida-F₁. Встановлено, що відмінності значною мірою зумовлювалися сортовими особливостями, хоча смаковий індекс був істотно вищим у плодів органічного походження [51]. За даними численних авторів, помірний стрес, притаманний органічним технологіям, призводить до зменшення розмірів плодів, але водночас стимулює накопичення корисних для людини вторинних метаболітів, зокрема фенолів, вітаміну С та окремих мінеральних елементів [52–56].

Зокрема, А. Б. Олівера зазначає, що плоди органічних помідорів були дрібнішими за традиційні, проте показники титрованої кислотності, вмісту сухих

розчинних речовин і концентрації вітаміну С на стадії товарної стиглості перевищували контроль відповідно на 29 %, 57 % і 55 %, а загальний вміст фенольних сполук був вищим на 39 % [54]. В. Уортінгтон [55] довів, що органічні культури містять більше вітаміну С, заліза, магнію та фосфору. Аналогічно органічні помідори сортів Феліція, Ізабелла та Паола характеризувалися підвищеним вмістом в плодах вітаміну С і каротиноїдів за порівняння з конвенційними [56]. Водночас дослідження Дж. Капріолі показали вищу концентрацію томатидину в традиційних помідорах [57]. З огляду на те, що томатидин є токсичною сполукою і виконує захисну функцію рослин від фітопатогенів [58], його підвищений вміст не може вважатися перевагою для споживача.

У Швеції Ландегарт і Мартенсон [59] у багаторічних дослідженнях встановили, що плоди помідорів, які вирощені за органічних технологій, містять більше лікопену та вітаміну С, ніж плоди конвенційного походження.

Проблема можливого зниження врожайності в умовах відмови від внесення мінеральних добрив залишається дискусійною. За даними низки авторів, зменшення врожайності овочевих рослин за відсутності мінерального живлення може сягати 40 % [60–62]. Е. Емб'ялковська зазначає, що середній рівень урожайності органічних овочів на 20 % нижчий порівняно з традиційними [62], а органічні помідори в Канаді дають на 24 % менший урожай, ніж конвенційні [39]. Серйозною проблемою за органічних підходів вирощування овочевих рослин залишається пошкодження рослин хворобами та шкідниками. Так, у Німеччині дешеве, ресурсозберігаюче вирощування помідору у відкритому ґрунті майже припинилося через масове поширення *Phytophthora infestans* (Mont.) [63].

Отже, органічна технологія вирощування помідору залишається недостатньо вивченою та має як переваги, так і обмеження. Питання впливу органічного землеробства на врожайність та фізіологічний стан рослин потребує подальших досліджень. Незважаючи на семикратне зростання використання пестицидів за останні 40 років, втрати врожаю від шкідливих організмів істотно не зменшилися. Обсяг харчових ресурсів, що споживаються комахами до та після

збирання врожаю, є достатнім для забезпечення продовольством понад одного мільярда людей [64]. У зв'язку з цим досить важливим стає оцінка «екосистемних послуг», що надаються корисними організмами, загальна вартість яких оцінюється у 16–54 трлн доларів США щорічно [65].

В умовах органічного овочівництва використання синтетичних засобів захисту рослин не допускається, що актуалізує потребу у впровадженні альтернативних технологічних засобів обмеження розвитку шкідливих організмів. Отже, перспективним напрямом у цьому контексті є застосування фізичних факторів, зокрема температурного впливу та озонування, а також мікробіологічних препаратів. При цьому фізичні методи найбільш результативними є під час передпосівної обробки насіння, тоді як мікробні засоби виявляють ефективність як на етапі обробки насінневого матеріалу, так і при внесенні в ґрунт або обробці рослин у період вегетації.

Використання фізичних і біологічних методів стримування фітопатогенів на стадії обробки насіння відзначається високим рівнем безпеки для людини, незначним антропогенним навантаженням на навколишнє середовище та порівняно низькими енергетичними витратами. Разом із тим ефективність таких підходів значною мірою залежить від правильного добору режимів і параметрів їх застосування, що має враховувати біологічні особливості кожної конкретної культури.

Технологія праймування насіння впродовж тривалого часу широко використовується у світовій аграрній практиці як дієвий інструмент підвищення стійкості рослин щодо впливу біотичних та абіотичних стресів. Нині відомо кілька способів реалізації цієї технології, серед яких найпоширенішим є хімічне праймування, ефективність якого підтверджена численними дослідженнями. До основних різновидів цього методу належать гідропраймування, галопраймування, осмопраймування, гормональне, окисно-відновне, поживне та нанопраймування [66].

Гідропраймування полягає у контрольованому зволоженні насіння до такого рівня, за якого активуються метаболічні процеси, однак не відбувається фактичне

проростання. Метод реалізується шляхом замочування насіння у воді протягом певного проміжку часу до появи ознак набухання, після чого його висушують до початкової маси. Основною перевагою гідропраймування є його доступність і низька собівартість, оскільки використовується виключно вода. Результати наукових досліджень свідчать, що цей прийом сприяє підвищенню схожості, енергії проростання та загальної продуктивності культур навіть за несприятливих умов вирощування [67].

Сучасні експериментальні дані підтверджують, що передпосівна обробка насіння регуляторами росту активізує перебіг фізіолого-біохімічних процесів у насінні та молодих проростках. Така активація має особливе значення на ранніх етапах онтогенезу, коли рослини є найбільш чутливими до зовнішніх чинників, оскільки саме в цей період формується потенціал подальшого росту й розвитку. До найбільш уживаних агентів для праймування належать поліетиленгліколь, мінеральні солі, поживні елементи та різноманітні біостимулятори [68, 69].

З огляду на те, що різні речовини, які використовуються для праймування, характеризуються специфічними властивостями та неоднаковою ефективністю, важливим є підбір оптимального складу розчину з урахуванням біологічних особливостей конкретної культури з метою досягнення максимального ефекту [70-73].

Низкою досліджень встановлено, що вплив понижених температур на насіння може позитивно позначатися на його схожості та, відповідно, на рівні врожайності сільськогосподарських культур [74, 75]. Так, у роботах О. Задорожної та ін. [76] вивчено вплив помірно низьких температур на насіння жита озимого. Показано, що після 42 місяців зберігання за температур +4 і -20 °C не відмічено змін у продуктивності, кількості та довжині колосів, водночас у 38 % зразків зафіксовано зростання маси 1000 зернин. Зберігання насіння жита озимого та ярого в рідкому азоті або його парах сприяло підвищенню схожості та інтенсивнішому розвитку кореневої системи порівняно зі зразками, які зберігалися за кімнатної температури, при цьому змін у рівні метилювання ДНК не виявлено [77]. Позитивний вплив передпосівної кріообробки насіння

відзначено також у буряка та помідору, що проявлялося у зростанні врожайності [78].

Озонування на початковому етапі застосовувалося переважно як екологічно безпечний спосіб знезараження насінневого матеріалу, проте згодом було встановлено його стимулювальний вплив на ранні фази росту рослин. За даними О. Тимошенко [79], обробка насіння пшениці ярої озono-повітряною сумішшю з концентрацією озону 0,5–1,0 г/м³ забезпечувала збільшення висоти проростків і довжини коренів порівняно з контролем, тоді як перевищення оптимальних концентрацій призводило до пригнічення ростових процесів. Подібні результати отримано і при дослідженні дії озону на некондиційне за показниками схожості насіння пшениці, де спостерігалось суттєве зростання кількості пророслих насінин [80].

Не виключено, що фізіологічні зміни, індуковані дією біологічно активних речовин, можуть проявлятися не лише на початкових етапах проростання, але й на подальших стадіях онтогенезу, впливаючи на формування продуктивності рослин.

Збереження корисних видів макро- і мікробіоти в агроценозах, захист культурних рослин від патогенів та сприяння надходженню поживних елементів до рослин забезпечує використання мікробних препаратів, які мають великі перспективи щодо застосування у сільському господарстві.

1.3 Використання мікробних препаратів для оптимізації живлення та захисту рослин помідору

Поряд зі збільшенням попиту на органічну продукцію вітчизняні аграрії зіткнулися з проблемою відсутності технологій вирощування сільськогосподарських рослин (в тому числі і овочів) за органічних принципів, що пов'язане з неможливістю копіювання таких технологій європейських колег з

причин їх вузького спрямування. Однією з особливостей таких технологій є їх ефективність тільки в певних ґрунтово-кліматичних умовах, що унеможливорює їх широке розповсюдження. Тому, актуальним є формування своїх розробок в даному напрямі, адаптованих до конкретних ґрунтових (родючі чорноземні ґрунти) та кліматичних (збільшення континентальності) умов, способів господарювання (національні традиції) [81-82].

Важливим елементом біоадаптивних технологій вирощування овочевих рослин є система оптимізації живлення, тоді як загальна концепція регулювання поживного режиму за таких технологій відсутня. Не визначено, що потрібно – «годувати» саму рослину, ґрунт, мікробіоту ґрунту або взагалі впливати на всі компоненти таких агроєкосистем. Ідеєю нашого проекту є твердження, що вирішальними є потреби рослини, але забезпечувати їх необхідно за рахунок науково-обґрунтованого впливу на ґрунт, посилення активності ґрунтової мікробіоти (як за рахунок застосування різноманітних мікробних препаратів з активними штамми азотфіксувальних, азот- та фосформобілізуєчих бактерій, мікоризних грибів, так і за рахунок активізації аборигенної мікрофлори), раціонального залучення природних запасів елементів живлення та формуванню їх бездефіцитного балансу в агроценозах.

Фактично, передбачається побудувати динамічну систему живлення рослин, де основними важелями є залучення природних механізмів регулювання кількості поживних речовин та активізація мікробіологічної активності ґрунту, використання місцевих сировинних добрив, біоадаптивних технологій вирощування в якій отримання якісної овочевої продукції з високим вмістом біологічно активних речовин доповнюється суттєвим зменшенням витрат на їх вирощування, що дозволить підвищити рентабельність дуже затратної галузі овочівництва.

Потрібно відмітити, що основними джерелами поповнення ґрунту вуглецем та елементами живлення за таких систем землеробства є застосування органічних добрив та заорювання соломи, поживних залишок рослин, сидеральних культур. В той час, як в Україні сильно скоротилося виробництво та використання

органічних добрив (до 0,8 т/га орних земель), широке застосування сидеральних добрив вимагає активізації мікробіологічних процесів в ґрунтах [83].

Відомо, що в кожний грам ґрунту містить мільярди мікробних клітин, а загальне видове різноманіття ґрунтової мікробіоти може сягати близько 4 тисяч видів. Значна частина цих мікроорганізмів позитивно впливає на формування родючості ґрунту та ріст і розвиток сільськогосподарських культур. Реальні можливості цілеспрямованого регулювання мікробіологічного стану агроценозів з'явилися відносно нещодавно – лише впродовж останніх десятиліть, що пов'язано з низкою наукових відкриттів. Передусім наприкінці ХХ століття було встановлено явище асоціативної азотфіксації, доведено ключову роль ризосферних мікроорганізмів у забезпеченні рослин поживними речовинами та значною мірою розкрито механізми взаємодії мікроорганізмів і рослин.

Розвиток таких досліджень відбувався на фоні глобальної екологічної кризи, спричиненої техногенними чинниками, зокрема надмірним і часто безсистемним застосуванням агрохімічних засобів. В умовах інтенсивного землеробства біологічна природа формування та відтворення ґрунтової родючості, а також роль ризосферної мікрофлори у кореновому живленні рослин, як правило, ігноруються. За сучасного рівня технологічного забезпечення аграрного виробництва ґрунт дедалі частіше розглядається не як «живе тіло» (за визначенням В. В. Докучаєва), а як інертний субстрат для вирощування культур. Такі підходи спричинили істотні порушення балансу живих організмів в агроценозах, що, у свою чергу, призвело до поширення деградованих ґрунтів, нездатних забезпечити повноцінний продукційний процес. Реалізація потенціалу врожайності сільськогосподарських культур залежить не лише від кількості внесених поживних речовин, а й від ступеня їх доступності для рослин. У цьому контексті особливої ваги набуває активізація мікробіологічних процесів у прикореновому шарі ґрунту.

Коренева система рослин постійно взаємодіє з комплексом ґрунтових мікроорганізмів, які створюють специфічне середовище – ризосферу, що виконує функцію трофічного посередника між ґрунтом та рослиною. Ризосферні

мікроорганізми трансформують важкодоступні сполуки у форми, придатні для засвоєння та використання у метаболізмі. Рослини фізично не здатні проникнути корінням до всіх ґрунтових агрегатів, в яких локалізовані поживні елементи, тому цю функцію значною мірою виконують мікроорганізми. Ланцюги бактеріальних клітин, міцелій мікроскопічних грибів, які поширені та розвиваються в кореневій зоні, забезпечують транспортування поживних речовин з віддалених джерел до кореня. За даними численних досліджень, штучне або природне зменшення чисельності агрономічно цінних мікроорганізмів у ризосфері призводить до багаторазового зниження ефективності засвоєння поживних елементів. Відтак рослини, у прикореневій зоні яких функціонує повноцінний мікробіологічний комплекс, здатні оптимізувати процеси живлення та повніше реалізувати потенціал урожайності. Натомість за умов деградації ґрунтів і дефіциту корисної мікрофлори навіть значні дози мінеральних добрив не забезпечують формування ефективних рослинно-мікробних асоціацій і симбіозів, що унеможлиблює одержання запланованого врожаю [84, 85].

Мікробні препарати, попри беззаперечну екологічну доцільність їх застосування, характеризуються певною нестабільністю дії. За даними практичних досліджень, гарантований господарський ефект від їх використання досягається лише у 60–70 % випадків. На результативність бактеріальних препаратів істотно впливають вологість і температура ґрунту [86], однак в умовах зрошуваного овочівництва ці чинники можуть бути ефективно регульовані, що створює передумови для підвищення стабільності їх дії.

Потрібно зазначити, що використання сидеральних (зелених) добрив, куди входить також заорювання соломи та різноманітних рослинних залишків, забезпечує збільшення вмісту органічної речовини в ґрунті; поліпшення азотного живлення за рахунок процесів азотфіксації (при використанні бобових рослин); мобілізацію важкорозчинних форм елементів живлення з ґрунту та материнської породи, які після заорювання сидератів акумулюються в орному шарі; пригнічення росту та розвитку бур'янів; запобігання ерозії та переущільнення ґрунту; залучення ентомофагів.

Ефективним за вирощування помідору є використання добрив, отриманих за піролізу різноманітних органічних речовин (деревина, рослинні залишки), так зване біовугілля (Biochar). Використання такого виду добрив активізує розвиток корисних мікробних популяцій, в більшості випадках, це ризобактеріям та грибам [87-89], дія як стимулятор системної індукованої резистентності рослин помідору [90-92].

За даними Warnock D.D. et al. використання біовугілля сприяє розвитку мікоризи на коренях рослин помідору. Механізм такої дії пояснюється наступними причинами:

- зміна фізико-хімічних властивостей ґрунту;
- непрямий вплив на мікоризу через вплив на інші ґрунтові мікроби;
- втручання в сигнали рослин-грибів та детоксикацію алелохімічних речовин на біовугіллі;
- надання рефугіумів від грибних організмів [93, 94].

За даними Hossain M.K. et al. застосування біовугілля покращує врожайність помідору черрі на 64%, що пояснюється комбінованим ефектом збільшення доступності поживних речовин (P і N) та покращення поживного режиму ґрунту. Хоча максимальний ефекти від використання біовугілля забезпечує його спільне внесення разом з мінеральними добривом. Також було встановлено, що застосування біовугілля значно підвищує електропровідність ґрунту, а також вміст фосфору та азоту. Було виявлено, що біодоступність металів, присутніх у біовугіллі, нижча за максимально дозовані концентрації [95].

Для оптимізації живлення овочевих рослин, в т.ч й помідору можуть бути задіяні різні види мікроорганізмів з різноманітними функціональними властивостями: асоціативна азотфіксація, фосфат- та каліймобілізація, деструкція органічної речовини з вивільненням елементів живлення, синтез фітогормонів тощо. Але ефективність таких мікробних препаратів істотно залежить від технологічних підходів їх застосування, ґрунтово-кліматичних умов, сортових особливостей рослин.

Проблемою підвищення продуктивності в сільському господарстві нашої країни є низький рівень забезпеченості ґрунту сполуками азоту. Тому більшість сільськогосподарських виробників використовують мінеральні азотні добрива для задоволення потреб рослин. В той час неправильне використання азотних добрив призводить до вимивання та випаровування аміаку через високі температури, що негативно діє на навколишнє середовище й знижує ефективність таких систем удобрення [96].

Через обмеження щодо поживних речовин та навколишнього середовища, біологічні методи, такі як симбіоз бобових та ризобій, пропонують перспективну альтернативу. Бобові утворюють симбіотичну взаємодію, в якій ризобії в корневих бульбочках трансформують N_2 до аміаку, що каталізується нітрогеназою. Однак такий процес прив'язаний до рослин з родини Бобових і не може бути масштабований на інші сільськогосподарські рослини [97].

Несимбіотичні (асоціативні) бактерії-фіксатори азоту, такі як *Azotobacter*, здатні забезпечувати рослини не тільки сполуками азоту, а також і рухомим сполуками фосфору шляхом солюбілізації фосфатів [98]. Також встановлено, що *Azotobacter* продукує поширені рослинні регулятори, так як індол-3-оцтову кислоту (різновид ауксину) [99, 100], сприяє синтезу інших фітогормонів, сидерофорів, антибіотиків, екзополісахаридів, забезпечує деградацію токсичних сполук [101].

В дослідженнях з українським мікробним препаратом Азотофіт-Р («БТУ-Центр»), що містить основним компонентом бактерії *Azotobacter chroococcum*, зазначено, що його використання (намочування насіння) забезпечує підвищення схожості насіння (на 13 %) та посилений ріст розсади помідора. Маса коренів, стебла та листків розсади з обробленого Азотофіт®-Р насіння перевищували параметри контролю у 2,6; 1,6 та 1,7 рази відповідно [102].

Ефективними в технологічних процесах вирощування овочевих рослин, в т.ч. і помідору, виявляються також і інші ризосферні мікроорганізми, які мають багатогранну позитивну дію на рослини [103, 104]. Ризосферні мікроорганізми використовують як прямі, так і непрямі методи для стимулювання росту рослин,

але всі вони є важливими для підвищення доступності поживних речовин, підтримки гормонального балансу та зміцнення рослин проти різного роду стресів [105]. За даними Gashash E.A. et al. [106] використання інокуляції насіння ризосферними бактеріями забезпечує значне підвищення кількості плодів на рослинах помідору, за деякими варіантами зростання сягало 76%.

Зазначено високий синергетичний ефект використання ризосферних рістстимулюючих бактерій разом з вермікомпостом, особливо за внесення великої дози вермікомпосту (30 т/га). При цьому наряду з суттєвим збільшенням врожайності помідору відімається зниження вмісту нітратів і підвищення вмісту вітаміну С у плодах [107].

Також, все більше експериментальних даних показують, що біологічні агенти, такі як мікроорганізми, пов'язані з коренями, часто сприяють посиленню стійкості рослин до різноманітних стресових факторів [108, 109]. Арбускулярні мікоризні гриби, що є obligатними біотрофами та наразі відносяться до підтипу *Glomeromycotina*, формують мутуалістичні симбіози з корінням приблизно 80% видів рослин, включаючи найважливіші сільськогосподарські культури [110]. Мікоризні гриби відіграють важливу роль в процесах забезпечення та переміщення необхідних мінеральних поживних речовин за допомогою свого позарадикального міцелію, отримуючи від рослин вуглецеві сполуки. Взаємодія з мікоризними грибами часто поліпшує адаптацію рослин до різних стресових умов, включаючи водний та сольовий стреси [111]. Також симбіоз коренів з мікоризними грибами позитивно діє на фізіологічні процеси рослин, біохімічні шляхи та експресію генів, що призводить до покращеної стійкості рослини-господаря до стресу. У кількох роботах досліджувалися транскриптомні зміни, що відбуваються у різних видів, що становлять агрономічний інтерес, що зазнають впливу стресових факторів навколишнього середовища під час арбускулярного мікоризного симбіозу [112, 113].

В багатьох дослідженнях відмічено позитивний вплив АМ-симбіозу на стійкість помідорів до дефіциту води через різні механізми [114-117]. Тим не менш, питання щодо застосування мікоризних грибів в сільському господарстві

недостатньо розкриті, головним чином через нестабільні результати досліджень в різних ґрунтово-кліматичних регіонах [118].

Також доведено позитивну дію мікоризних грибів на накопичення в рослинах первинних та вторинних метаболітів, що контролюються стресовими умовами. Такими метаболітами з відомою антиоксидантною та захисною роллю виступають глутатіон, аскорбінова кислота, флавоноли тощо. Встановлено, що за використання мікоризних грибів в технологічних схемах вирощування помідору забезпечує накопичення антиоксидантних метаболітів, таких як аскорбінова кислота та алкалоїду β -томатидину [119]. Було також зазначено, що концентрація томатидину в листі помідору суттєво зростає за умови дефіциту води та підвищеного вмісту солей в субстраті, що свідчить відносно участі даної сполуки в механізмах хімічного захисту. Крім того, кілька флавоноїдів та споріднених сполук, включаючи тангеретин, ферулоїлфлавоноїдний глікозид та кверцетин, також накопичувалися в рослинах, інокульованих мікоризними грибами, особливо в умовах дефіциту води [120]. Флавоноїди – це добре відомі антиоксидантні сполуки, які відіграють захисну роль проти безлічі абіотичних стресів, таких як тепловий стрес, засолення та посуха [121]. Примітно, що нещодавні дослідження показали, що мікоризні гриби можуть посилювати синтез кумарину (відіграє важливу роль в стійкості до стресових факторів) в листках помідору [122, 123].

Важливим в галузі овочівництва залишається захист рослин від шкочинних організмів, та, в особливості, впровадження біологічного захисту рослин, що забезпечує отримання екологічно безпечної продукції. Значення біологічного методу захисту сільськогосподарських рослин швидко зростає. Для прикладу, в сільському господарстві США біологічний захист рослин застосовується на 8% посівних площ. Зростає роль біологічного методу контролю чисельності шкочинних організмів й в Україні [124]

Не слід позиціонувати біологічні підходи щодо захисту рослин як виняткову прерогативу органічного рільництва. Фактично біологічний метод добре інтегрується в комплексну систему захисту сільськогосподарських рослин. Так,

впровадження інтегрованих підходів захисту рослин часто є більш ефективним та включає комбінацію елементів біологічного захисту та помірного використання синтетичних пестицидів в періоди, коли вони найменш небезпечні для ентомофагів та не зумовлюють фунгіцидної дії на корисну мікрофлору.

Серед різних біологічних антагоністів, що використовуються в боротьбі з хворобами рослин, *Trichoderma* spp. відіграє вирішальну роль. Різні ізоляти *Trichoderma*, включаючи *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma virens* та *Trichoderma viride*, використовуються для боротьби з низкою хвороб сільськогосподарських культур, особливо тих, що викликані ґрунтовими патогенами [125]. *Trichoderma* spp. може формувати мутуалістичні ендоситні зв'язки з різними видами рослин, сприяючи ріст господаря як за біотичних, так і за абіотичних стресів та покращуючи ефективність поглинання та використання мікро- та макроелементів [126]. Механізми біоконтролю *Trichoderma* spp. охоплюють антибіоз, конкуренцію за місця зараження та поживні речовини, мікопаразитизм та індукцію системної резистентності у рослин [127]. Доведено певний потенціал *Trichoderma* spp. для контролю *Alternaria solani* в насадженнях помідору. Різні механізми, включаючи стимуляцію ауксинів, етилену, лігніну та білків, пов'язаних з патогенами, можуть сприяти лікуванню раннього фітофторозу рослин помідору за використання біоконтрольних агентів, таких як види *Trichoderma* [128]. За даними Imran M. et al. використання фільтратів культури *Trichoderma* в тепличних умовах значно знижувало ріст міцелію патогену, демонструючи сильну протигрибкову активність, та покращувало параметри росту рослин, збільшуючи врожайність плодів [129]. Встановлено ефективність *T. harzianum* у боротьбі зі збудниками фузаріозного в'янення (*F. oxysporum f.sp. lycopersici*). Відповідні дослідження знайшли новий підхід до біологічного контролю хвороби фузаріозного в'янення у рослин помідору, який залежить від активації захисних механізмів рослин проти патогенів (системна стійкість) з використанням саліцилової кислоти як індуктора та придушення грибової патогенності шляхом застосування *Trichoderma harzianum* як агента біоконтролю. В тепличних умовах штами *T. harzianum*

забезпечують екологічно чистий метод боротьби з основною економічно важливою хворобою помідору [130]. Використання високоантагоністичних видів *Trichoderma* значно зменшує тяжкість фузаріозного в'янення порівняно з необробленим контролем [131, 132].

Trichoderma може застосовуватися за допомогою позакореневого обприскування, внесення в ґрунт та обробки насіння [133]. Дослідження показують, що синергетичний ефект цих агентів біоконтролю може бути пов'язаний з їхніми різноманітними механізмами дії, такими як конкуренція та продукування антагоністичних хімічних речовин [134].

Види роду *Bacillus* також широко досліджені та використані як ефективні агенти в біологічному контролі [135]. *Bacillus* spp. демонструють значну антимікробну активність проти широкого спектру патогенів та забезпечують позитивну дію на ріст та продуктивність рослин [136]. Корисні види *Bacillus* широко використовуються в сільському господарстві завдяки своїм сприятливим характеристикам росту та здатності виробляти різноманітні біологічно активні сполуки. Основна увага приділяється видам *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus velezensis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus mojavensis*, *Bacillus pumilus* та іншим, які зазвичай використовуються проти патогенів [137]. Основні механізми, що використовуються *Bacillus* spp., включають синтез антимікробних сполук, таких як антибіотики, позаклітинні ферменти, сидерофори та леткі сполуки. Види *Bacillus* відомі тим, що виробляють каталітичні ферменти, включаючи протеази, хітинази та глюканази, а також пептидні антибіотики, такі як бацілізин, фенгіміцин, бацитрацин, бацілін, баціломіцин В та ітурін. Вказані речовини відомі своїми протигрибковими та антибактеріальними властивостями [138]. Крім того, вони конкурують за поживні речовини та простір через леткі сполуки та викликають системну резистентність (ISR) [139]. Крім того, *Bacillus* spp. сприяють росту рослин, синтезуючи фітогормони, такі як індол-3-оцтова кислота, гібереліни та цитокініни [140].

Широке застосування *Bacillus* spp. зумовлене ключовими характеристиками, такими як їхня стійкість до стресу, здатність утворювати ендоспори, ефективна

колонізація коренів та продукція широкого спектру вторинних метаболітів [x51]. За даними Abo-Elyousr K.A. et al. [141] доведено, що *B. subtilis* та *B. amyloliquefaciens* ефективно зменшують бактеріальне в'янення, спричинене *Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis*, у рослин помідору шляхом продукування антибіотиків, сидерофорів та каталітичних ферментів. Результати узгоджуються з дослідженнями, які продемонстрували ефективне використання штамів *Bacillus* проти бактеріальних захворювань у тепличних умовах [142]. *Bacillus subtilis* також продемонстрував високу ефективність проти двох основних вірусних захворювань: TSWV (ортотосповірус плямистого в'янення томатів) та PVY (вірус картоплі Y) за рахунок індукування стійкості рослин помідору [143]. В інших дослідженнях вказано, що в тепличних умовах позакореневе підживлення фільтратом культури штаму *B. subtilis* значно покращує параметри росту помідору та підвищує активність антиоксидантних ферментів, допомагаючи зменшити оксидативний стрес, спричинений інфекцією TMV (вірусом тютюнової мозаїки) у всіх оброблених рослинах порівняно з необробленими. Крім того, обробка призвела до активації різних генів, пов'язаних із захистом, та помітного зменшення накопичення TMV, що свідчить про активацію індукованої стійкості, яка ефективна проти TMV [144].

Ефективним також є спільне використання різних видів біологічних агентів контролю патогенів. Так, за передпосівної обробки насіння помідору мікробними препаратами, що містили *Bacillus subtilis* та *Trichoderma asperellum*, зменшує ступінь ураження рослин на 40-45% та суттєво підвищує середню масу розсади [145]. В іншій роботі, використання клітинної суспензії *Bacillus subtilis* та суспензії спор *Trichoderma harzianum*, які вносили до ґрунту, суттєво інгібують *Alteranria solani* та *Phytophthora infestans* й значно збільшують ріст пагонів та кореневої системи, площу листків рослини помідору [146]. За даними Ткаленко Г.М. в умовах закритого ґрунту ефективним виявилось застосування комплексу мікробних препаратів Триходерміну, Ризоплану, Гаупсину та їх сумішей проти основних хвороб помідору [147].

Отже, корисні мікроорганізми забезпечують ефективні та екологічно безпечні рішення для боротьби з хворобами помідору, одночасно покращуючи ріст рослин. Однак залежність від різних біотичних та абіотичних факторів може зумовлювати їхню ефективність, що вимагає реалізації подальших досліджень для оптимізації їх застосування в різних умовах навколишнього середовища. Слід також наголосити, що протидія різноманітним стресам в рослинах залежить від рівня накопичення в них фітогормонів.

1.4 Використання регуляторів росту в органічних технологіях вирощування помідору

Регулятори росту рослин являють собою природні фітогормони або їх синтетичні аналоги, які застосовують у надзвичайно малих концентраціях з метою цілеспрямованого регулювання ключових процесів росту й розвитку рослинного організму, що забезпечує максимально ефективну реалізацію генетичного потенціалу сорту чи гібриду [148].

Застосування фітогормонів дає змогу індукувати спрямовані зміни у фізіологічних процесах рослин, що сприяє підвищенню врожайності та покращенню якісних параметрів продукції рослинництва. В останні роки регулятори росту стали одним із важливих складників інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, забезпечуючи приріст виробництва продукції на рівні 15–20 % і більше [149].

За походженням регулятори росту рослин поділяють на ендogenousні сполуки, які синтезуються безпосередньо рослинами (власне фітогормони), екзогенні речовини синтетичного походження, а також біологічно активні продукти метаболізму мікроорганізмів. Залежно від характеру дії на клітинні процеси, структуру клітин, їх фізико-хімічні властивості та габітус рослин, регулятори росту ендogenousного й екзогенного походження умовно групують за функціональними ознаками. До однієї з таких груп належать біологічно активні

речовини, що контролюють процеси клітинної диференціації, морфогенезу та взаємодії між органами рослин, одночасно регулюючи основні метаболічні процеси – фотосинтез, дихання та транспорт органічних сполук. Інша група охоплює сполуки, які впливають на стан спокою і процеси старіння клітин, та використовується для виведення рослин або їх окремих органів зі стану спокою, а також для регулювання дозрівання плодів і старіння рослин [150].

За механізмом дії синтетичні регулятори росту за своєю біологічною активністю подібні до факторів зовнішнього середовища, які активізують гормональну систему рослин і спричиняють зміни в обміні речовин. Таким чином, регулятори росту не є елементами мінерального живлення, а виступають чинниками керування ростом і розвитком рослин через стимуляцію синтезу та дії власних фітогормонів [151].

Фітогормони виконують роль універсальних посередників у регуляції фізіологічних процесів. Вони синтезуються рослинами у мікродозах і забезпечують трансформацію сигналів навколишнього середовища у біохімічну інформацію, яка необхідна для координації взаємодії між клітинами, тканинами й органами рослини, а також для ініціації та контролю фізіологічних програм в онтогенезі рослин [152–155].

Усі фітогормони традиційно поділяють на п'ять основних груп: ауксини, гібереліни, цитокініни, етилен та абсцизову кислоту [156]. Ауксини, цитокініни й гібереліни виконують переважно стимулюючу функцію, активізуючи ріст і розвиток окремих органів або рослини загалом. Абсцизова кислота є типовим інгібітором ростових процесів. Етилен, який перебуває у газоподібному стані, відіграє ключову роль у регуляції періоду спокою, дозрівання та старіння рослин. Окрім класичних фітогормонів, до гормональної системи рослин також зараховують так звані нетрадиційні регулятори росту, зокрема брасиностероїди, саліцилову та жасмонову кислоти [157, 158]. За дослідженнями механізмів дії фітогормонів широко використовується обробка сільськогосподарських рослин екзогенними нативними фітогормонами або їх синтетичними аналогами чи модифікаторами, з подальшим аналізом швидкого та повільного зворотного

зв'язку, змін метаболізму та гормонального статусу всієї рослини [159]. Зокрема, екзогенне використання гіберелової кислоти суттєво впливає на весь гормональний комплекс рослин для різних сільськогосподарських рослин, в т. ч. й помідору [160].

Гібереліноподібні сполуки та промислові регулятори росту, виготовлені на їх основі, широко використовуються в сільськогосподарському виробництві для посилення гісто- та морфогенезу, прискорення диференціації та проліферації клітин. Це призводить до більш розгалуженої кореневої системи, зміцнення листового апарату, який може забезпечувати активний синтез, що направляється до генеративних та запасуючих органів [161]. Так, позакоренева обробка екзогенною гібереловою кислотою істотно знижувало негативний вплив засоленості, посилюючи ріст та збільшуючи врожайність помідору [162].

На сьогодні значну результативність у рослинництві виявляють біостимулятори природного походження, серед яких особливе місце посідають гумінові та фульвокислоти [163, 164]. Згідно з дослідженнями Zandonadi D.V. et al. [165], гумінові речовини впливають на електрохімічні властивості клітинних мембран, регулюючи активність протонних насосів. У роботах Aminifard M.R. et al. [166] показано, що використання фульвокислот під час вирощування солодкого перцю забезпечувало зростання антиоксидантної активності плодів, підвищення вмісту фенольних сполук, каротиноїдів і вуглеводів, при цьому рівень флавоноїдів та аскорбінової кислоти суттєво не змінювався.

Виражений стимулювальний вплив також характерний для препаратів, до складу яких входять амінокислоти, хітозан, гумінові сполуки та екстракти морських водоростей [167]. Останні є джерелом доволі великого спектра різноманітних біологічно активних речовин, зокрема ліпідів, білків, полісахаридів, фітогормонів, амінокислот і сполук з антимікробними властивостями, що зумовлює їх високу фізіологічну активність [168-170].

За результатами досліджень Carvalho M.E.A. et al. [171] встановлено, що застосування екстрактів водоростей сприяє підвищенню схожості насіння квасолі та накопиченню проліну в листках за умов дефіциту вологи. Водночас De Oliveira

S.M. et al. [172] повідомляють, що використання гумінових і фульвокислот, екстрактів *Ascophyllum nodosum*, а також регуляторів росту на основі цитокінінів, гіберелінів і ауксинів не справляло істотного впливу на розвиток кореневої системи та співвідношення надземної і підземної маси рослин.

Препарати, що містять білкові гідролізати, характеризуються помітною антистресовою дією. Їх використання активізує ростові процеси, покращує засвоєння елементів живлення, позитивно діє на утворення кореневої системи та розвиток асиміляційного апарату, а також сприяє підвищенню врожайності [164, 173, 174].

Багато мікробних препаратів (біопрепаратів) містять фітогормони, а, отже, виконують дві або більше позитивних функціональних дій на рослини. Також мікробні препарати можуть використовуватися спільно з мінеральними добривами, зумовлюючи певний синергізм дії. Так, виявилось ефективним вирощування помідору в тепличних умовах з спільним внесенням біодобрив, які містять *Bacillus licheniformis*, з різними дозами азотних добрив. За використання лише азотних добрив істотно зменшувався загальний вміст фенолів та антиоксидантна активність плодів помідору, тоді як комбінація азотних добрив разом з *Bacillus licheniformis* забезпечувала підвищення вмісту антиоксидантних речовин (вітаміну С та фенолів). *Bacillus licheniformis* забезпечує істотний вплив на синтез флавоноїдів в умовах зменшення норми азотних добрив на 25% [175].

Ефективним також є поєднання різних видів мікробних препаратів навіть подібної функціональної дії. Спільне внесення біопрепаратів Біоглобін та Азотофіт (Азотохелп) в позакореневі підживлення забезпечує підвищення урожайності помідору в умовах відкритого ґрунту на 33-45 % в залежності від сорту та покращення ряду біохімічних параметрів плодів: зростання вмісту в плодах сухої речовини на 5,12%, загального цукру на 3,46%, вітаміну С на 28,02% [176]. Визначено, що використання мікробних препаратів Азотофіт (Азотохелп) та Фітоцид в спільній дії забезпечують також скорочення періоду вегетації рослин помідору на 3–5 діб, але подовжує тривалість плодоношення до 14-15 діб [177].

Біопрепарати з ріст стимулюючою дією сприяють також підвищенню посівних характеристик насіння помідору, зумовлюючи зростання лабораторної схожості насіння на 1,4-3,2%, польової – на 5,7-6,9% [178]. Відповідні результати отримано і в дослідженнях М.І. Кулик, в яких використання біопрепаратів Марс та Байкал ЕМ-1У зумовлювало підвищення енергії проростання насіння помідора на 7% [179].

Отже, ряд наукових досліджень вказує на доволі суттєву ефективність застосування регуляторів росту та біопрепаратів в технологічних схемах вирощування помідора.

Висновки до розділу 1.

1. Помідор є однією з провідних овочевих культур світу, що вирізняється високою господарською та харчовою цінністю, значною біологічною різноманітністю й широкими можливостями використання. Формування врожайності та насінневої продуктивності культури визначається морфологічними особливостями рослин та істотно залежить від температурного режиму, умов освітлення та забезпеченості вологою, поживного режиму орного шару ґрунту. Реалізація потенціалу продуктивності помідору можлива лише за оптимальних умов вирощування, що обумовлює необхідність удосконалення різних технологічних підходів вирощування.

2. Органічне виробництво помідору є економічно привабливим і екологічно обґрунтованим напрямом, який поєднує високу додану вартість продукції з мінімізацією негативного впливу на довкілля, однак супроводжується ризиками зниження врожайності та підвищеною чутливістю рослин до біотичних стресів. У зв'язку з обмеженням застосування синтетичних засобів захисту та оптимізації живлення рослин особливої актуальності набуває пошук ефективних альтернатив, серед яких перспективними є фізичні методи передпосівної обробки насіння та застосування мікробних препаратів. Комплексне використання цих підходів здатне підвищити стійкість рослин, реалізацію їх продуктивного потенціалу та

стабільність органічних агроценозів, що зумовлює доцільність подальших досліджень у цьому напрямі.

3. Ключовим елементом органічних та, в певних межах, й інтегрованих технологій є оптимізація системи живлення рослин на основі активізації ґрунтової мікробіоти, раціонального використання органічної речовини, мікробних препаратів, сидератів і біовугілля, а також впровадження ефективних біологічних методів захисту рослин. Сукупність наведених даних свідчить, що формування стабільних рослинно-мікробних асоціацій, посилення мікробіологічних процесів у ризосфері та інтегроване застосування біологічних агентів здатні забезпечити підвищення продуктивності, покращення якісних показників продукції помідору за одночасного зменшення техногенного навантаження на агроценози.

4. Результати численних наукових досліджень переконливо свідчать, що використання регуляторів росту рослин також виступає ефективним інструментом оптимізації технологічних підходів вирощування помідору, в т.ч. й на насінневі цілі. Внесення регуляторів росту рослин забезпечує спрямоване корегування фізіолого-біохімічних процесів, підвищує посівні якості насіння, стимулює ріст й розвиток рослин, сприяє формуванню продуктивного асиміляційного апарату та покращенню біохімічних показників плодів. Особливо перспективним є поєднання регуляторів росту з мікробними препаратами, що дозволяє реалізувати синергетичний ефект, зменшити потребу в мінеральних добривах та підвищити адаптивність рослин до стресових чинників, що є важливим як для інтегрованих, так і органічних технологій в галузі овочівництва.

Список використаних джерел до розділу 1

1. Serrano M. et al. Historical introduction of tomatoes to Europe. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2017. 161 (4). P. 45-52. <https://doi.org/10.1111/boj.12559>
2. Preedy V. R., Watson R. R. Tomatoes and Tomato Products. Nutritional, Medicinal and Therapeutic Properties. 2008. 328 p.
3. Singh S., Singh P., Singh G., Sandhu A. S. Crop productivity and energy indices of tomato (*Solanum lycopersicum*) production under naturally-ventilated poly-house structures in north-western India. *Energy*. 2025. 314. 134239. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.134239>.
4. Abdelkader M. et al. Understanding the Regular Biological Mechanism of Susceptibility of Tomato Plants to Low Incidences of Blossom-End Rot. *Horticulturae*. 2024. 10. 648. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10060648>
5. Nicola S., Tibaldi G., Fontana E. Tomato production systems and their application to the tropics. *Acta Hort.* 2009. 821. P. 27-34. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.821.1>
6. Gibon Y., Beckles D. M., Osorio S., Ezura H. Tomato. *Journal of Experimental Botany*. 2025. 76 (21). P. 6201-6203. <https://doi.org/10.1093/jxb/eraf395>
7. Costa J. M., Heuvelink E. The global tomato industry. *Tomatoes*. ed. E. Heuvelink (Wallingford: CABI Wallingford UK). 2018. P. 1-26.
8. Zhang S. et al. Tomato brown rugose fruit virus: an emerging and rapidly spreading plant RNA virus that threatens tomato production worldwide. *Molecular Plant Pathology*. 2022. 23. P. 1262–1277.
9. Maurya H. K. et al. Scientific Advances in Tomato (*Solanum Lycopersicum* L.) Cultivation, Agronomic Innovation and Genetic Improvement: A Comprehensive Review. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*. 2025. 28 (10). P. 781–803. <https://doi.org/10.9734/jabb/2025/v28i103103>.

10. Бакланова Т.В., Фартушний Д.М. Сучасні тенденції вирощування томатів в Україні та світі. *Таврійський науковий вісник*. 2024. 137. С. 18-27. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.3>
11. Schwarz D., Thompson A.J., Kläring H.-P. Guidelines to use tomato in experiments with a controlled environment. *Frontiers in Plant Science*. 2014. 5. P. 1-16. DOI: 10.3389/fpls.2014.00625
12. Basu A., Ro M., Ron V. Tomato-based products and human health. *Journal of Food Biochemistry*. 2012. 23(2). P. 57-65. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.046>
13. Кравченко В. А., Приліпка О. В. Помідор: селекція, насінництво, технології. К.: Аграрна наука, 2007. 424 с.
14. Заєць В. А., Нещадим Л. П. Лікопін – важлива складова якісного та корисного харчування. *Якість і безпека харчових продуктів: тези доп. II Міжнар.наук.-практ. конф.*, 12-13 листопада 2015 р. / Національний університет харчових технологій; М-во освіти і науки України. К.: НУХТ, 2015. С. 46–48
15. Нікончук Н. В., Ткачова Є. С., Дробітько А. В., Кузьома В. В., Біліченко О. С. Біолого-екологічні особливості овочевих культур: навч. посібн. Миколаїв, МНАУ, 2020. 407 с. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8376>
16. Сімахіна Г.О., Українець А.І. Технологія оздоровчих харчових продуктів. Київ: НУХТ. 2009. 312 с.
17. Жук О.Я., Сиворакша О.А., Федосій І.О. Помідор: біологія та насінництво: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 160 с.
18. Самовол О.П., Кондратенко С.І., Сергієнко О.В., Хареба О.В. Овочеві пасльонові та баштанні види рослин: цитогенетичні основи селекції. К.: Аграрна наука, 2022. 320 с.
19. Чернишенко В.І., Пашковський А.І., Кирий П.І. Сучасні технології овочівництва відкритого ґрунту. К.: Рута, 2017. 338 с.

20. Eerdeken N. et al. An overview of low-oxygen sensing and flooding responses of tomato. *Journal of Experimental Botany*. 2025. 76. P. 6230-6244. <https://doi.org/10.1093/jxb/eraf203>
21. Грекова Н.В. та ін. Овочівництво відкритого ґрунту. К.: Магнолія, 2019. 470 с.
22. Kodirova M. R. Analysis of the morphological and biological features of tomato (*Solanum lycopersicum*) and its role in agriculture. *EduVision: Journal of Innovations in Pedagogy and Educational Advancements*. 2025. 1(4). P. 89-93. <https://brightmindpublishing.com/index.php/ev/article/view/415>
23. Ganie S.A. et al.. Unravelling the physiological and anatomical basis of divergent adaptations in cultivated and wild tomatoes. *Journal of Experimental Botany*. 2025. 76. P. 6548–6566. <https://doi.org/10.1093/jxb/eraf390>
24. Gibon Y., Beckles D.M., Osorio S., Ezura H. Tomato. *J Exp Bot*. 202. 76(21). P. 6201-6203. <https://doi.org/10.1093/jxb/eraf395>.
25. Вітанов О.Д. Присадибне овочівництво. Науково-практичний посібник. 2-е вид. К.: Видавничий дім «Вініченко», 2023. 156 с.
26. Ouyang Z., J. Tian X. Yan, Shen H. Effects of different concentrations of dissolved oxygen on the growth, photosynthesis, yield and quality of greenhouse tomatoes and changes in soil microorganisms. *Agricultural Water Management*. 2021. 245. 106579.
27. Яровий Г.І., Романов О.В. Овочівництво: навчальний посібник. Харків: БіоТехКнига, 2025. 504 с.
28. Castro-Estrada J. et al. Mechanical stress induces anatomical changes, tomato early flowering, and increased yield involving ethylene and auxins. *Journal of Experimental Botany*. 2025. 76. P. 6487–6507. <https://doi.org/10.1093/jxb/eraf252>
29. Коваленко І.О., Шатковський А.П. Водний режим і врожайність томатів за підґрунтового краплинного зрошення. *Аграрні інновації*. 2023. 19. С. 62-66. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.10>

30. Гіль Л. С., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч.2. Відкритий ґрунт: навчальний посібник. Вінниця: Нова Книга, 2008. 312 с.
31. Лихацький В.І. Овочівництво: практикум. Вінниця.: Нова Книга, 2012. 451 с.
32. Willer H. and Lernoud J. (Eds.) (2017): The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2017. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn. Version 1.3 of February 20, 2017 / Helga Willer, Julia Lernoud. URL: <http://www.organicworld.net/yearbook/yearbook-2017.html>.
33. Органічне рослинництво (правові, організаційно-господарські, економічні, науково-технологічні засади) / В.П. Шевченко та ін. К., 2006. 39 с.
34. Органическое производство / Г.И. Богач, С.Р. Зубачев, П.А.Шаблин, А.С. Тертышный. Донецк: Формат Плюс, 2007. 66с.
35. Стецишин П.О. та ін. Основи органічного виробництва: навч. посіб. для студ. агр. виш. навч. закл. Вид. 2-ге, змін. і доповн. Вінниця: Нова книга, 2011. 552 с.
36. Амеліна Ю. С. Модель переходу на органічне виробництво овочів відкритого ґрунту. *Бізнес Інформ*. 2014. 5. С. 183-188.
37. Шпичак О. М. Обґрунтування ціни на екологічно «чисту» продукцію. *Економічний довідник аграрника*. К. : Преса України, 2003. С. 309-310.
38. Чайка Т. О. Ефективність органічного сільського господарства в Україні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. 4. С. 160-164.
39. Smith G., Groenen W. Organic Farming on the Prairies. Canada, Saskatchewan, 2000. Режим доступу: [78http://saskorganic.com/content/organic-farming-prairies-2nd-ed](http://saskorganic.com/content/organic-farming-prairies-2nd-ed).
40. Томич Г.Р., Джорджевич М. Р. Дослідження ринку Європейського союзу в області органічного сільського господарства. *Бізнес Інформ*. 2012. 10. С. 125–128.

41. Xu Q. et al. Organic vegetable cultivation reduces resource and environmental costs while increasing farmers' income in the North China Plain. *Agronomy*. 2020. 10(3). 361. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030361>
42. Current trends in organic vegetable crop production: Practices and techniques. *Horticulturae*. 2022. 8(10). 893. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100893>
43. Putra A. R., Al-Qadri F. The effect of organic cultivation techniques on the quality of vegetable harvests: A comparative analysis. *Idea: Future Research*. 2024. 2(2). P. 65-71.
44. Верховцев Ф. Сталий розвиток: модне слово або діючий тренд у сільському господарстві. <http://www.agro-business.com.ua/dumky-pro-vazhlyve/1787-stalyi-rozvytokmodne-slovo-abo-diiuchy-trend-u-silskomu-gospodarstvi.html>.
45. Вовк В.І. Сертифікація органічного сільського господарства в Україні: сучасний стан, перспективи, стратегія на майбутнє. *Матеріали Міжнародного семінару «Органічні продукти харчування. Сучасні тенденції виробництва і маркетингу»*. Львів, 2004. С. 3.
46. Andersson C. Quality of organically and conventionally grown potatoes: fouryear study of micronutrients, metals, secondary metabolites, enzymic browning and organoleptic properties. *Food Addit Contam*. 2005. V.22. 6. P.514–534.
47. Bourn D., Prescott J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foo *Crit. Rev Food. Sci Nutr*. 2002. 42. 1. P.1–34.
48. Woese K., Lange D., Boess C., Bogl K.W. A comparison of organically and conventionally grown foods – results of a review of the relevant literature. *J. Sci Food Agric*. 1997. 74. P. 281–293.
49. Drakou M. et al. Total antioxidant capacity, total phenolic content and iron and zinc dialyzability in selected Greek varieties of table olives, tomatoes and legumes from conventional and organic farming. *Int J Food Sci Nutr*. 2015. 66. 2. P. 197–202.

50. Novotna H. et al. Metabolomic fingerprinting employing DART-TOFMS for authentication of tomatoes and peppers from organic and conventional farming. *Food Additives & Contaminants: Part A*. 2012. 29. 9. P. 1335–1346.
51. Kapoulas N., Ilic Z., Milenkovic L., Mirecki N. Effects of organic and conventional methods on mineral content and taste parameters in tomato fruit. *Agriculture & Forestry*. 2013. V.59. 3. P. 23-34
52. Vallverdu-Queralt A., Medina-Remon A., Casals-Ribes I. Is there any difference between the phenolic content of organic and conventional tomato juices? *Food chem*. 2012. 130. 1. P. 222–227
53. Mitchell A.E. et al. Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management practices on the content of flavonoids in tomatoes. *J Agric Food Chem*. 2007. 55. P. 6154–6159.
54. Oliveira A.B. et al. The Impact of Organic Farming on Quality of Tomatoes Is Associated to Increased Oxidative Stress during Fruit Development. *PLoS ONE*. 2015. V.8. 2: e56354. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056354>
55. Worthington V. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables and grains. *J. Altern. Comp. Medicine*. 2001. 7. P. 161-173.80
56. Luthria D. et al. Influence of conventional and organic agricultural practices on the phenolic content in eggplant pulp: plant-to-plant variation. *Food Chem*. 2010. 121. P. 406–411.
57. Caprioli G., Logrippo S., Cahill M. G., James K. High-performance liquid chromatography LTQ-Orbitrap mass spectrometry method for tomatidine and nontarget metabolites quantification in organic and normal tomatoes. *J. Int J Food Sci Nutr*. 2014. V. 65. 8. P. 942–947.
58. Friedman M. Tomato glycoalkaloids: role in the plant and in the diet. *J Agric Food Chem*. 2002. 50. P. 5751–5780.
59. Lundegardh B., Martensson A. Organically produced plant foods—evidence of health benefits. *Soil Plant Sci*. 2003. 53. P. 3–15.
60. Гамаюнова В.В., Ісакова Г.М. Застосування нетрадиційних видів органічних добрив в сівозміні - шлях до зменшення антропогенного навантаження

на ґрунт. *Сталій розвиток агроекологічних систем в умовах обмеженого ресурсного забезпечення: матеріали науково-методичної конференції*. К., 1998. С. 79–81.

61. Система удобрення овочевих і баштанних культур: монографія; за ред. В. Ю. Гончаренка. К.: Аграрна наука, 2019. 152 с.

62. Rembialkowska E. Quality of plant products from organic agriculture. *J Sci Food Agric*. 2007. V. 87. 15. P. 2757–2762.

63. Horneburg B., Becker H.C. Selection for Phytophthora field resistance in the F₂ generation of organic outdoor tomatoes. *Euphytica*. 2011. 180. P. 357–367.

64. Nicholas A. et al. How agro-ecological research helps to address food security issues under new IPM and pesticide reduction policies for global crop production systems. *Journal of Experimental Botany*. 2011. V. 62. 10. P. 3251–3261.

65. Varkey S. et al. Consortium of rhizobacteria and fungal endophyte suppress the root-knot nematode parasite in tomato. *Rhizosphere*. 2018. 5. P. 38–42.

66. Pathak K., Kataria S., Gadre R. Trending methods to enhance antioxidant activities in wheat. In: Hasanuzzaman, M., Nahar, K., & Hossain, M. (Eds.). *Wheat production in changing environments: Responses, adaptation and tolerance*. Springer, Singapur. 2019. P. 241–260.

67. Sher A. et al. Methods of seed priming. In: Hasanuzzaman, M., & Fotopoulos, V. (Eds.). *Priming and pretreatment of seeds and seedlings*. Springer, Singapore. 2019. P. 2–11.

68. Singh H. et al. Seed priming techniques in field crops – a review. *Agricultural Reviews*. 2015. 36. P. 251–264.

69. Masondo N. A., Kulkarni M. G., Finnie J. F., Van Staden J. Influence of biostimulants-seed-priming on *Ceratotherca triloba* germination and seedling growth under low temperatures, low osmotic potential and salinity stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2018. 147. P. 43–48.

70. Horii A., McCue P., Shetty K. Seed vigour studies in corn, soybean and tomato in response to fish protein hydrolysates and consequences on phenolic-linked responses. *Bioresource Technology*. 2007. 98(11). P. 2170–2177.

71. Дидів І.В., Дидів О.Й., Дидів А.І., Коховська І.В. Вплив регулятора росту Біоглобін на врожайність і якість товарної продукції пастернаку в умовах Західного Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. 17(1). С. 73–79.
72. Дидів І., Дидів О. Вплив нового регулятора росту Біоглобін на урожайність і якість петрушки кореневої. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія Агронімія*. 2022. 26. С. 114-120.
73. Міщенко О.В, Поспелов С. В. Корекція посівних якостей насіння ехінацеї стимуляторами росту природного походження. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. 38. С. 33-39. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.5>
74. Shevchenko N., Lialiuk O., Stribul T., Ivchenko T. Influence of seed priming techniques on seedling establishment and yield of asparagus hybrids. *Biol Life Sci Forum*. [Internet]. 2021 [cited 2024 May 24]. 4(1). P. 31. Available from: <https://www.mdpi.com/2673-9976/4/1/31>
75. Shevchenko N. et al. Field performance of cryopreserved seed-derived tomato plants and post-thaw survival of viral-infected meristems. *Acta Agric Slov*. 2022. 118(4). P. 1–8.
76. Задорожна О.А., Єгоров Д.К. Вплив низькотемпературних режимів зберігання насіння озимого жита на його врожайні ознаки. *Проблеми кріобіології і кріомедицини*. 2022. 32(2). P. 111–20.
77. Lu J., Greene S., Reid S. et al. Phenotypic changes and DNA methylation status in cryopreserved seeds of rye (*Secale cereale* L.) *Cryobiology*. 2018. 82. P. 8–14.
78. Шевченко Н.О., Коваленко Г.В., Баштан Н.О. та ін. Вплив фізичних факторів передпосівної обробки насіння буряка столового сорту Дій на посівну якість і врожайність. *Проблеми кріобіології і кріомедицини*. 2022; 32(3). С. 183–95.
79. Тимошенко О.П. Особливості розвитку рослин пшениці ярої за передпосівної обробки насіння озono-повітряною сумішшю. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. 17 (1). С. 461–5.

80. Sivaranjani S. et al. Recent advances in applications of ozone in the cereal industry. *LWT*. [Internet]. 2021 Jul [cited 2023 Dec 17]. 146. 111412. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002364382100565X>
81. Удобрення овочевих культур / [за ред. В.Ю. Гончаренка]. К.: Урожай, 1989. 144 с.
82. Петренко С.Д. Фізіологія рослин з основами мікробіології. К.: Аграрна наука, 2009. 300 с.
83. Капрельянц Л. В. та ін. Технічна мікробіологія: підручник / Л. В. Капрельянц, Л. М. Пилипенко, А. В. Єгорова, Я. Б. Пауліна, О. М. Кананихіна, Т. О. Величко, Л. В. Труфкаті, О. О. Килименчук, Т. В. Шпирко; [Під ред. Л. В. Капрельянца]. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС: 2017. 432 с.
84. Волкогон В.В. Мікробні препарати у землеробстві (Теорія і практика). К.: Аграрна наука, 2006. 312 с.
85. Волкогон В.В. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / В.В. Волкогон, А.С. Заришняк, І.В. Гриник та ін. К: Аграрна наука, 2011. 156 с.
86. Leroux J., Beauregard P.B., Bellenger J-P. *Azotobacter vinelandii* N₂ fixation increases in co-culture with the PGPR *Bacillus subtilis* in a nitrogen concentration-dependent manner. *Appl Environ Microbiol*. 2024. 90(12). e0152824. <https://doi.org/10.1128/aem.01528-24>.
87. Graber, E.R., Meller Harel, Y., Kolton, M. et al. Biochar impact on development and productivity of pepper and tomato grown in fertigated soilless media. *Plant Soil*. 2010. 337. P. 481–496. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0544-6>
88. Garcia J.A.L. et al. Effect of inoculation of *Bacillus licheniformis* on tomato and pepper. *Agronomie*. 2004. 24. P. 169–176.
89. Dutta S., Mishra A.K., Kumar B.S.D. Induction of systemic resistance against fusarial wilt in pigeon pea through interaction of plant growth promoting rhizobacteria and rhizobia. *Soil Biol Biochem*. 2008. 40. P. 452-461.
90. Elad Y. et al. Induction of systemic resistance in plants by biochar, a soil-applied carbon sequestering agent. *Phytopathology*. 2010. 100. P. 913–921.

91. Chaiharn M., Chunnaleuchanon S., Lumyong S. Screening siderophore producing bacteria as potential biological control agent for fungal rice pathogens in Thailand. *World J Microbiol Biotechnol.* 2009. 25. P. 1919–1928.
92. Choudhary D.K., Johri B.N. Interactions of *Bacillus* spp. and plants-with special reference to induced systemic resistance (ISR). *Microbiol Res.* 2009. 164. P. 493-513.
93. Warnock D.D., Lehmann J., Kuyper T.W., Rillig M.C. Mycorrhizal responses to biochar in soil-concepts and mechanisms. *Plant Soil.* 2007. 300. P. 9-20.
94. Cedergreen N., Felby C., Porter J.R., Streibig J.C. Chemical stress can increase crop yield. *Field Crops Res.* 2009. 114. P. 54-57.
95. Hossain M.K., Strezov V., Chan K.Y., Nelson P.F. Agronomic properties of wastewater sludge biochar and bioavailability of metals in production of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Chemosphere.* 2010. 78. P. 1167-1171.
96. Liu L., Zhang X., Xu W., Liu X. et al. Ammonia volatilization as the major nitrogen loss pathway in dryland agro-ecosystems. *Environmental Pollution.* 2020. 265. 114862. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114862>
97. Herliana O., Harjoso T., Anwar A.H.S., Fauzi A. The effect of Rhizobium and N fertilizer on growth and yield of black soybean (*Glycine max*(L) Merrill). *IOP Conference Series: Earth Environmental Science.* 2019. 255. 012015. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/255/1/012015>
98. Nosrati R., Owlia P., Saderi H., Rasooli I., Malboob M.A. Phosphate solubilization characteristics of efficient nitrogen fixing soil *Azotobacter* strains. *Iranian Journal of Microbiology.* 2014. 6(4). P. 285-95.
99. Hindersah R. et al. *Bacillus* and *Azotobacter* counts in solid biofertilizer with different concentration of zeolite and liquid inoculant. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2021. 667. 012010. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/667/1/012010>
100. Kerečki S. et al. *Azotobacter chroococcum*F8/2: a multitasking bacterial strain in sugar beet biopriming. *Journal of Plant Interactions.* 2022. 17(1). P. 719-730. <https://doi.org/10.1080/17429145.2022.2091802>

101. Sumbul R., Ansari A., Rizvi R., Mahmood I. Azotobacter: a potential bio-fertilizer for soil and plant health management. *Saudi J Biol Sci.* 2020. 27 (12). P. 3634-3640. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.08.004>.
102. Колісник Ю.Л., Шаповалова О.В., Стрельников Л.С. Показники інтенсивності росту томатів, оброблених біопрепаратом Азотофіт®-Р. *Сучасні досягнення фармацевтичної технології та біотехнології*: зб. наук. пр. Х., 2016. С. 314–317.
103. Kumar M., Ahmad S., Singh R.P. Plant Growth Promoting Microbes: Diverse Roles for Sustainable and Ecofriendly Agriculture. *Energy Nexus.* 2022. 7. 100133. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100133>
104. Gashash E.A. et al. Effects of Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Cyanobacteria on Botanical Characteristics of Tomato (*Solanum lycopersicon* L.). *Plants. Plants.* 2022. 11. 2732. <https://doi.org/10.3390/plants11202732>
105. Egamberdieva D., Shrivastava S., Varma A. (Eds.). Plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and medicinal plants. Cham: Springer International Publishing. 2015. Vol. 42.
106. Gashash E.A. et al. Effects of Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Cyanobacteria on Botanical Characteristics of Tomato (*Solanum lycopersicon* L.) *Plants. Plants.* 2022. 11. 2732. <https://doi.org/10.3390/plants11202732>
107. Song X. et al. Interaction matters: Synergy between vermicompost and PGPR agents improves soil quality, crop quality and crop yield in the field. *Applied Soil Ecology.* 2015. 89. P.25-34.
108. Balestrini R. et al. Improvement of plant performance under water deficit with the employment of biological and chemical priming agents. *The Journal of Agricultural Science.* 2018. 156. P. 680–688. <https://doi.org/10.1017/S0021859618000126>
109. Alagna F. et al. Getting ready with the priming: innovative weapons against biotic and abiotic crop enemies in a global changing scenario. In: Hossain M.A., Liu F., Burritt D.J., Fujita M., Huang B., eds. *Priming-mediated stress and cross-stress*

tolerance in crop plants. New York: Academic Press, 2020. P. 35–56.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817892-8.00003-9>

110. Balestrini R. et al. Strategies to modulate specialized metabolism in Mediterranean crops: From molecular aspects to field. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021. 22. P. 2887. <https://doi.org/10.3390/ijms22062887>

111. Bastías D.A., Balestrini R., Pollmann S., Gundel P.E. Environmental interference of plant-microbe interactions. *Plant, Cell & Environment*. 2022. 45. P. 3387–3398. <https://doi.org/10.1111/pce.14464>.

112. Recchia G.H. et al. Arbuscular mycorrhizal symbiosis leads to differential regulation of drought-responsive genes in tissue-specific root cells of common bean. *Frontiers in Microbiology*. 2018. 9. P. 1339. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01339>

113. Zhang X., Han C., Gao H., Cao Y. Comparative transcriptome analysis of the garden asparagus (*Asparagus officinalis* L.) reveals the molecular mechanism for growth with arbuscular mycorrhizal fungi under salinity stress. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2019. 141. P. 20-29. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.05.013>

114. Chitarra W., Pagliarani C., Maserti B., Lumini E. et al. Insights on the impact of arbuscular mycorrhizal symbiosis on tomato tolerance to water stress. *Plant Physiology*. 2016. 171. P. 1009-1023. <https://doi.org/10.1104/pp.16.00307>

115. Rivero J. et al. Mycorrhizal symbiosis primes the accumulation of antiherbivore compounds and enhances herbivore mortality in tomato. *Journal of Experimental Botany*. 2021. 72. P. 5038–5050. <https://doi.org/10.1093/jxb/erab171>

116. Duc N.H., Csintalan Z., Posta K. Arbuscular mycorrhizal fungi mitigate negative effects of combined drought and heat stress on tomato plants. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2018. 132. P. 297–307. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.09.011>

117. Leventis G. et al. Arbuscular mycorrhizal fungi enhance growth of tomato under normal and drought conditions, via different water regulation mechanisms. *Rhizosphere*. 2021. 19. 100394. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2021.100394>

118. Santos M.S., Nogueira M.A., Hungria M. Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of

beneficial bacteria in agriculture. *AMB Express*. 2019. 9. P. 205. <https://doi.org/10.1186/s13568-019-0932-0>

119. Bailly C. The steroidal alkaloids α -tomatine and tomatidine: panorama of their mode of action and pharmacological properties. *Steroids*. 2021. 176. 108933. <https://doi.org/10.1016/j.steroids.2021.108933>

120. Aseel D.G., Rashad Y.M., Hammad S. M. Arbuscular mycorrhizal fungi trigger transcriptional expression of flavonoid and chlorogenic acid biosynthetic pathways genes in tomato against Tomato Mosaic Virus. *Scientific Reports*. 2019. 9. 9692. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46281-x>

121. Martinez V. et al. Accumulation of flavonols over hydroxycinnamic acids favors oxidative damage protection under abiotic stress. *Frontiers in Plant Science*. 2016. 7. 838. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00838>

122. Marquez N. et al. Transcriptional changes in mycorrhizal and nonmycorrhizal soybean plants upon infection with the fungal pathogen *Macrophomina phaseolina*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 2018. 31. P. 842–855. <https://doi.org/10.1094/MPMI-11-17-0282-R>

123. Iula G., Miras-Moreno B., Lucini L., Trevisan M. The mycorrhiza- and trichoderma-mediated elicitation of secondary metabolism and modulation of phytohormone profile in tomato plants. *Horticulturae*. 2021. 7. 394. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7100394>

124. Жуйков Т., Жуйков О. Нефективний чи незаслужено забутий – біологічний метод захисту рослин у сучасному землеробстві. *Матеріали конференцій МЦНД*. (24.02.2023; Київ, Україна). 2023. С. 128–132.

125. Samuels G.J. Trichoderma: A review of biology and systematics of the genus. *Mycol. Res*. 1996. 100. P. 923–935. [https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(96\)80043-8](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(96)80043-8)

126. Tseng Y.H. et al. An endophytic *Trichoderma* strain promotes growth of its hosts and defends against pathogen attack. *Front. Plant Sci*. 2020. 11. 573670. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.573670>

127. Segarra G., Casanova E., Avilés M. *Trichoderma asperellum* strain T34 controls fusarium wilt disease in tomato plants in soilless culture through competition for iron. *Microb. Ecol.* 2010. 59. P. 141-149. <https://doi.org/10.1007/s00248-009-9545-5>.
128. Selim M.E. Effectiveness of *Trichoderma* Biotic Applications in Regulating the Related Defense Genes Affecting Tomato Early Blight Disease. Essential Oil. *J. Plant. Pathol. Microb.* 2015. 6. 311.
129. Imran M., Abo-Elyousr K.A.M., Mousa M.A.A., Saad M.M. Use of *Trichoderma* culture filtrates as a sustainable approach to mitigate early blight disease of tomato and their influence on plant biomarkers and antioxidants production. *Front. Plant Sci.* 2023. 14. 1192818. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1192818>
130. Houssien A.A., Ahmed S.M., Ismail A.A. Activation of Tomato Plant Defense Response Against Fusarium Wilt Disease Using *Trichoderma harzianum* and Salicylic Acid under Greenhouse Conditions. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 2010. 6. P. 328-338.
131. Sallam N.M.A., Sallam A., Eraky A. Effect of *Trichoderma* spp. on Fusarium wilt disease of tomato. *Mol. Biol. Rep.* 2019. 46. P. 4463-4470. <https://doi.org/10.1007/s11033-019-04901-9>
132. Awad-Allah E.F.A., Shams A.H.M., Helaly A.A., Ragheb E.I.M. Effective Applications of *Trichoderma* spp. as Biofertilizers and Biocontrol Agents Mitigate Tomato Fusarium Wilt Disease. *Agriculture.* 2022. 12. 1950. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111950>
133. Meher J., Rajput R.S., Bajpai R., Teli B., Sarma B.K. *Trichoderma*: A globally dominant commercial biofungicide. In *Trichoderma: Agricultural Applications and Beyond; Soil Biology*; Manoharachary C., Singh H.B., Varma A., Eds.; Springer Nature: Cham, Switzerland, 2020; Volume 61.
134. Zhou Y. et al. Synergistic Effect between *Trichoderma virens* and *Bacillus velezensis* on the Control of Tomato Bacterial Wilt Disease. *Horticulturae.* 2021. 7. 439. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7110439>
135. Jacobsen B.J., Zidack N.K., Larson B.J. The role of Bacillus-based biological control agents in integrated pest management systems: Plant diseases.

- Phytopathology*. 2004. 94. P. 1272–1275.
<https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.11.1272>
136. Miljaković D., Marinković J., Balešević-Tubić S. The significance of *Bacillus* spp. in disease suppression and growth promotion of field and vegetable crops. *Microorganisms*. 2020. 8. 1037. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8071037>
137. Su Y., Liu C., Fang H., Zhang D. *Bacillus subtilis*: A universal cell factory for industry, agriculture, biomaterials and medicine. *Microb. Cell Fact.* 2020, 19. 173. <https://doi.org/10.1186/s12934-020-01436-8>
138. Stein T. *Bacillus subtilis* antibiotics: Structures, syntheses and specific functions. *Molecular Microbiology*. 2005. 56. P. 845-857. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2958.2005.04587.x>
139. Karačić V. et al. *Bacillus* species: Excellent biocontrol agents against tomato diseases. *Microorganisms*. 2024. 12. 457. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12030457>
140. Poveda J., González-Andrés F. *Bacillus* as a source of phytohormones for use in agriculture. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2021. 105. P. 8629-8645. <https://doi.org/10.1007/s00253-021-11492-8>
141. Abo-Elyousr K.A. et al. Biological control of the tomato wilt caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* using formulated plant growth-promoting bacteria. *Egypt. J. Biol. Pest Control.* 2019. 29. 54. <https://doi.org/10.1186/s41938-019-0152-6>
142. Boudyach E.H. et al. Selection of antagonistic bacteria of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* and evaluation of their efficiency against bacterial canker of tomato. *Biocontrol Sci. Technol.* 2010. 11. P. 141-149. <https://doi.org/10.1080/09583150020029817>
143. Beris D., Theologidis I., Skandalis N., Vassilakos N. *Bacillus amyloliquefaciens* strain MBI600 induces salicylic acid dependent resistance in tomato plants against Tomato spotted wilt virus and Potato virus Y. *Sci. Rep.* 2018. 8. 10320. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28677-3>

144. El-Gendi H. et al. Foliar Applications of *Bacillus subtilis* HA1 Culture Filtrate Enhance Tomato Growth and Induce Systemic Resistance against Tobacco mosaic virus Infection. *Horticulturae*. 2022. 8. 301. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8040301>
145. Kipngeno P. et al. Efficacy of *Bacillus subtilis* and *Trichoderma asperellum* against *Pythium aphanidermatum* in tomatoes. *Biological Control*. 2015. 90. P.92-95.
146. Chowdappa P. et al. Growth stimulation and induction of systemic resistance in tomato against early and late blight by *Bacillus subtilis* OTPB1 or *Trichoderma harzianum* OTPB3. *Biological Control*. 2013. 65. P. 109-117.
147. Ткаленко Г. М. Захист томатів у теплицях. Мікробіологічні препарати в технологіях захисту томатів від хвороб у закритому ґрунті. *Карантин і захист рослин*. 2012. 9. С. 7–10.
148. Грицаєнко З.М., Пономаренко С.П., Карпенко В.П., Леонтюк І.Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. К.:ЗАТ «НІЧЛАВА». 2008. 352 с.
149. Jaryal S. et al. The role of stress hormones in regulating tomato resilience and metabolism. *Journal of Experimental Botany*. 2025. 76 (21). P. 6204–6229. <https://doi.org/10.1093/jxb/eraf187>
150. Калінін Л.Ф. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. К.: Урожай. 1989. 168 с.
151. Пономаренко С.П. Регулятори росту рослин на основі N-окислених похідних піридину (фізико-хімічні властивості й біологічна активність). К.: Техніка, 1999. 272 с.
152. Макрушин М.М., Макрушина Є.М., Петерсон Н.В., Мельников М.М. Фізіологія рослин. Підручник. Вінниця: Нова Книга. 2006. 416 с.
153. Matsuo S. et al. Roles and regulation of cytokinins in tomato fruit development. *Journal of Experimental Botany*. 2012. 63. 15. P. 5569–5579. <https://doi.org/10.1093/jxb/ers207>
154. Israeli A. et al. Modulating auxin response stabilizes tomato fruit set. *Plant Physiology*. 2023. 192 (3). P. 2336–2355. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiad205>.

155. Nomura Y. et al. Spatiotemporal localization of jasmonate in the regulation of fruit set in tomato. *Journal of Experimental Botany*. 2025. 76 (21). P. 6527–6547, <https://doi.org/10.1093/jxb/eraf349>.
156. Ferguson L., Lessenger J.E., Plant Growth Regulators. *Agricultural Medicine*. 2006. 4. P. 156–166.
157. Browse J. Jasmonate passes muster: a receptor and targets for the defense hormone. *Annual Review of Plant Biology*. 2009. 60(1). P. 183-205. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.043008.092007>
158. Li M. et al. Importers Drive Leaf-to-Leaf Jasmonic Acid Transmission in Wound-Induced Systemic Immunity. *Molecular Plant*. 2020. 13. 10. P. 1485-1498. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2020.08.017>
159. Zhou Q. et al. Effects of exogenous growth regulators and bud picking on grafting of grapevine hard branches. *Scientia Horticulturae*. 2020. 264. P. 109-186. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109186>
160. Wen Y., Su S. C., Ma L. Y., Wang X. N. Effects of gibberellic acid on photosynthesis and endogenous hormones of *Camellia oleifera* Abel. in 1st and 6th leaves. *Journal of Forest Research*. 2018. 23(5). P. 309–317. <https://doi.org/10.1080/13416979.2018.1512394>
161. Qiu L. H. et al. Effects of exogenous GA3 and DPC treatments on levels of endogenous hormone and expression of key gibberellin biosynthesis pathway genes during stem elongation in sugarcane. *Sugar Tech*. 2019. 21. P. 936–948.
162. Rogach V. V. et al. Morphogenesis, pigment content, phytohormones and productivity of sweet pepper under the action of gibberellin and tebuconazole. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2021. 12(2). P. 294-300. <https://doi.org/10.15421/022139>
163. Canellas L.P. et al. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 2015. 196. P. 15-17. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.013
164. Nardi S., Pizzeghello D., Schiavon M., Ertani A. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic

substances in plant metabolism. *Science in Agriculture*. 2016. 73. P. 18-23. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0006>

165. Zandonadi D.B. et al. Plant proton pumps as markers of biostimulant action. *Science in Agriculture*. 2016. 73. P. 24-28. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0076>

166. Aminifard M.H. et al. Fulvic acid affects pepper antioxidant activity and fruit quality. *African Journal of Biotechnology*. 2012. 11. P. 13179-13185. <https://doi.org/10.5897/AJB12.1507>.

167. Abbott L.K. et al. Potential roles of biological amendments for profitable grain production – A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2018. 256. P. 34-50. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.021>

168. Craigie J.S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*. 2011. 23. P. 371-393. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>

169. Sharma H.S.S. et al. Plant biostimulants: A review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*. 2014. 26. P. 465-490. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0101-9>

170. Gangur V.V., Yeremko L.S., Kocherga A.A. Efficacy of biostimulants under pre-sowing treatment of sunflower seeds. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. 2020. (2). P. 36-42. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.04>

171. Carvalho M.E.A., Castro P.R.C., Novembre A.D.C., Chamma H.M.C.P. Seaweed ex-tracts improves the vigor and provides the rapid emergence of dry bean seeds. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 2013. 13(8). P. 1104-1107. <https://doi.org/10.5829/idosi.aejaes.2013.13.08.11015>

172. De Oliveira S.M. et al. Biostimulants via seed treatment in the promotion of common bean (*Phaseolus vulgaris*) root growth. *Applied research & agrotechnology*. 2017. 10 (3). P. 109-114

173. Colla G. et al. Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. *Frontiers in Plant Science*. 2014. 5. P. 1-6. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.0044815>.

174. De Pascale S., Rouphael Y., Colla G. Plant biostimulants: innovative tool for enhancing plant nutrition in organic farming. *European Journal of Horticultural Science*. 2017. 82. P. 277-285. <https://doi.org/10.17660/eJHS.2017/82.6.2>

175. Ochoa-Velasco C.E., Valadez-Blanco R., Salas-Coronado R. Effect of nitrogen fertilization and *Bacillus licheniformis* biofertilizer addition on the antioxidants compounds and antioxidant activity of greenhouse cultivated tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L. var. Sheva). *Scientia Horticulturae*. 2016 V.201. P. 338–345.

176. Яровий Г.І., Кузьменко В.І. Ефективність застосування біопрепаратів і регуляторів росту рослин проти хвороб помідора. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія»*. 2013. № 10. С.187–191.

177. Чернявський О.М. Урожайність і якість плодів помідора залежно від впливу регуляторів росту рослин. <http://udau.edu.ua/library.php?pid=1809>.

178. Сергієнко В. Г. Рістстимулюючі властивості біологічних препаратів за обробки насіння овочевих культур. *Захист і карантин рослин*. 2008. Вип. 54. С. 350–359.

179. Кулик М.І. Допосівна підготовка насіння томату, як один з елементів технології вирощування якісної розсади. *Вісник ХНАУ серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво»*. 2012. 2. С.222-226.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА Й УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматичні та технологічні умови досліджень

Дослідження проводилися в лабораторії насіннезнавства і насінництва овочевих і баштанних культур Інституту овочівництва і баштанництва НААН впродовж 2022-2025 рр.

Установа знаходиться в Лівобережному Лісостепу України, на території Харківського району Харківської області. Харківська область розташована у північно-східній частині України та належить до зони Лісостепу з переходом у Степ, що зумовлює формування помірно континентального клімату з вираженою сезонністю. Кліматичні умови регіону характеризуються відносно холодною зимою та теплим, інколи спекотним літом, а також нестійким зволоженням, що істотно коливається за роками.

Середньорічна температура повітря в Харківській області коливається в межах $+7,5...+8,5$ °С. Найбільш холодним місяцем є січень з середньою температурою в межах $-5...-7$ °С (але в окремі роки можливі зниження температури до $-25...-30$ °С). Найбільш теплим місяцем є липень з середньомісячною температурою повітря в межах $+20...+22$ °С, а в періоди антициклональної погоди максимальні значення можуть перевищувати $+35$ °С. Фактично вказані температурні контрасти є характерною ознакою континентальності клімату регіону.

Безморозний період в області триває в середньому 155-170 діб, що зумовлює формування сприятливих умов для вирощування більшості польових і овочевих культур. Але весняні та осінні заморозки нерідко мають істотний вплив на строки сівби та збирання врожаю, особливо для теплолюбних овочевих рослин. Пізні весняні заморозки можуть спостерігатися до першої декади травня, а ранні осінні – вже наприкінці вересня.

Режим зволоження можна віднести до одного з найбільш нестабільних кліматичних факторів регіону. Взагалі середньорічна кількість атмосферних опадів в області коливається в межах 450-520 мм, при цьому близько 65-70 % опадів приходить на теплий період року. Максимальна кількість опадів зазвичай випадає в червні–липні, проте в останні десятиліття навіть в дані місяці можливі тривалі бездощові періоди. Нерівномірність випадання опадів часто призводить до розвитку ґрунтової та атмосферної посухи, особливо в південних і південно-східних районах області.

Стабільний сніговий покрив формується зазвичай у другій половині грудня та зберігається 70-90 діб. Його середня висота становить 10-20 см, проте в окремі зими сніговий покрив є нестійким або майже відсутнім.

Вітровий режим Харківської області характеризується переважанням вітрів західного та північно-західного напрямків у холодний період року і східних та південно-східних – у теплий. Середня швидкість вітру становить 3–5 м/с, проте навесні можливе посилення вітрової активності, що зумовлює розвиток вітрової ерозії ґрунтів.

Сонячна радіація є важливим кліматичним ресурсом регіону. Тривалість інсоляції становить у середньому 1900–2100 годин на рік, що є достатнім для нормального проходження фотосинтетичних процесів у більшості сільськогосподарських культур. У літній період високий рівень інсоляції у поєднанні з дефіцитом вологи може спричинити перегрів ґрунту та рослин [1].

Останніми десятиліттями в Харківській області, як і в цілому в Україні, спостерігаються прояви кліматичних змін, які виявляються у підвищенні середньорічних температур, зростанні частоти хвиль спеки, збільшенні тривалості посушливих періодів та зміні режиму опадів.

Але, кліматичні умови Харківської області загалом є сприятливими для ведення сільського господарства, проте характеризуються значною мінливістю та ризиком екстремальних погодних явищ. Раціональне використання кліматичних ресурсів регіону можливе лише за умови врахування локальних особливостей погоди та адаптації агротехнологій до сучасних кліматичних викликів [2].

Метеорологічні умови років досліджень представлено на рисунках 2.1 та 2.2, в додатку А.

В травні 2023 році під час висадки розсади сформувалися доволі оптимальні умови для проведення даного технологічного заходу. Середньодобова температури повітря за місяць становила 14,8 °С, тоді як в третій декаді травня даний параметр склав 19,4 °С, мінімальна температура повітря становила 12,0 °С, максимальна температура повітря – 26,0 °С, мінімальна температура ґрунту – 11,0° С. Той факт, що опадів (27,3 мм) було менше за багаторічну норму (55,5 мм), не впливало на приживленість рослин помідору, так як досліди проведено з використанням крапельного зрошення.

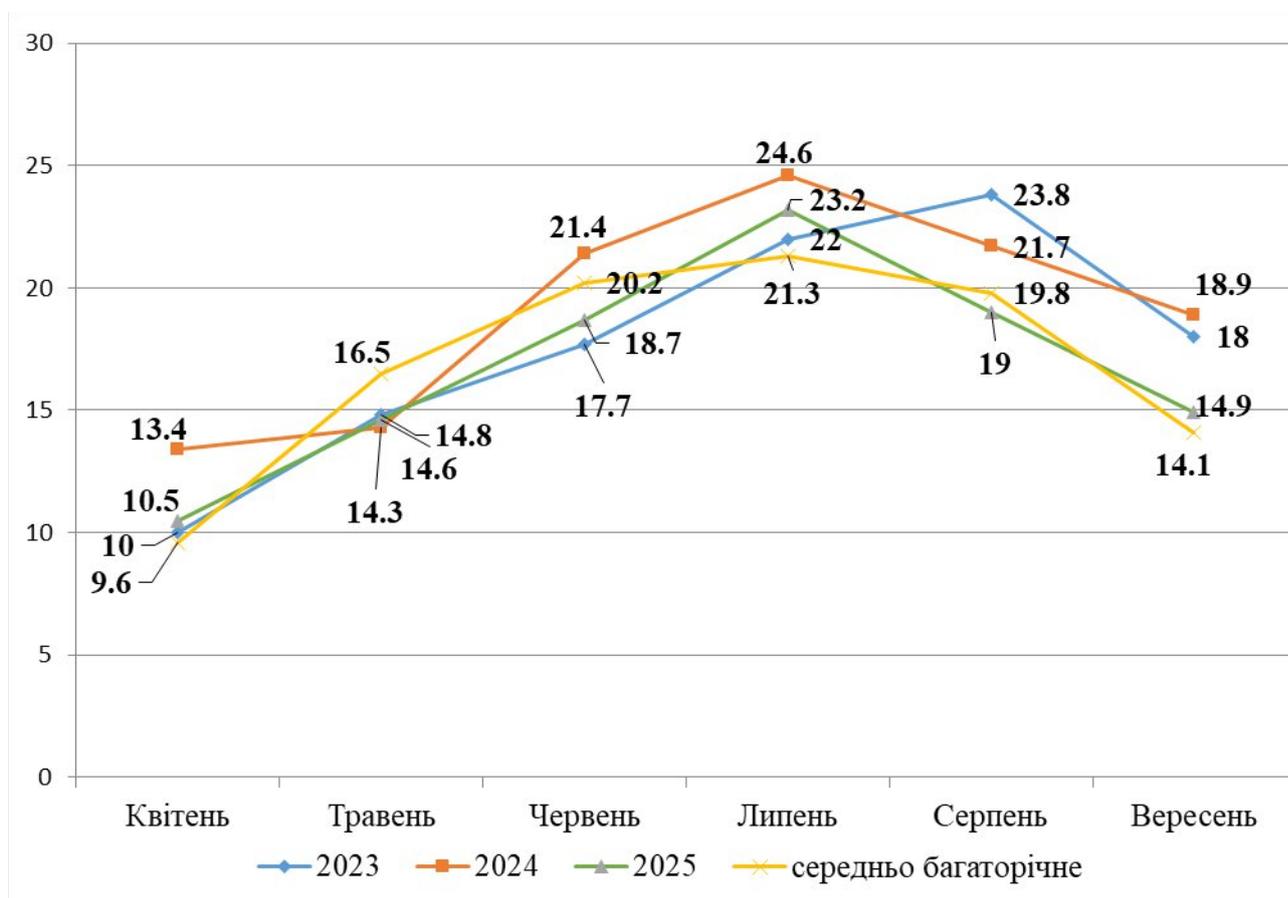


Рис. 2.1. Середньодобова температура повітря за вегетаційний період 2023 -2025 рр.

Літній період видався відносно теплим, не зважаючи на той факт, що середньодобова температура повітря в червні становила 17,7 °С, що на 2 °С

менше за багаторічну. В липні та серпні середньодобові температури повітря перевищували багаторічні значення на 0,7 та 4,0 °С відповідно.

Жаркий період в вересні (середньодобова температура повітря га рівні 18,0 °С) забезпечував краще досягання насіння помідору в плодах.

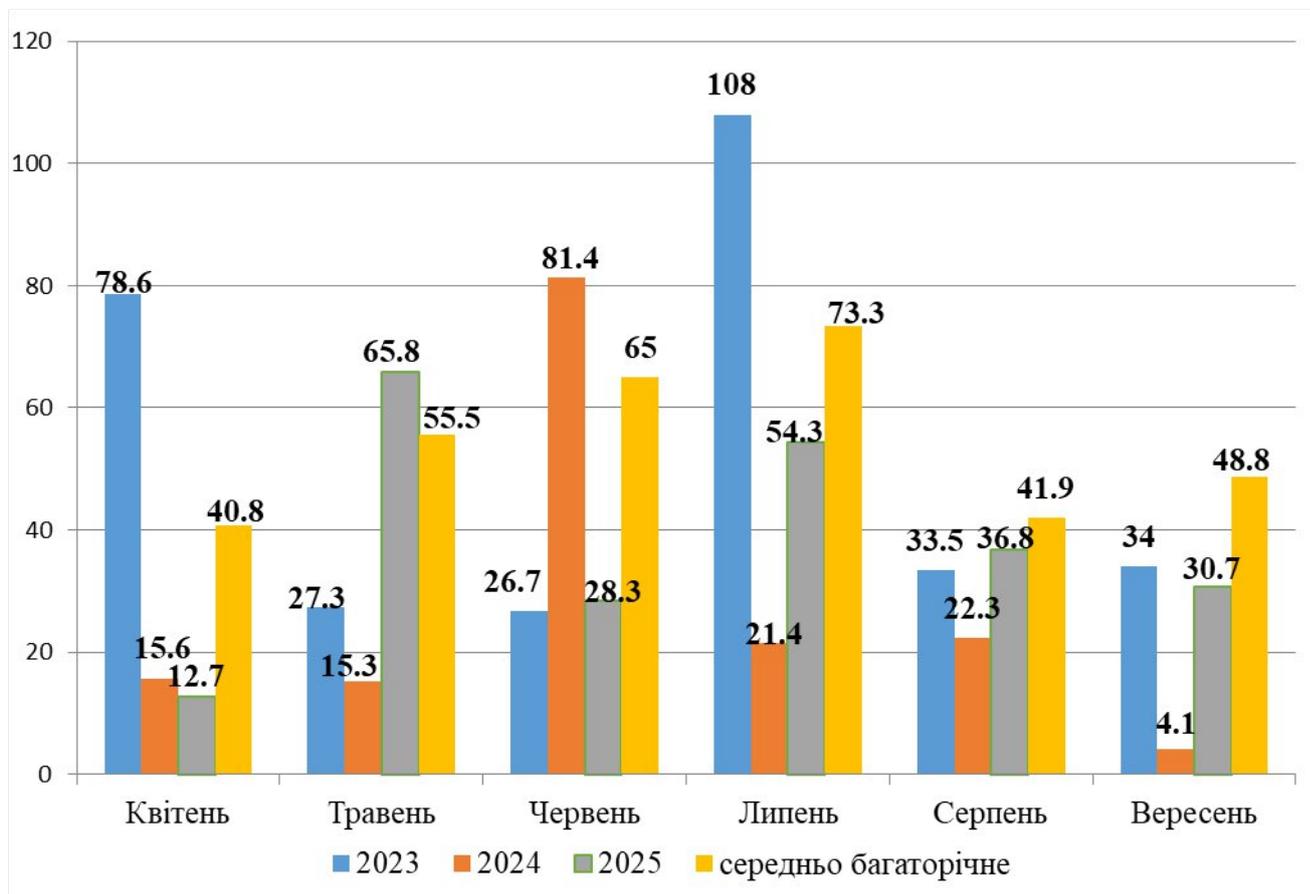


Рис. 2.2. Динаміка опадів за вегетаційний період 2023 -2025 рр.

В цілому вегетаційний період 2024 року характеризується як спекотний з дефіцитом опадів. Відзначено істотно меншу кількість опадів в порівнянні з середньо багаторічними значеннями у всі місяці вегетаційного періоду помідору, окрім червня, в якому випало 81,4 мм опадів. Зазначено певне підвищення середньодобових температур повітря у порівнянні з багаторічними значеннями. В червні та липні перевищення середньодобових температур повітря коливалося в межах 0,4-5,3 °С. В більш пізній період, за початку формування плодів,

температура повітря також істотно перевищувала багаторічні значення на 4,1-6,4 °С.

Більш помірним за основними метеорологічними показниками виявився вегетаційний період 2025 року. Також зазначений дефіцит опадів в червні, серпні та вересні, що не зумовлював негативного впливу на рослини помідору у зв'язку з використанням крапельного зрошення. Перевищення середньодобових температур повітря відмічено тільки в липні, коли значення показнику становило 23,2 °С, тоді як за середньобагаторічними даними – 21,3 °С.

Отже, в цілому вегетаційні періоди помідору в 2023-2025 роках було досить відмінними один від одного, що забезпечило можливість оцінити ефективність варіантів дослідження в різноманітних погодних умовах.

Ґрунт дослідної ділянки представлено чорнозем типовим малогумусним важкосуглинковим на лісових породах. Основні агрохімічні параметри шару ґрунту 0-25 см були наступними: рН сольової витяжки – 5,7-5,8; гідролітична кислотність – 2,8 мекв/ 100г ґрунту; сума увібраних основ – 26,0-26,5 мекв/ 100 г ґрунту; вміст гумусу – 4,0-4,3%; вміст азоту, що гідролізується, – 112,4-139,0 мг/кг; рухомого фосфору – 180-220 мг/кг і обмінного калію – 90-125 мг/кг ґрунту.

В дослідженнях технологія вирощування овочевих рослин загальноприйнята для зони Лівобережного Лісостепу України.

Технологічні умови досліджень. Дослідження проведено в овоче-кормовій сівозміні (ячмінь – багаторічні бобові трави першого та другого років використання – огірок – помідор – капуста – столові коренеплоди). Попередник помідору – огірок.

В дослідженнях використовували сорт Базилевс, селекції Інституту овочівництва і баштанництва НААН. Сорт є ранньостиглим (103-107 днів), детермінантним, з червоними округлими плодами з невеликим носиком. Для сорту також характерне підвищений вміст сухої розчинної речовини (7,1 %) та вітаміну С (18,1 мг/100 г) [3].

Розсаду вирощували в плівкових теплицях без додаткового обігріву з використанням ґрунтової культури (вихід розсади 200 шт./м²). За вирощування

розсади для профілактики хвороб використовували біопрепарат Мікохелп (окрім досліду з вивченням його ефективності); проти колорадського жука застосовували біопрепарат Актоверм формула. На момент висадки розсада помідора мала висоту 25-30 см, сформувала 7-8 справжніх листків та гарно розвинену кореневу систему. Також розсада була попередньо загартована.

Обробіток ґрунту в дослідженнях включав обробку після збирання попередника в один слід важкими дисковими боронами на глибину 10–12 см, оранку на глибину 22–25 см, ранньовесняне боронування в два сліди, три культивації на глибину 6-8, 8-10 та 12-14 см.

Розсаду висаджували на початку третьої декади травня. Схеми розміщення рослин 140x20 см (36 тис. шт./га). Догляд за рослинами включав міжрядні обробки, ручне прополювання, внесення біопрепаратів проти шкідників (колорадський жук, цикадки). В дослідженнях було використано крапельне зрошення з рівнем передполивної вологості 80–75 % НВ. За першого поливу, який проводили після висадки розсади, поливна норма становила 180-200 м³/га для забезпечення зволоження ґрунту на глибину 40-60 см. Зрошувана норма в залежності від вегетаційного періоду становила 2100-2700 м³/га.

Збирання врожаю плодів проводили вручну поділянково в фазу повної стиглості. Насіння виділяли механізовано з подальшим їх промиванням та підсушуванням до стандартної вологості. Доробка насіння включала механізовану очистку, шліфування та сортування.

2.2 Схеми та методика досліджень

Програма досліджень включає проведення одного лабораторного та трьох польових дослідів.

Лабораторне дослідження проведено впродовж 2021-2022 років з метою визначення оптимальної норми мікробного препарату Мікохелп для обробки насіння помідору:

1. Контроль (замочування в воді)
2. Обробка насіння Мікохелп з нормою 20 мл/кг
3. Обробка насіння Мікохелп з нормою 40 мл/кг (рекомендована виробником препарату доза)
4. Обробка насіння Мікохелп з нормою 100 мл/кг
5. Обробка насіння Мікохелп з нормою 200 мл/кг

Насіння пророщували в чашках Петрі за температури 24–26 °С. Облік енергії проростання проводили на 5 добу, облік лабораторної схожості проводили на 10 добу згідно ДСТУ 4138: 2002 та ДСТУ 7160: 2020 [4, 5].

Полеві досліді реалізовано впродовж 2023-2025 років. Схема польового досліді щодо визначення ефективності різних способів підготовки насіння помідору за органічних підходів вирощування включала наступні варіанти:

1. Без обробки (контроль)
2. Кріообробка насіння за температури -40 °С
3. Кріообробка насіння за температури -80 °С
4. Кріообробка насіння за температури -196 °С
5. Озонування насіння впродовж 20 хвилин з концентрацією 0,5 мг/л
6. Озонування насіння впродовж 20 хвилин з концентрацією 1,0 мг/л
7. Озонування насіння впродовж 20 хвилин з концентрацією 1,5 мг/л
8. Обробка насіння мікробним препаратом Мікохелп (40 мл/кг)
9. Обробка мікробним препаратом Фітоцид (40 мл/кг).

Зразки насіння помідору з вмістом води 0,11 г H₂O/г сухої маси поміщали в поліпропіленові центрифужні контейнери об'ємом 2 мл та переносили в холодильник (-40 та -80 °С) або в рідкий азот (-196 °С) на 4 дні. Після кріообробки насіння прогрівали на повітрі за 22 °С (без потрапляння прямих сонячних променів).

Озонування насіння проводили впродовж 30 хвилин. Озон отримували з генератора бар'єрного типу, розробленого в Інституті проблем кріобіології і кріомедицини НАН України (м. Харків) разом з ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут».

Обробку насіння біопрепаратами проводили за 4 доби до висіву шляхом замочування насіння в розчинах відповідної концентрації впродовж 30 хвилин та наступним підсушуванням насіння в темряві.

В досліді було використано наступні мікробні препарати:

Мікохелл – це багатокомпонентний мікробіологічний препарат комплексної дії, який застосовують для профілактики та контролю грибних захворювань рослин. Гриби-антагоністи, що входять до його складу, пригнічують розвиток таких фітопатогенів, як *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Verticillium*, *Sclerotinia*, *Fusarium* та інших, що спричиняють кореневі, стеблові й плодові гнилі. Препарат містить сапрофітні гриби-антагоністи роду *Trichoderma*, життєздатні клітини бактерій *Bacillus subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Enterococcus*, а також біологічно активні метаболіти мікроорганізмів-продуцентів (вміст життєздатних клітин – не менше $1,0 \times 10^9$ КУО/см³).

Фітоцид – мікробіологічний препарат, призначений для захисту рослин від широкого спектра грибних і бактеріальних патогенів (*Blumeria spp.*, *Septoria spp.*, *Fusarium spp.*, *Pyrenophora spp.*, *Alternaria spp.*, *Drechslera spp.*, *Ascochyta spp.*, *Phytophthora spp.*, *Erysiphe spp.* та ін.). Засіб сприяє стимуляції ростових процесів рослин і підвищенню їх стійкості до несприятливих факторів довкілля. До складу препарату входять живі природні бактерії *Bacillus subtilis* у кількості не менше $1,0 \times 10^9$ КУО/см³.

Схема польового експерименту з оцінки ефективності застосування мікробних препаратів при вирощуванні насіння помідору включала наступні варіанти:

1. Фон (локально перегній 10 т/га + зола 1 т/га)
2. Фон + Азотофіт-р: обробка насіння (30 мл/кг) + позакореневі підживлення в 5 строків з нормою 0,8 л/га
3. Фон + Гуміфренд: обробка насіння (30 мл/кг) + позакореневі підживлення в 5 строків з нормою 0,6 л/га
4. Фон + обробка насіння Мікофренд (30 мл/кг)

5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд (500 мл/1000 одиниць розсади)

6. Фон + внесення за першої фертигації Мікофренд (1 л/га)

Перше позакореневе підживлення проводили через 12-14 днів після висадки розсади, наступні – з інтервалами 14-15 днів.

В досліді було використано наступні мікробні препарати:

Азотофіт (Азотохелл) – мікробний препарат природного походження з ростстимулюючими властивостями, що містить бактерії *Azotobacter chroococcum* у кількості не менше $1,0 \times 10^9$ КУО/см³. Препарат сприяє інтенсивній фіксації атмосферного молекулярного азоту та забезпечує збагачення ґрунту азотом до 60 кг/га (у середньому близько 20 кг/га), синтезує речовини, які стимулюють ріст рослин, покращує посівні якості насіння, активізує розвиток кореневої системи та надземної маси, підвищує стійкість культур до стресових чинників, сприяє кращому засвоєнню поживних елементів, посилює імунітет рослин і забезпечує зростання врожайності.

Гуміфренд – комплексне біологічне добриво на основі гумату калію, збагачене корисними мікроорганізмами та продуктами їх метаболізму. До складу входять калієві солі гумінових і фульвових кислот, мікробний комплекс (*Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*, *Bacillus muciloginosus*, *Bacillus macerans*, *Paenibacillus polymyxa*), біологічно активні сполуки (амінокислоти, пептиди), янтарна кислота, поліетиленгліколь, а також мікроелементи (сірка, магній, цинк, залізо, марганець, бор, мідь, кремній, молібден, кобальт). Добриво прискорює надходження поживних речовин у рослину та підвищує ефективність їх використання, посилює фунгіцидний і рістстимулюючий потенціал ґрунтової мікрофлори завдяки інтродукції корисних мікроорганізмів, активізує синтез білків, вуглеводів і вітамінів, підвищує стійкість рослин до несприятливих умов довкілля, стимулює ріст і розвиток та сприяє підвищенню врожайності й якості сільськогосподарської продукції.

Мікофренд – мікоризоутворюючий біологічний препарат, що містить мікоризоутворюючі гриби *Glomus* VS і *Trichoderma harzianum*, а також

мікроорганізми, які підтримують формування мікоризи та розвиток ризосфери рослин (*Streptomyces sp.*, *Pseudomonas fluorescens*). До складу також входять фосфатмобілізуючі бактерії (*Bacillus megaterium var. phosphaticum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus muciloginosus*, *Enterobacter sp.*) та біологічно активні речовини (фітогормони, вітаміни, амінокислоти). Загальна кількість життєздатних клітин становить $(1,0-1,5) \times 10^8$ КУО/мл.

Схема польового дослідження щодо визначення ефективності використання регуляторів росту тваринного походження та отриманих з мікробіодоростей за вирощування насіння помідору включала наступні варіанти:

1. Контроль (обробка водою)
2. Обробка Аміноплацентином з нормою витрати 0,5 мл на 3 г насіння;
3. Обробка Ліпоплацентином з нормою витрати 0,5 мл на 3 г насіння;
4. Обробка Кріоплацентином з нормою витрати 0,5 мл на 3 г насіння;
5. Обробка кріопротектором Поліетиленоксид марки 1000 (ПЕО-1000) з нормою витрати 0,5 мл на 3 г насіння;
6. Обробка суспензійною культурою клітин мікробіодоростей *Coelastrella thermophila var. globulina* з нормою витрати 0,5 мл на 3 г насіння.

Препарати Аміноплацентин, Ліпоплацентин та Кріоплацентин (Інститут проблем кріобіології та кріомедицини Національної академії наук України) отримано на спеціалізованому кріогенному комплексі молекулярного фракціонування для обробки біологічних матеріалів. Оброблений матеріал (плацента сільськогосподарських тварин) подрібнювався до мікронних розмірів, піддавався сублімаційному сушінню, молекулярному фракціонуванню та низькотемпературній екстракції жиророзчинних вітамінів та ліпідних фракцій [6]. На заключних етапах обробки білково-пептидні комплекси виділялися за допомогою пристроїв для програмованих протоколів кріокавітації та кріоконцентрації.

Аміноплацентин – це водна фракція, що містить амінокислоти, вітаміни, мікроелементи та вуглеводи. **Кріоплацентин** – це білково-пептидна фракція, що виробляється за допомогою кавітаційних технологій з шроту, що залишився після

холодної екстракції, та містить амінокислоти, пептиди, нуклеїнові кислоти, гексуронові кислоти, полісахариди, вітаміни та мікроелементи. *Ліноплацентин* – ліпідна фракція, яку отримано в процесі екстракції зрідженими газами, до складу якої входить комплекс біологічно активних речовин (гексози, есенціальні фосфоліпіди, тригліцериди, вітаміни та мікроелементи).

Поліетиленоксид (ПЕО) – уявляє собою синтетичний водорозчинний полімер, який широко використовується як сполучна речовина в агрохімії та для зменшення гідродинамічного опору.

Суспензійну культуру клітин мікрободоростей Coelastrella thermophila var. globulina отримали в Інституті проблем кріобіології і кріомедицини НАН України за її культивування на поживному середовищі BG-11 [7].

Загальна площа ділянки в усіх дослідах становить 42 м², площа облікової ділянки – 22,4 м²; повторність – триразова.

В дослідах було проведено наступні **обліки та спостереження**:

1. Вивчення динаміки вмісту в ґрунті основних елементів живлення (для досліду з мікробними препаратами) проводили для орного шару ґрунту (0-25 см). Зразки відбирали в 3 строки: фаза приживлення, початок цвітіння, масове збирання врожаю (2 збір).

В свіжих зразках ґрунту визначали вміст нітратного азоту за методом Грандваль-Ляжа (колориметрично з дисульфифеноловою кислотою), у повітряно-сухих – вміст рухомого фосфору та обмінного калію за Чириковим, з подальшим визначенням фосфору – колориметрично, калію на полум'яному фотометрі [8, 9].

3. Біометричні вимірювання (висота рослин, кількість листків на головному стеблі, кількість пагонів першого порядку, кількість китиць на головному стеблі) визначали на початку збирання врожаю [10].

4. Обліки ураження рослин *хворобами* визначали за 5-бальною шкалою в динаміці (3-4 строки) [11]:

- 0 – ураження відсутнє;
- 1 – пожовтіння 1-2 листків;
- 2 – пожовтіння 3-4 листків;

3 – пожовтіння половини рослини;

4 – пожовтіння всієї рослини, вона чорніє, засихає.

Поширення хвороби обчислювали за формулою:

$$P = \frac{a}{k} \times 100\%,$$

де: P – поширення хвороби, %;

a – кількість уражених рослин, шт.;

k – кількість облікових рослин, шт.

Ступінь інтенсивності розвитку хвороби обчислювали за формулою:

$$C = \frac{\overset{\circ}{a} (a \times v)}{n \times k} \times 100\%,$$

де: C – ступінь (інтенсивність) розвитку хвороби;

a – кількість уражених рослин по кожному балу, шт.;

v – бал ураження;

n – вищий бал шкали обліку;

k – загальна кількість облікових рослин, шт.;

$\overset{\circ}{a}$ – сума множників ($a \times v$).

Біологічну ефективність використання регуляторів росту розраховували за формулою:

$$B = \frac{k - d}{k} * 100\%,$$

де: B – біологічна ефективність, %;

k – ступінь розвитку хвороби на контролі, %;

d – ступінь розвитку хвороби на варіанті, %.

5. Облік урожайності насіння проводили поділянково з механізованим видаленням насіння з плодів, подальшим їх промиванням, підсушуванням до стандартної вологості, очисткою, шліфуванням, сортування та зважуванням [10].

6. Аналіз якісних показників насіння включав визначення енергії проростання та лабораторна схожість насіння (облік енергії проростання проводили на 5 добу, лабораторної схожості – 10 добу) [12].

7. Економічна оцінка ефективності різних елементів технології вирощування насіння помідору включала визначення таких параметрів як чистий прибуток, собівартість продукції та рентабельність [13].

Чистий прибуток розраховували за формулою:

$$\text{ЧД} = \text{У} \times \text{Ц} - \text{З},$$

де ЧД – чистий прибуток, грн/га;

У – урожайність, кг/га;

Ц – ціна насіння, грн/кг;

З – затрати на вирощування урожаю, грн/га.

Собівартість продукції (насіння) за різних технологічних заходів вирощування визначали за формулою:

$$\text{С} = \frac{\text{З}}{\text{У}}$$

де С – собівартість виробництва продукції, грн/кг;

З – затрати на вирощування насіння, грн/га;

У – урожайність, кг/га.

Рентабельність вирощування насіння визначали за формулою:

$$\text{Р} = \frac{\text{ЧД}}{\text{З}} \times 100,$$

де Р – рентабельність, %;

ЧД – чистий прибуток, грн/га;

З – затрати на вирощування насіння, грн/га.

8. Статистичну обробку результатів дослідження здійснювали методом дисперсійного аналізу за допомогою програми Microsoft Office Excel [14].

Висновки до розділу 2.

1. Погодні умови за вегетаційні періоди в роки проведення досліджень були доволі різноманітними та відрізнялися від середніх багаторічних даних, що забезпечувало можливість оцінити ефективність технологічних заходів вирощування насіння помідору, що були поставлені на дослідження, в різних кліматичних умовах.

2. Для виконання мети досліджень було проведено один лабораторний та три польових дослідів, завдяки чому отримано значну кількість різних експериментальних даних, дозволяючи обґрунтувати наукову достовірність отриманих результатів.

3. Вирощування рослин помідору в досліді було повністю органічними (включаючи всі елементи технології, які не досліджувалися), що зумовлено метою розробки елементів для органічної технології виробництва насіння помідору.

4. Для аналізу експериментальних даних використано одномірні та багатомірні види аналізу.

Список використаних джерел до розділу 2

1. Решетченко С. І., Ткаченко Т. Г., Лисенко О. Г. Зміна температурного режиму на території Харківської області. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія». 2015. 43. С. 153-158. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2015-43-24>
2. Vyshnevskiy V. Climate Change in Ukraine and its Consequences. *Journal of Landscape Ecology*. 2025. 18 (4). 150-174. <https://doi.org/10.2478/jlecol-2025-0032>
3. Каталог сортів і гібридів овочевих та баштанних рослин. Інститут овочівництва і баштанництва НААН, 2022. 70 с. <https://ovoch.com/assets/files/internet-shop/katalog-2022.pdf>
4. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2002. 28 с.
5. ДСТУ 7160:2020. Насіння овочевих, баштанних, кормових і пряно-ароматичних культур. Сортіві та посівні якості. Технічні умови. [Чинний від 2021-09-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2020. 28 с.
6. Osetsky A. I., Grischenko V. I., Goltsev A. N., Kravchenko M. A., Stryuchkova E. V. Cryogenic technologies in production of pharmaceutical, cosmetic, agrotechnical formulations and biologically active food additives. *Problems of Cryobiology and Cryomedicine*. 2009. 19(4). P. 488-499.
7. Pandey S., Narayanan I., Vinayagam R., Selvaraj R., Varadavenkatesan T., Pugazhendhi A. A review on the effect of blue green 11 medium and its constituents on microalgal growth and lipid production. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2023.11(3). 109984.
8. ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського. [Чинний від 2008-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.

9. ДСТУ 4115:2002. Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2002. 14 с.

10. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / за ред. Г.Л. Бондаренка та К.І. Яковенка. Харків : Основа, 2001. 370 с.

11. Методики випробування і застосування пестицидів / За ред. проф. С.О. Трибеля. К.: Світ, 2001. 448 с.

12. Насіннезнавство та методи визначення якості насіння сільськогосподарських культур: навчальний посібник / За ред. С.М. Каленської. Вінниця: ФОП Данилюк, 2011. 322 с.

13. Ульянченко О.В., Яровий Г.І., Рудь В.П. та ін. Визначення економічної ефективності результатів науково-дослідних робіт в овочівництві: методичні рекомендації. Харків: ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. 27 с.

14. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 книгах. Книга 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень. Харків: Майдан, 2016. 314 с

РОЗДІЛ 3

ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ СПОСОБІВ ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ ПОМІДОРУ ЗА ОРГАНІЧНИХ ПІДХОДІВ

3.1 Визначення оптимальної норми використання мікробного препарату Мікохелп для обробки насіння помідору

Патогени є одним із головних чинників, що стримують розвиток рослинницької галузі у світовому масштабі. Наразі в якості збудників хвороб сільськогосподарських культур визначено понад 10 тис. видів грибів. Фактично традиційним способом контролю та обмеження поширення грибкових інфекцій залишається внесення фунгіцидів. Водночас їх використання зумовлює значні фінансові витрати та призводить до накопичення токсичних сполук у агрофітоценозах, сільськогосподарській продукції й організмі людини [1]. Крім того, масове та неконтрольоване застосування фунгіцидів сприяє виникненню генетичних змін у патогенів, а, отже, формуванню резистентності до діючих речовин. Зокрема, доведено розвиток стійкості збудника *Phytophthora infestans* до такої діючої речовини фунгіцидів як металаксил [2]. Така негативна тенденція має глобальні катастрофічні наслідки.

У зв'язку зі згаданими проблемами особливо актуальним стає розробка екологічно безпечних і водночас економічно доцільних методів захисту рослин від хвороб [3]. Біологічні механізми контролю розглядаються як перспективна альтернатива, оскільки хімічні фунгіциди негативно діють не тільки на патогени, а й на нецільові організми агроценозів [4].

Встановлено, що окремі мікроорганізми здатні пригнічувати розвиток фітопатогенів шляхом порушення їх метаболічних процесів та/або через паразитичну взаємодію [3]. При цьому біля 90 % сучасних біофунгіцидів створені на основі різних штамів грибів роду *Trichoderma* [5]. Представники цього роду належать до недосконалих грибів, оскільки для них не встановлено статевої стадії

розвитку. Вони характеризуються високою швидкістю колонізації, ниткоподібною будовою, інвазивністю, умовною патогенністю та авірулентністю, а також здатністю формувати симбіотичні взаємовідносини з рослинами.

У ґрунтах, інфікованих патогенами, *Trichoderma* не лише стимулює ріст рослин, але й ефективно обмежує розвиток збудників захворювань завдяки комплексу механізмів, серед яких гіперпаразитизм, конкуренція за поживні речовини та простір, а також антибіоз [6, 7]. Окрім цього, гриби роду *Trichoderma* зумовлюють індукування стійкості рослин до різних стресових чинників, посилюють засвоєння поживних елементів і забезпечують рослини ферментами, білками та вторинними метаболітами [8].

Отримуючи від рослин сахарозу, *Trichoderma* активує процеси інтенсивного росту, покращує поглинання елементів живлення, змінює склад ризосфери та підвищує толерантність рослин до біотичних і абіотичних стресів [9]. В умовах зараженого ґрунту *Trichoderma* spp. взаємодіє з іншими корисними мікроорганізмами, сприяючи підвищенню росту та виживанню рослин [10, 11].

Гриби роду *Trichoderma* також беруть участь у регуляції фізіологічних процесів рослин, включаючи фотосинтез, газообмін, водокористування та поглинання поживних елементів. Зокрема, доведено їхню роль у підвищенні засвоєння магнію – ключового компонента хлорофілу [12]. Різні штами *Trichoderma* здатні синтезувати органічні кислоти (кумарову, глюкуронову, лимонну), які сприяють мобілізації фосфатів, недоступних для рослин у більшості ґрунтів [13]. Наявність *Trichoderma harzianum* у ґрунті підвищує доступність фосфору, а також заліза й цинку. Посилений ріст кореневої та надземної маси після інокуляції *Trichoderma* забезпечує збільшення поглинання Cu, Na, Zn та інших мікроелементів [14].

Стимулюючий вплив *Trichoderma* spp. підтверджений численними дослідженнями, зокрема щодо росту кореневої системи та надземної маси баклажану, перцю й помідору [15]. Водночас окремі автори зазначають можливу фітотоксичність та пригнічення проростання насіння хвойних порід під дією грибів роду *Trichoderma*, що пов'язують із їх високою ферментативною

активністю [16]. Фітотоксична дія даного мікроорганізму зазначена також в дослідженнях з пшеницею (помічено пригнічення росту колеоптилів) та тютюну (погіршення біометричних параметрів), але за використання препаратів з високим титром *Trichoderma* [17]. Хоча досліджень з негативною дією *Trichoderma* на сільськогосподарські рослини в літературі зустрічається доволі мало. Інші дослідники підкреслюють, що характер стимулюючої або інгібуючої дії значною мірою залежить від конкретного виду та штаму *Trichoderma* [18].

Отже, на першому етапі власних досліджень нами встановлено оптимальну норму застосування мікробного препаратів з грибами роду *Trichoderma*, що забезпечує максимальну стимулюючу дію, а також визначено дозування препарату, за якого виникає фітотоксичність.

Було зазначено, що за обробки насіння мікробним препаратом Мікохелп з нормою витрати в межах 20-100 мл/кг насіння енергія проростання та лабораторна схожість істотно не різнилася відносно контролю та коливалися в межах 80–83 % та 84–86 % відповідно (рис. 3.1, додаток Б). Використання норми препарату 200 мл/кг насіння зумовлює зниження енергії проростання до рівня 73 %, а лабораторної схожості насіння до рівня 78 %, що свідчить про фітотоксичність такої дози препарату для насіння помідору.

Виробник даного мікробного препарату (ТОВ «БТУ-центр») рекомендує використовувати Мікохелп з нормою 20-40 мл/кг насіння, а, отже, застосування його з нормою, що вища за рекомендовану в 2,5-5 разів не зумовлює негативної (фітотоксичної) дії. В той час підвищення норми препарату в 10 разів відносно рекомендованого дозування зумовлює прояв фітотоксичності на насінні помідору, що виражається у зниженні енергії проростання та лабораторної схожості. Механізм фітотоксичної дії препаратів, що містять *Trichoderma*, майже не досліджено. Наразі визначено вже більше 13 відомих мікотоксинів, що виділяють різні штами *Trichoderma*, які володіють окрім антибактеріальної та антиоксидантної активності, також й певними фітотоксичними властивостями, але ступінь та обсяг такого впливу наразі не вивчені [19, 20].

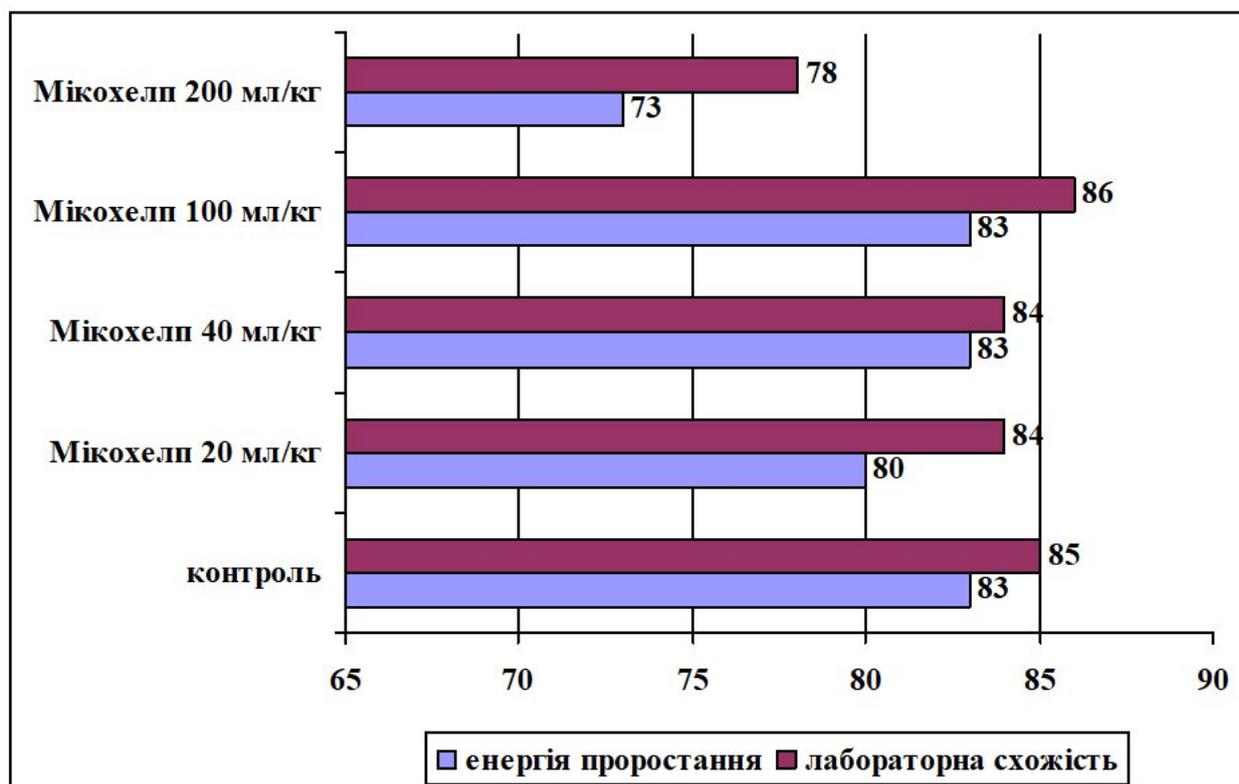


Рис. 3.1 Дія різних доз біопрепарату Мікохелп на енергію проростання та лабораторну схожість насіння помідору, % (середнє за 2021-2022 рр.):
 $НІР_{0,95} = 7,24$ (енергія проростання), $НІР_{0,95} = 8,14$ (схожість).

Отже, за результатами наших досліджень зазначено, що мікробний препарат Мікохелп з титром мікроорганізмів роду *Trichoderma* клітин не менше $1,0 \times 10^9$ КУО/см³ можна використовувати для обробки насіння помідору з нормою 20-100 мл/кг насіння.

3.2 Вплив способів підготовки насіння на його посівні якості

Слід відмітити, що зі зростанням екологічної обізнаності в сучасних умовах методи лікування хвороб та боротьби з шкідниками стають більш обмежувальними. Відомо, що найбільш вразливим для овочевих рослин періодом щодо розвитку хвороб є ювенільний, коли будь-які негативні дії зумовлюють прояв значних втрат продуктивності. Тому важливу роль в покращенні основних

посівних якостей насіння та закладанні високого потенціалу продуктивності рослин виконує передпосівна обробка, яка стимулює в насініні фізіолого-біологічні процеси, підвищує енергію проростання та схожості, запобігає розвитку патогенних мікроорганізмів, що позитивно впливає на урожайність. Традиційний метод передпосівної обробки з застосуванням хімічних засобів зумовлює низку недоліків: забруднення навколишнього середовища різними метаболітами фітофармакологічних засобів, накопичення їх в ґрунтового профілі, в продукції рослинництва; трудомісткість за виконання робіт.

В зв'язку з цим науковий та практичний інтерес представляє пошук екологічно безпечних методів дії на насіння сільськогосподарських культур (в т.ч. й овочевих) з метою підвищення їх посівних якостей. До альтернативних методів підготовки насіння відносяться використання фізичних способів (температура, озонування, різноманітні опромінення) та застосування мікробних препаратів різноманітної функціональної дії [21].

Серед фізичних способів перспективним є використання озонування. Як природний сильний окислювач і бактерицид, озон має характеристики широкого спектру дії, доволі високої ефективності та відсутності накопичення метаболітів. Озонування ефективно знижує бактеріологічну зараженість насіння в 2,7 рази, що забезпечує отримання додаткового врожаю на рівні 15-25 % [22]. Доведена ефективність використання озонування щодо зниження кількості таких патогенів, як *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* та *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* [23, 24].

При цьому у насінні під впливом озону, за рахунок активації біохімічних реакцій в зародку, посилюються обмінні процеси. Так, у дослідженні з використанням озонованої води для поливу та обприскування сіяньців помідору встановлено, що низькі концентрації озону значно підвищують активність антиоксидантних ферментів (SOD, POD, CAT) у листках, що свідчить про посилення стресостійкості та загальної життєздатності рослин [25]. Зустрічаються дані, що обробка води озоном низької концентрації зумовлює розкладання

залишків пестицидів у ґрунті, що є також позитивним аспектом впровадження озонування [26]. Застосування озонованої води забезпечувало позитивний вплив на ріст рослин помідору, кількість листків і загальну фізіологічну активність, що потенційно сприяло збільшенню врожайності та поліпшення якості плодів [27].

Водночас важливо враховувати той факт, що занадто високі концентрації озону можуть мати токсичний вплив на рослини та зменшувати продуктивність, тому оптимальні режими обробки ще потребують уточнення в дослідженнях [25, 28].

Інших напрямом не хімічного способу підготовки насіння є використання низьких температур та кріообробки (суттєве охолодження або заморожування насіння перед сівбою), що потенційно може істотно впливати на фізіологічні й морфологічні властивості насіння та сприяти покращенню проростання й подальшого росту рослин. Механізми, через які вплив низьких температур може змінити посівні якості насіння, пов'язані з фізіологічними реакціями на стрес, які стимулюють адаптаційні процеси на молекулярному рівні. Хоча результати прямого впливу на морфогенез насіння помідору обмежені, відомо, що холодові обробки можуть активізувати реакції, пов'язані з удосконаленням обміну газів, структурою оболонки насіння, водопоглинанням та активацією ферментів, що в свою чергу може впливати на швидкість та однорідність проростання. Зокрема, холодове стратифікування (тобто зберігання насіння за низьких температур перед сівбою) здатне посилити швидкість проростання, і може впливати на відсоток проростання насіння різних генотипів помідору [29].

В наших дослідженнях було відмічено, що різні способи низькотемпературної обробки та обробки насіння помідору озоном впливали на його енергію проростання та схожість (табл. 3.1, додатки В.1, В.2). Суттєве підвищення енергії проростання забезпечує використання обробки насіння низькими температурами $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ (підвищення показнику на 14,3-15,1 %) та озонування з концентрацією озону 1,0-1,5 мг/л (на 16,4-18,5 %). Істотного впливу на енергію проростання насіння не відмічено за використання біопрепаратів фунгіцидної дії (Мікохелп та Фітоцид), хоча і відмічається позитивна тенденція. Також зазначено, що використання досить низьких

температур для обробки насіння ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$) поступається з впливом на енергію проростання насіння помідору відносно використання кріообробки насіння температурами $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 3.1

Зміни посівних якостей насіння помідору після його обробки фізичними чинниками та біопрепаратами (середнє за 2023-2025 рр.)

Варіант	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
1. Без обробки (контроль)	58,2	88,1
Кріообробка		
2. Кріообробка з температурою $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$	72,5	98,0
3. Кріообробка з температурою $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$	73,3	93,1
4. Кріообробка з температурою $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$	63,5	90,2
Озонування		
5. Озонування з концентрацією 0,5 мг/л	65,6	89,2
6. Озонування з концентрацією 1,0 мг/л	74,6	93,4
7. Озонування з концентрацією 1,5 мг/л	76,7	98,1
Біопрепарати		
8. Мікохелп, 40 мл/кг	61,1	92,1
9. Фітоцид, 40 мл/кг	59,6	91,2
НІР _{0,95}	5,11	7,16

Суттєве підвищення лабораторної схожості насіння помідору зазначено лише за кріообробки з температурою $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ та озонування з максимальною нормою озону (1,5 мг/л). За таких умов лабораторна схожість насіння становила 98,0-98,1 %, тоді як на контролі даний показник становив 88,1 %. За інших технологічних заходів підготовки насіння зазначено тільки позитивну тенденцію щодо зростання лабораторної схожості.

Отже, як фізичні способи обробки насіння, так і застосування мікробних препаратів з фунгіцидними властивостями забезпечують покращення посівних якостей насіння помідору, забезпечуючи вплив на різноманітні фізіологічні процеси в насініні та зниженню активності фітопатологічної мікрофлори

насінини. Але максимальний вплив забезпечує тільки проведення кріообробки з температурою -40°C та озонування з концентрацією озону $1,5\text{ мг/кг}$.

3.3 Вплив способів підготовки насіння на біометричні параметри рослин

Позитивна дія фізичних факторів та мікробних препаратів на посівні якості насіння зумовлюють в подальшому також і позитивний вплив на процеси наростання вегетативної маси та формування генеративних органів рослин. Хоча не завжди між даними групами параметрів можуть бути визначені прямі кореляційні залежності. Так, в дослідженнях Шевченко Н. та співавт. [30] після кріоконсервування насіння помідору не відмічено істотного підвищення лабораторної схожості насіння, але для різних сортотипів зазначено істотне зростання продуктивних показників, зокрема кількості плодів на рослину, рівня загальної урожайності та урожайності товарних плодів. Водночас, важливо розуміти, що ефективність таких методів може суттєво залежати від генетичних особливостей конкретних сортів, початкових посівних якостей насіння та подальших технологічних підходів вирощування рослин, що потребує подальших досліджень у польових умовах.

В наших дослідженнях встановлено, що під дією фізичних способів обробки насіння та замочування насіння в розчинах мікробних препаратів змінюється інтенсивність наростання вегетативної частини й утворення генеративних органів рослин помідору (табл. 3.2, додатки Г.1-Г.4). Зазначено істотне підвищення висоти рослин помідору за проведення кріообробки з температурами -80 та -196°C , а також за озонування насіння з концентраціями озону $0,5$ й $1,0\text{ мг/л}$ та обробки мікробним препаратом Мікохелп. За зазначених технологічних операцій висота рослин помідору збільшилася на $8,3-11,3\text{ см}$ або на $10,2-13,9\%$ відносно контролю. Максимальний ефект досягається за обробки насіння препаратом

Мікохелпом, що може бути пов'язане як зі зменшенням фітопатогенного навантаження на насіння та молоді рослини, так і стимулюючою дією метаболітів, що знаходилися в препараті.

Таблиця 3.2

Вплив фізичних факторів та біопрепаратів на біометричні параметри рослин помідору (середнє за 2023-2025 рр.)

Обробка насіння	Біометричні параметри			
	Висота рослин, см	Кількість листків на головному стеблі, шт./росл.	Кількість стебел 1-го порядку, шт./росл.	Кількість китиць на головному стеблі, шт./росл.
1. Без обробки (контроль)	81,5	14,6	4,37	4,48
2. Кріообробка (-40 °С)	84,0	15,4	4,61	5,14
3. Кріообробка (-80 °С)	89,8	15,9	4,68	5,23
4. Кріообробка (-196 °С)	92,1	15,7	4,62	5,43
5. Озонування (0,5 мг/л)	92,2	15,2	4,80	5,23
6. Озонування (1,0 мг/л)	90,3	15,3	4,57	5,52
7. Озонування (1,5 мг/л)	85,6	15,2	4,53	5,05
8. Мікохелп (40 мл/кг)	92,8	16,5	4,65	5,29
9. Фітоцид (40 мл/кг)	82,5	15,3	4,64	5,03
НІР _{0,95}	7,65	1,53	0,46	0,58

За намочування насіння у розчині мікробного препарату Мікохелп (40 мг/кг) зазначено суттєве збільшення кількості листків на головному стеблі з 14,6 шт./рослину на контролі до рівня 16,5 шт./рослину (тобто на 13,0 %). Інші технологічні заходи щодо підготовки насіння зумовлювали лише позитивну тенденцію зростання даного біометричного параметру рослин помідору.

На кількість стебел першого порядку способи підготовки насіння істотно не впливали, хоча і зазначено позитивну тенденцію. Максимальне збільшення параметру відмічено за озонування з мінімальними концентраціями озону (4,80 шт./рослину).

За рахунок обробки насіння фізичними способами та використання мікробних препаратів суттєво зростає кількість китиць на головному стеблі. Не

істотно даний біометричний параметр збільшувався лише за озонування з концентрацією 1,5 мг/л та використання препарату Фітоцид. За іншими варіантами обробки насіння кількість китиць зросла істотно в межах 0,66-1,04 шт./рослину або на 14,7-23,2 % відносно контролю.

Отже, фізичні способи підготовки насіння та обробка насіння мікробними препаратами в більшості випадків сприяє посиленню ростових процесів в рослинах помідору та розвитку генеративних органів, що пояснюється підвищенням висоти рослин та кількості китиць на головному стеблі, позитивною тенденцією щодо зростання кількості листків на головному стеблі. Застосування мікробного препарату Мікохелп зумовлювало позитивний вплив на максимальну кількість біометричних параметрів рослин помідору. Також доволі ефективним за впливом на біометричні параметри рослин помідору є кріообробка в рідкому азоті (за температури -196°C) та за використання мінімальних норм озону (0,5 мг/кг).

3.4 Урожайність насіння помідору за різних способів його підготовки

Альтернативні способи підготовки насіння до посіву останнім часом знаходять все більшого поширення. Так, дослідження показують, що у лабораторних і польових умовах застосування озонованої води сприяло значному впливу на ростові та якісні показники продукції помідору, включно з підвищенням концентрації антиоксидантів та загальної якості плодів, що може непрямо впливати на продуктивність культури за рахунок покращеної фізіології рослин (зокрема, вміст аскорбінової кислоти та загального антиоксидантного потенціалу) за оптимального дозування озону без фітотоксичного ефекту [31].

Також озонування насіння безпосередньо перед сівбою сприяє прискоренню процесу проростання та активізації біохімічних реакцій, що пов'язано зі змінами гормонального балансу й зниженням рівня абсцизової кислоти, яка гальмує проростання. В подальшому такі зміни часто зумовлюють посилення ростових процесів та формування більшої продуктивності рослин помідору [32].

Також слід відмітити, що для проростання насіння помідору оптимальними температурами є 20–30 °С, тоді як низькі температури можуть призводити до уповільнення метаболізму, зниження активності ферментів (наприклад, α -амілази), підвищення проникності мембран та зменшення ростових показників у подальшому [33]. Проте ряд досліджень вказує на той факт, що стратегії холодної обробки (*cold stratification*), тобто короткострокове витримування насіння за низьких температурах перед сівбою, часто поліпшує проростання насіння та посилює ростові процеси, особливо для генотипів з термодормантністю (коли насіння не проростає за дуже низьких температурах), до яких відноситься і рослини помідору [34]. Таке явище часто використовують за підготовки насіннєвого матеріалу до вирощування в умовах ранньої весни або прохолодних регіонів [35].

Так як більшість мікробних препаратів містить рослин-стимулюючі речовини та різноманітні функціональні метаболіти, вони можуть змінювати ріст і розвиток рослин ще на ранніх етапах, впливаючи на схожість насіння, розвиток кореневої системи, фотосинтетичну активність та знижуючи негативну дію стресових факторів впродовж всього вегетаційного періоду. Зрозуміло, що найбільш ефективним є використання спеціальних мікробних препаратів для оптимізації живлення та посилення росту рослин. Такі препарати забезпечують високі результати в технологічних схемах вирощування помідору. Наприклад, за вирощування помідору на органічній фермі в Італії використання різних мікробних препаратів забезпечувало підвищення урожайності на рівні 23-25 %, впливаючи на такі біометричні параметри рослин як кількість плодів, їх масу та вихід товарної продукції [36].

Але стимулююча дія на ріст рослин й урожайність помідору може також відмічатися і за використання мікробних препаратів, де основною функціональною дією є контроль та пригнічення фітопатогенної мікрофлори. Так доведена ефективність препаратів на основі *Bacillus* spp. як біодобрих за їх позитивним впливом на параметри врожайності помідору (маса плоду, загальна урожайність товарність) [37]. Стимулююча дія підтверджується й для мікробних

препаратів, що містять *Trichoderma* sp. Механізми дії таких мікробних препаратів включають стимуляцію коренеутворення та посилення мікробіологічної активності в ризосфері, підвищення доступності поживних речовин, синтез фітогормонів (ауксини, цитокініни), а також поліпшення стійкості до ґрунтових стресів. Вказані фізіологічні процеси не лише сприяють кращому росту рослини на ранніх стадіях, але й забезпечують зростання кількості китиць на рослинах помідору та, як наслідок, збільшення загальної урожайності культури [38].

В наших дослідженнях відмічено позитивну дію використання низьких температур, озонування та мікробних препаратів для обробки насіння на урожайність насіння помідору, але за роками дія дещо різнилася (рис. 3.2).

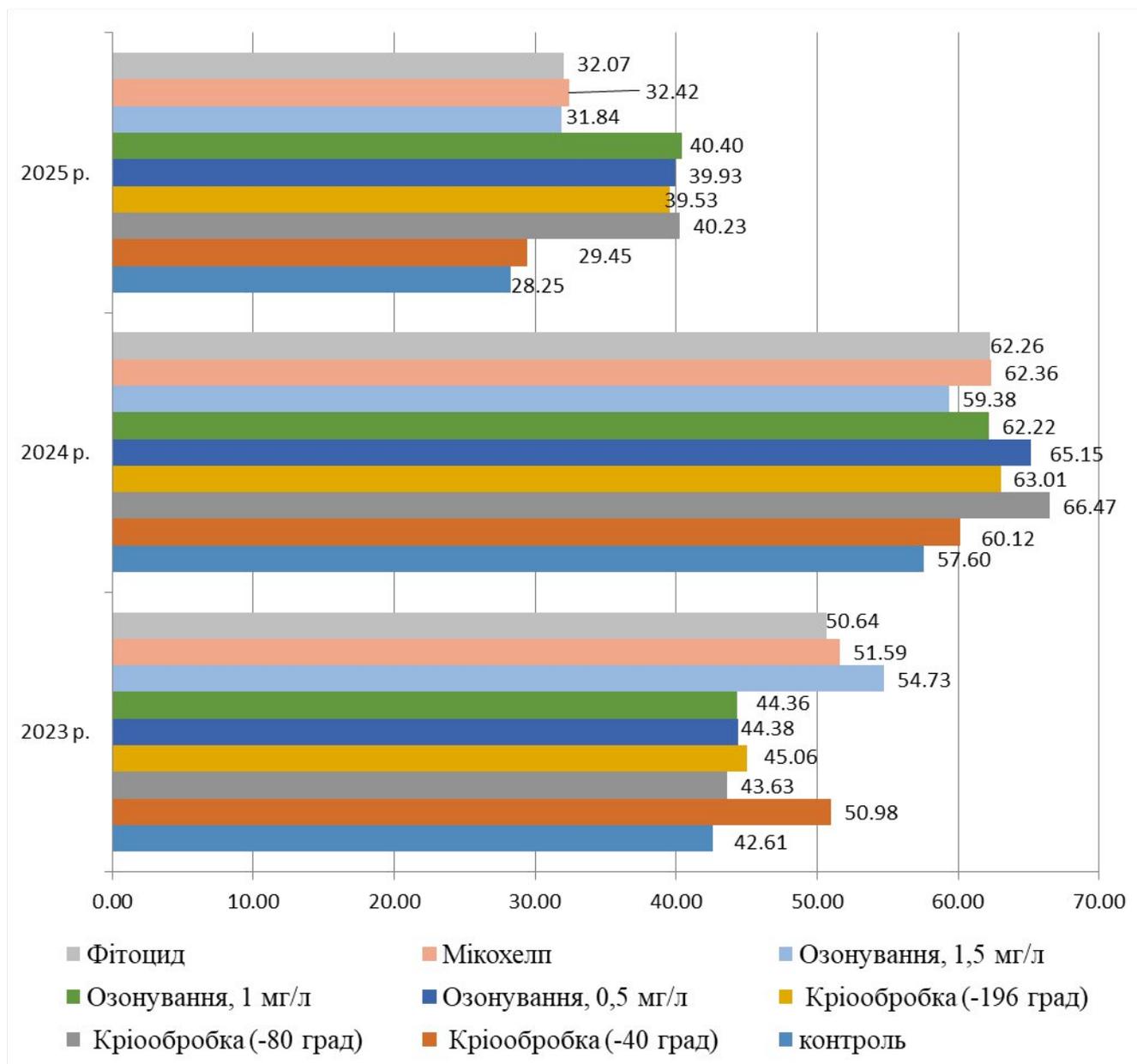
У 2023 році підвищення врожайності насіння помідору забезпечували такі технологічні прийоми, як передпосівна обробка насіння низькотемпературним впливом ($-40\text{ }^{\circ}\text{C}$), озонування при концентрації озону $1,5\text{ мг/л}$, а також замочування у розчинах мікробних препаратів Мікохелп і Фітоцид із нормою 40 мл/кг насіння. За використання зазначених технологічних рішень приріст урожайності насіння становив $8,03\text{--}12,12\text{ кг/га}$, що відповідало $18,8\text{--}28,4\%$ порівняно з контролем, де врожайність складала $42,61\text{ кг/га}$.

Отримані результати підтверджують позитивну дію кріообробки саме за температури $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ймовірно, це пов'язано з негативним впливом більш низьких температур на зародок насіння, що підтверджується зменшенням лабораторної схожості з 90% до $60\text{--}76,7\%$.

Перевага підвищених концентрацій озону ($1,5\text{ мг/л}$) над нижчими нормами пояснюється більш вираженим ефектом знезараження насіння від патогенів, тоді як при менших концентраціях переважно проявляється стимулюючий вплив на ростові процеси насіння..

В умовах 2024 року істотно урожайність насіння зростала за обробки низькими температурами ($-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$) та озонуванням з мінімальною концентрацією озону на рівні $0,5\text{ мг/л}$ (прирости коливалися в межах $5,41\text{--}8,87\text{ кг/га}$ або $9,3\text{--}15,4\%$). Використання інших способів озонування та застосування

мікробних препаратів Мікохелп та Фітоцид зумовлювали тільки позитивну тенденцію щодо підвищення урожайності.



НІР _{0,95} 2023 p.	4,65
НІР _{0,95} 2024 p.	5,31
НІР _{0,95} 2025 p.	2,77

Рис. 3.2 Вплив регуляторів росту на урожайність насіння помідору, кг/га (2023-2025 pp.)

В умовах 2025 року істотне зростання урожайності насіння помідору забезпечували всі варіанти досліджень, окрім обробки температурою -40°C .

Відмічено збільшення урожайності за використання кріообробки з температурами -80°C та -196°C , які забезпечують отримання додаткового врожаю на рівні 11,26-11,98 кг/га, що перевищувало контроль на 39,8-42,4 %. Суттєве підвищення урожайності також встановлено за озонування з різними концентраціями, що зумовлювало збільшення урожайності насіння на 11,28-12,15 кг/га або на 39,9-43,0 %.

В 2025 році також ефективним виявилось обробка насіння мікробними препаратами Мікохелп та Фітоцид, використання яких сприяло зростанню урожайності насіння на 3,82-4,17 кг/га або на 13,5-14,7 % відносно контролю.

В середньому за роки досліджень використання різних фізичних способів підготовки насіння та обробки його розчинами мікробних препаратів сприяло суттєвому зростанню урожайності насіння помідору (табл. 3.3). Виключення становить тільки використання кріообробки з температурою -40°C , за впровадження якої відмічено лише позитивну тенденцію щодо підвищення урожайності.

Таблиця 3.3

Вплив фізичних факторів та біопрепаратів на урожайність насіння помідору (середнє за 2023-2025 рр.).

Внесення препаратів	Урожайність насіння, кг/га	Приріст до контролю	
		кг/га	%
1. Без обробки (контроль)	42,82	-	-
2. Кріообробка (-40°C)	46,85	4,03	9,4
3. Кріообробка (-80°C)	50,11	7,29	17,0
4. Кріообробка (-196°C)	49,20	6,38	14,9
5. Озонування (0,5 мг/л)	49,82	7,0	16,3
6. Озонування (1,0 мг/л)	48,99	6,17	14,4
7. Озонування (1,5 мг/л)	48,65	5,83	13,6
8. Мікохелп (40 мл/кг)	48,79	5,97	13,9
9. Фітоцид (40 мл/кг)	48,32	5,50	12,8
НІР _{0,95}		5,47	

Мінімальний вплив на рівень урожайності насіння зумовило використання мікробних препаратів Мікохелп і Фітоцид. Але навіть за таких технологічних заходів урожайність насіння помідору збільшувалася на 12,8-13,9 % відносно контролю. Позитивний вплив на насінневу продуктивність мікробних препаратів пояснюється зниженням рівня зараженості насіння фітопатогенами та стимулюючою їх дією. В препаратах окрім агентів фунгіцидної дії (бактерії *Bacillus subtilis* та сапрофітні гриби-антагоністи роду *Trichoderma*) містяться різні корисні мікроорганізми (*Azotobacter*, *Enterobacter*, *Enterococcus*) та продукти їх життєдіяльності, що володіють рістстимулюючою дією.

Серед варіантів кріообробки насіння ефективним виявилось використання температури $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. При цьому урожайність насіння становила 50,11 кг/га, що перевищувало контроль на 7,29 кг/га або на 17,0 %. Зниження температури обробки насіння до $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ зумовлює тенденцію до зниження насінневої продуктивності рослин помідору, що свідчить про неефективність даного технологічного заходу в порівнянні з обробкою насіння температурами $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ефективною концентрацією для озонування насіння виявилось концентрація 0,5 мг/кг, що забезпечує підвищення урожайності на 7,0 кг/га або на 16,3 %. Підвищення концентрації озону для обробки насіння не забезпечує істотно зростання насінневої продуктивності помідору (відмічається навіть тенденція до зниження рівня урожайності насіння).

Проведений кореляційний аналіз засвідчив наявність тісних і середніх зв'язків між окремими морфологічними показниками рослин та насінневою продуктивністю помідору (табл. 3.4).

Встановлено високу позитивну кореляцію між енергією проростання та лабораторною схожістю насіння ($r = 0,79$), що свідчить про узгодженість цих показників і їхню спільну інформативність за оцінювання посівних якостей.

Врожайність насіння помідору найбільш тісно пов'язана з кількістю китиць на рослині ($r = 0,85$), кількістю стебел першого порядку ($r = 0,82$) та висотою рослин ($r = 0,73$). Кількість листків також має помірний позитивний зв'язок із врожайністю насіння ($r = 0,61$), що свідчить про важливість асиміляційної

поверхні у забезпеченні генеративних органів пластичними речовинами. Отже, можна констатувати визначальну роль морфологічних параметрів вегетативного розвитку у формуванні репродуктивного потенціалу рослин помідору.

Водночас кореляція між показниками схожості насіння та урожайністю насіння була слабкою ($r = 0,20-0,42$), що може свідчити про опосередкований характер їх впливу на кінцеву продуктивність через подальший ріст і розвиток рослин.

Таблиця 3.4

Кореляційна залежність між якісними показниками насіння, біометричними параметрами рослин та урожайністю насіння помідору

Параметри	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Висота рослин, см	Кількість листків на головному стеблі,	Кількість стебел 1-го порядку, шт./рослину	Кількість китиць на головному стеблі, шт./рослину	Урожайність насіння, кг/га
Енергія проростання, %	1,00						
Лабораторна схожість, %	0,79	1,00					
Висота рослин, см	0,13	-0,17	1,00				
Кількість листків на головному стеблі, шт./роsl.	0,03	0,15	0,66	1,00			
Кількість стебел 1-го порядку, шт./роsl.	0,11	-0,03	0,63	0,51	1,00		
Кількість китиць на головному стеблі, шт./роsl.	0,42	0,22	0,79	0,62	0,64	1,00	
Урожайність насіння, кг/га	0,42	0,20	0,73	0,61	0,82	0,85	1,00

Також було побудовано рівняння регресії залежності урожайності насіння помідору від біометричних показників рослин (табл. 3.5). Враховуючи значення коефіцієнту детермінації, підвищена відповідність визначена для рівнянь регресії залежності урожайності насіння помідору від кількості стебел першого порядку та кількості китиць на головному стеблі ($R^2 = 0,67-0,72$). Середня відповідність відмічена для рівняння регресії залежності урожайності насіння від висоти рослин помідору ($R^2 = 0,53$). Отже, дані рівняння регресії можна використовувати в плануванні потенційної урожайності насіння культури за обліку біометричних параметрів рослин.

Таблиця 3.5

Рівняння регресії залежності урожайності насіння помідору від деяких біометричних параметрів рослин

Показник (x)	Залежність урожайності насіння (кг/га) від біометричного показнику	Коефіцієнт детермінації (R^2)
Висота рослин, см	$y = 0,36x + 16,57$	0,53
Кількість листків на головному стеблі, шт./росл.	$y = 2,53x + 9,11$	0,36
Кількість стебел 1-го порядку, шт./росл.	$y = 15,59x - 23,66$	0,67
Кількість китиць на головному стеблі, шт./росл.	$y = 6,24x + 16,01$	0,72

3.5 Економічна ефективність впровадження способів підготовки насіння помідору

У сучасному овочівництві передпосівна обробка насіння відіграє важливу роль не лише у забезпеченні гарних показників схожості та росту молодих рослин, але й у визначенні економічної ефективності виробництва. Фактично, обробка насіння помідору низькими температурами (*cold priming*) та озонування розглядаються як перспективні фізичні методи, які можуть сприяти підвищенню

продуктивності сільськогосподарських рослин та, відповідно, економічної вигоди вирощування [39].

Використання озону в сільському господарстві, в т.ч. й для обробки насіння, використовується передусім як екологічно значуща альтернатива хімічній дезінфекції, яка також знижує ризики ураження ґрунтовими патогенами та запобігає розвитку хвороб на ранніх етапах росту. Останні огляди свідчать, що озонування ефективно знижує мікробне навантаження на поверхні насіння та може стимулювати біохімічні процеси, пов'язані з проростанням і ростом рослин – зокрема, шляхом активації реакцій, пов'язаних із стресостійкістю та енергетичним метаболізмом коренів і пагонів. Такі підходи в кінцевому результаті забезпечують і високі економічні показники, але які доволі різняться в залежності від ґрунтово-кліматичних та технологічних умов вирощування [40].

З точки зору економіки виробництва, ключовими показниками для оцінювання результатів є загальний обсяг урожаю, собівартість продукції, чистий прибуток й рентабельність. Навіть незначне підвищення врожайності (наприклад, на 5–10 %), досягнуте за рахунок фізичних обробок насіння або застосування мікробних препаратів, може призвести до помітного збільшення чистого прибутку в умовах високої ринкової ціни на насіння помідору. Слід також зазначити, що культура помідору вже традиційно має високу рентабельність не тільки за вирощування помідору в тепличних, а також і в умовах відкритого ґрунту. Але додаткове зростання врожайності з одночасним зниженням витрат на захист і догляд може зробити технології низькотемпературної, озонної обробки та використання мікробних препаратів економічно привабливими для агровиробників.

Аналізуючи економічні показники вирощування насіння помідору можна зазначити, що за використання різних способів підготовки насіння зростають витрати на вирощування з 84,11 тис. грн/га на контролі до рівня 87,65-92,09 тис. грн/га за різних варіантів обробки (табл. 3.6). Слід відмітити, що основна частина додаткових витрат включає витрати на збирання додаткового врожаю та доробку насіння (додатки Д.1-Д.4).

Обробка насіння помідору низькими температурами за вирощування його на насінневі цілі забезпечує отримання додатково 3,54-7,06 тис. грн./га. Максимально ефективним виявилось використання для обробки насіння температури -80°C , що забезпечувало рентабельність на рівні 64,9 % та рівень собівартості продукції 1819,49 грн/кг за значення даного показнику на контролі 1964,38 грн/кг. Використання більш високих температур (-40°C) або більш низьких (-196°C) зумовлює зниження економічних показників вирощування помідору відносно варіантну з використанням температури -80°C .

Таблиця 3.6

Економічна ефективність різних способів підготовки насіння помідору за вирощування на насінневі цілі (середнє за 2023-2025 рр.).

Способи підготовки насіння	Економічні показники				
	Урожайність насіння, кг/га	Витрати на вирощування тис. грн/га	Прибуток, тис. грн./га	Повна собівартість продукції, грн./кг	Рентабельність виробництва, %
1. Без обробки (контроль)	42,82	84,11	44,34	1964,38	52,7
2. Кріообробка (-40°C)	46,85	87,65	52,90	1870,87	60,4
3. Кріообробка (-80°C)	50,11	91,17	59,16	1819,49	64,9
4. Кріообробка (-196°C)	49,20	90,83	56,77	1846,04	62,5
5. Озонування (0,5 мг/л)	49,82	92,09	57,37	1848,45	62,3
6. Озонування (1,0 мг/л)	48,99	91,39	55,58	1865,57	60,8
7. Озонування (1,5 мг/л)	48,65	91,13	54,82	1873,27	60,1
8. Мікохелп (40 мл/кг)	48,79	89,27	57,10	1829,76	64,0
9. Фітоцид (40 мл/кг)	48,32	89,11	55,85	1844,2	62,7

Додатковий прибуток також отримано за рахунок впровадження обробки насіння озоном. Зростання чистого прибутку в залежності від дози озону коливалося

в межах 10,48-13,03 тис. грн./га. Максимальні значення прибутку (57,37 тис. грн./га) та рентабельності (62,3 %) забезпечує озонування насіння мінімальною нормою озону (0,5 мг/л). Зі зростанням норми озону для обробки насіння знижуються економічні показники вирощування насіння помідору. Отже, з економічної точки зору, ефективним є використання для озонування насіння норми озону на рівні 0,5 мг/л, за якої відмічається низький рівень собівартості продукції серед всіх варіантів озонування (1848,45 грн/кг).

Обробка насіння помідору перед сівбою мікробними препаратами Мікохелп та Фітоцид з нормою 40 мл/кг також забезпечує отримання додаткового прибутку на рівні 5,00-5,16 тис. грн/га та рентабельності в межах 62,7-64,0 % за зниження рівня собівартості продукції відносно контролю до 1844,2-1829,76 грн/кг. Також слід визначити, що препарат Мікохелп в економічному аспекті спрацював краще за мікробний препарат Фітоцид, що, на нашу думку, пов'язано з більш позитивною дією препарату Мікохелп на ростові процеси рослин та урожайність насіння помідору за рахунок вмісту в препараті різних груп мікроорганізмів, на відміну від препарату Фітоцид, який містить тільки бактерії *Bacillus subtilis* та продукти їх життєдіяльності.

Отже, за вирощування помідору на насінневі цілі в зрошуваних умовах Лівобережного Лісостепу України ефективним в економічному аспекті виявилися обробки насіння низькими температурами (-80 °C), озонуванням з концентрацією озону 0,5 мг/л, обробки мікробними препаратами Мікохелп та Фітоцид з нормою 40 мл/кг насіння, що забезпечували отримання додаткового прибутку на рівні 11,5-14,82 тис. грн./га, рентабельності в межах 62,7-64,9 % за собівартості продукції на рівні 1819,49-1848,45 грн/кг.

Висновки до розділу 3

1. Мікробний препарат Мікохелп з титром мікроорганізмів роду *Trichoderma* клітин не менше $1,0 \times 10^9$ КУО/см³ можна використовувати для обробки насіння помідору з нормою 20-100 мл/кг насіння. Збільшення норми використання до 200 мл/кг насіння зумовлює різкий прояв фітотоксичності, що виражається в суттєвому зниженні посівних якостей насіння.

2. Як фізичні способи обробки насіння, так і застосування мікробних препаратів з фунгіцидними властивостями забезпечують покращення посівних якостей насіння помідору, забезпечуючи вплив на різноманітні фізіологічні процеси в насініні та зниженню активності фітопатологічної мікрофлори насініні. Максимальний позитивний вплив встановлено за проведення кріообробки насіння з температурою -40 °С та озонування з концентрацією озону 1,5 мг/л, що забезпечувало підвищення енергії проростання насіння до рівня 72,5-76,7 % та лабораторної схожості – до рівня 98,0-98,1 %. Мікробні препарати фунгіцидної дії (Мікохелп та Фітоцид) забезпечували підвищення енергії проростання насіння до 59,6-61,1 % та лабораторної схожості – до 91,2-92,1 %.

3. Фізичні способи підготовки насіння та обробка насіння мікробними препаратами сприяють посиленню ростових процесів помідору та розвитку генеративних органів, що пояснюється підвищенням висоти рослин та кількості китиць на головному стеблі, позитивною тенденцією щодо зростання кількості листків на головному стеблі. Застосування мікробного препарату Мікохелп зумовлювало позитивний вплив на максимальну кількість біометричних параметрів рослин помідору, окрім кількості стебел першого порядку (підвищення в межах 13,0-18,1 % відносно контролю). Також доволі ефективним за впливом на біометричні параметри рослин помідору є кріообробка в рідкому азоті (за температури -196 °С) та за використання мінімальних норм озону (0,5 мг/л), впровадження яких збільшує висоту рослин на 13,0-13,1 %, кількість китиць на головному стеблі – на 16,7-21,2%.

4. За впливом на урожайність насіння помідору серед варіантів кріообробки насіння ефективним виявилось використання температури -80°C (зростання на 7,29 кг/га або на 17,0 %). Ефективною концентрацією для озонування насіння виявилось концентрація 0,5 мг/кг, що забезпечує підвищення урожайності на 7,0 кг/га або на 16,3 %. Мінімальний вплив на рівень урожайності насіння відмічено за використання мікробних препаратів Мікохелп і Фітоцид (підвищення в межах 12,8-13,9 % відносно контролю).

5. Врожайність насіння помідору найбільш тісно кореляційно пов'язана з кількістю китиць на рослині ($r = 0,85$), кількістю стебел першого порядку ($r = 0,82$) та висотою рослин ($r = 0,73$).

6. В зрошуваних умовах Лівобережного Лісостепу України за вирощування помідору на насінні цілі ефективним є обробка насіння низькими температурами (-80°C), озонуванням з концентрацією озону 0,5 мг/л, обробки мікробними препаратами Мікохелп та Фітоцид з нормою 40 мл/кг насіння, що зумовлюють отримання додаткового прибутку на рівні 11,5-14,82 тис. грн./га, рентабельності в межах 62,7-64,9 % за зниження собівартості продукції до рівня 1819,49-1848,45 грн/кг.

Результати досліджень, наведені у даному розділі, опубліковані у наукових працях [41-47].

Список використаних джерел до розділу 3

1. Atreya K., Sitaula B.K., Bajracharya R.M. Pesticide use in agriculture: The philosophy, complexities and opportunities. *Sci. Res. Essays*. 2012. 7. P. 2168–2173.
2. Matson M.E.H., Small I.M., Fry W.E., Judelson H.S. Metalaxyl resistance in *Phytophthora infestans*: Assessing role of RPA190 gene and diversity within clonal lineages. *Phytopathology*. 2015. 105. P. 1594–1600.
3. Panth M., Hassler S.C., Baysal-Gurel F. Methods for Management of Soilborne Diseases in Crop Production. *Agriculture*. 2020. 10. P. 16.
4. Köhl J., Kolnaar R., Ravensberg W.J. Mode of action of microbial biological control agents against plant diseases: Relevance beyond efficacy. *Front. Plant Sci*. 2019. 10. 845 p.
5. Hermosa R., Viterbo A., Chet I., Monte E. Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*. 2012. 158. P. 17–25.
6. Lorito M., Woo S.L., Harman G.E., Monte E. Translational research on *Trichoderma*: From 'omics to the field. *Ann. Rev. Phytopathol*. 2010. 48. P. 395–417.
7. Zhang J. et al. Phytotoxic, antibacterial, and antioxidant activities of mycotoxins and other metabolites from *Trichoderma* sp. *Nat. Prod. Res*. 2017. 31. P. 2745–2752.
8. Kumar S. *Trichoderma*: A biological weapon for managing plant diseases and promoting sustainability. *Int. J. Agric. Sci. Med. Vet*. 2013. 1. P. 106–121.
9. López-Bucio J., Pelagio-Flores R., Herrera-Estrella A. *Trichoderma* as biostimulant: Exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. *Sci. Hortic*. 2015. 196. P. 109–123.
10. Lace B. et al. Gate crashing arbuscular mycorrhizas: In vivo imaging shows the extensive colonization of both symbionts by *Trichoderma atroviride*. *Environ. Microbiol. Rep*. 2015. 7. P. 64–77.
11. Omomowo O.I.; Babalola O.O. Bacterial and Fungal Endophytes: Tiny Giants with Immense Beneficial Potential for Plant Growth and Sustainable Agricultural Productivity. *Microorganisms*. 2019. 7. P. 481.

12. Doni F. et al. Formulation of *Trichoderma* sp. SL2 inoculants using different carriers for soil treatment in rice seedling growth. *Springerplus*. 2014. 3. P. 532.
13. Zhao K. et al. Maize rhizosphere in Sichuan, China, hosts plant growth promoting *Burkholderia cepacia* with phosphate solubilizing and antifungal abilities. *Microbiol. Res.* 2014. 169. P. 76–82.
14. Li R.-X. et al. Solubilisation of phosphate and micronutrients by *Trichoderma harzianum* and its relationship with the promotion of tomato plant growth. *PLoS ONE*. 2015. 10. e0130081.
15. Haque M.M., Ilias G.N.M., Molla A.H. Impact of *Trichoderma*-enriched biofertilizer on the growth and yield of mustard (*Brassica rapa* L.) and tomato (*Solanum lycopersicon* Mill.). *Agriculturists*. 2012. 10. P. 109–119.
16. Щербакова Т. Гриби *Trichoderma* для захисту тепличних культур від ооміцету *Pythium* sp. *Фітосанітарна безпека*. 2024. 69. С. 292-300. <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.292-300>.
17. Yadav S. G. Effect of *Trichoderma* Spp. as a Bio-control Agent on Cereal Crop Plants. *Plantae Scientia*. 2020. 3 (5). P. 65-68
18. Alvarez-García S. et al. Novel culture chamber to evaluate in vitro plant-microbe volatile interactions: Effects of *Trichoderma harzianum* volatiles on wheat plantlets. *Plant Science*. 2022. 320. Article number 111286. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2022.111286>
19. Zhang J.-C. et al. The new analogues of β -trans-bergamotene from endophytic fungus *Nigrospora* sp. E121 with yam culture medium. *Natural Product Research*. 2025. 39. 20. P. 5761-5767. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1295235>
20. Jayalakshmi R. et al. Evaluation of gliotoxin phytotoxicity and gliotoxin producing *Trichoderma virens* for the suppression of damping off of tomato. *Journal of Biological Control*. 2022. 35(3). P. 187–195. <https://doi.org/10.18311/jbc/2021/27794>
21. Гайдукевич С.В., Семенова Н.П. Застосування озонних технологій для підвищення посівних якостей насіння томатів. *Znanstvena misel journal*. 2017. 12. С. 90-94.

22. Zhang Z. et al. Effect of ozone treatment on germination of tomato and cucumber seeds. *J. Northwest A F Univ.* 2019. 111. 47. P. 98–102.
23. Çetinkaya N, Pazarlar S, Paylan I.C. Ozone treatment inactivates common bacteria and fungi associated with selected crop seeds and ornamental bulbs. *Saudi J Biol Sci.* 2022. 29(12). 103480. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103480>
24. Trinetta V, Vaidya N, Linton R, Morgan M. A comparative study on the effectiveness of chlorine dioxide gas, ozone gas and e-beam irradiation treatments for inactivation of pathogens inoculated onto tomato, cantaloupe and lettuce seeds. *Int. J. Food. Microbiol.* 2011. 146(2). P. 203-206. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.02.014>
25. Xu J.-P. et al. Effects of ozone water irrigation and spraying on physiological characteristics and gene expression of tomato seedlings. *Horticulture Research.* 2021. 8. 180. <https://doi.org/10.1038/s41438-021-00618-8>
26. Heshmati A., Nazemi F. Dichlorvos (DDVP) residue removal from tomato by washing with tap and ozone water, a commercial detergent solution and ultrasonic cleaner. *Food Sci. Technol.* 2018. 38. P. 441–446. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.07617>
27. Tahamolkonan M., Ghahsareh A.M., Ashtari M.K., Honarjoo N. Tomato (*Solanum lycopersicum*) growth and fruit quality affected by organic fertilization and ozonated water. *Protoplasma.* 2022. 259 (2). P. 291-299. <https://doi.org/10.1007/s00709-021-01657-7>.
28. Вечера О. М., Куянов В. В. Технологія озонування для протруювання насіння. *Сучасні проблеми землеробської механіки: збірник тез доповідей XXIV Міжнародної наукової конференції (17–19 жовтня 2023 р., м. Київ).* Київ: НУБіП України, 2023. С. 144-146.
29. Mohammad A. et al. Pre- and post-harvest temperatures influence the germination response to supra-optimal temperature in contrasting tomato (*Solanum lycopersicum*) MAGIC genotypes. *Seed Science Research.* 2024. 34(4). P. :194-206. <https://doi.org/10.1017/S0960258524000217>

30. Shevchenko N. et al. Does the Cryopreservation Improve the Quality of Tomato Seeds? *Biol. Life Sci. Forum 2021*. 2021. 1. <https://doi.org/10.3390/xxxxx>
31. Zardzewiały M. et al. Preliminary Tests of Tomato Plant Protection Method with Ozone Gas Fumigation Supported with Hydrogen Peroxide Solution and Its Effect on Some Fruit Parameters. *Sustainability*. 2024. 16. 3481. <https://doi.org/10.3390/su16083481>
32. Sudhakar N., Nagendra-Prasad D., Mohan N., Murugesan K. A preliminary study on the effects of ozone exposure on growth of the tomato seedlings. *Australian Journal of Crop Science*. 2008. 2 (1). P. 33-39.
33. Du Y.-D, Duan S.-P, Chen X.-G., Hu F. Effects of low temperature stress on germination of tomato seeds. *Chinese Journal of Ecology*. 2010. 29. P. 1109-1113.
34. Cheng J. et al. Unraveling the Effects of Cold Stratification and Temperature on the Seed Germination of Invasive *Spartina alterniflora* Across Latitude. *Front. Plant Sci*. 2022. 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.911804>
35. Adhikari B. et al. Cold plasma seed priming modulates growth, redox homeostasis and stress response by inducing reactive species in tomato (*Solanum lycopersicum*). *Free Radical Biology and Medicine*. 2020. 156. P. 57-69. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2020.06.003>
36. Quintarelli V. et al. Microbial biofertilizers and algae-based biostimulant affect fruit yield characteristics of organic processing tomato. *J Sci Food Agric*. 2025. 105(1). P. 530-539 <https://doi.org/10.1002/jsfa.13851>
37. Ogugua U.V. et al. Meta-analysis of biofertilizer effects of *Bacillus* species on tomato yield. *Sci Rep*. 2025. 15. 34007. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-12711-2>
38. Di Mola I. et al. Yield and Quality of Processing Tomato as Improved by Biostimulants Based on *Trichoderma* sp. and *Ascophyllum nodosum* and Biodegradable Mulching Films. *Agronomy*. 2023. 13(3). 901. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030901>
39. Coolbear P., Newell A. J., Bryant J. A. An evaluation of the potential of low temperature pre-sowing treatments of tomato seeds as a means of improving

germination performance. *Annals of Applied Biology*. 2008. 110(1). P. 185-194. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1987.tb03246.x>

40. Paulikienė S., Benesevičius D., Benesevičienė K., Ūksas, T. Review – Seed Treatment: Importance, Application, Impact, and Opportunities for Increasing Sustainability. *Agronomy*. 2025. 15. 1689. <https://doi.org/10.3390/agronomy15071689>.

41. Kuts, O., Dukhin, Y., Rudym, Y., Yarokhno, N., Shapko, M., Korsun, S., Bilivets, I., & Voloshchuk, N. Effect of Mycohelp biofungicide on sowing qualities of vegetable plant seeds. *Vegetable and Melon Growing*. 2022. (71). P. 67-75. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2022-71-67-75>.

42. Куц О.В., Шапко М.О. Ефективність різних способів підготовки насіння помідору за органічних підходів. *Таврійський науковий вісник: Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. 146.

43. Куц О.В., Гурін М. В., Шапко М.О. Ефективність різних способів підготовки насіння помідору за органічних підходів вирощування. *Інноваційні розробки молоді в сучасному овочівництві: матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції (05 жовтня 2023 р., сел. Селекційне Харківської обл.) / Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2023. С. 71-74.*

44. Куц О.В., Гурін М.В., Шапко М.О. Вплив фізичних факторів та біопрепаратів на урожайність насіння помідору. *Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва: матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (02 травня 2024 року, м. Полтава) / Редкол.: В.В. Гангур (відп. ред.) та ін. Полтава: ПДАУ, 2024. С. 29-31.*

45. Shevchenko N., Shapko M., Kovalenko G., Kuts O. Tomato seed yield depending on pre-sowing treatment. *Probl Cryobiol Cryomed*. 2024. 34(4). P. 305

46. Шевченко Н., Шапко М., Коваленко Г., Куц О. Методи холодного знезараження в органічному землеробстві. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: матеріали Міжнародної*

науково-практичної конференції (Україна, Київ, 4-5 липня 2024 р.). Київ, 2024. Частина 1. С. 218-219.

47. Shevchenko N., Shapko M., Kovalenko G., Kuts O. Low-temperature seed treatment as an element of organic growing technology for tomato. *CRYO2024 is the Society for Cryobiology's 61st annual meeting and our theme is Engineering Cryobiology for Life and Sustainability*. (July 23-25, 2024; Washington DC. & Virtual). Abstract book. P. 123-124.

РОЗДІЛ 4

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ В ОРГАНІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ ПОМІДОРУ

4.1 Поживний режим ґрунту за використання мікробних препаратів

У сучасному овочівництві особлива увага приділяється збільшенню ефективності використання поживних речовин з ґрунту та добрив, що є ключовим аспектом забезпечення сталого виробництва та основним резервом зниження техногенного навантаження на агробіоценози. Одним із перспективних напрямів для досягнення таких цілей може розглядатися використання мікробних препаратів, що містять живі мікроорганізми або консорціуми, які стимулюють природні процеси трансформації і доступності елементів живлення в ризосфері. Мікробні препарати, особливо ті, які містять ріст-стимулюючі ризобактерії, часто зумовлюють зміни фізико-хімічного та мікробіологічного складу ґрунту, що, в свої чергу, позитивно позначається на поживному режимі та продуктивності культур [1].

Механізми позитивного впливу ризобактерій є доволі різноманітними. Одним із ключових механізмів дії є їх здатність поліпшувати доступність макроелементів. Так, бактерії роду *Bacillus* можуть фіксувати атмосферний азот і переводити його в легкозасвоювані форми, а також розчиняти фосфор і деякі мікроелементи, що зазвичай перебувають у нерозчинних сполуках у ґрунті. Така позитивна дія формує сприятливі умови для кореневого живлення рослин, оскільки поживні елементи стають доступними для поглинання кореневою системою [2].

До того ж, експериментальні дані свідчать, що застосування мікробних препаратів здатне стимулювати мікробіологічну активність ґрунту, збільшуючи чисельність та активність корисних мікроорганізмів, які приймають участь в циклах живлення. У дослідженні з використанням штучних носіїв (біовугілля,

зола) для біоформуляцій з ризобактеріями було встановлено, що після обробки ґрунту такими препаратами значно підвищилися активність дегідрогенази та інші показники ґрунтового ферментного потенціалу, що є індикаторами покращення ґрунтової якості та здатності ґрунту забезпечувати рослини необхідними елементами живлення [1]. Внесення мікроорганізмів може змінювати склад мікробіоми ґрунту, сприяючи зміцненню популяцій корисних бактерій та грибів, одночасно пригнічуючи патогенних мікроорганізмів.

Слід наголосити, що деякі штами ризобактерій продукують органічні кислоти, ферменти та фітогормони, які сприяють розчиненню важкорозчинних сполук фосфору, калію та мікроелементів, що робить їх доступними для рослин. Такі мікробіологічні процеси зменшують потребу в синтетичних добривах, знижують ризики екологічного забруднення та сприяють формуванню більш збалансованого поживного середовища в ґрунті [3].

Крім того збільшення маси кореневої системи після обробки ризобактеріями призводить до ефективнішого поглинання поживних елементів, що додатково стимулює ріст та продуктивність рослин, в т.ч. й овочевих (непрямий вплив на поживний режим ґрунту).

В наших дослідженнях зазначено, що мікробні препарати, окрім Азотофіту, зумовлюють зниження вмісту нітратного азоту в орному шарі ґрунту (рис. 4.1) як в фазу приживлення розсади (12,2-14,9 мг/кг), так і в фазу цвітіння (13,4-17,5 мг/кг). Такий ефект може бути пояснений більш активним використанням сполук азоту рослинами за їх обробки різними препаратами, тоді як за використання Азотофіту відбувається додаткова азотфіксація за рахунок наявності бактерій роду *Azotobacter*. За масового збирання врожаю вміст нітратного азоту в орному шарі ґрунту за варіантами істотно не варіював.

Також встановлено, що застосування мікоризоформуючого препарату Мікофренд для обробки розсади та внесення через фертигацію забезпечує позитивну дію на підвищення вмісту в орному шарі ґрунту рухомих сполук фосфору (рис. 4.2).

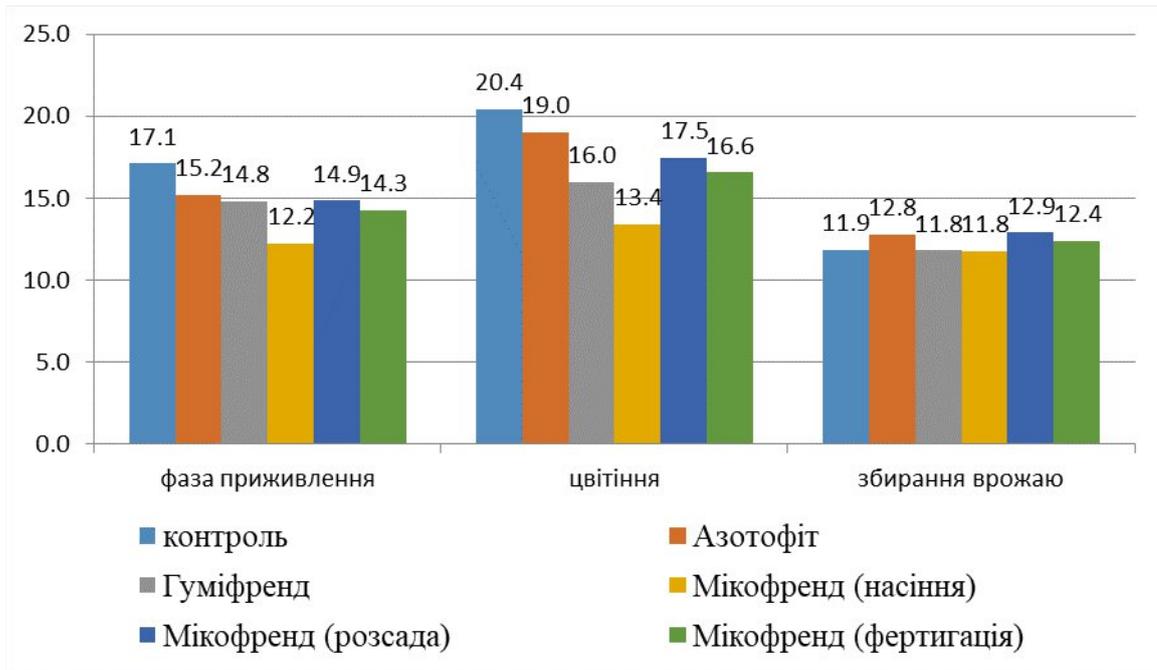


Рис. 4.1 Вплив мікробних препаратів на вміст в орному шарі нітратного азоту, мг/кг ґрунту (середнє за 2023-2025 рр.)

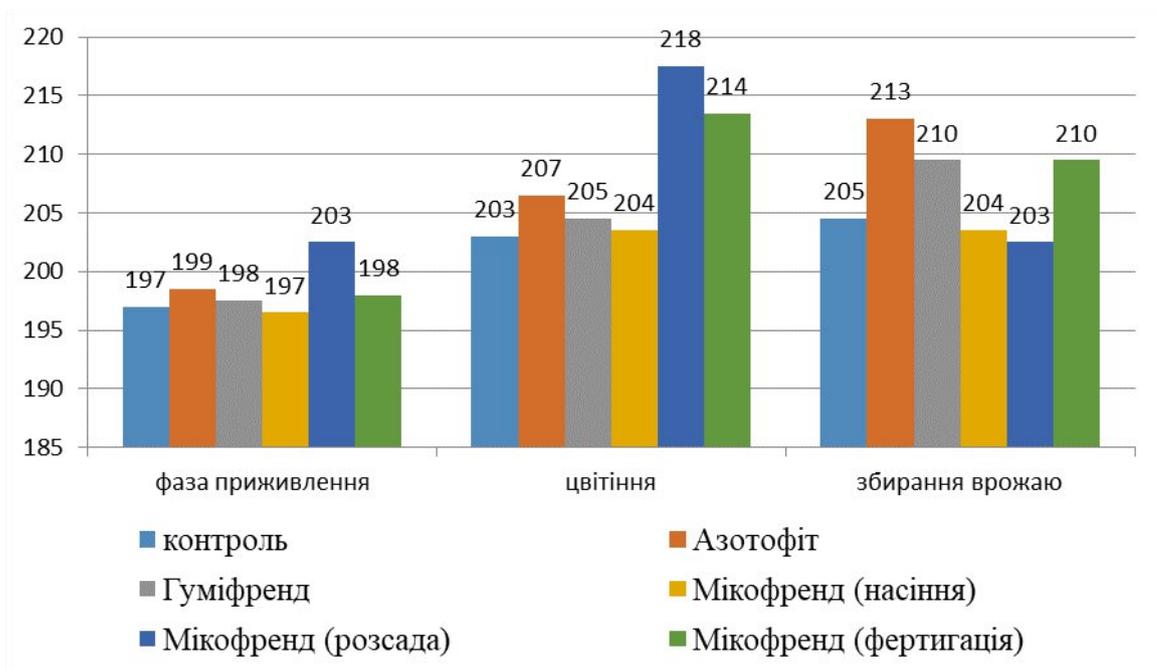


Рис. 4.2 Вплив мікробних препаратів на вміст в орному шарі рухомого фосфору, мг/кг ґрунту (середнє за 2023-2025 рр.)

За використання Мікофренду для обробки розсади та за внесення у фертигацію відмічено підвищення вмісту в орному шарі ґрунту рухомих сполук фосфору вже в фазу цвітіння рослин помідору до рівня 214-218 мг/кг (на контролі

203 мг/кг). В другій половині вегетації культури на момент масового збирання врожаю підвищення вмісту рухомих сполук фосфору забезпечує як використання Мікофренду у фертигацію, так і системи внесення Азотофіту й Гуміфренду (210-213 мг/кг). На нашу думку, спрацювали тільки ті варіанти, де мікробні препарати та біодобрива були використані вже в польових умовах, а не в теплиці (обробка насіння та коренів розсади), що свідчить про певну неефективність використання мікробних препаратів в розсадному періоді.

На забезпеченість орного шару ґрунту обмінним калієм зазначено істотний вплив тільки внесення препарату Мікофренд у фертигацією (рис. 4.3). Даний показник істотно зростає в фазу цвітіння на 29,3 % та забезпечував позитивну тенденцію в фазу збирання врожаю (на 7,7 %).

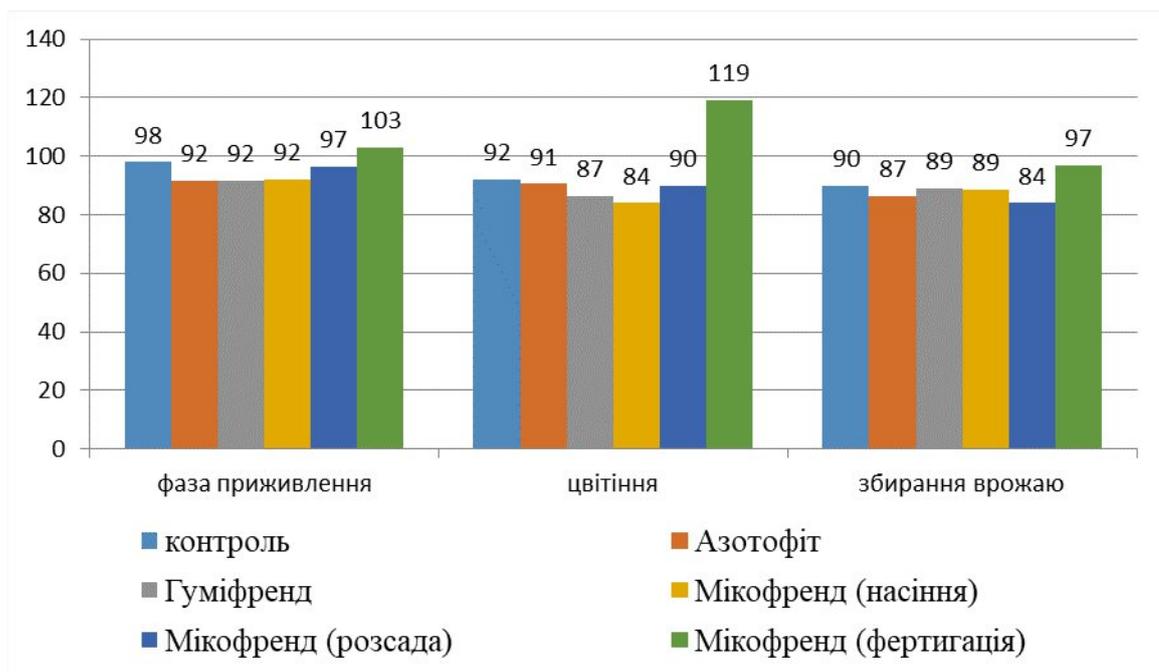


Рис. 4.3 Вплив мікробних препаратів на вміст в орному шарі обмінного калію, мг/кг ґрунту (середнє за 2023-2025 рр.)

Отже, аналізуючи дію мікробних препаратів та способів їх застосування на поживний режим чорнозему типового можна відмітити певну позитивну дію на забезпеченість орного шару рухомими сполуками фосфору та калію за використання препарату Азотофіт, а також за внесення мікоризоформуючого

препарату Мікофренд у фертигацію та частково за обробки коренів розсади перед висадкою в полі на постійне місце.

4.2 Формування морфологічних параметрів рослин помідору за використання мікробних препаратів

В підвищенні продуктивності овочевих культур, включно з помідором, в сучасних умовах особливої уваги приділяється використанню мікробних препаратів, які мають багатогранний позитивний вплив на різні показники продуктивності рослин. Ключовою групою таких препаратів є зокрема Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR), що являють собою живі інокулянти різних груп мікроорганізмів та можуть суттєво впливати на розвиток морфологічних параметрів рослин, посилювати формування вегетативної та генеративної маси та, відповідно, урожайності сільськогосподарських рослин.

Ефективним виявилось використання таких мікробних препаратів і в технологічних схемах вирощування помідору. Так, інокуляція ґрунту бактеріями *Bacillus subtilis* та *Bacillus amyloliquefaciens* за вирощування помідору забезпечувало істотне збільшення висоти рослини, товщини листкових тканин, зумовлювало посилення інтенсивності формування листкової маси, що свідчить про позитивний вплив на морфогенез рослин помідору [5, 6]. Інші дослідження підкреслюють важливу роль ендofітних мікроорганізмів у формуванні надземної частини і кореневої системи рослин помідору. При цьому максимальний ефект досягався за поєднання внесення різних штамів мікроорганізмів (*Pseudomonas aeruginosa* FR3 та *Bacillus* sp. FR19) [7].

Підтвердження позитивної дії мікробних препаратів на морфологію рослин надає також дослідження, присвячене ізоляції та оцінці мульти-функціональних PGPR, які характеризуються здатністю розчиняти фосфати, продукувати фітогормони та підвищувати доступність мікроелементів. Встановлено, що інокуляція рослин помідору такими видами бактерій призводить до значного

збільшення ряду морфологічних показників (довжина кореневої та надземної частини, кількість листків та загальна біомаса), що пов'язано із покращеним поживного режиму орного шару ґрунту та покращенням гормонального балансу рослин [8]. Застосування мікробних препаратів здатне значно впливати на формування параметрів кореневої системи – ключового морфологічного показника, який визначає здатність рослини засвоювати поживні речовини з ґрунтових запасів. Це зокрема підтверджує дослідження, у якому показано, що насіння й молоді рослини після інокуляції мікроорганізмами розвивали більш розгалужену й довшу кореневу систему та мали вищі показники надземної маси порівняно з контролем [9].

Також доведено позитивний вплив мікробної інокуляції на морфологічні показники рослин через стимуляцію внутрішніх біохімічних процесів, в особливості, синтезу фітогормонів, які сприяють поділу та розростанню клітин, та покращення засвоєння поживних речовин. В подальшому такі структурні зміни зумовлюють формування підвищеної кількості листків, товщині стебел і більшій загальній масі рослин, що прямо впливає на вегетативну структуру та продуктивність рослин помідору [10].

Загалом аналіз отриманих результатів свідчить про позитивний вплив застосування мікробних препаратів на формування морфологічних показників рослин помідору.

У проведених дослідженнях також встановлено певний вплив різних мікробних препаратів і біодобрив на біометричні характеристики рослин помідору, зокрема висоту рослин, кількість листків і китиць на головному стеблі, а також кількість пагонів першого порядку (табл. 4.1–4.4).

В умовах 2023 року відмічено зростання висоти рослин помідору на 7,0-9,2 см або на 12,5-16,4 % за використання різних мікробних препаратів та добрив. Максимальний ефект забезпечують позакореневі підживлення біодобривом Гуміфренд, а також обробка розсади та внесення з фертигацією препарату з спорами мікоризоформуючих грибів Мікофренд.

Таблиця 4.1

Вплив мікробних препаратів на висоту рослин помідора (2023-2025 рр.)

Внесення препаратів	Висота рослин, см			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Фон (локально перегній + зола)	56,2	94,1	92,7	81,0
2. Фон + Азотофіт	63,2	103,5	102,9	89,9
3. Фон + Гуміфренд	64,5	101,9	103,4	89,9
4. Фон + обробка насіння Мікофренд	63,2	97,4	101,3	87,3
5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд	65,4	96,6	96,4	86,1
6. Фон + внесення в першу фертигацію Мікофренд	65,2	91,0	91,7	82,6
НІР _{0,95}	5,7	7,3	8,5	

В умовах 2024 року істотне підвищення висоти рослин забезпечує тільки обробка препаратами Азотофіт та Гуміфренд (перевищення відносно фону становило 8,3-10,0 %). За використання інших препаратів зміни висоти рослин помідору були не суттєвими відносно контролю.

У 2025 році встановлено суттєве збільшення висоти рослин помідору при застосуванні препаратів Азотофіт, Гуміфренд, а також за передпосівної обробки насіння препаратом Мікофренд. За цих умов висота рослин перевищувала контрольні показники на 8,6–10,7 см, що становило 9,3–11,5 %.

Крім того, у 2023 році при використанні мікробних препаратів і біодобрив спостерігалось достовірне збільшення кількості листків на головному стеблі порівняно з фоновим застосуванням перегною та золи – на 1,9–3,4 шт./рослину, або на 17,9–32,1 % (див. табл. 4.2). Найбільш виражений вплив на цей показник забезпечувала обробка розсади препаратом Мікофренд.

У 2024 році істотне зростання кількості листків на головному стеблі зафіксовано лише при використанні біопрепарату Азотофіт, де показник досягав

16,8 шт./рослину, тоді як в інших варіантах відзначалася лише позитивна тенденція.

Таблиця 4.2

Вплив мікробних препаратів на кількість листків на головному стеблі помідору (2023-2025 рр.)

Внесення препаратів	Кількість листків на головному стеблі, шт./рослину			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Фон (локально перегній + зола)	10,6	14,8	14,3	13,2
2. Фон + Азотофіт	12,5	16,8	16,1	15,1
3. Фон + Гуміфренд	13,4	16,1	16,2	15,2
4. Фон + обробка насіння Мікофренд	13,2	15,0	15,8	14,7
5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд	14,0	15,3	16,5	15,3
6. Фон + внесення в першу фертигацію Мікофренд	12,6	15,3	15,7	14,5
НІР _{0,95}	1,85	1,55	1,51	

В 2025 році використання Азотофіту, Гуміфренду та Мікофренду за обробки насіння й коренів розсади також зумовлювали суттєве підвищення листків на головному стеблі на 10,5-15,4 %.

В середньому за роки досліджень відмічено, що за використання препаратів Азотофіт та Гуміфренд, а також Мікофренд за обробки розсади зростання кількості листків на головному стеблі складає 14,4-15,9 % відносно фонового внесення добрив.

В 2023 році використання всіх досліджуваних препаратів, окрім обробки насіння Мікофрендом, забезпечувало суттєве підвищення кількості стебел першого порядку рослин помідору на 11,9-27,6 % (див. табл. 4.3).

В 2024 році зазначено дещо інший вплив на даний показник. Істотно кількість стебел першого порядку зростає за використання всіх варіантів окрім внесення Мікофренду з поливною водою. За інших варіантів кількість стебел першого порядку зростала на 11,3-24,4 %.

Таблиця 4.3

Вплив мікробних препаратів на кількість стебел першого порядку помідору (2023-2025 рр.)

Внесення препаратів	Кількість стебел 1-го порядку, шт.			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Фон (локально перегній + зола)	3,37	4,42	4,50	4,10
2. Фон + Азотофіт	4,30	4,92	5,33	4,85
3. Фон + Гуміфренд	3,77	5,08	5,67	4,84
4. Фон + обробка насіння Мікофренд	3,70	5,50	5,13	4,78
5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд	3,97	5,00	4,53	4,50
6. Фон + внесення в першу фертигацію Мікофренд	3,90	4,67	4,87	4,48
НІР _{0,95}	0,41	0,39	0,44	

В 2025 році суттєве зростання кількості стебел першого порядку відмічено за використання Азотофіту, Гуміфренду та за обробки насіння Мікофрендом, які сприяли збільшенню показнику на 14,0-26,0 %.

Подібна закономірність зазначається і для середніх за роки досліджень значень. За використання Азотофіту, Гуміфренду та за обробки насіння Мікофрендом кількості стебел першого порядку рослин помідору збільшувалася відносно фону на 16,6-18,3 %.

Також встановлено, що в 2023 році від використання мікробних препаратів зростає кількість китиць на головному стеблі на 0,5–1,0 шт./рослину (див. табл. 4.4). В 2024 році зростання даного показнику забезпечує тільки використання гумінового добрива Гуміфренд (5,42 шт./рослину).

В 2025 році за використання Азотофіту, Гуміфренду та Мікофренду (обробка насіння) істотно підвищується кількість китиць на головному стеблі на 15,5-19,9 %. Відповідна закономірність відмічена також і в середньому за роки досліджень, коли внесення Азотофіту, Гуміфренду та Мікофренду (обробка насіння) забезпечує зростання кількості китиць на головному стеблі рослин помідору в межах 14,8-19,0 % відносно фонового використання перегною та золи.

Таблиця 4.4

Вплив мікробних препаратів на кількість китиць на головному стеблі помідора (2023-2025 рр.)

Внесення препаратів	Кількість китиць на головному стеблі, шт.			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Фон (локально перегній + зола)	3,77	4,50	4,53	4,27
2. Фон + Азотофіт	4,27	5,00	5,43	4,90
3. Фон + Гуміфренд	4,60	5,42	5,23	5,08
4. Фон + обробка насіння Мікофренд	4,47	4,92	5,47	4,95
5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд	4,77	4,67	4,77	4,74
6. Фон + внесення в першу фертигацію Мікофренд	4,37	4,50	4,70	4,52
НІР _{0,95}	0,48	0,51	0,53	

Встановлено сильну негативну кореляційну залежність між забезпеченістю орного шару ґрунту обмінним калієм та висотою рослин помідору (додаток Ж). Так, визначено високий рівень від'ємного коефіцієнту кореляції між вмістом калію в орному шарі ґрунту в фазу приживлення та висотою рослин ($r = -0,84$) та середню негативну кореляційну залежність між вмістом калію в орному шарі ґрунту в фазу цвітіння й збирання врожаю та висотою рослин ($r = -0,51 \dots -0,54$).

Також встановлено від'ємний кореляційний зв'язок між забезпеченістю орного шару ґрунту нітратним азотом та такими біометричними параметрами рослин помідору, але рівень зв'язку знаходився в межах «низький – середній». Так, коефіцієнт кореляції між вмістом нітратного азоту в орному шарі ґрунту в фазу приживлення й цвітіння та біометричними параметрами (висота рослин, кількість листків та китиць на головному стеблі, кількість стебел першого порядку) коливався в межах $r = -0,36 \dots -0,64$. Забезпеченість ґрунту сполуками азоту на момент збирання врожаю не зумовлювала негативної кореляційної залежності щодо формування біометричних параметрів рослин помідору. Такі закономірності підтверджують факт негативного впливу посилення азотного

живлення в першій половині вегетації рослин помідору на формування вегетативних та генеративних органів.

Також встановлено кореляційні залежності між різними біометричними параметрами рослин помідору. Висота рослин доволі сильно корелює з кількістю листків на головному пагоні ($r = 0,81$), кількістю пагонів ($r = 0,93$) та кількістю китиць ($r = 0,85$). Кількістю листків на головному пагоні зумовлюють високий кореляційний зв'язок з кількістю пагонів першого порядку ($r = 0,82$) та кількістю китиць ($r = 0,83$).

Отже, результати досліджень свідчать про позитивний вплив застосування мікробних препаратів і добрив із рістстимулюючими властивостями на активізацію ростових процесів рослин помідору. Встановлено, що препарат Азотофіт сприяв збільшенню висоти рослин, кількості листків на головному стеблі та кількості стебел першого порядку. Біодобриво Гуміфренд позитивно впливало на всі біометричні показники рослин. Обробка розсади препаратом Мікофренд забезпечувала підвищення кількості листків на головному стеблі та стебел першого порядку, тоді як передпосівна обробка насіння Мікофрендом сприяла збільшенню кількості стебел першого порядку, а також листків і китиць на головному стеблі.

4.3 Вплив мікробних препаратів та біодобрив на поширеність та розвиток хвороб помідору

Врожайність та якість рослин помідору часто істотно знижується через ґрунтові грибкові патогени. Повідомлялося про різні грибкові захворювання рослин помідору, включаючи альтернаріоз (*Alternaria solani*), фітофтороз (*Phytophthora infestans*), септоріоз (*Septoria lycopersici*), сіру гниль (*Botrytis cinerea*), фузаріозну кореневу гниль (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radices-lycopersici*), фузаріозне в'янення (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*) та ризоктоніоз (*Rhizoctonia solani*) [11, 12]. Багато дослідників відзначають, що найбільш

поширеною та шкодочинною хворобою культури в усьому світі та нашій країні є фітофтороз (*Phytophthora infestans*), прояв якого зумовлює швидку загибель рослин помідору [11, 13]. Але в умовах Лісостепу України фітофтороз проявляється не кожен рік, а тільки в роки з вологістю повітря близько 90% (не менше 76%) та температурою повітря +20....+28 °C [11].

Також до небезпечних хвороб помідору відноситься альтернаріоз (*Alternaria solani*), розвиток якого викликає суттєве ураження листків рослини. Сприятливими умовами для розвитку хвороби є часті опади за середньовисокої температури повітря (+24... +29 °C) [14], що доволі часто проявляється в ґрунтово-кліматичних умовах Лівобережного Лісостепу України та було зазначено й в роки досліджень. Слід відмітити, що за епіфітотійного розвитку альтернаріозу втрати врожаю можуть сягати до 80%. Оскільки збудник альтернаріозу може зберігатися на рослинних рештках за допомогою конідій і міцелію та в ґрунті за допомогою хламідоспор [14], ефективним заходом обмеження для даного захворювання являється використання біопрепаратів, в складі яких наявні агенти біологічного контролю як *Trichoderma viride* та *Pseudomonas fluorescens* [15]

Окрім біопрепаратів з фунгіцидними властивостями важливе значення для безпосереднього контролю рослинних патогенів відіграють також бактерії, що стимулюють ріст рослин [16, 17]. Ріст рослин часто стимулюється такими мікроорганізмами за допомогою кількох механізмів, таких як індукція системної стійкості, покращення живлення рослин та певна неспецифічна токсичність їх метаболітів до різного роду інших мікроорганізмів, в т.ч. й патогенів [18, 19]. Також повідомлялося про протигрибкову активність багатьох *Bacillus* sp. проти фітопатогенних грибів сільськогосподарських рослин [20].

Підвищення стійкості до негативної дії різних патогенів забезпечує також використання гумінових добрив [21]. Основними компонентами гумінових препаратів є фізіологічно активні форми солей гумусових кислот (гумінових та фульвокислот); макро та мікроелементи, вітаміни, органічні кислоти, ферменти [22]. Такі речовини комплексно діють на рослини як стимулятори росту,

забезпечують високу ефективність у посушливих умовах, посилюють імунітет та збільшують рівень урожайності [23, 24]. Гумінові речовини позитивно діють на всі фази мітотичного циклу рослинної клітини, забезпечуючи посилення коренеутворення, зміну клітинних мембран, поліпшення водопостачання та надходження елементів живлення до рослини [25]. За даними А.У. Dzendzel та ін. [26] застосування добрив з гуміновими сполуками впорядковує фізіологічні процеси рослин помідору, посилює морфо-біометричні показники проростків, підвищує їхню стійкість до різноманітних абіотичних і біотичних факторів (патогени), завдяки чому врожайність помідору збільшується на 26-51%.

В наших дослідженнях впродовж трьох років вирощування помідору основною хворобою виступав альтернаріоз (*Alternaria solani*) (рис. 4.4). В умовах 2023 року використання мікробних препаратів та гумінового добрива Гуміфренд сприяли зниженню поширеності та розвитку альтернаріозу впродовж всієї вегетації рослин помідору, але в різному ступені (табл. 4.5).



Рис. 4.4 Ознаки альтернаріозу на рослинах помідору

В фазу початку бутонізації істотне зниження поширеності альтернаріозу зумовлює використання добрива Гуміфренд (28,8 %), застосування препарату Мікофренд за допомогою фертигації (39,3 %) та за обробки коренів розсади перед висадкою (40,1%). За даними способами внесення препаратів та добрив відмічається також істотне зниження ступеня розвитку хвороби з 5,9 % за фонового внесення добрив до рівня 3,8-4,7 %.

Таблиця 4.5

Вплив мікробних препаратів та біодобрив на поширеність та розвиток альтернаріозу помідору в 2023 році.

Внесення препаратів	Фаза початку						Біологічна ефективність, %
	бутонізації		цвітіння		плодоношення		
	Поширеність, %	Ступінь розвитку, %	Поширеність, %	Ступінь розвитку, %	Поширеність, %	Ступінь розвитку, %	
1. Фон (локально перегній + зола)	46,3	5,9	53,9	12,9	69,1	20,4	-
2. Фон + Азотофіт	44,2	5,6	50,2	11,4	59,5	16,2	20,5
3. Фон + Гуміфренд	28,8	3,8	36,5	7,4	48,8	10,6	48,0
4. Фон + обробка насіння Мікофренд	43,9	5,5	48,5	11,0	59,0	15,9	28,3
5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд	40,1	4,7	44,2	8,6	55,4	13,2	35,3
6. Фон + внесення в першу фертигацію Мікофренд	39,3	4,1	43,8	8,4	54,1	12,8	37,3
НІР _{0,95}	3,88	0,45	4,26	0,96	5,12	1,23	

На початку цвітіння, не зважаючи на поступове посилення розвитку альтернаріозу в насадженнях помідору за використання мікробних препаратів та добрив, окрім Азотофіту, зазначено суттєве зменшення поширеності (36,5-48,5 %) та ступеня розвитку хвороби (7,4-11,0 %).

На початку плодоношення рівень поширеності альтернаріозу за фонового внесення перегною та золи складав 69,1% за ступеня розвитку на рівні 20,4 %. За використання мікробних препаратів та добрив поширеність альтернаріозу істотно знижувалася до рівня 48,8-59,5 %, а ступінь розвитку хвороби – до рівня 10,6-16,2 %.

Отже, в умовах 2023 року за використання гумінового добрива Гуміфренд та мікробного препарату Мікофренд способом обробки коренів розсади та у фертигацію біологічна ефективність за дією на розвиток альтернаріозу становила 35,3-48,0 %, за іншими системами використання препаратів – 20,5-28,3 %.

В умовах 2024 року в фазу початку бутонізації рослин помідору мінімальний рівень поширеності альтернаріозу забезпечує використання гумінового добрива Гуміфренд (25,1 %) та препарату Мікофренд за обробки насіння (25,6 %) (табл. 4.6). За інших систем внесення мікробних препаратів поширеність альтернаріозу коливалася в межах 31,6-35,6 %, тоді як за фонового використання добрив даний показник становив 41,2 %. У відповідності до рівня поширеності хвороби змінювався і ступінь розвитку альтернаріозу. За використання Гуміфренду та обробки насіння препаратом Мікофренд ступінь розвитку була мінімальною та становила 2,9-3,1 % за значення на фоновому варіанту 5,6 %.

На початку цвітіння поширеність альтернаріозу за фонового використання добрив зростає до рівня 52,7 %, а ступінь розвитку хвороби – до рівня 12,1 %. Істотне зниження поширеності хвороби забезпечує використання всіх препаратів та добрив, що було досліджено, особливо, за використання Гуміфренду та обробки насіння Мікофрендом (36,4-37,2 %). За даних варіантів зазначається також мінімальні значення ступеня розвитку хвороби (8,5-8,8 %).

В фазу початку плодоношення закономірності попередніх етапів розвитку хвороби за варіантами зберігаються. Також мінімальні значення поширеності альтернаріозу (44,2-46,7 %) та ступеня його розвитку (9,9-10,3 %) зумовлені використання Гуміфренду та Мікофренду за обробки насіння.

В цілому в умовах 2024 року використання біодобрива Гуміфренд та обробки насіння помідору препаратом Мікофренд забезпечую біологічну ефективність за впливом на альтернаріоз помідору на рівні 44,0-46,2 %. За використання Мікофренду для обробки розсади або за внесення через фертигацію рівень біологічної ефективності знижувався до 29,9-31,5 %.

Таблиця 4.6

Вплив мікробних препаратів та біодобрив на поширеність та розвиток альтернаріозу помідору в 2024 році.

Внесення препаратів	Фаза початку						Біологічна ефективність, %
	бутонізації		цвітіння		плодоношення		
	Поширеність, %	Ступінь розвитку, %	Поширеність, %	Ступінь розвитку, %	Поширеність, %	Ступінь розвитку, %	
1. Фон (локально перегній + зола)	41,2	5,6	52,7	12,1	65,3	18,4	-
2. Фон + Азотофіт	31,6	3,8	40,5	10,1	48,8	11,5	37,5
3. Фон + Гуміфренд	25,1	2,9	36,4	8,5	44,2	9,9	46,2
4. Фон + обробка насіння Мікофренд	25,6	3,1	37,2	8,8	46,7	10,3	44,0
5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд	32,4	4,0	41,6	10,7	50,4	12,6	31,5
6. Фон + внесення в першу фертигацію Мікофренд	35,6	4,5	43,7	11,0	54,8	12,9	29,9
НІР _{0,5}	3,04	0,32	3,76	0,81	5,17	1,09	

В погодних умовах 2025 року в фазу початку бутонізації мінімальні значення поширеності альтернаріозу зумовлені використанням Гуміфренду, Азотофіту та Мікофренду за обробки насіння й внесення через фертигацію (30,8-39,5 %) за значення даного показнику на фоновому варіанті 50,3 % (табл. 4.7). За використання Гуміфренду відмічено мінімальне значення ступеня розвитку хвороби (3,0 %).

Подібна закономірність відмічається також і в фазу цвітіння, де мінімальне поширення хвороби забезпечує використання Гуміфренду та обробка насіння Мікофрендом (41,0-41,2 %). Мінімальні значення ступеня розвитку хвороби відмічено за використання Мікофренду (11,2-12,2 %).

Таблиця 4.7

Вплив мікробних препаратів та біодобрив на поширеність та розвиток альтернаріозу помідору в 2025 році.

Внесення препаратів	Фаза початку						Біологічна ефективність, %
	бутонізації		цвітіння		плодоношення		
	Поширеність, %	Ступінь розвитку, %	Поширеність, %	Ступінь розвитку, %	Поширеність, %	Ступінь розвитку, %	
1. Фон (локально перегній + зола)	50,3	9,8	71,5	16,2	86,3	27,5	-
2. Фон + Азотофіт	39,5	4,6	55,7	8,00	72,5	13,2	52,0
3. Фон + Гуміфренд	30,8	3,0	41	12,4	53,8	14,9	45,9
4. Фон + обробка насіння Мікофренд	35,6	5,7	41,2	11,2	60,0	13,2	52,0
5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд	44,6	5,4	54,0	12,0	77,8	12,6	54,1
6. Фон + внесення в першу фертигацію Мікофренд	37,7	4,2	47,5	12,2	55,0	10,9	60,2
НІР _{0,5}	3,25	0,52	5,05	1,15	6,58	14,78	

В фазу плодоношення поширеність альтернаріозу знижується з 86,3 % за фонового внесення добрив до рівня 53,8 % за використання Гуміфренду, до рівня 55,0-77,8 % за використання різними способами внесення Мікофренду та до рівня 72,5 % за внесення препарату Азотофіт. Мінімальне значення ступеня розвитку хвороби відмічено за використання Мікофренду у фертигацію (10,9 %) та за обробки коренів розсади (12,6 %). На відміну від рівня поширеності хвороби в дану фазу за використання біодобрива Гуміфренд відмічено максимальний рівень ступені розвитку хвороби серед варіантів внесення препаратів (14,9 %), але він був істотно нижчим за значення на фоновому варіанті (27,5 %).

Отже, в умовах 2025 року максимальне значення біологічної ефективності забезпечує використання мікробного препарату Мікофренд у фертигацію (60,2 %), за обробки коренів розсади (54,1 %).

В середньому за роки досліджень максимальну біологічну ефективність забезпечує використання гумінового добрива Гуміфренд (46,7 %) та мікробного препарату Мікофренд за різних способів внесення (40,3-43,5 %) (рис. 4.5). За використання мікробного препарату Азотофіт біологічна ефективність щодо зниження ступеня розвитку альтернаріозу помідору була найменшою по досліді та становила 36,7 %.

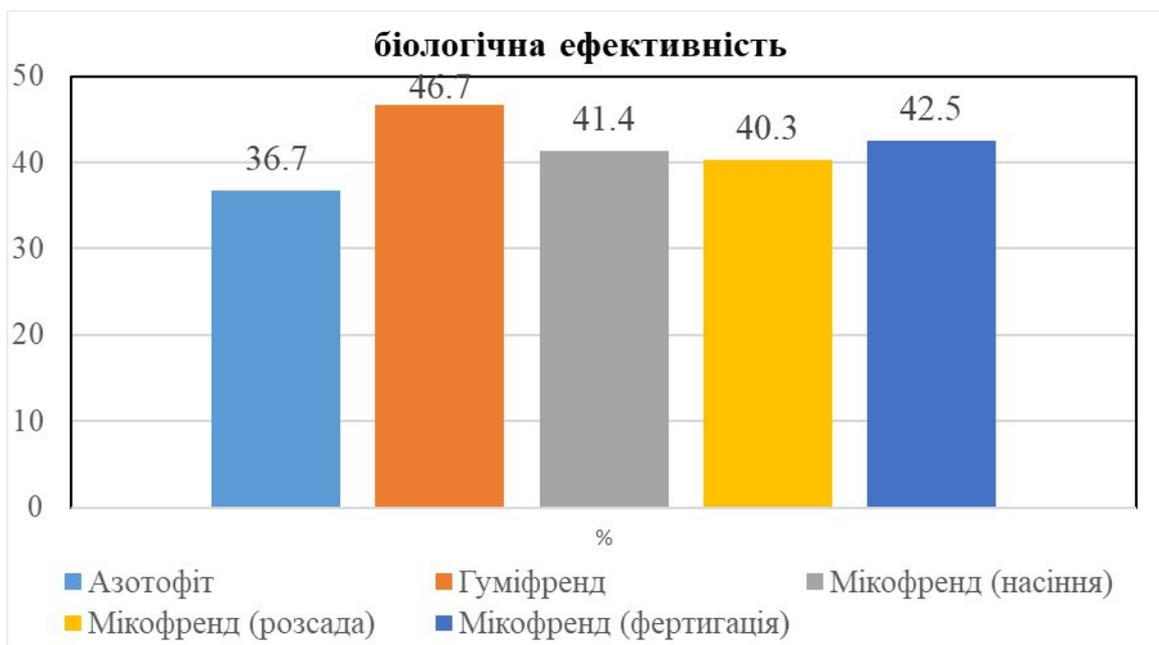


Рис. 4.5 Біологічна ефективність препаратів проти альтернаріозу помідору (середнє за 2023-2025 рр.)

Також нами було встановлено тісний кореляційний зв'язок між забезпеченістю орного шару ґрунту нітратним азотом на поширення та розвиток альтернаріозу на рослинах помідору (див. додаток Ж). Підвищений вміст нітратного азоту в ґрунті на початкових етапах розвитку рослин (фаза приживлення – фаза цвітіння) зумовлює зростання поширеності та ступеня розвитку хвороби (коливання коефіцієнту кореляції в залежності від фази обліку

хвороби становило $r = 0,58-0,82$). В той час підвищений вміст нітратного азоту в орному шарі ґрунту в більш пізні періоди росту рослин помідору (збирання врожаю) не зумовлюють негативну кореляційну залежність з поширенням та ступенем розвитку альтернаріозу помідору. Даний факт свідчить про важливість контролювання азотного живлення рослин помідору в початкові періоди росту рослин.

Також зазначено, що між біометричними параметрами рослин помідору та поширеністю й ступенем розвитку альтернаріозу існує від'ємна кореляційна залежність. Коефіцієнт кореляції коливається в межах $-0,71 \dots -0,94$ та свідчить про негативний вплив розвитку хвороби на формування генеративних та вегетативних органів рослин помідору.

Отже, використання мікробного препарату Мікофренд та гумінового добрива Гуміфренд забезпечує посилення стійкості рослин помідору щодо розвитку хвороб, зумовлюючи зниження поширеності та ступеня розвитку альтернаріозу, що в подальшому може позитивно впливати на рівень урожайності та якість насіння культури.

4.4 Урожайність насіння помідору та його якість за використання мікробних препаратів

Поєднання елементів біологічного землеробства з традиційними засобами інтенсивних технологій формує систему раціонального й збалансованого використання агротехнічних, агрохімічних і біологічних заходів. Така система функціонує у взаємозв'язку з інтегрованим захистом рослин та науково обґрунтованим чергуванням культур у сівозмінах [27].

В умовах біологізації аграрного виробництва та обмеженого застосування органічних добрив важливу роль в оптимізації живлення рослин відіграє використання мікробних препаратів, що містять азотфіксуючі, фосфор- і

каліймобілізуючі мікроорганізми. Їх застосування безпосередньо впливає на концентрацію доступних форм поживних елементів у ґрунтовому розчині та ризосферній зоні, сприяючи покращенню живлення рослин і підвищенню якості ґрунту [38].

Сучасні мікробіологічні препарати, створені на основі високоефективних штамів асоціативних мікроорганізмів, характеризуються екологічною безпечністю та відсутністю негативного впливу на довкілля і здоров'я людини. Їх використання не потребує значних енергетичних і матеріальних ресурсів, однак для кожної культури необхідно розробляти оптимальні схеми застосування з урахуванням біологічних особливостей рослин [29]. Застосування мікробних препаратів при вирощуванні помідору сприяє активізації ростових процесів, покращенню розвитку рослин та підвищенню врожайності плодів і насіння, хоча ефективність таких заходів потребує уточнення залежно від ґрунтово-кліматичних умов вирощування [30].

Результати проведених досліджень підтвердили позитивний вплив використання різних мікробних препаратів на урожайність насіння (табл. 4.8). У 2023 році найвищі показники врожайності було отримано за застосування біодобрива Гуміфренд, а також за обробки розсади перед висаджуванням і внесення мікоризоформуєчого препарату Мікофренд через фертигацію. Приріст урожайності насіння становив 8,67–11,4 кг/га, або 25,99–34,17 %, порівняно з контролем, де врожайність складала 33,36 кг/га. Використання препарату Азотофіт та передпосівна обробка насіння Мікофрендом також забезпечували достовірне підвищення врожайності, хоча отримані прирости були дещо нижчими – у межах 4,13–4,64 кг/га, або 12,39–13,91 %.

В 2024 році істотне підвищення урожайності насіння забезпечує тільки використання гумінового добрива Гуміфренд та обробка насіння Мікофрендом, зумовлюючи підвищення урожайності на 6,98-13,68 кг/га або на 10,6-20,9 %. Позитивна тенденція щодо зростання урожайності також відімається за впровадження комплексу внесення мікробного препарату Азотофіт, тоді як за

обробки розсади та внесення у фертигацію препарату Мікофренд зазначена негативна тенденція щодо урожайності насіння.

Таблиця 4.8

Урожайність насіння помідору залежно від використання мікробних препаратів та біодобрив (2023-2025 рр.)

Внесення препаратів	Урожай насіння, кг/га				Приріст	
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє	кг/га	%
1. Фон (локально перегній + зола)	33,36	65,6	34,14	44,37	-	-
2. Фон + Азотофіт	37,49	70,37	39,58	49,15	4,78	10,7
3. Фон + Гуміфренд	44,76	79,28	40,03	54,69	10,32	23,3
4. Фон + обробка насіння Мікофренд	38,0	72,58	41,07	50,55	6,18	13,9
5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд	42,03	64,9	40,62	49,18	4,81	10,8
6. Фон + внесення в першу фертигацію Мікофренд	43,96	61,47	39,46	48,30	3,93	8,8
НІР _{0,95}	4,01	6,32	3,88			

В 2025 році за всіма системами використання мікробних препаратів та біодобрив зазначено суттєве підвищення урожайності на 5,32-6,93 кг/га або на 15,6-20,3 %. Максимальний рівень урожайності насіння помідору відмічено за обробки насіння перед посівом мікробним препаратом Мікофренд (41,07 т/га).

В середньому за роки досліджень використання мікробного препарату Азотофіт (обробка насіння та позакореневі підживлення) та обробка коренів розсади перед висадкою препаратом Мікофренд зумовлювали збільшення урожайності насіння помідору в межах 4,78-4,81 кг/га або 10,7-10,8 %. За обробки насіння препаратом Мікофренд рівень урожайності насіння збільшувався на 6,18 кг/га або на 13,9 %. Максимальне зростання урожайності забезпечує комплексне використання гумінового добрива Гуміфренд, за обробки насіння та позакореневих підживлень добривом урожайність зростає на 10,32 кг/га або на 23,3 %.

Встановлено негативну кореляційну залежність середнього рівня між урожайністю насіння помідору та забезпеченістю орного шару ґрунту нітратним азотом в фазу приживлення ($r = -0,54$) та фазу цвітіння ($r = -0,65$). Негативна кореляція також зазначена і для взаємозв'язку між урожайністю насіння та поширеністю та розвитку альтернаріозу в різні періоди розвитку рослин помідору ($r = -0,78 \dots -0,98$). Особливо високий рівень взаємозв'язку характерний для урожайності насіння та поширеністю й ступенем розвитку хвороби в фазу бутонізації. Тобто, даний факт свідчить про важливість ретельного захисту рослин помідору в даний період росту та розвитку.

Також встановлено високий рівень позитивної кореляційної залежності урожайності насіння помідору від різних біометричних параметрів рослин: висоти ($r = 0,81$), кількості листків на головному стеблі ($r = 0,78$), кількості пагонів першого порядку ($r = 0,84$) та кількості китиць ($r = 0,91$).

Побудовано рівняння регресії залежності урожайності насіння помідору від біометричних показників рослин за використання мікробних препаратів та добрив (табл. 4.9). Враховуючи значення коефіцієнту детермінації, підвищена відповідність визначена для рівнянь регресії залежності урожайності насіння помідору від висоти рослин, кількості стебел першого порядку та кількості китиць на головному стеблі ($R^2 = 0,65-0,83$). Середня відповідність відмічена для рівняння регресії залежності урожайності насіння від кількості листків на головному стеблі ($R^2 = 0,61$). Розроблені рівняння регресії можна використовувати в плануванні потенційної урожайності насіння культури за обліку біометричних параметрів рослин.

Біологічні препарати здатні не лише поліпшувати ріст і розвиток рослин під час вегетації, але й позитивно впливати на посівні якості насіння, що визначають схожість, енергію проростання, однорідність сходів і потенційну врожайність культури. Зустрічається багато літературних джерел щодо позитивного впливу на посівні якості насіння безпосередньої обробки мікробними препаратами перед сівбою [31-33]. Але також деякі дослідники вказують на факт покращення посівних якостей насіння різних овочевих рослин за рахунок покращення умов живлення та посилення росту рослин за внесення мікробних препаратів різного

характеру функціональної дії [34, 35], а також за рахунок застосування гумінових добрив [36-38].

Таблиця 4.9

Рівняння регресії залежності урожайності насіння помідору від деяких біометричних параметрів рослин за використання мікробних препаратів

Показник (x)	Залежність урожайності насіння (кг/га) від біометричного показнику	Коефіцієнт детермінації (R ²)
Висота рослин, см	$y = 0,73 x - 13,48$	0,65
Кількість листків на головному стеблі, шт./росл.	$y = 3,33 x + 0,59$	0,61
Кількість стебел першого порядку, шт./росл.	$y = 9,57 x + 5,43$	0,70
Кількість китиць на головному стеблі, шт./росл.	$y = 10,13 x + 1,30$	0,83

В наших дослідженнях в середньому за три роки покращення умов живлення та посилення ростових процесів за рахунок використання біологічних препаратів та гумінового добрива не забезпечувало істотного впливу на посівні якості отриманого насіння помідору (табл. 4.10, додатки К.1, К.2).

Зазначено позитивну тенденцію підвищення енергії проростання насіння за використання препаратів Азотофіт та Мікофренд (окрім обробки насіння). При цьому енергія проростання зростає з 95,7 % за фонового варіанту до рівня 96,4-98,3 %. Позитивна тенденція підвищення лабораторної схожості також зазначена для всіх варіантів, окрім обробки насіння Мікофрендом, зумовлюючи підвищення параметру з 96,6 % за фонового внесення перегною й золи до рівня 97,2-98,8 %.

Максимальний позитивний вплив на посівні характеристики насіння помідору відмічено за обробки коренів розсади перед висадкою мікробним препаратом Мікофренд, зумовлюючи рівень енергії проростання 98,3 % та лабораторної схожості 98,3 %.

Таблиця 4.10

Вплив мікробних препаратів та біодобрих на посівні якості насіння помідору (середнє за 2023-2025 рр.)

Варіант	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
1. Фон (локально перегній + зола)	95,7	96,6
2. Фон + Азотофіт	96,5	97,9
3. Фон + Гуміфренд	95,9	97,2
4. Фон + обробка насіння Мікофренд	95,8	96,9
5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд	98,3	98,8
6. Фон + внесення в першу фертигацію Мікофренд	96,4	97,5
НІР _{0,95} за роками	8,11; 7,72; 8,31	8,42; 8,34; 8,55

Встановлено високу кореляційну залежність між посівними якостями насіння та забезпеченістю орного шару ґрунту рухомими сполуками фосфору в різні періоди росту рослин помідору ($r = 0,83-0,99$), що свідчить про позитивний вплив фосфорного живлення в покращенні посівних якостей (див. додаток Ж).

Також середня кореляційна залежність відмічена між кількістю листків на рослині та енергією проростання й лабораторною схожістю отриманого насіння ($r = 0,52$ та $0,69$ відповідно).

Проведені дослідження свідчать, що в умовах Лівобережного Лісостепу України збільшення врожайності насіння помідору в системах органічного землеробства забезпечується використанням гумінового добрива Гуміфренд – шляхом передпосівної обробки насіння (30 мл/кг) у комплексі з п'ятьма позакореневими підживленнями по 0,6 л/га – або застосуванням мікробного препарату Мікофренд для обробки насіннєвого матеріалу в дозі 30 мл/кг.

4.5 Економічна ефективність використання мікробних препаратів в технології вирощування насіння помідору

Мікроорганізми, що стимулюють ріст рослин, все частіше використовуються для сталого виробництва продуктів харчування, оскільки вони підвищують продуктивність сільськогосподарських культур, одночасно повністю або частково зменшуючи використання мінеральних добрив та синтетичних засобів захисту рослин. Кількість зареєстрованих біоресурсів, доступних на ринку, постійно зростає, але все ще обмежена для певних культур та конкретних цілей, що виправдовує дослідження, які включають більшу кількість культур та нові штами [39]. Але зі зростанням асортименту мікробних препаратів та біодобрив, способів їх застосування постає питання визначення економічної ефективності впровадження даних технологічних прийомів в технологічні схеми вирощування різних сільськогосподарських культур.

Економічна ефективність будь-якого технологічного заходу визначається на основі таких економічних показників як чистий прибуток, рентабельність, собівартість продукції. Основна мета економічного аналізу полягає у визначенні співвідношення між додатковими витратами та одержаними результатами у вигляді приросту врожайності, підвищення якості продукції або зниження виробничих витрат. Також важливим аспектом аналізу є врахування як прямих, так і непрямих економічних переваг, зокрема покращення якості продукції, зниження витрат на захист рослин, підвищення стійкості посівів до стресових чинників та стабілізація урожайності за несприятливих погодних умов. Також доцільно оцінювати економічну ефективність з урахуванням екологічної складової та довгострокового впливу технологічних елементів на родючість ґрунту.

Отже, аналіз економічної ефективності елементів технології вирощування сільськогосподарських культур повинен бути комплексним, об'єктивним і

базуватися на поєднанні агрономічних та економічних показників, що забезпечує науково обґрунтовані рекомендації для виробництва.

Аналізуючи економічні показники вирощування насіння помідору встановлено, що за використання різними способами мікробних препаратів та добрив зазначаються істотні відмінності за рівнем витрат на вирощування (табл. 4.11, додатки Л.1-Л.4). Високі витрати на вирощування відмічено за системи внесення добрива Гуміфренд; при цьому рівень витрат становить 97,24 тис. грн./га в порівнянні з фоновим застосуванням перегною та золи, де рівень витрат становив 86,39 тис. грн./га. Слід відзначити, що основні додаткові витрати за даної системи оптимізації живлення зумовлені витратами на збирання додаткового врожаю та доробку насіння.

Таблиця 4.11

Економічна ефективність використання мікробних препаратів та біодобрив за вирощування помідору насіннєві цілі (середнє за 2023-2025 рр.).

Способи підготовки насіння	Економічні показники				
	Урожайність насіння, кг/га	Витрати на вирощування тис. грн/га	Прибуток, тис. грн./га	Рентабельність виробництва, %	Повна собівартість продукції, грн./кг
1. Фон (локально перегній + зола)	44,37	86,39	46,72	54,1	1947,11
2. Фон + Азотофіт	49,15	91,40	56,05	61,3	1859,61
3. Фон + Гуміфренд	54,69	97,24	66,83	68,7	1778,11
4. Фон + обробка насіння Мікофренд	50,55	91,69	59,96	65,4	1813,82
5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд	49,18	92,43	55,11	59,6	1879,43
6. Фон + внесення в першу фертигацію Мікофренд	48,30	89,83	55,07	61,3	1859,74

Також відзначається певне підвищення рівня витрат на вирощування за використання мікробного препарату Мікофренд для обробки розсади (92,43 тис.

грн./га), так як дана технологічна операція є доволі витратною за обсягами додаткової праці.

Встановлено, що рівень додаткового прибутку значно перевищує додаткові витрати. Використання різних мікробних препаратів та біодобрих забезпечує отримання додаткового прибутку на рівні 8,35-20,11 тис. грн./га. Високий рівень прибутку відімчено за використання Гуміфренду (66,83 тис. грн./га), а також за обробки насіння Мікофрендом (59,96 тис. грн./га).

Дані системи оптимізації живлення забезпечують максимальні рівні рентабельності вирощування насіння помідору. Так, за використання Гуміфренду рентабельність складала 68,7 %, за обробки насіння препаратом Мікофренд – 65,4 %, тоді як за іншими системами оптимізації живлення даний показник коливався в межах 59,6-61,3 %.

Відповідно до змін рентабельності вирощування насіння помідору змінювався також й рівень собівартості продукції. Зазначено значне зниження собівартості продукції за використання добрива Гуміфренд (1778,11 грн/кг) та обробки насіння препаратом Мікофренд (1813,82 грн/кг) за значення собівартості за фонового використання добрив на рівні 1947,11 грн./кг.

Отже, за вирощування помідору на насінневі цілі в зрошуваних умовах Лівобережного Лісостепу України ефективним в економічному аспекті виявилися використання гумінового добрива Гуміфренд (обробка насіння з нормою 30 мл/кг та позакореневі підживлення з нормою 0,6 л/га в 5 строків: перше через 12-14 днів після висадки розсади, наступні – з інтервалами 14-15 днів) та обробка насіння мікробним препаратом Мікофренд, що забезпечували отримання додаткового прибутку на рівні 13,24-20,11 тис. грн./га, рентабельності в межах 65,4-68,7 % за собівартості продукції на рівні 1813,82-1947,11 грн/кг.

Висновки до розділу 4

1. Застосування мікробних препаратів, окрім Азотофіту, зумовлюють зниження вмісту нітратного азоту в орному шарі ґрунту як в фазу приживлення розсади, так і в фазу цвітіння, що пояснюється більш активним використанням сполук азоту рослинами за їх обробки різними препаратами, тоді як за використання Азотофіту відбувається додаткова азотфіксація за рахунок наявності бактерій роду *Azotobacter*.

Використання препарату Мікофренд для обробки розсади та внесення через фертигацію забезпечує позитивну дію на підвищення вмісту в орному шарі ґрунту рухомих сполук фосфору (198-218 мг/кг). Також зазначається істотне підвищення вмісту рухомих фосфатів в орному шарі за використання мікробного препарату Азотофіт (199-213 мг/кг).

Суттєве підвищення в орному шарі ґрунту вмісту обмінного калію забезпечує тільки внесення препарату Мікофренд способом фертигації (97-119 мг/кг).

2. Зазначено позитивний вплив мікробного препарату Азотофіт на підвищення висоти рослин, кількості листків на головному стеблі та кількості стебел першого порядку (на 11,0-18,3 % відносно фону), біодобрива Гуміфренд – на всі біометричні параметри рослин (на 11,0-19,0 % відносно фону), обробка розсади Мікофрендом – на кількості листків та китиць на головному стеблі (на 15,2 та 11,0 % відповідно), обробка насіння Мікофренд – на кількості стебел першого порядку, кількість листків та китиць на головному стеблі (на 11,4-16,6 %).

3. Використання мікробного препарату Мікофренд та гумінового добрива Гуміфренд забезпечує підвищення стійкості рослин помідору щодо розвитку хвороб, зумовлюючи зниження поширеності й ступеня розвитку альтернаріозу (*Alternaria solani*).

Максимальну рівень біологічної ефективності щодо розвитку альтернаріозу зазначено за внесення гумінового добрива Гуміфренд (46,7 %) та мікробного

препарату Мікофренд за різних способів застосування (40,3-43,5 %). За використання мікробного препарату Азотофіт біологічна ефективність була найменшою по досліді (36,7 %).

4. Використання Азотофіту (обробка насіння та позакореневі підживлення) та обробка коренів розсади препаратом Мікофренд зумовлювали збільшення урожайності насіння помідору в межах 4,78-4,81 кг/га або 10,7-10,8 %. За обробки насіння препаратом Мікофренд рівень урожайності насіння збільшувався на 6,18 кг/га або на 13,9 %. Максимальне зростання урожайності забезпечує комплексне використання гумінового добрива Гуміфренд, за обробки насіння та позакореневих підживлень яким урожайність зростає на 10,32 кг/га або на 23,3 %.

Встановлено негативну кореляційну залежність між урожайністю насіння помідору та забезпеченістю орного шару ґрунту нітратним азотом ($r = -0,54 \dots -0,65$), поширеністю та розвитку альтернаріозу в різні періоди розвитку рослин помідору ($r = -0,78 \dots -0,98$). Особливо високий рівень взаємозв'язку характерний для розвитку хвороби в фазу бутонізації, що свідчать про важливість ретельного захисту рослин помідору в даний період.

Визначено високий рівень позитивної кореляційної залежності між урожайністю насіння та біометричними параметрами рослин: висоти ($r = 0,81$), кількості листків на головному стеблі ($r = 0,78$), кількості пагонів першого порядку ($r = 0,84$) та кількості китиць ($r = 0,91$).

5. Максимальний позитивний вплив на посівні якості насіння помідору забезпечувала обробка коренів розсади препаратом Мікофренд, зумовлюючи енергію проростання отриманого насіння на рівні 98,3 % та лабораторної схожості – на рівні 98,3 %.

Відмічено високу кореляційну залежність між посівними якістьми насіння та забезпеченістю орного шару ґрунту рухомими сполуками фосфору в різні періоди росту рослин помідору ($r = 0,83-0,99$), що свідчить про позитивний вплив фосфорного живлення в покращенні посівних якостей. Зазначено середню кореляційну залежність між кількістю листків на рослині та енергією проростання й лабораторною схожістю отриманого насіння ($r = 0,52$ та $0,69$ відповідно).

6. В умовах Лівобережного Лісостепу України за вирощування помідору на насінневі цілі економічно вигідним є використання гумінового добрив Гуміфренд (обробка насіння з нормою 30 мл/кг та позакореневі підживлення з нормою 0,6 л/га в 5 строків: перше через 12-14 днів після висадки розсади, наступні – з інтервалами 14-15 днів) та обробка насіння мікробним препаратом Мікофренд, що забезпечує додатковий прибуток на рівні 13,24-20,11 тис. грн./га, рентабельність в межах 65,4-68,7 % за собівартості продукції на рівні 1813,82-1947,11 грн/кг.

Результати досліджень, наведені у даному розділі, опубліковані у наукових працях [40-43].

Список використаних джерел до розділу 4

1. Setiawati M.R. et al. The effect of beneficial microorganism as biofertilizer application in hydroponic-grown tomato. *Sains Tanah Journal of Soil Science and Agroclimatology*. 2023. 20(1). P. 66-77. <https://dx.doi.org/10.20961/stjssa.v20i1.63877>
2. Ogugua U.V. et al. Meta-analysis of biofertilizer effects of *Bacillus* species on tomato yield. *Sci Rep*. 2025. 15. 34007. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-12711-2>
3. Hernández-Amador E., Montesdeoca-Flores D.T., Abreu-Acosta N., Luis-Jorge J.C. Effects of Rhizobacteria Strains on Plant Growth Promotion in Tomatoes (*Solanum lycopersicum*). *Plants*. 2024. 13(23). 3280. <https://doi.org/10.3390/plants13233280>
4. Xiaotong S. et al. Microalgae-based biofertilizers improve fertility and microbial community structures in the soil of potted tomato. *Frontiers in Plant Science*. 2024. 15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1461945>
5. Gashash E.A. et al. Effects of Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Cyanobacteria on Botanical Characteristics of Tomato (*Solanum lycopersicon* L.) Plants. *Plants*. 2022. 11. 2732. <https://doi.org/10.3390/plants11202732>
6. Qiao J.-Q. et al. Stimulation of plant growth and biocontrol by *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* FZB42 engineered for improved action. *Chem. Biol. Technol. Agric*. 2014. 1. 12. <https://doi.org/10.1186/s40538-014-0012-2>
7. Thulasi B. B. et al. Efficacy of endophytic bacteria on plant growth promotion and control of *Fusarium* wilt in tomato. *Journal of Research ANGRAU*. 2023. 51(2). P. 43-55. <https://doi.org/10.58537/jorangrau.2023.51.2.05>
8. Ünlü E. et al. Characterization of multi-trait plant growth-promoting rhizobacteria isolated from alfalfa rhizosphere and evaluation of their efficacy on tomato and watermelon growth. *Discover Agriculture*. 2024. 2. 117. <https://doi.org/10.1007/s44279-024-00125-z>
9. Akter A. et al. Influence of Beneficial Bacterial Inoculation on Nitrogen Concentration and Tomato Seedling Growth Under Glasshouse Conditions. *Sains Malaysiana*. 2023. 52(4). P. 1069-1085. <http://doi.org/10.17576/jsm-2023-5204-04>

10. He L. et al. Effects of microbial inoculants on soil microbial communities and enhancement of tomato yield. *J Microbiol Methods*. 2025. 237. 107203. <http://doi.org/10.1016/j.mimet.2025.107203>.
11. Гуменний Д.В. та ін. Моніторинг основних хвороб помідора (*Solanum lycopersicum* L.) та методи мікробіологічного контролю фітопатогенів. *Агроекологічний журнал*. 2024. 2. С. 143-154. <http://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2024.305673>
12. Havryliuk L., Beznosko I., Humennyi D., Gentosh D., Bashta O. Review of the main diseases of *Solanum lycopersicum* and methods of chemical control of pathogens. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2024. 28(4). P. 32-40. <http://doi.org/10.56407/bs.agrarian/4.2024.xx>
13. Jiang N. et al. Function identification of miR482b, a negative regulator during tomato resistance to *Phytophthora infestans*. *Horticulture Research*. 2018. 5. P. 2–11. <http://doi.org/10.1038/s41438-018-0017-2>
14. Matić S., Tabone G., Garibaldi A. Gullino M. *Alternaria* leaf spot caused by *Alternaria* species: an emerging problem on ornamental plants in Italy. *Plant Disease*. 2020. 104. P. 2275–2287. <http://doi.org/10.1094/PDIS-02-20-0399-RE>
15. Mohamed A.A. et al. *Ecofriendly bioagents, Parthenocissus quinquefolia, and Plectranthus neochilus* extracts to control the early blight pathogen (*Alternaria solani*) in tomato. *Agronomy*. 2021. 11(5). P. 911. <http://doi.org/10.3390/agronomy11050911>
16. Ahmad F. et al. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiol. Res*. 2008. 163. 2. P. 173-181. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2006.04.001>
17. Compant S. et al. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo- and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. *Soil Biol. Biochem*. 2010. 42. 5. P. 669-678. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.11.024>

18. Choudhary D.K. et al. Interactions of *Bacillus* spp. And plants—with special reference to induced systemic resistance (ISR). *Microbiological Research*. 2009. 164. 5. P. 493-513. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2008.08.007>
19. Beneduzi A. et al. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): their potential as antagonists and biocontrol agents. *Genet. Mol. Biol.* 2012. 35(4). P. 1044-1051. <https://doi.org/10.1590/s1415-47572012000600020>.
20. Baffoni L. et al. Microbial inoculants for the biocontrol of *Fusarium* spp. In durum wheat. *BMC Microbiol.* 2015. 15. 242. <https://doi.org/10.1186/s12866-015-0573-7>.
21. Борзих О.І., Сергієнко В.Г., Ткаленко В.М., Шита О.В. Вплив гумінових препаратів на ефективність захисту овочевих культур від хвороб. *Фітосанітарна безпека*. 2023. 69. P. 3-16. <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.3-16>
22. Плис Я.В. Вплив гумінових препаратів на продуктивність овочевих культур. *Збірник матеріалів V Науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів*. (Слов'янськ, 19 листопада 2020 року). С. 47-49.
23. Naifeng N. et al. Effects of different activation processes of humic acids on the growth of oilseed rape. *AIP Conference Proceedings*. 2019. 2110. 020021. <https://doi.org/10.1063/1.5110815>
24. Борзих О.І., Сергієнко В.Г., Шита О.В. Підвищення ефективності та безпечності агротехнологій за використання гумінових препаратів. *Вісник аграрної науки*. 2022. 12 (837). С. 12-20. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202211-02>
25. Zhilkibayev O.T. et al. The Coal Humic Product EldORost Shows Fertilizing and Growth Stimulating Properties on Diverse Agricultural Crops. *Agronomy*. 2022. 12 (12). 3012. <https://doi.org/10.3390/agronomy12123012>
26. Dzendzel A.Yu., Martsinyshyn Yu.D., Pyda S.V. Efficiency of using organic-mineral fertilizers in the growing of edible tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Series: Biology*. 2020. 3-4 (80). P. 115-126. <https://doi.org/10.25128/2078-2357.20.3-4.15>
27. Найдьонова О. Біопрепарати та родючість. Мікробіологічні препарати здатні підвищити ефективність органічного землеробства, необхідно лише

правильно їх підібрати для конкретної культури. *The Ukrainian FARMER: партнер сучасного фермера*. 2013. 10. С. 34–36.

28. Ткаленко Г. Біологічні препарати в захисті рослин. Сучасні агротехнології із застосування біопрепаратів та регуляторів росту. *Пропозиція*. 2015. С. 2–15.

29. Silva T.D. et al. Microbial Inoculation Strategies for Optimal Cherry Tomato Production. *Physiol Plant*. 2025 Nov-Dec;177(6):e70655. <http://doi.org/10.1111/ppl.70655>.

30. Garcia J.A.L. et al. Effect of inoculation of *Bacillus licheniformis* on tomato and pepper. *Agronomie*. 2004. 24. P. 169–176.

31. Metwally R.A., Abdelhameed R.E., Soliman S.A., Al-Badwy A.H. Potential use of beneficial fungal microorganisms and C-phycocyanin extract for enhancing seed germination, seedling growth and biochemical traits of *Solanum lycopersicum* L. *BMC Microbiol*. 2022. 22(1). 108. <http://doi.org/10.1186/s12866-022-02509-x>.

32. Galelli M.E. et al. The Effects of Seed Inoculation with Bacterial Biofilm on the Growth and Elemental Composition of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Cultivated on a Zinc-Contaminated Substrate. *Microorganisms*. 2024. 12. 2237. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12112237>

33. Маргітай Л. Вплив регуляторів росту на проростання насіння і ріст проростків рослин томату. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2025. 58. P. 121–128. <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2025.58.16>

34. Sobarzo-Bernal O. et al. Biostimulant Effects of Cerium on Seed Germination and Initial Growth of Tomato Seedlings. *Agronomy*. 2021. 11. 1525. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081525>

35. Pei B. et al. Effects of Biofertilizer on Yield and Quality of Crops and Properties of Soil Under Field Conditions in China: A Meta-Analysis. *Agriculture*. 2025. 15. 1066. <https://doi.org/10.3390/agriculture15101066>

36. Qin K., Leskovar D.I. Humic Substances Improve Vegetable Seedling Quality and Post-Transplant Yield Performance under Stress Conditions. *Agriculture*. 2020. 10. 254. <https://doi.org/10.3390/agriculture10070254>

37. Galambos N. et al. Humic Acid Enhances the Growth of Tomato Promoted by Endophytic Bacterial Strains Through the Activation of Hormone-, Growth-, and Transcription-Related Processes. *Front Plant Sci.* 2020. 16. 11. 582267. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.582267>.

38. Himatkhwah R., Salihi M. S., Faizi M., Afghan M. K. Impacts of Humic Acid on Growth, Yield, and Quality of Tomato: A Review. *Journal of Natural Science Review.* 2025. 3(3). P. 81–95. <https://doi.org/10.62810/jnsr.v3i3.215>

39. Ivezić A. et al. Biological Control Agents in Greenhouse Tomato Production (*Solanum lycopersicum* L.): Possibilities, Challenges and Policy Insights for Western Balkan Region. *Horticulturae.* 2025. 11. 2. P. 155. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11020155>

40. Chernenko, D., Shapko, M., Molchanov, Y., Kuts, O., Bolokhovskiy, V. Effectiveness of using biopreparations with associative nitrogen-fixing microorganisms in vegetable growing. *Овочівництво і баштанництво.* 2025. (77). P. 82-92. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2025-77-82-92>

41. Chernenko D.S., Shapko M.O., Semenenko S.V., Desyaternyk A.O., Yakovenko V.O., Kuts O.V., Bolokhovskiy V.V. Efficiency of using humin fertilizers in vegetable growing. *Vegetable and Melon Growing.* 2025. P. 72-83.

42. Куц О.В., Гурін М.В., Шапко М.О. Вплив мікробних препаратів на біометричні параметри рослин помідору. *Інновації у сучасному агропромисловому виробництві: збірник матеріалів міжнар. наук.-практ. конф.* (Одеса, 21–22 вересня 2023 р.). 2023. С. 92-94.

43. Куц О.В., Гурін М.В., Шапко М.О. Вплив мікробних препаратів на урожай насіння рослин помідора. *Інноваційні розробки молоді в сучасному овочівництві: матеріали V міжнародної науково-практичної конференції* (10 жовтня 2024 р., сел. Селекційне Харківської обл.) / Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2024. С. 59-62.

РОЗДІЛ 5

АЛЬТЕРНАТИВНІ ПІДХОДИ ПІДВИЩЕННЯ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОМІДОР

5.1 Вплив регуляторів росту на посівні якості насіння помідору

На сьогодні уже відомо, що обробка насіння регуляторами росту зумовлює активізацію фізіолого-біохімічних процесів у насінні і проростках. Ці процеси на ранніх стадіях розвитку рослини, в період найбільшої пластичності та чутливості, суттєво впливають і на проходження подальших стадій розвитку рослини.

Окрім природних фітогормонів (ауксини, гібереліни, цитокініни тощо) активно використовуються їх синтетичні аналоги, які можуть трансформувати та прискорювати процеси проростання насіння, впливаючи на процеси активації сплячих станів, розтягнення тканин та розвиток кореневої системи на початкових етапах розвитку рослин.

Вплив таких препаратів на насіння помідору досліджено в деяких наукових роботах, що підтверджують їх здатність покращувати посівні показники та сприяти подальшому розвитку рослин. За даними українських дослідників визначено позитивний вплив використання біостимуляторів росту українського виробництва (зокрема Біолан, Стимпо, Аlostим, Регоплант, Гумат калію), які зумовлювали збільшення довжини коренів та гіпокотилія, підвищення енергії проростання і відсотка схожості насіння помідору порівняно з контролем. Так, за використання Аlostиму у концентрації 0,001 % енергія проростання збільшувалась на 12 %, а коренева система виявляла значно активніший ріст, що забезпечує створення більш сприятливих передумов для дружніх сходів і адаптації до стресових умов (посухи чи обмеження поживних речовин) у подальший період вегетації [1].

Міжнародні дослідження також підтверджують відповідну тенденцію. Так, аналіз впливу гіберелінів – одного з класичних регуляторів росту – показав, що застосування гіберелової кислоти може підвищувати схожість насіння й

прискорювати початкову фазу росту помідору за рахунок стимуляції ферментативної активності та прискорення метаболічних процесів у зародку, що позитивно впливає на швидкість проростання [2, 3].

У загальному огляді механізмів впливу фітогормонів описано, як баланс між гіберелінами та абсцизовою кислотою визначає стан спокою й активне проростання насіння, а зміна цього балансу під дією регуляторів може модулювати час і інтенсивність проростання. Цей гормональний контроль є фундаментальною біологічною основою, яка пояснює механізми дії регуляторів росту за передпосівної обробки насіння [4].

Останні десятиліття проводиться пошук нових видів речовин, що володіють ріст стимулюючої дією. Визначено, що високий стимулюючий ефект можуть проявляти препарати на основі амінокислот, хітозану, екстрактів морських водоростей і гумінових сполук [5]. Так, наприклад, екстракти морських водоростей виступають джерелами цінних біологічно активних речовин – білків, ліпідів, полісахаридів, фітогормонів, амінокислот і протимікробних компонентів, що зумовлюють їх стимулюючу дію [6]. Ефективність застосування екстрактів водоростей доведена в дослідженнях з бобовими овочевими рослинами, зумовлюючи підвищення життєздатності насіння та збільшення нагромадження проліну в листках за умов посухи [7]; а також діяли на співвідношення «пагін : корінь» [8].

Тому на початковому етапі дослідницького експерименту було проведено лабораторні дослідження з визначення впливу регуляторів росту рослин, поставлених на дослідження, на енергію проростання та лабораторну схожість насіння помідору.

Встановлено, що в середньому за роки досліджень регулятори росту зумовлюють тільки позитивну тенденцію щодо зростання енергії проростання насіння помідору (табл. 5.1, додаток М.1). З використання препаратів даний показник коливався на рівні 95,8-96,6 %, тоді як на контролі його значення становило 94,2 %.

Таблиця 5.1

Зміни посівних якостей насіння помідору після обробки регуляторами росту (середнє за 2023-2025 рр.)

Регулятори росту	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
1. Вода (контроль)	94,2	97,4
2. Аміноплацентин	96,1	98,4
3. Липоплацентин	96,6	98,3
4. Кріоплацентин	95,8	98,0
5. ПЕО-1000	96,2	98,5
6. <i>Coelastrella thermophila</i> var. <i>globulina</i>	94,8	98,3
НІР _{0,95}	8,95	9,24

Подібна тенденція зберігається і за впливом регуляторів росту на лабораторну схожість насіння помідору (табл. 5.1, додаток М.2). За використання регуляторів росту рослин лабораторна схожість насіння зростає з 97,4 % за обробки водою до рівня 98,0-98,5 % за їх застосування, що свідчить про слабку дію досліджуваних препаратів на посівні якості насіння.

Слід відмітити, що наші результати дещо відрізняються від результатів досліджень інших вчених. Так, в нашій роботі не було виявлено позитивної дії екстрактів мікроводоростей на посівні якості насіння помідору, тоді як даний ефект відмічено в дослідженнях з технічними [9, 10], кормовими [11], зерновими [12, 13] культурами, редькою [14] та салатом [15].

Мікроводорості містять значну кількість біологічно активних сполук – фітогормонів (ауксинів, цитокінінів, гіберелінів), амінокислот, полісахаридів, вітамінів та мікроелементів – що можуть позитивно впливати на проростання насіння, енергію проростання та індекси схожості. Екстракти мікроводоростей розглядаються як ефективний природний спосіб передпосівної обробки насіння, спрямований на покращення фізіологічного потенціалу насіння та його стійкості

до стресових умов. За даними Hernández-Herrera R.M. et al. [16] обробка насіння помідору екстрактами водоростей *Ulva lactuca* та *Padina gymnospora* у невисоких концентраціях (0,2%) зумовлювало підвищення схожості насіння, зростання швидкості проростання, що пов'язане з меншим середнім часом проростання, високим індексом проростання та енергією проростання, а отже, більшою енергією проростання та більшою довжиною плодоніжки та корінців.

5.2 Вплив регуляторів росту на біометричні параметри рослин помідору

Стимулювальний ефект обробки насіння водними розчинами можна пояснити активацією комплексу біологічних процесів, що відбуваються на початкових етапах зволоження насіння. За такого технологічного прийому активізується діяльність гідролітичних ферментів, зокрема α -амілази, а також антиоксидантних ферментних систем – супероксиддисмутази, каталази та пероксидази. Одночасно посилюється експресія білків, залучених до реакцій на водний і тепловий стреси, та відбувається мобілізація запасних вуглеводів в ендоспермі насіння. Сукупність зазначених процесів сприяє порушенню стану фізіологічного спокою насіння, що зумовлює прискорення проростання та підвищення його схожості [17].

Очікується, що біологічно активні сполуки, зокрема амінокислоти, які містяться в досліджуваних розчинах плаценти тварин, можуть виконувати функції регуляторів процесів проростання та початкового росту рослин. Так, передпосівна обробка насіння салату (*Lactuca sativa* L.) проліном забезпечувала підтримання нормальної фотосинтетичної активності та ефективного поглинання елементів живлення розсадою в умовах кадмієвого стресу [18].

Інші амінокислоти також здатні змінювати процеси проростання і росту рослин. Зокрема, триптофан, який виконує роль сигнальної молекули, активізує низку фізіологічних реакцій у рослинному організмі. Обробка насіння соняшнику

(*Helianthus annuus* L.) триптофаном зменшувала інтенсивність перекисного окиснення ліпідів і сприяла збільшенню довжини коренів і пагонів, їх біомаси, схожості насіння, середньої площі листової поверхні та інших морфофізіологічних показників [19].

Обробка насіння перцю (*Capsicum annuum* L.) аргініном – попередником біосинтезу поліамінів і оксиду азоту в рослинах – призводила до підвищення швидкості проростання та стимулювала розвиток кореневої системи на ранніх етапах онтогенезу [20]. Крім того, аспарагінова кислота, глутамін, лізин, метіонін, фенілаланін і тирозин також здатні чинити стимулювальний вплив на процеси проростання насіння [21].

За результатами наших досліджень відмічено позитивну дію регуляторів росту на біометричні параметри рослин помідору (табл. 5.2-5.5).

Так, в умовах 2023 року за обробки насіння ліпідною та ліофільною фракціями плаценти, препаратами ПЕО-1000 та BG-11 посилюється ріст рослин помідору (табл. 5.2). При цьому зазначається істотне підвищення висоти рослин на 7,5-1-0,0 см або на 10,8-14,4 % відносно контролю.

В 2024 році всі регулятори росту, що було використано в дослідженнях, забезпечували істотне підвищення висоти рослин помідору в межах 10,6-21,3 %.

В умовах 2025 року істотне зростання висоти рослин помідору забезпечувало використання всіх регуляторів росту, окрім препарату Липоплацентин. Висота рослин коливалася в межах 98,8-101,5 см за значення на контролі 88,5 см.

В середньому за роки досліджень всі регулятори росту, які були використані в дослідженнях, забезпечували істотне підвищення висоти рослин помідору в межах 9,7-15,9 %. Максимальний ефект досягнуто за використання для обробки насіння екстракту *Coelastrella thermophila* var. *globulina*.

Таблиця 5.2

Вплив регуляторів росту на висоту рослин помідора (2023-2024 рр.)

Внесення препаратів	Висота рослин, см			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Вода (контроль)	69,3	86,0	88,5	81,3
2. Аміноплацентин	68,5	98,3	100,7	89,2
3. Липоплацентин	77,6	103,0	93,9	91,5
4. Кріоплацентин	78,3	95,1	98,8	90,7
5. ПЕО-1000	79,3	96,9	99,4	91,9
6. <i>Coelastrella thermophila</i> var. <i>globulina</i>	76,8	104,3	101,5	94,2
НІР _{0,95}	6,14	7,22	7,65	

Застосування зазначених препаратів сприяло істотному збільшенню кількості листків на головному стеблі рослин. У 2023 році приріст становив 1,3–2,0 листка на рослину, що відповідало підвищенню на 9,7–14,9 %. У 2024 році цей показник коливався в межах 1,5–2,1 листка на рослину, або 10,9–15,2 % (табл. 5.3). У 2025 році використання регуляторів росту, за винятком екстракту *Coelastrella thermophila* var. *globulina* та препарату ПЕО-1000, також забезпечувало достовірне збільшення кількості листків на головному стеблі — на 1,5–2,0 листка на рослину, або на 10,4–13,29 %. У середньому за роки проведення досліджень позитивний вплив на цей показник відзначено майже для всіх досліджуваних препаратів, окрім екстракту *Coelastrella thermophila* var. *globulina*, а загальний приріст становив 9,4–12,2 %.

Регулятори росту також позитивно впливали на формування стебел першого порядку (табл. 5.4). Встановлено, що збільшення кількості листків на головному стеблі супроводжується зростанням кількості міжвузлів, що, своєю чергою, сприяє формуванню більшої кількості стебел першого порядку. У 2023 році всі препарати, використані в досліді, забезпечили достовірне підвищення цього показника. Кількість стебел першого порядку зросла на 0,7–1,6 шт./рослину, що відповідало приросту на 20,6–47,1 % порівняно з контролем.

Таблиця 5.3

Вплив регуляторів росту на кількість листків на головному стеблі помідора (2023-2024 рр.)

Внесення препаратів	Кількість листків на головному стеблі, шт.			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Вода (контроль)	13,4	13,8	14,4	13,9
2. Аміноплацентин	13,5	15,7	16,4	15,2
3. Липоплацентин	15,1	15,8	15,9	15,6
4. Кріоплацентин	15,0	15,3	16,2	15,5
5. ПЕО-1000	15,4	15,9	15,4	15,6
6. <i>Coelastrella thermophila</i> var. <i>globulina</i>	14,7	15,8	14,9	15,1
НІР _{0,95}	1,22	1,35	1,28	

Таблиця 5.4

Вплив регуляторів росту на кількість стебел першого порядку помідора (2023-2024 рр.)

Внесення препаратів	Кількість стебел 1-го порядку, шт.			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Вода (контроль)	3,40	4,00	4,17	3,86
2. Аміноплацентин	4,50	4,50	4,50	4,50
3. Липоплацентин	5,00	4,92	4,97	4,96
4. Кріоплацентин	4,80	4,17	4,50	4,49
5. ПЕО-1000	4,10	4,92	4,77	4,60
6. <i>Coelastrella thermophila</i> var. <i>globulina</i>	4,40	4,67	5,00	4,69
НІР _{0,95}	0,43	0,44	0,48	

В 2024 році кількості стебел першого порядку істотно зростала за використання всіх препаратів, окрім внесення Кріоплацентин, в межах 12,5-

23,0 %. Високі значення даного біометричного показнику зазначено за використання препаратів Липоплацентин та ПЕО-1000 (4,92 шт./рослину).

В умовах 2025 року істотне збільшення кількості стебел першого порядку відзначено за використання регуляторів росту Липоплацентин, ПЕО-1000 та екстракту *Coelastrella thermophila* var. *Globulina*, зумовлюючи підвищення показнику на 0,6-0,83 шт./рослину або на 14,4-19,9%.

В середньому за роки досліджень за використання регуляторів росту відмічається збільшення кількості стебел першого порядку відносно контролю на 0,64-1,1 шт./рослину або на 16,6-28,5 %. Максимальний вплив на даний параметр забезпечує застосування Липоплацентину та *Coelastrella thermophila* var. *globulina* (4,69-4,96 шт./рослину).

Регулятори росту забезпечують формування на головному стеблі рослин помідору істотно більшої кількості китиць (табл. 5.5). Так, в 2023 році даний показник зростав відносно контролю на 17,7-26,7 %, в 2024 році – на 14,5-22,5 %, в 2025 році – на 10,8-23,9 %.

Таблиця 5.5

Вплив регуляторів росту на кількість китиць на головному стеблі помідора (2023-2024 рр.)

Внесення препаратів	Кількість китиць на головному стеблі, шт.			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Вода (контроль)	4,50	4,08	4,27	4,28
2. Аміноплацентин	5,30	4,67	5,03	5,00
3. Липоплацентин	5,40	5,00	5,27	5,22
4. Кріоплацентин	5,40	4,83	4,97	5,07
5. ПЕО-1000	5,70	4,75	4,77	5,07
6. <i>Coelastrella thermophila</i> var. <i>globulina</i>	5,30	4,83	4,73	4,95
НІР _{0,95}	0,51	0,48	0,46	

В середньому за роки досліджень за використання регуляторів росту підвищується також кількість китиць на головному стеблі з 4,28 шт./рослину до

рівня 4,95-5,22 шт./рослину. Максимальне значення даного параметру забезпечує використання Липоплацентину (перевищення відносно контролю становить 22,0 %).

Отже, за результатами досліджень відмічено позитивний вплив на ростові процеси рослин помідору обробок насіння препаратами Аміноплацентин, Липоплацентин, Кріоплацентин, ПЕО-1000. Зазначається зростання біометричних параметрів рослин (висота рослин, кількість листків та китиць на головному стеблі, кількість пагонів першого порядку).

5.3 Вплив регуляторів росту на урожайність насіння помідору

Стимуляція ростових процесів сільськогосподарських рослин є однією з основних задач підвищення їх продуктивності або поліпшення якісних параметрів продукції. Стимуляцію проводять на всіх етапах росту та розвитку рослин, але максимальний ефект досягається в ювенільний період [22].

Перелік речовин стимуляторів росту є доволі великий і постійно зростає. До них відносяться різноманітні речовини синтетичного та природного походження, продукти життєдіяльності мікроорганізмів, які використовуються як для обробки насіння, так і для обробки вегетуючих рослин, покращуючи ефективність використання поживних речовин або стійкість до абіотичного стресу, незалежно від забезпеченості рослин елементами живлення [23, 24].

Ефективність стимуляторів росту залежить від багатьох факторів і часто максимально проявляється тільки в вузьких межах певних параметрів зовнішнього середовища (грунт, вологість, тепло, стан рослин тощо) [25]. Ефективним виявляється також використання нових препаратів, що отримують з водоростей або плаценти тварин, ефективність яких майже не досліджена.

За результатами наших досліджень визначено, що регулятори росту позитивно впливають на урожайність насіння помідору (рис. 5.1, табл. 5.6). В 2023 році за рахунок підвищення біометричних параметрів рослин істотне

зростання урожайності відмічено за обробки насіння ліпідною фракцією плаценти (Липоплацентином), ліофільним екстрактом плаценти (Кріоплацентином) та ПЕО-1000 (0,25%) з нормою 0,5 мл/3 г насіння. Встановлено прирости урожайності на рівні 9,06-17,82 кг/га або 20,9-41,1 %.

Подібна закономірність зазначається і для умов 2024 року. Використання Липоплацентину, Кріоплацентину та ПЕО-1000 сприяє істотному підвищенню урожайності насіння помідору на 10,74-26,38 кг/га або на 18,0-44,2 %. В 2024 році склалися оптимальні умови для формування взагалі високого рівня урожайності насіння культури серед років дослідження.

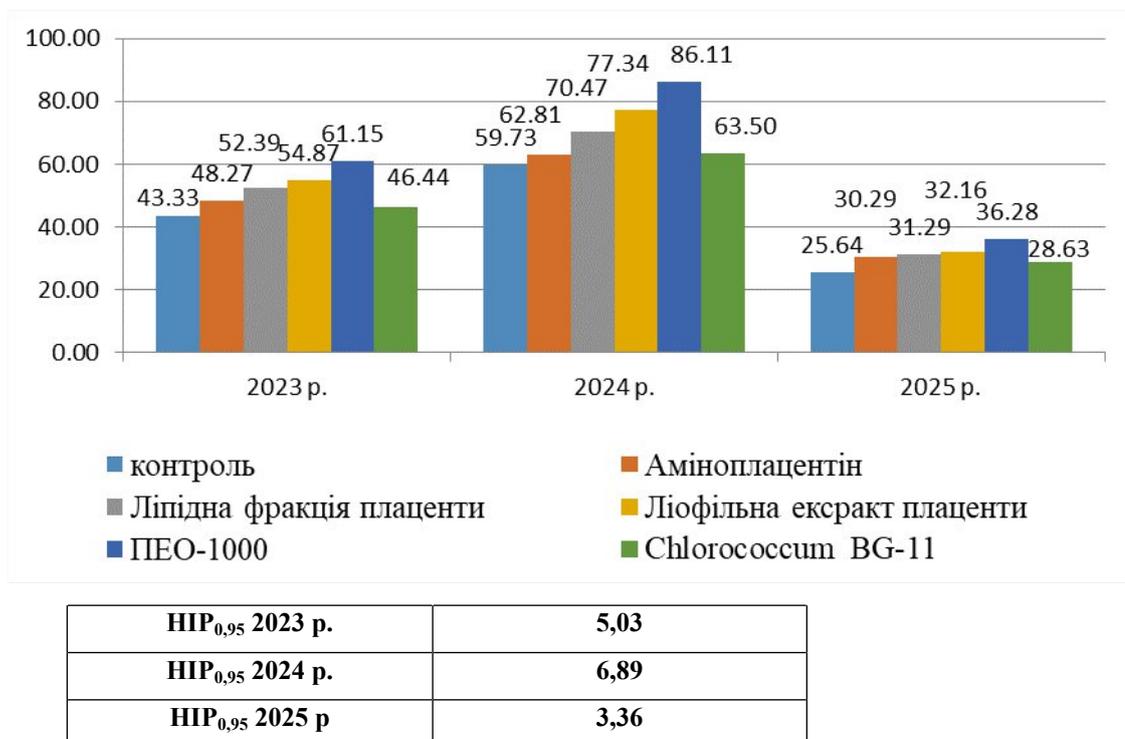


Рис. 5.1 Вплив регуляторів росту на урожайність насіння помідору, кг/кг (2023-2025 рр.)

Найменший рівень урожайності було відзначено в 2025 році. В середньому урожайність насіння коливалася в межах 25,64-36,28 кг/га. Істотне підвищення урожайності зазначено за використання для обробки насіння Аміноплацентину, Липоплацентину, Кріоплацентину та ПЕО-1000 (прирости урожайності знаходилися на рівні 4,65-10,64 кг/га або 18,1-41,5 %). Максимальне зростання урожайності забезпечує обробка ПЕО-1000.

Таблиця 5.6

Вплив регуляторів росту на урожайність насіння помідора, (середнє за 2023-2025 рр.)

Варіанти	Урожайність насіння, кг/га	Приріст	
		кг/га	%
1. Вода (контроль)	42,90	-	-
2. Аміноплацентин	47,12	4,22	9,84
3. Липоплацентин	51,38	8,48	19,77
4. Кріоплацентин	54,79	11,89	27,72
5. ПЕО-1000	61,18	18,28	42,61
6. <i>Coelastrella thermophila</i> var. <i>globulina</i>	46,19	3,29	7,67

Використання зазначених препаратів забезпечує істотне підвищення урожайності і в середньому за роки досліджень. Використання препаратів Аміноплацентин, Липоплацентин, Кріоплацентин, ПЕО-1000 забезпечує істотне підвищення урожайності на 4,22-18,28 кг/га або 9,84-42,61 % за урожайності насіння на контролі 42,9 кг/га. Максимальний рівень урожайності насіння помідору забезпечує використання препарату ПЕО-1000 (61,18 кг/га).

Разом зі зростанням урожайності насіння за використання регуляторів росту зазначається також позитивна тенденція щодо покращення посівних якостей отриманого насіння (табл. 5.7 та 5.8).

Так, використання Аміноплацентину, тобто водної фракції обробленої плаценти, що містить амінокислоти, вітаміни, мікроелементи та вуглеводи, сприяло підвищенню як енергії проростання так і лабораторної схожості отриманого насіння помідору впродовж всіх років досліджень та в середньому за роки досліджень. За використання даного регулятора росту зазначено отримання насіння з підвищеною енергією проростання на 0,4-4,3 % та лабораторною схожістю на 0,3-1,5 %.

Таблиця 5.7

Вплив регуляторів росту на зміну енергії проростання отриманого насіння помідору (2023-2025 рр.)

Варіант	Енергія проростання, %			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Вода (контроль)	96,7	92,2	93,8	94,2
2. Аміноплацентин	97,1	96,5	94,8	96,1
3. Липоплацентин	97,7	96,9	95,1	96,6
4. Кріоплацентин	96,9	94,6	95,8	95,8
5. ПЕО-1000	97,8	96,0	94,7	96,2
6. <i>Coelastrella thermophila</i> var. <i>globulina</i>	98,1	93,5	92,8	94,8
НІР _{0,95}	9,11	9,02	9,07	

Таблиця 5.8

Вплив регуляторів росту на зміну лабораторної схожості отриманого насіння помідору (2023-2025 рр.)

Варіант	Лабораторна схожість, %			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Вода (контроль)	97,9	97,1	97,1	97,4
2. Аміноплацентин	99,2	98,6	97,4	98,4
3. Липоплацентин	98,8	98,1	98,2	98,3
4. Кріоплацентин	98,1	97,2	98,7	98,0
5. ПЕО-1000	99,2	98,7	97,7	98,5
6. <i>Coelastrella thermophila</i> var. <i>globulina</i>	99,4	97,0	98,6	98,3
НІР _{0,95}	9,34	9,27	9,35	

Використання препарату Липоплацентин зумовлювало максимально позитивний вплив на підвищення посівних якостей отриманого насіння. Відмічено за роками та в середньому підвищення енергією проростання на 1,0-4,7 % та лабораторною схожістю на 0,9-1,1 %.

За роки досліджень високу позитивну тенденцію на посівні якості отриманого насіння також забезпечує використання препаратів Кріоплацентин та ПЕО-1000, застосування яких сприяє підвищенню енергії проростання на 0,2-3,8 % та лабораторної схожості на 0,2-1,6 %. Подібні результати отримано і в наукових дослідженнях інших вчених, де за рахунок використання різних регуляторів росту відмічалось покращення посівних якостей насіння деяких овочевих рослин [26-28].

Використання екстракту *Coelastrella thermophila* var. *globulina* в 2023 році зумовлювало збільшення енергії проростання на 1,4 % та лабораторної схожості на 1,5 %; в 2024 році зазначено тільки зростання енергії проростання на 1,3 %, в 2025 році – тільки підвищення лабораторної схожості на 1,5 %. В середньому за роки досліджень можна відмітити, що використання екстракту *Coelastrella thermophila* var. *Globulina* не впливає на зміну енергії проростання отриманого насіння, але забезпечує позитивну тенденцію щодо підвищення лабораторної схожості.

Встановлено також високу кореляційну залежність між урожайністю насіння та кількістю листків на головному стеблі ($r = 0,76$), а також середню кореляційну залежність з висотою рослин та кількістю китиць ($r = 0,51-0,63$) (табл. 5.9).

Також визначено високу кореляційну залежність між біометричними параметрами рослин та посівними якостями отриманого насіння. Енергія проростання насіння корелює з кількістю листків та китиць на головному стеблі, кількістю пагонів першого порядку ($r = 0,75-0,87$), а лабораторна схожість з усіма біометричними параметрами, що використовувалися в дослідженнях ($r = 0,83-0,86$).

Отже, за сукупної дії на урожайність насіння та його посівні якості ефективним виявилось обробка насіння препаратами Липоплацентин, Кріоплацентин, ПЕО-1000, використання яких забезпечує зростання урожайності насіння на 19,8-42,6 % за позитивної тенденції підвищення енергії проростання та лабораторної схожості отриманого насіння.

Таблиця 5.9

Кореляційна залежність між біометричними параметрами рослин, урожайністю та якісними показниками насіння помідору за використання регуляторів росту

Параметри	Висота рослин, см	Кількість листків на головному стеблі,	Кількість стебел 1-го порядку, шт./рослину	Кількість китиць на головному стеблі, шт./рослину	Урожайність насіння, кг/га	Енергія проростання, %	Енергія проростання, %
Висота рослин, см	1,00						
Кількість листків на головному стеблі, шт./роsl.	0,86	1,00					
Кількість стебел 1-го порядку, шт./роsl.	0,89	0,88	1,00				
Кількість китиць на головному стеблі, шт./роsl.	0,87	0,98	0,93	1,00			
Урожайність насіння, кг/га	0,51	0,76	0,45	0,63	1,00		
Енергія проростання, %	0,54	0,87	0,75	0,87	0,67	1,00	
Лабораторна схожість, %	0,86	0,85	0,83	0,86	0,55	0,74	1,00

5.4 Економічна ефективність використання регуляторів росту в технології вирощування насіння помідору

В умовах сучасного овочівництва та насінництва овочевих рослин підвищення ефективності виробництва є ключовою задачею для забезпечення економічної стійкості господарств. Одним із шляхів досягнення такої задачі є

застосування регуляторів росту рослин, потенційні можливості яких досліджені ще доволі слабо. Важливо, що не тільки агрономічні, але й економічні аспекти впливу регуляторів росту активно досліджуються в наукових роботах.

Регулятори росту, такі як гібереліни (GA_3), (ІВА) та н –афталін ацетат (NAA), можуть позитивно впливати на структурні та продуктивні параметри рослин помідору. Так, в польових дослідженнях, проведеному в Непалі, використання регуляторів росту (гіберелова кислота та індол-3-масляна кислота) у відповідних концентраціях призводило до суттєвого підвищення врожайності помідору зі зростанням економічних показників вирощування. Підвищення агрономічних показників вирощування (урожайність та якість продукції) прямо впливає на економічні параметри виробництва, оскільки вищий урожай за порівняно аналогічних витрат на одиницю площі передбачає збільшення валового доходу [29].

В роботах вчених Бангладешу застосування регулятору росту «Flora» з концентрацією 20 ppm за вирощування помідору забезпечує на ряду зі зростанням урожайності плодів також і підвищення показнику відношення доходу до витрат (Benefit-Cost Ratio, BCR). Автори встановили, що застосування препарату зумовлювало отримання найвищого значення BCR (на рівні 3,34) відносно контрольного варіанту з показником BCR лише 1,66 [30]. Це означає, що кожна вкладена грошова одиниця в технологію з використанням даного регулятора росту принесла більше ніж удвічі більший економічний ефект порівняно з традиційними технологічними підходами вирощування без регулятора росту.

Економічна ефективність використання регуляторів росту пов'язана також із зменшенням витрат на інші технологічні операції. Наприклад, активізація росту та розвитку рослин під впливом гіберелової кислоти сприяє більш швидкій генерації генеративних органів, що скорочує період вирощування та знижує витрати на догляд за посівами овочевих рослин, в т.ч. й помідору. Також доведено, що регулятори росту можуть поліпшувати якість плодів, збільшуючи середню масу плодів і їх товарність, що сприяє отриманню вищої реалізаційної ціни на ринку [31]. Комбінація підвищеної продуктивності та кращих якісних

характеристик продукції безпосередньо впливає на економічні результати вирощування культури.

З урахуванням зазначених досліджень стає очевидним, що інтеграція регуляторів росту в технології вирощування помідору має не лише агрономічну, а й економічну основу. У довгостроковій перспективі така практика здатна зміцнити економіку господарств, що вирощують овочеві культури, та зробити виробництво помідору більш конкурентоспроможним на ринку. В той час дослідження щодо впливу регуляторів росту рослин на економічні аспекти вирощування насіння помідору відсутні.

В наших дослідженнях було відмічено, що застосування деяких регуляторів росту рослин має сильну позитивну дію на економічні показники вирощування насіння помідору (табл. 5.10, додатки Н.1 – Н.4). Встановлено, що зі зростанням урожайності насіння від внесення регуляторів росту підвищується рівень витрат на вирощування культури. Високі витрати на вирощування відмічено в технологічних схемах вирощування помідору з обробкою насіння препаратами Липоплацентин, Кріоплацентин та ПЕО-1000 (91,15-99,92 тис. грн./га) відносно контролю зі значенням показнику на рівні 84,85 тис. грн./га. Основні додаткові витрати за використання регуляторів росту зумовлені витратами на збирання додаткового врожаю та доробку насіння.

Але також встановлено, що рівень додаткового прибутку значно перевищує додаткові витрати. Так за використання препаратів Липоплацентин, Кріоплацентин та ПЕО-1000 рівень прибутку зростає до 62,99-83,62 тис. грн./га, що перевищує рівень прибутку на контролі на 19,14-39,77 тис. грн./га.

Отже, за використання вказаних регуляторів росту відзначається максимальний рівень рентабельності вирощування насіння помідору, що коливається в межах 69,1-83,7 %. Максимальні значення показнику забезпечує внесення препарату ПЕО-1000. За використання Аміноплацентину та екстракту *Coelastrella thermophila var. globulina* рівень прибутку менший (58,3-60,4 %), але також перевищує значення на контролі (51,7 %).

Таблиця 5.10

Економічна ефективність використання регуляторів росту за вирощування помідору на насіннєві цілі (середнє за 2023-2025 рр.).

Способи підготовки насіння	Економічні показники				
	Урожайність насіння, кг/га	Витрати на вирощування тис. грн/га	Прибуток, тис. грн./га	Рентабельність виробництва, %	Повна собівартість продукції, грн./кг
1. Вода (контроль)	42,90	84,85	43,85	51,7	1977,87
2. Аміноплацентин	47,12	88,12	53,24	60,4	1870,19
3. Липоплацентин	51,38	91,15	62,99	69,1	1773,95
4. Кріоплацентин	54,79	94,65	69,72	73,7	1727,43
5. ПЕО-1000	61,18	99,92	83,62	83,7	1633,22
6. <i>Coelastrella thermophila</i> var. <i>globulina</i>	46,19	87,51	51,06	58,3	1894,63

Згідно змінам рентабельності вирощування насіння помідору змінювався також й рівень собівартості продукції. Зазначено значне зниження собівартості продукції за використання для обробки насіння препарату ПЕО-100 (1633,22 грн/кг) та Кріоплацентину (1727,43 грн/кг) за значення собівартості на контролі на рівні 1977,87 грн./кг.

Отже, за вирощування помідору на насіннєві цілі в зрошуваних умовах Лівобережного Лісостепу України ефективним в економічному аспекті виявилися обробки насіння перед сівбою препаратом ПЕО-1000 (з нормою 0,5 мл на 3 г насіння) та препаратом Кріоплацентин (0,5 мл на 3 г насіння), що забезпечували отримання додаткового прибутку на рівні 25,87-39,77 тис. грн./га, рентабельності в межах 73,7-83,7 % за собівартості продукції на рівні 1633,22-1977,87 грн/кг.

Висновки до розділу 5

1. Регулятори росту не зумовлюють істотного впливу на посівні якості насіння, зумовлюючи позитивну тенденцію підвищення енергії проростання (94,8-96,6 %) та лабораторної схожості (98,0-98,5 %).

2. За обробки насіння препаратами Аміноплацентин, Липоплацентин, Кріоплацентин та ПЕО-1000 зазначається зростання біометричних параметрів рослин: висоти рослин на 9,7-13,0 %, кількості листків на головному стеблі – на 9,4-12,2 %, кількості пагонів першого порядку – на 16,3-28,5 % та кількості китиць на головному стеблі – 16,8-22,0 %.

Використання екстракту *Coelastrella thermophila* var. *Globulina* зумовлює істотне підвищення висоти рослин та кількості пагонів першого порядку.

3. Обробка насіння препаратами Аміноплацентин, Липоплацентин, Кріоплацентин та ПЕО-1000 забезпечує істотне підвищення урожайності на 4,22-18,28 кг/га або 9,84-42,61 % відносно контролю з урожайністю 42,9 кг/га. Максимальний рівень урожайності відмічено за використання препарату ПЕО-1000 (61,18 кг/га).

4. Застосування препаратів Аміноплацентин, Липоплацентин, Кріоплацентин та ПЕО-1000 зумовлює позитивну тенденцію щодо підвищення посівних якостей отриманого насіння, забезпечуючи енергію проростання на рівні 95,8-96,6 % та лабораторну схожість на рівні 98,0-98,5 %. Встановлено високу кореляційну залежність між біометричними параметрами рослин та посівними якостями отриманого насіння ($r = 0,75-0,87$).

5. В зрошуваних умовах Лівобережного Лісостепу України за вирощування помідору на насіннєві цілі високу економічну ефективність забезпечує обробка насіння перед сівбою препаратом ПЕО-1000 (з нормою 0,5 мл на 3 г насіння) та препаратом Кріоплацентин (0,5 мл на 3 г насіння), що сприяє отриманню додаткового прибутку на рівні 25,87-39,77 тис. грн./га, рентабельності в межах 73,7-83,7 % за собівартості продукції на рівні 1633,22-1977,87 грн/кг.

Результати досліджень, наведені у даному розділі, опубліковані у наукових працях [32-34].

Список використаних джерел до розділу 5

1. Маргітай Л., Маргітай Д., Вакерич М. Вплив регуляторів росту на проростання насіння і ріст проростків рослин томату (*Lycopersicon esculentum*). *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2025. 58. С. 121-128. <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2025.58.16>
2. Balagura Lopez H. E., Cardenas Hernandez J. F. Effect of gibberellic acid (GA₃) on seed germination and growth of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Acta Horticulturae*. 2009. 821. P. 141-147.
3. Kumar M. et al. Effect of plant growth regulators on growth and yield of tomato. *Vegetable Science*. 2024. 51(1). P. 188-191. <https://doi.org/10.61180/vegsci.2024.v51.i1.25>
4. Косаківська І.В. та ін. Фітогормональна регуляція проростання насіння. *Фізіологія рослин і генетика*. 2019. 51 (3). С. 187-206. <https://doi.org/10.15407/frg2019.03.187>
5. Abbott L.K. et al. Potential roles of biological amendments for profitable grain production – A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2018. 256. P. 34-50. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.021>
6. Sharma H.S.S. et al. Plant biostimulants: A review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*. 2014. 26. P. 465-490. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0101-9>
7. Carvalho M.E.A., Castro P.R.C., Novembre A.D.C., Chamma H.M.C.P. Seaweed ex-tracts improves the vigor and provides the rapid emergence of dry bean seeds. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 2013. 13(8). P. 1104-1107. <https://doi.org/10.5829/idosi.aejaes.2013.13.08.11015>
8. De Oliveira S.M. et al. Biostimulants via seed treatment in the promotion of common bean (*Phaseolus vulgaris*) root growth. *Applied research & agrotechnology*. 2017. 10 (3). P. 109-114.

9. Lu Q., Yu X. From manure to high-value fertilizer: The employment of microalgae as a nutrient carrier for sustainable agriculture. *Algal Res.* 2022. 67. 102855. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2022.102855>
10. Boutarfa, S.; Senoussi, M.M.; Gonzalez-Silvera, D.; López-Jiménez, J.Á.; Aboal, M. The Green Microalga *Coelastrella thermophila* var. *globulina* (Scenedesmaceae, Chlorophyta) Isolated from an Algerian Hot Spring as a Potential Source of Fatty Acids. *Life.* 2022. 12. 560. <https://doi.org/10.3390/life12040560>
11. Kumar N.A., Vanlalzarzova B., Sridhar S., Baluswami M. Effect of liquid seaweed fertilizer of *Sargassum wightii* grev. on the growth and biochemical content of green gram (*Vigna radiata* (L.) R. wilczek). *Recent Res. Sci. Technol.* 2015. 4. P. 40–45.
12. Hamouda M.M., Saad-Allah K.M., Gad D. Potential of Seaweed Extract on Growth, Physiological, Cytological and Biochemical Parameters of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seedlings. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 2022. 22. P. 1818–1831. <https://doi.org/10.1007/s42729-022-00774-3>
13. Mohy El-Din S.M. Utilization of seaweed extracts as bio-fertilizers to stimulate the growth of wheat seedlings. *Egypt. J. Exp. Biol.* 2015. 11. P. 31–39.
14. Kasim W.A.E.A., Saad-Allah K.M., Hamouda M. Seed priming with extracts of two seaweeds alleviates the physiological and molecular impacts of salinity stress on radish (*Raphanus sativus*). *Int. J. Agric. Biol.* 2016. 18. P. 653–660. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0152>
15. Faheed F.A., Fattah Z.A. Effect of *Chlorella vulgaris* as Bio-fertilizer on Growth Parameters and Metabolic Aspects of Lettuce Plant. *Plant J. Agric. Soc. Sci.* 2008. 4. P. 165–169.
16. Hernández-Herrera R.M. et al. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *J. Appl. Phycol.* 2013. 26. P. 619–628. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0078-4>
17. Farooq M. et al. Seed priming in field crops: Potential benefits, adoption and challenges. *Crop and Pasture Science.* 2019. 70(9). P. 731–771.

18. Selović A. et al. The effect of hydro-priming and proline priming of lettuce (*Lactuca sativa* L.) seeds on germination, photosynthetic pigments and metal metabolism under cadmium stress. *Agriculture*. 2023. 13(8). P. 1472.
19. Hussain M. et al. Tryptophan seed treatment improves morphological, biochemical, and photosynthetic attributes of the sunflower under cadmium stress. *Plants*. 2014. 13(2). 237.
20. Barcanu E. et al. The effects of seed priming with L-glutamine and L-arginine amino acids in pepper seeds. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. *Horticulture*. 2020. 77. 122.
21. Sowmya R. S., Warke V. G., Mahajan G. B., Annapure U. S. Effect of amino acids on growth, elemental content, functional groups, and essential oils composition on hydroponically cultivated coriander under different conditions. *Industrial Crops and Products*. 2023. 197. 116577. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116577>
22. Yakhin O.I., Lubyantov A.A., Yakhin I.A., Brown P.H. Biostimulants in plant science: A global perspective. *Frontiers in Plant Science*. 2017. 7. P. 2049. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>.
23. Calvo P., Nelson, L., Kloepper, J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 2014. 383. P. 3-41. URL: <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>.
24. Canellas L.P. et al. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 2015. 196. P. 15-17. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>.
25. Nardi S., Pizzeghello D., Schiavon M., Ertani A. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. *Science in Agriculture*. 2016. 73. P. 18-23. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0006>.
26. Khodanitska O. et al. Influence of growth regulator on seed germination of agricultural crop. *Feeds and Feed Production*. 2023. 96. P. 102-109. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202396-10>

27. Строяновський В. Фенхель звичайний в умовах Лісостепу. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2021. 7 (41). С. 231-239.
28. Liashenko V., Korotkova I., Romanets H. The effect of growth stimulants on the seed vigour, germination and biometric indices of carrot plants. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2022. 4. P. 41-48. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.04.05>
29. Ahmed B. et al. Effects of plant growth regulators on yield and yield attributes of tomato (*Solanum lycopersicum*). *Bangladesh Journal of Agriculture*. 2022. 46(1–6). P. 141–146. <https://doi.org/10.3329/bjagri.v46i1-6.59981>
30. Poudel A. et al. Effect of different plant growth regulators on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science*. 2020. 36(1). P. 161–167. <https://doi.org/10.3126/jiaas.v36i1.48415>
31. Singh S., Fatmi U., Deepanshu. Effect of plant growth regulators on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2024. 10(2). P. 375–381. <https://doi.org/10.9734/ajsspn/2024/v10i2295>
32. Куц О.В., Шапко М.О. Використання регуляторів росту для підвищення насінневої продуктивності помідору. *Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво: журнал*. 2025. 2. С. 146-160. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18537958>.
33. Куц О. В., Гурін М. В., Шапко М. О. Ефективність використання регуляторів росту за обробки насіння помідору. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: збірник тез VII Міжнародної науково-практичної конференції* (29–30 листопада 2023 р., Харків, ДБТУ). С. 128-130.
34. Шапко М.О., Шевченко Н.О., Куц О.В. Підвищення насінневої продуктивності помідору за використання нових регуляторів росту. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції*. (28 листопада 2025 р., Харків, ДБТУ). С. 369-371.

ВИСНОВКИ

В дисертації представлено теоретичне обґрунтування та практичне вирішення наукового завдання, яке полягало в розробці елементів органічної технології вирощування насіння помідору в умовах Лівобережного Лісостепу України. За результатами досліджень зроблено наступні висновки:

1. Мікробний препарат Мікохелп з титром мікроорганізмів роду *Trichoderma* клітин не менше $1,0 \times 10^9$ КУО/см³ можна використовувати для обробки насіння помідору з нормою 20-100 мл/кг насіння. Збільшення норми використання до 200 мл/кг насіння зумовлює різкий прояв фітотоксичності, що виражається в суттєвому зниженні посівних якостей насіння.

2. Як фізичні способи обробки насіння, так і застосування мікробних препаратів з фунгіцидними властивостями забезпечують покращення посівних якостей насіння помідору, забезпечуючи вплив на різноманітні фізіологічні процеси в насініні та зниження активності фітопатологічної мікрофлори насініні. Максимальний позитивний вплив встановлено за проведення кріообробки насіння з температурою -40 °С та озонування з концентрацією озону 1,5 мг/л, що забезпечувало підвищення енергії проростання насіння до рівня 72,5-76,7 % та лабораторної схожості – до рівня 98,0-98,1 %. Мікробні препарати фунгіцидної дії (Мікохелп та Фітоцид) забезпечували підвищення енергії проростання насіння до 59,6-61,1 % та лабораторної схожості – до 91,2-92,1 %.

3. Фізичні способи підготовки насіння та обробка насіння мікробними препаратами сприяє посиленню ростових процесів в рослинах помідору та розвитку генеративних органів, що пояснюється підвищенням висоти рослин та кількості китиць, позитивною тенденцією щодо зростання кількості листків на головному стеблі. Застосування мікробного препарату Мікохелп зумовлювало позитивний вплив на максимальну кількість біометричних параметрів рослин помідору, окрім кількості стебел першого порядку (підвищення в межах 13,0-18,1 % відносно контролю). Також доволі ефективним за впливом на біометричні параметри рослин помідору є кріообробка в рідкому азоті (за температури -196

$^{\circ}\text{C}$) та за використання мінімальних норм озону (0,5 мг/л), впровадження яких збільшує висоту рослин на 13,0-13,1 %, кількість китиць на головному стеблі – на 16,7-21,2%.

4. За впливом на урожайність насіння помідору серед варіантів кріообробки насіння ефективним виявилось використання температури -80°C (зростання на 7,29 кг/га або на 17,0 %). Ефективною концентрацією для озонування насіння виявилось концентрація 0,5 мг/л, що забезпечує підвищення урожайності на 7,0 кг/га або на 16,3 %. Мінімальний вплив на рівень урожайності насіння відмічено за використання мікробних препаратів Мікохелп і Фітоцид (підвищення в межах 12,8-13,9 % відносно контролю).

5. Врожайність насіння помідору найбільш тісно кореляційно пов'язана з кількістю китиць на головному стеблі ($r = 0,85$), кількістю стебел першого порядку ($r = 0,82$) та висотою рослин ($r = 0,73$).

6. В зрошуваних умовах Лівобережного Лісостепу України за вирощування помідору на насінневі цілі ефективним є обробка насіння низькими температурами (-80°C), озонуванням з концентрацією озону 0,5 мг/л, обробки мікробними препаратами Мікохелп та Фітоцид з нормою 40 мл/кг насіння, що зумовлюють отримання додаткового прибутку на рівні 11,5-14,82 тис. грн./га, рентабельності в межах 62,7-64,9 % за зниження собівартості продукції до рівня 1819,49-1848,45 грн/кг.

7. Застосування мікробних препаратів, окрім Азотофіту, зумовлюють зниження вмісту нітратного азоту в орному шарі ґрунту як в фазу приживлення розсади, так і в фазу цвітіння, що пояснюється більш активним використанням сполук азоту рослинами за їх обробки різними препаратами, тоді як за використання Азотофіту відбувається додаткова азотфіксація за рахунок наявності бактерій роду *Azotobacter*.

Використання мікоризоформуєчого препарату Мікофренд для обробки розсади та внесення через фертигацію забезпечує позитивну дію на підвищення вмісту в орному шарі ґрунту рухомих сполук фосфору (198-218 мг/кг). Також

зазначається істотне підвищення вмісту рухомих фосфатів в орному шарі за використання мікробного препарату Азотофіт (199-213 мг/кг).

Суттєве підвищення вмісту обмінного калію в орному шарі ґрунту забезпечує тільки внесення препарату Мікофренд способом фертигації (97-119 мг/кг).

8. Встановлено позитивний вплив мікробного препарату Азотофіт на підвищення висоти рослин, кількості листків на головному стеблі та кількості стебел першого порядку (на 11,0-18,3 % відносно фону), біодобрива Гуміфренд – на всі біометричні параметри рослин (на 11,0-19,0 % відносно фону), обробка розсади Мікофрендом – на кількості листків та китиць на головному стеблі (на 15,2 та 11,0 % відповідно), обробка насіння Мікофренд – на кількості стебел першого порядку, кількість листків та китиць на головному стеблі (на 11,4-16,6 %).

9. Використання мікробного препарату Мікофренд та гумінового добрива Гуміфренд забезпечує підвищення стійкості рослин помідору щодо розвитку хвороб, зумовлюючи зниження поширеності та ступеня розвитку альтернаріозу (*Alternaria solani*).

Максимальну рівень біологічної ефективності щодо розвитку альтернаріозу зазначено за внесення гумінового добрива Гуміфренд (46,7 %) та мікробного препарату Мікофренд за різних способів застосування (40,3-43,5 %). За використання мікробного препарату Азотофіт біологічна ефективність була найменшою по досліді (36,7 %).

10. Використання Азотофіту (обробка насіння та позакореневі підживлення) та обробка коренів розсади препаратом Мікофренд зумовлювали збільшення урожайності насіння помідору в межах 4,78-4,81 кг/га або 10,7-10,8 %. За обробки насіння препаратом Мікофренд рівень урожайності насіння збільшувався на 6,18 кг/га або на 13,9 %. Максимальне зростання урожайності забезпечує комплексне використання гумінового добрива Гуміфренд, за обробки насіння та позакореневих підживлень яким урожайність зростає на 10,32 кг/га або на 23,3 %.

Встановлено негативну кореляційну залежність між урожайністю насіння помідору та забезпеченістю орного шару ґрунту нітратним азотом ($r = -0,54\dots$

0,65), поширеністю та розвитком альтернаріозу в різні періоди розвитку рослин помідору ($r = -0,78 \dots -0,98$). Особливо високий рівень взаємозв'язку характерний для розвитку хвороби в фазу бутонізації, що свідчить про важливість ретельного захисту рослин помідору в даний період.

Визначено високий рівень позитивної кореляційної залежності між урожайністю насіння та біометричними параметрами рослин: висоти ($r = 0,81$), кількості листків на головному стеблі ($r = 0,78$), кількості пагонів першого порядку ($r = 0,84$) та кількості китиць ($r = 0,91$).

11. Максимальний позитивний вплив на посівні якості насіння помідору забезпечувала обробка коренів розсади препаратом Мікофренд, зумовлюючи енергію проростання отриманого насіння на рівні 98,3 % та лабораторної схожості – на рівні 98,3 %.

Відмічено високу кореляційну залежність між посівними якістьми насіння та забезпеченістю орного шару ґрунту рухомими сполуками фосфору в різні періоди росту рослин помідору ($r = 0,83-0,99$), що свідчить про позитивний вплив фосфорного живлення в покращенні посівних якостей. Зазначено середню кореляційну залежність між кількістю листків на рослині та енергією проростання й лабораторною схожістю отриманого насіння ($r = 0,52$ та $0,69$ відповідно).

12. В умовах Лівобережного Лісостепу України за вирощування помідору на насінні цілі економічно вигідним є використання гумінового добрива Гуміфренд (обробка насіння з нормою 30 мл/кг та позакореневі підживлення з нормою 0,6 л/га в 5 строків: перше через 12-14 днів після висадки розсади, наступні – з інтервалами 14-15 днів) та обробка насіння мікробним препаратом Мікофренд, що забезпечує додатковий прибуток на рівні 13,24-20,11 тис. грн./га, рентабельність в межах 65,4-68,7 % за собівартості продукції на рівні 1813,82-1947,11 грн/кг.

13. Обробка насіння помідору регуляторами росту зумовлюють тільки позитивну тенденцію підвищення енергії проростання (94,8-96,6 %) та лабораторної схожості насіння (98,0-98,5 %).

14. За обробки насіння препаратами Аміноплацентин, Липоплацентин, Кріоплацентин та ПЕО-1000 зазначається зростання біометричних параметрів рослин: висоти рослин на 9,7-13,0 %, кількості листків на головному стеблі – на 9,4-12,2 %, кількості пагонів першого порядку – на 16,3-28,5 % та кількості китиць на головному стеблі – 16,8-22,0 %.

15. Обробка насіння препаратами Аміноплацентин, Липоплацентин, Кріоплацентин та ПЕО-1000 забезпечує істотне підвищення урожайності на 4,22-18,28 кг/га або 9,84-42,61 % відносно контролю з урожайністю 42,9 кг/га. Максимальний рівень урожайності відмічено за використання препарату ПЕО-1000 (61,18 кг/га).

16. Застосування препаратів Аміноплацентин, Липоплацентин, Кріоплацентин та ПЕО-1000 зумовлює позитивну тенденцію щодо підвищення посівних якостей отриманого насіння, забезпечуючи енергію проростання на рівні 95,8-96,6 % та лабораторну схожість на рівні 98,0-98,5 %. Встановлено високу кореляційну залежність між біометричними параметрами рослин та посівними якостями отриманого насіння ($r = 0,75-0,87$).

17. В зрошуваних умовах Лівобережного Лісостепу України за вирощування помідору на насінневі цілі високу економічну ефективність забезпечує обробка насіння перед сівбою препаратом ПЕО-1000 (з нормою 0,5 мл на 3 г насіння) та препаратом Кріоплацентин (0,5 мл на 3 г насіння), що сприяє отриманню додаткового прибутку на рівні 25,87-39,77 тис. грн./га, рентабельності в межах 73,7-83,7 % за собівартості продукції на рівні 1633,22-1977,87 грн/кг.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Для науково-дослідних установ та насінницьких господарств у ґрунтово-кліматичній зоні Лівобережного Лісостепу України за використання органічних та інтегрованих технологій вирощування помідору пропонується:

- обробляти насіння низькими температурами (-80 °С) впродовж 4 діб (після кріообробки насіння прогрівали на повітрі за 22 °С у темряві);
- проводити озонування насіння впродовж 20 хвилин з концентрацією озону 0,5 мг/л (за допомогою генератора бар'єрного типу);
- обробляти насіння мікробними препаратами Мікохелп або Фітоцид з нормою 40 мл/кг насіння впродовж 30 хвилин з наступним підсушуванням насіння;
- обробляти насіння мікробними препаратами Мікофренд з нормою 30 мл/кг насіння впродовж 30 хвилин з наступним підсушуванням насіння;
- проводити обробку насіння біодобривом Гуміфренд з нормою 30 мл/кг насіння в комплексі з позакореневими підживленнями добривом Гуміфренд з нормою по 0,6 л/га в 5 строків (перше через 12-14 днів після висадки розсади, наступні – з інтервалами 14-15 днів);

За використання інтегрованих технологій вирощування пропонується:

- обробляти насіння помідору кріопротектором Поліетиленоксид марки 1000 (ПЕО-1000) з нормою витрати 167 мл/кг насіння впродовж 30 хвилин з наступним підсушуванням насіння в темряві.

Для науково-дослідних установ та вищих навчальних закладів пропонується в науковій роботі та навчальному процесі:

- використовувати базу даних коефіцієнтів кореляції та рівнянь регресії залежності насінневої продуктивності помідору та якісних характеристик насіння від біометричних параметрів рослин, поширеності та ступеня розвитку хвороб, показників забезпеченості орного шару ґрунту основними елементами живлення;
- використовувати науково-практичні рекомендації «Комплексна система заходів захисту томата від шкідників, хвороб та бур'янів».

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Динаміка середньодобової температури за вегетаційний період помідору за даними метеопосту Інституту овочівництва і баштанництва НААН (2023-2025 рр.)

Місяць	Декада	Середньодобова температура, °С			
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	Середнє багаторічне
Квітень	I	9,8	12,7	6,6	7,9
	II	9,9	13,7	11,2	9,2
	III	10,4	13,7	13,6	11,6
Травень	I	10,5	12,3	12,7	14,9
	II	14,5	12,8	11,2	16,8
	III	19,4	18,3	19,6	17,9
Червень	I	15,6	22,1	21,5	19,7
	II	18,1	21,4	17,0	20
	III	19,5	20,8	17,5	20,8
Липень	I	23,6	25,1	22,3	21
	II	20,3	26,9	23,5	21,6
	III	22,2	21,9	23,7	21,5
Серпень	I	23,6	20,9	21,6	21,6
	II	23,6	20,0	20,0	20
	III	24,1	24,4	18,0	18
Вересень	I	18,6	21,3	16,3	16,3
	II	16,4	19,1	14,0	14
	III	19,0	16,2	12,9	12,1

Продовження додатку А

Таблиця А.2

Динаміка опадів за вегетаційний період помідору за даними метеопосту
Інституту овочівництва і баштанництва НААН (2023-2025 рр.)

Місяць	Декада	Кількість опадів, мм			
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	Середнє багаторічне
Квітень	I	18,8	0	12,7	13,3
	II	31,5	11,0	0	13,15
	III	28,3	4,6	0	14
Травень	I	0,5	6,4	19,6	16,5
	II	0	0	21,6	12,6
	III	26,6	8,9	24,6	26
Червень	I	0	11,5	1,7	17,9
	II	12,7	48,9	15,2	25,9
	III	14,0	21,0	11,4	21,2
Липень	I	31,5	18,0	4,6	25,4
	II	32,0	0	44,2	24,1
	III	44,5	3,4	5,5	23,8
Серпень	I	3,5	22,3	14,2	13,3
	II	25,0	0	0	13,6
	III	5,0	0	27,1	15
Вересень	I	18,0	1,3	14,7	18,8
	II	16,0	2,8	16,0	16,8
	III	0	0	0	48,8

Додаток Б

Таблиця Б.1

Дія різних доз мікробного препарату Мікохелп на енергію проростання та лабораторну схожість насіння помідору (2021-2022 рр.)

Норми препарату	Енергія проростання, %		Лабораторна схожість, %	
	2021 р.	2022 р.	2021 р.	2022 р.
Контроль	81	85	86	85
Мікохелп 20 мл/кг	79	81	87	84
Мікохелп 40 мл/кг	79	87	88	84
Мікохелп 100 мл/кг	80	86	90	86
Мікохелп 200 мл/кг	73	77	79	78
НІР _{0,95}	7,35	8,02	8,12	8,34

Додаток В

Таблиця В.1

Вплив обробки пониженими температурами, озоном та мікробними препаратами на енергію проростання насіння помідору (2023-25 рр.)

Варіанти	Енергія проростання, %		
	2023 р.	2024 р.	2025 р.
1. Без обробки (контроль)	56,3	60,3	58,1
2. Кріообробка (-40 °С)	64,6	76,2	76,7
3. Кріообробка (-80 °С)	66,2	76,8	76,9
4. Кріообробка (-196 °С)	60,7	70,1	59,7
5. Озонування (0,5 мг/л)	62,4	71,5	59,8
6. Озонування (1,0 мг/л)	69,1	78,8	76,0
7. Озонування (1,5 мг/л)	70,1	81,0	79,0
8. Мікохелп (40 мл/кг)	58,8	65,1	59,4
9. Фітоцид (40 мл/кг)	56,6	62,9	59,3
НІР _{0,95}	6,12	6,89	5,88

Таблиця В.2

Вплив обробки пониженими температурами, озоном та мікробними препаратами на лабораторну схожість насіння помідору (2023-25 рр.)

Варіанти	Лабораторна схожість, %		
	2023 р.	2024 р.	2025 р.
1. Без обробки (контроль)	80,3	90,3	93,7
2. Кріообробка (-40 °С)	96,2	99,0	98,8
3. Кріообробка (-80 °С)	87,7	97,0	94,6
4. Кріообробка (-196 °С)	86,1	91,4	93,1
5. Озонування (0,5 мг/л)	80,9	93,3	93,4
6. Озонування (1,0 мг/л)	83,7	97,5	99,0
7. Озонування (1,5 мг/л)	96,8	99,0	98,5
8. Мікохелп (40 мл/кг)	84,0	97,7	94,6
9. Фітоцид (40 мл/кг)	85,4	93,3	94,9
НІР _{0,95}	8,76	9,22	9,54

Додаток Г

Таблиця Г.1

Вплив фізичних факторів та мікробних препаратів на висоту рослин помідору (2023-2024 рр.)

Внесення препаратів	Висота рослин, см			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Без обробки (контроль)	70,1	82,3	92,1	81,5
2. Кріобробка (-40 °С)	61,7	92,3	97,9	84,0
3. Кріобробка (-80 °С)	62	104,8	102,7	89,8
4. Кріобробка (-196 °С)	70,5	100,6	105,1	92,1
5. Озонування (0,5 мг/л)	70,2	100,8	105,7	92,2
6. Озонування (1,0 мг/л)	66,2	98,9	105,9	90,3
7. Озонування (1,5 мг/л)	69,2	93,1	94,5	85,6
8. Мікохелп (40 мл/кг)	77,9	101,3	99,1	92,8
9. Фітоцид (40 мл/кг)	56	97,8	93,6	82,5
НІР _{0,95}	6,55	7,24	8,23	

Таблиця Г.2

Вплив фізичних факторів та мікробних препаратів на кількість листків на головному стеблі (2023-2024 рр.)

Внесення препаратів	Кількість листків на головному стеблі, шт.			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Без обробки (контроль)	12,8	15,6	15,3	14,6
2. Кріобробка (-40 °С)	12,7	16,3	17,1	15,4
3. Кріобробка (-80 °С)	12,5	17,3	17,8	15,9
4. Кріобробка (-196 °С)	13,9	16,6	16,6	15,7
5. Озонування (0,5 мг/л)	13,4	15,8	16,3	15,2
6. Озонування (1,0 мг/л)	13,3	16,7	16,0	15,3
7. Озонування (1,5 мг/л)	13,9	15,8	15,9	15,2
8. Мікохелп (40 мл/кг)	15,2	16,8	17,4	16,5
9. Фітоцид (40 мл/кг)	12,6	16,9	16,3	15,3
НІР _{0,95}	1,14	1,21	1,36	

Таблиця Г.3

Вплив фізичних факторів та мікробних препаратів на кількість пагонів першого порядку (2023-2024 рр.)

Внесення препаратів	Кількість стебел 1-го порядку, шт.			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Без обробки (контроль)	4,3	4,42	4,40	4,37
2. Кріообробка (-40 °С)	4,17	5,08	4,57	4,61
3. Кріообробка (-80 °С)	3,43	5,75	4,87	4,68
4. Кріообробка (-196 °С)	3,8	5,25	4,80	4,62
5. Озонування (0,5 мг/л)	4,03	5,33	5,03	4,80
6. Озонування (1,0 мг/л)	3,5	5,33	4,87	4,57
7. Озонування (1,5 мг/л)	3,43	5,08	5,08	4,53
8. Мікохелп (40 мл/кг)	3,97	5,08	4,90	4,65
9. Фітоцид (40 мл/кг)	3,73	5,17	5,03	4,64
НІР _{0,95}	0,52	0,54	0,49	

Таблиця Г.4

Вплив фізичних факторів та мікробних препаратів на кількість китиць на головному стеблі (2023-2024 рр.)

Внесення препаратів	Кількість китиць на головному стеблі, шт.			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Без обробки (контроль)	4,53	4,67	4,23	4,48
2. Кріообробка (-40 °С)	5,00	5,08	5,33	5,14
3. Кріообробка (-80 °С)	4,77	5,58	5,33	5,23
4. Кріообробка (-196 °С)	4,77	5,83	5,70	5,43
5. Озонування (0,5 мг/л)	4,83	5,42	5,43	5,23
6. Озонування (1,0 мг/л)	4,87	5,92	5,77	5,52
7. Озонування (1,5 мг/л)	5,00	5,42	4,73	5,05
8. Мікохелп (40 мл/кг)	5,27	5,50	5,10	5,29
9. Фітоцид (40 мл/кг)	4,60	5,42	5,07	5,03
НІР _{0,95}	0,49	0,51	0,57	

Додаток Д

Таблиця Д.1

Технологічна карта (схема) вирощування помідору на насіннівці цілі з обробкою насіння водою (попередник – огірок)

Урожайність насіння 42,82 кг/га
 Посівна площа 10 га
 Валовий збір 428,2 кг

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість робочих для виконання робіт		Норма виробітку за 7 годин	Кількість нормозмін в обсягу робіт	Затрати праці на весь період, люд-год		Пальне	
		одиниця виміру	кількість	марка тракторів, автомашин	марка с.-г. машин	механізаторів	робочих на ручних роботах			механізаторів	робочих на ручних роботах	на одиницю, кг	на весь обсяг, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Основний обробіток ґрунту													
1	Дискування (10-12 см)	га	10,00	Т-150	БДТ-7	1		16,5	0,61	4,27		6,2	62
2	Оранка (22-25 см)	га	10,00	Т-150	ПЛН 5-35	1		8,0	1,25	8,75		24,5	245
	Всього									13,02	0		307
Передпосадковий обробіток ґрунту, підготовка насіння та висадка розсади													
3	Боронування в 2 сліди	га	20,00	Т-150	С-11У +4*БЗТС-1.0	1		45,2	0,44	3,08		5,3	106
4	Обробка насіння водою	кг	3	вручну			1	25,0	0,12	0	0,84		
5	Перша культивування з боронуванням (6-8 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
6	Друга культивування з боронуванням (8-10 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
7	Третя культивування з боронуванням (12-14 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		28,5	0,35	2,45		5,6	56
8	Посадка розсади з підвезенням води	га	10,00	МТЗ-80	СКН-6	1	14	1,50	6,67	46,69	653,66	10,2	102
	Всього									56,84	654,5		366
Догляд за посівами													
8	Монтаж зрошуваної системи	га	10,00	вручну			2	0,5	20,0		280,0		
9	Підсадка розсади	га	10,00	вручну			4	4,5	2,22		62,16		
10	Міжрядний обробіток ґрунту (3 рази)	га	30,00	МТЗ-80	КРН-4.2	1		16,0	1,88	13,16	0	3,1	93
11	Ручне прополювання (2 рази)	га	20,00	вручну			1	0,05	400,0	0	2800		
12	Підвезення води для приготування розчину біопрепаратів	т	16,00	МТЗ-80	ВУ-3	1	1	23,6	0,68	4,76	4,20	1,67	26,7
13	Обприскування біопрепаратами (4 рази)	га	40,00	МТЗ-80	ОН-400	1		13,3	3,01	21,07	0	2,4	96,0
14	Обслуговування крапельного зрошення (10 разів)	га	100,00	вручну			1	20	5		35,0		
	Всього									38,99	3181,36		215,7

Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Збирання врожаю та дробка насіння													
15	Збирання плодів з сортуванням по фракціям (5 зборів)	га	50		вручну		1	0,25	200		1400,00		
16	Навантаження в транспорт	т	430		вручну		1	6,0	71,6		501,7		
17	Транспортування плодів до 10 км	т	430	МТЗ-80	2ПТС-4М	1		41,3	10,4	72,8		3,8	1634
18	Розвантаження плодів	т	430		вручну		1	7,0	61,4		429,8		
19	Видалення насіння з плодів	т	430		MRC-QZJ -1. 2		2	25,0	17,2		120,4		
20	Промивка насіння	кг	706		вручну		1	100	7,06		49,42		
21	Досушування насіння	кг	706		СКТ-8		1	800	0,89		6,23		
22	Первина очистка	кг	471		КБС-500		1	1400	0,34		2,35		
23	Шліфування та вторинна очистка	кг	430		V-VE.001		1	2100	0,20		1,40		
	Всього									72,8	2511,3		1634
	РАЗОМ									181,65	6347,16		2522,7

Продовження додатку Д

Таблиця Д.2

Технологічна карта (схема) вирощування помідору на насіннєві цілі з обробкою насіння низькими температурами -80 °С (попередник – огірок)

Урожайність насіння 50,11 кг/га
 Посівна площа 10 га
 Валовий збір 501,1 кг

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість робочих для виконання робіт		Норма виробітку за 7 годин	Кількість нормозмін в обсягу робіт	Затрати праці на весь період, люд-год		Пальне	
		одиниця виміру	кількість	марка тракторів, автомашин	марка с.-г. машин	механізаторів	робочих на ручних роботах			механізаторів	робочих на ручних роботах	на одиницю, кг	на весь обсяг, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Основний обробіток ґрунту													
1	Дискування (10-12 см)	га	10,00	Т-150	БДТ-7	1		16,5	0,61	4,27		6,2	62
2	Оранка (22-25 см)	га	10,00	Т-150	ПЛН 5-35	1		8,0	1,25	8,75		24,5	245
	Всього									13,02	0		307
Передпосадковий обробіток ґрунту, підготовка насіння та висадка розсади													
3	Боронування в 2 сліди	га	20,00	Т-150	С-11У +4*БЗТС-1.0	1		45,2	0,44	3,08		5,3	106
4	Обробка насіння низькими температурами	кг	3	вручну			1	10,0	0,3	0	2,1		
5	Перша культивування з боронуванням (6-8 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
6	Друга культивування з боронуванням (8-10 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
7	Третя культивування з боронуванням (12-14 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		28,5	0,35	2,45		5,6	56
8	Посадка розсади з підвезенням води	га	10,00	МТЗ-80	СКН-6	1	14	1,50	6,67	46,69	653,66	10,2	102
	Всього									56,84	655,6		366
Догляд за посівами													
8	Монтаж зрошуваної системи	га	10,00	вручну			2	0,5	20,0		280,0		
9	Підсадка розсади	га	10,00	вручну		-	4	4,5	2,22		62,16		
10	Міжрядний обробіток ґрунту (3 рази)	га	30,00	МТЗ-80	КРН-4.2	1		16,0	1,88	13,16	0	3,1	93
11	Ручне прополювання (2 рази)	га	20,00	вручну			1	0,05	400,0	0	2800		
12	Підвезення води	т	16,00	МТЗ-80	ВУ-3	1	1	23,6	0,68	4,76	4,20	1,67	26,7
13	Обприскування біопрепаратами (4 рази)	га	40,00	МТЗ-80	ОН-400	1		13,3	3,01	21,07	0	2,4	96,0
14	Обслуговування крапельного зрошення (10 разів)	га	100,00	вручну			1	20	5		35,0		
	Всього									38,99	3181,36		215,7

Продовження таблиці Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Збирання врожаю та дробка насіння													
15	Збирання плодів з сортуванням по фракціям (5 зборів)	га	50		вручну		1	0,25	200		1400,00		
16	Навантаження в транспорт	т	501		вручну		1	6,0	83,5		501,7		
17	Транспортування плодів до 10 км	т	501	МТЗ-80	2ПТС-4М	1		41,3	12,13	84,9		3,8	1903,8
18	Розвантаження плодів	т	501		вручну		1	7,0	71,6		501,2		
19	Видалення насіння з плодів	т	501		MRC-QZJ -1. 2		2	25,0	20,04		140,28		
20	Промивка насіння	кг	828		вручну		1	100	8,28		57,96		
21	Досушування насіння	кг	828		СКТ-8		1	800	1,04		7,28		
22	Первина очистка	кг	552		КБС-500		1	1400	0,39		2,73		
23	Шліфування та вторинна очистка	кг	502		V-VE.001		1	2100	0,24		1,68		
	Всього									84,9	2612,83		1903,8
	РАЗОМ									193,75	6449,79		2792,5

Продовження додатку Д

Таблиця Д.3

Технологічна карта (схема) вирощування помідору на насіннєві цілі з обробкою насіння озонуванням з концентрацією озону 1,0 мг/л (попередник – огірок)

Урожайність насіння 48,99 кг/га
 Посівна площа 10 га
 Валовий збір 489,9 кг

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість робочих для виконання робіт		Норма виробітку за 7 годин	Кількість нормозмін в обсягу робіт	Затрати праці на весь період, люд-год		Пальне	
		одиниця виміру	кількість	марка тракторів, автомашин	марка с.-г. машин	механізаторів	робочих на ручних роботах			механізаторів	робочих на ручних роботах	на одиницю, кг	на весь обсяг, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Основний обробіток ґрунту													
1	Дискування (10-12 см)	га	10,00	Т-150	БДТ-7	1		16,5	0,61	4,27		6,2	62
2	Оранка (22-25 см)	га	10,00	Т-150	ПЛН 5-35	1		8,0	1,25	8,75		24,5	245
	Всього									13,02	0		307
Передпосадковий обробіток ґрунту, підготовка насіння та висадка розсади													
3	Боронування в 2 сліди	га	20,00	Т-150	С-11У +4*БЗТС-1.0	1		45,2	0,44	3,08		5,3	106
4	Обробка насіння озonom	кг	3	Генератор бар'єрного типу			1	7,0	0,4	0	2,8		
5	Перша культивування з боронуванням (6-8 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
6	Друга культивування з боронуванням (8-10 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
7	Третя культивування з боронуванням (12-14 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		28,5	0,35	2,45		5,6	56
8	Посадка розсади з підвезенням води	га	10,00	МТЗ-80	СКН-6	1	14	1,50	6,67	46,69	653,66	10,2	102
	Всього									56,84	656,46		366
Догляд за посівами													
8	Монтаж зрошуваної системи	га	10,00	вручну			2	0,5	20,0		280,0		
9	Підсадка розсади	га	10,00	вручну		-	4	4,5	2,22		62,16		
10	Міжрядний обробіток ґрунту (3 рази)	га	30,00	МТЗ-80	КРН-4.2	1		16,0	1,88	13,16	0	3,1	93
11	Ручне прополювання (2 рази)	га	20,00	вручну			1	0,05	400,0	0	2800		
12	Підвезення води	т	16,00	МТЗ-80	ВУ-3	1	1	23,6	0,68	4,76	4,20	1,67	26,7

Продовження таблиці Д.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
13	Обприскування біопрепаратами (4 рази)	га	40,00	МТЗ-80	ОН-400	1		13,3	3,01	21,07	0	2,4	96,0
14	Обслуговування крапельного зрошення (10 разів)	га	100,00	вручну			1	20	5		35,0		
	Всього									38,99	3181,36		215,7
Збирання врожаю та дробка насіння													
15	Збирання плодів з сортуванням по фракціям (5 зборів)	га	50	вручну			1	0,25	200		1400,00		
16	Навантаження в транспорт	т	490	вручну			1	6,0	81,7		571,9		
17	Транспортування плодів до 10 км	т	490	МТЗ-80	2ПТС-4М	1		41,3	11,9	83,3		3,8	1862
18	Розвантаження плодів	т	490	вручну			1	7,0	70		490		
19	Видалення насіння з плодів	т	490	MRC-QZJ -1. 2			2	25,0	19,6		137,2		
20	Промивка насіння	кг	809	вручну			1	100	8,09		56,63		
21	Досушування насіння	кг	809	СКТ-8			1	800	1,01		7,07		
22	Первина очистка	кг	539	КБС-500			1	1400	0,39		2,73		
23	Шліфування та вторинна очистка	кг	490	V-VE.001			1	2100	0,23		1,61		
	Всього									83,3	2667,14		1862
	РАЗОМ									192,15	6697,11		2750,7

Продовження додатку Д

Таблиця Д.4

Технологічна карта (схема) вирощування помідору на насіннівці цілі з обробкою насіння мікробним препаратом Мікохелл з нормою 40 мл/кг (попередник – огірок)

Урожайність насіння 48,79 кг/га
 Посівна площа 10 га
 Валовий збір 487,9 кг

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість робочих для виконання робіт		Норма виробітку за 7 годин	Кількість нормозмін в обсягу робіт	Затрати праці на весь період, люд-год		Пальне	
		одиниця виміру	кількість	марка тракторів, автомашин	марка с.-г. машин	механізаторів	робочих на ручних роботах			механізаторів	робочих на ручних роботах	на одиницю, кг	на весь обсяг, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Основний обробіток ґрунту													
1	Дискування (10-12 см)	га	10,00	Т-150	БДТ-7	1		16,5	0,61	4,27		6,2	62
2	Оранка (22-25 см)	га	10,00	Т-150	ПЛН 5-35	1		8,0	1,25	8,75		24,5	245
	Всього									13,02	0		307
Передпосадковий обробіток ґрунту, підготовка насіння та висадка розсади													
3	Боронування в 2 сліди	га	20,00	Т-150	С-11У +4*БЗТС-1.0	1		45,2	0,44	3,08		5,3	106
4	Обробка насіння мікробним препаратом	кг	3	вручну			1	25,0	0,12	0	0,84		
5	Перша культивування з боронуванням (6-8 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
6	Друга культивування з боронуванням (8-10 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
7	Третя культивування з боронуванням (12-14 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		28,5	0,35	2,45		5,6	56
8	Посадка розсади з підвезенням води	га	10,00	МТЗ-80	СКН-6	1	14	1,50	6,67	46,69	653,66	10,2	102
	Всього									56,84	654,5		366
Догляд за посівами													
8	Монтаж зрошуваної системи	га	10,00	вручну			2	0,5	20,0		280,0		
9	Підсадка розсади	га	10,00	вручну			4	4,5	2,22		62,16		
10	Міжрядний обробіток ґрунту (3 рази)	га	30,00	МТЗ-80	КРН-4.2	1		16,0	1,88	13,16	0	3,1	93
11	Ручне прополювання (2 рази)	га	20,00	вручну			1	0,05	400,0	0	2800		
12	Підвезення води для приготування розчину біопрепаратів	т	16,00	МТЗ-80	ВУ-3	1	1	23,6	0,68	4,76	4,20	1,67	26,7
13	Обприскування біопрепаратами (4 рази)	га	40,00	МТЗ-80	ОН-400	1		13,3	3,01	21,07	0	2,4	96,0

Продовження таблиці Д.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
14	Обслуговування крапельного зрошення (10 разів)	га	100,00		вручну		1	20	5		35,0		
	Всього									38,99	3181,36		215,7
Збирання врожаю та дробка насіння													
15	Збирання плодів з сортуванням по фракціям (5 зборів)	га	50		вручну		1	0,25	200		1400,00		
16	Навантаження в транспорт	т	488		вручну		1	6,0	81,3		569,3		
17	Транспортування плодів до 10 км	т	488	МТЗ-80	2ПТС-4М	1		41,3	11,8	82,6		3,8	1854,4
18	Розвантаження плодів	т	488		вручну		1	7,0	69,7		488,0		
19	Видалення насіння з плодів	т	488		MRC-QZJ -1. 2		2	25,0	19,5		136,5		
20	Промивка насіння	кг	805		вручну		1	100	8,05		56,35		
21	Досушування насіння	кг	805		СКТ-8		1	800	1,01		7,07		
22	Первина очистка	кг	537		КБС-500		1	1400	0,38		2,66		
23	Шліфування та вторинна очистка	кг	488		V-VE.001		1	2100	0,23		1,61		
	Всього									82,6	2661,49		1854,4
	РАЗОМ									191,45	6497,35		2743,1

Додаток Е

Таблиця Е.1

Вплив мікробних препаратів на вміст в орному шарі нітратного азоту, мг/кг ґрунту (2023-2025 рр.)

Внесення препаратів	Фаза приживлення			Цвітіння			Збирання врожаю		
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
1. Фон (локально перегній + зола)	16,3	18,2	16,8	18,7	20,4	21,6	11,3	12,2	12,2
2. Фон + Азотофіт	14,6	16,1	14,9	17,9	19,3	19,8	12,4	13,1	13,0
3. Фон + Гуміфренд	14,0	15,4	15,0	15,2	17,0	15,8	11,3	12,2	11,9
4. Фон + обробка насіння Мікофренд	11,5	12,6	12,5	12,7	14,1	13,4	11,5	12,0	12,0
5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд	12,9	15,8	16,0	16,9	17,9	17,8	12,4	13,2	13,1
6. Фон + внесення в першу фертигацію Мікофренд	13,3	15,7	13,6	15,7	17,2	16,9	11,9	13,7	11,6
НІР _{0,95}	1,24	1,45	1,18	1,25	1,54	1,50	1,15	1,19	1,18

Продовження додатку Е

Таблиця Е.2

Вплив мікробних препаратів на вміст в орному шарі рухомого фосфору, мг/кг ґрунту (2023-2025 рр.)

Внесення препаратів	Фаза приживлення			Цвітіння			Збирання врожаю		
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
1. Фон (локально перегній + зола)	196	198	197	197	206	206	201	206	208
2. Фон + Азотофіт	194	201	202	201	211	209	207	214	218
3. Фон + Гуміфренд	191	200	203	199	210	206	203	212	215
4. Фон + обробка насіння Мікофренд	195	199	197	199	206	207	201	206	205
5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд	200	206	203	206	221	227	200	205	204
6. Фон + внесення в першу фертигацію Мікофренд	196	201	197	207	216	219	204	213	213
НІР _{0,95}	18,6	19,2	19,8	19,4	20,2	20,6	19,8	20,6	20,7

Закінчення додатку Е

Таблиця Е.3

Вплив мікробних препаратів на вміст в орному шарі обмінного калію, мг/кг ґрунту (2023-2025 рр.)

Внесення препаратів	Фаза приживлення			Цвітіння			Збирання врожаю		
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
1. Фон (локально перегній + зола)	96	99	99	90	93	93	87	93	89
2. Фон + Азотофіт	89	96	91	90	96	87	85	89	87
3. Фон + Гуміфренд	90	95	91	86	89	86	85	92	90
4. Фон + обробка насіння Мікофренд	91	97	88	80	88	84	86	91	90
5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд	94	99	98	86	91	93	81	87	84
6. Фон + внесення в першу фертигацію Мікофренд	102	112	110	113	121	123	92	101	98
НІР _{0,95}	8,54	9,04	9,56	8,93	9,16	9,25	8,41	8,62	8,95

Продовження таблиці Ж

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Кількість стебел	0,84	-0,64	-0,58	0,06	0,03	-0,10	0,47	-0,71	-0,32	-0,23	0,93	0,82	1,00									
Кількість китиць	0,91	-0,61	-0,62	-0,04	0,12	-0,11	0,27	-0,78	-0,50	-0,39	0,95	0,83	0,96	1,00								
Поширеність альтернаріозу (бутонізація)	-0,98	0,58	0,70	0,27	0,05	0,06	-0,32	0,47	0,18	0,00	-0,73	-0,71	-0,81	-0,86	1,00							
Поширеність альтернаріозу (цвітіння)	-0,94	0,74	0,82	0,12	-0,08	-0,15	-0,21	0,35	0,07	-0,03	-0,66	-0,79	-0,80	-0,83	0,96	1,00						
Поширеність альтернаріозу (збирання врожаю)	-0,90	0,70	0,77	0,12	0,02	-0,13	-0,37	0,27	-0,08	-0,19	-0,62	-0,74	-0,79	-0,78	0,95	0,98	1,00					
Ступінь розвитку альтернаріозу (бутонізація)	-0,91	0,55	0,60	-0,09	-0,20	-0,27	-0,43	0,27	-0,06	-0,04	-0,70	-0,85	-0,80	-0,80	0,92	0,95	0,96	1,00				
Ступінь розвитку альтернаріозу (цвітінн)	-0,85	0,63	0,59	-0,26	-0,29	-0,27	-0,43	0,42	0,06	0,14	-0,82	-0,94	-0,92	-0,88	0,84	0,89	0,89	0,94	1,00			
Ступінь розвитку альтернаріозу (збирання врожаю)	-0,78	0,71	0,68	-0,28	-0,33	-0,45	-0,30	0,19	-0,12	0,00	-0,64	-0,90	-0,79	-0,75	0,79	0,91	0,91	0,94	0,96	1,00		
Енергія проростання	-0,02	0,02	0,12	-0,28	0,99	0,89	0,83	0,21	0,05	-0,50	0,07	0,52	-0,03	0,03	0,12	-0,05	0,03	-0,16	-0,25	-0,34	1,00	
Лабораторна схожість	0,14	-0,04	0,09	0,00	0,95	0,85	0,90	0,08	0,07	-0,48	0,29	0,69	0,21	0,22	-0,04	-0,19	-0,13	-0,35	-0,47	-0,51	0,95	1,00

Додаток К

Таблиця К.1

Вплив мікробних препаратів на зміну енергії проростання отриманого насіння помідору (2023-2025 рр.)

Варіант	Енергія проростання, %			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Фон (локально перегній + зола)	97,5	95,1	94,4	95,7
2. Фон + Азотофіт-р	98,1	96,5	94,8	96,5
3. Фон + Гуміфренд	94,2	95,2	98,2	95,9
4. Фон + обробка насіння Мікофренд	95,5	94,4	97,5	95,8
5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд	99,1	98,8	97,1	98,3
6. Фон + внесення в першу фертигацію Мікофренд	97,2	96,2	95,7	96,4
НІР _{0,95} за роками	8,11	7,72	8,31	

Таблиця К.2

Вплив мікробних препаратів на зміну лабораторної схожості отриманого насіння помідору (2023-2025 рр.)

Варіант	Лабораторна схожість, %			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Фон (локально перегній + зола)	97,9	96,7	95,3	96,6
2. Фон + Азотофіт-р	99,4	98,5	95,9	97,9
3. Фон + Гуміфренд	94,9	98,0	98,7	97,2
4. Фон + обробка насіння Мікофренд	96,9	95,7	98,2	96,9
5. Фон + обробка розсади перед висадкою Мікофренд	99,5	99,1	97,9	98,8
6. Фон + внесення в першу фертигацію Мікофренд	98,0	97,1	97,4	97,5
НІР _{0,95} за роками	8,42	8,34	8,55	

Додаток Л

Таблиця Л.1

Технологічна карта (схема) вирощування помідору на насінніві цілі з внесенням 10 т/га перегною та 1 т/га золи (попередник – огірок)

Урожайність насіння 44,37 кг/га
 Посівна площа 10 га
 Валовий збір 443,7 кг

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість робочих для виконання робіт		Норма виробітку за 7 годин	Кількість нормозмін в обсягу робіт	Затрати праці на весь період, люд-год		Пальне	
		одиниця виміру	кількість	марка тракторів, автомашин	марка с.-г. машин	механізаторів	робочих на ручних роботах			механізаторів	робочих на ручних роботах	на одиницю, кг	на весь обсяг, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Основний обробіток ґрунту													
1	Дискування (10-12 см)	га	10,00	Т-150	БДТ-7	1		16,5	0,61	4,27		6,2	62
2	Навантаження перегною	т	100	Т-156				610	0,16	1,15		0,65	65
3	Внесення перегною та золи	т	110	Т-150К	МТО-12			64,8	1,7	11,9		1,05	75,1
4	Оранка (22-25 см)	га	10,00	Т-150	ПЛН 5-35	1		8,0	1,25	8,75		24,5	245
	Всього									26,07	0		447,1
Передпосадковий обробіток ґрунту, підготовка насіння та висадка розсади													
5	Боронування в 2 сліди	га	20,00	Т-150	БЗТС-1.0	1		45,2	0,44	3,08		5,3	106
6	Обробка насіння водою	кг	3	вручну			1	25,0	0,12	0	0,84		
7	Перша культивування з боронуванням (6-8 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
8	Друга культивування з боронуванням (8-10 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
9	Третя культивування з боронуванням (12-14 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4	1		28,5	0,35	2,45		5,6	56
10	Посадка розсади з підвезенням води	га	10,00	МТЗ-80	СКН-6	1	14	1,50	6,67	46,69	653,66	10,2	102
	Всього									56,84	654,5		366
Догляд за посівами													
11	Монтаж зрошуваної системи	га	10,00	вручну			2	0,5	20,0		280,0		
12	Підсадка розсади	га	10,00	вручну			4	4,5	2,22		62,16		
13	Міжрядний обробіток ґрунту (3 рази)	га	30,00	МТЗ-80	КРН-4.2	1		16,0	1,88	13,16	0	3,1	93
14	Ручне прополювання (2 рази)	га	20,00	вручну			1	0,05	400,0	0	2800		
15	Підвезення води	т	16,00	МТЗ-80	ВУ-3	1	1	23,6	0,68	4,76	4,20	1,67	26,7
16	Обприскування біопрепаратами (4 рази)	га	40,00	МТЗ-80	ОН-400	1		13,3	3,01	21,07	0	2,4	96,0
17	Обслуговування крапельного зрошення (10 разів)	га	100,00	вручну			1	20	5		35,0		
	Всього									38,99	3181,36		215,7

Продовження таблиці Л.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Збирання врожаю та дробка насіння													
18	Збирання плодів з сортуванням по фракціям (5 зборів)	га	50		вручну		1	0,25	200		1400,00		
19	Навантаження в транспорт	т	444		вручну		1	6,0	74		518,0		
20	Транспортування плодів до 10 км	т	444	МТЗ-80	2ПТС-4М	1		41,3	10,6	74,2		3,8	1687
21	Розвантаження плодів	т	444		вручну		1	7,0	63,4		444,0		
22	Видалення насіння з плодів	т	444		MRC-QZJ -1. 2		2	25,0	17,8		124,6		
23	Промивка насіння	кг	733		вручну		1	100	7,33		51,31		
24	Досушування насіння	кг	733		СКТ-8		1	800	0,92		6,44		
25	Первина очистка	кг	488		КБС-500		1	1400	0,35		2,45		
26	Шліфування та вторинна очистка	кг	444		V-VE.001		1	2100	0,21		1,47		
	Всього									74,2	2548,27		1687
	РАЗОМ									196,1	6384,13		2715,8

Продовження додатку Л

Таблиця Л.2

Технологічна карта (схема) вирощування помідору на насінніві цілі з внесенням 10 т/га перегною й 1 т/га золи, використанням Гуміфренд для обробки насіння та підживлень (попередник – огірок)

Урожайність насіння 54,69 кг/га
 Посівна площа 10 га
 Валовий збір 546,9 кг

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість робочих для виконання робіт		Норма виробітку за 7 годин	Кількість нормозмін в обсягу робіт	Затрати праці на весь період, люд-год		Пальне	
		одиниця виміру	кількість	марка тракторів, автомашин	марка с.-г. машин	механізаторів	робочих на ручних роботах			механізаторів	робочих на ручних роботах	на одиницю, кг	на весь обсяг, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Основний обробіток ґрунту													
1	Дискування (10-12 см)	га	10,00	Т-150	БДТ-7	1		16,5	0,61	4,27		6,2	62
2	Навантаження перегною	т	100	Т-156				610	0,16	1,15		0,65	65
3	Внесення перегною та золи	т	110	Т-150К	МТО-12			64,8	1,7	11,9		1,05	75,1
4	Оранка (22-25 см)	га	10,00	Т-150	ПЛН 5-35	1		8,0	1,25	8,75		24,5	245
	Всього									26,07	0		447,1
Передпосадковий обробіток ґрунту, підготовка насіння та висадка розсади													
5	Боронування в 2 сліди	га	20,00	Т-150	БЗТС-1.0	1		45,2	0,44	3,08		5,3	106
6	Обробка насіння Гуміфренд	кг	3	вручну			1	25,0	0,12	0	0,84		
7	Перша культивування з боронуванням (6-8 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
8	Друга культивування з боронуванням (8-10 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
9	Третя культивування з боронуванням (12-14 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4	1		28,5	0,35	2,45		5,6	56
10	Посадка розсади з підвезенням води	га	10,00	МТЗ-80	СКН-6	1	14	1,50	6,67	46,69	653,66	10,2	102
	Всього									56,84	654,5		366
Догляд за посівами													
11	Монтаж зрошуваної системи	га	10,00	вручну			2	0,5	20,0		280,0		
12	Підсадка розсади	га	10,00	вручну		-	4	4,5	2,22		62,16		
13	Міжрядний обробіток ґрунту (3 рази)	га	30,00	МТЗ-80	КРН-4.2	1		16,0	1,88	13,16	0	3,1	93
14	Ручне прополювання (2 рази)	га	20,00	вручну			1	0,05	400,0	0	2800		
15	Підвезення води	т	20,00	МТЗ-80	ВУ-3	1	1	23,6	0,85	5,95	5,95	1,67	33,4
16	Обприскування біопрепаратами (5 рази)	га	50,00	МТЗ-80	ОН-400	1		13,3	3,76	26,32	0	2,4	120
17	Обслуговування крапельного зрошення (10 разів)	га	100,00	вручну			1	20	5		35,0		
	Всього									45,43	3183,11		246,4

Продовження таблиці Л.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Збирання врожаю та дробка насіння													
18	Збирання плодів з сортуванням по фракціям (5 зборів)	га	50		вручну		1	0,25	200		1400,00		
19	Навантаження в транспорт	т	547		вручну		1	6,0	91,17		638,19		
20	Транспортування плодів до 10 км	т	547	МТЗ-80	2ПТС-4М	1		41,3	13,24	92,7		3,8	2078,6
21	Розвантаження плодів	т	547		вручну		1	7,0	78,14		547,0		
22	Видалення насіння з плодів	т	547		MRC-QZJ -1. 2		2	25,0	21,88		153,16		
23	Промивка насіння	кг	903		вручну		1	100	9,03		63,21		
24	Досушування насіння	кг	903		СКТ-8		1	800	1,13		7,91		
25	Первина очистка	кг	602		КБС-500		1	1400	0,43		3,01		
26	Шліфування та вторинна очистка	кг	547		V-VE.001		1	2100	0,27		1,82		
	Всього									92,7	2814,3		2078,6
	РАЗОМ									247,11	6651,91		3138,1

Продовження додатку Л

Таблиця Л.3

Технологічна карта (схема) вирощування помідору на насінніві цілі з внесенням 10 т/га перегною й 1 т/га золи, обробкою насіння Мікофрендом (попередник – огірок)

Урожайність насіння 50,55 кг/га
 Посівна площа 10 га
 Валовий збір 50,55 кг

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість робочих для виконання робіт		Норма виробітку за 7 годин	Кількість нормозмін в обсягу робіт	Затрати праці на весь період, люд-год		Пальне	
		одиниця виміру	кількість	марка тракторів, автомашин	марка с.-г. машин	механізаторів	робочих на ручних роботах			механізаторів	робочих на ручних роботах	на одиницю, кг	на весь обсяг, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Основний обробіток ґрунту													
1	Дискування (10-12 см)	га	10,00	Т-150	БДТ-7	1		16,5	0,61	4,27		6,2	62
2	Навантаження перегною	т	100	Т-156				610	0,16	1,15		0,65	65
3	Внесення перегною та золи	т	110	Т-150К	МТО-12			64,8	1,7	11,9		1,05	75,1
4	Оранка (22-25 см)	га	10,00	Т-150	ПЛН 5-35	1		8,0	1,25	8,75		24,5	245
	Всього									26,07	0		447,1
Передпосадковий обробіток ґрунту, підготовка насіння та висадка розсади													
5	Боронування в 2 сліди	га	20,00	Т-150	БЗТС-1.0	1		45,2	0,44	3,08		5,3	106
6	Обробка насіння Мікофрендом	кг	3	вручну			1	25,0	0,12	0	0,84		
7	Перша культивування з боронуванням (6-8 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
8	Друга культивування з боронуванням (8-10 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
9	Третя культивування з боронуванням (12-14 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		28,5	0,35	2,45		5,6	56
10	Посадка розсади з підвезенням води	га	10,00	МТЗ-80	СКН-6	1	14	1,50	6,67	46,69	653,66	10,2	102
	Всього									56,84	654,5		366
Догляд за посівами													
11	Монтаж зрошуваної системи	га	10,00	вручну			2	0,5	20,0		280,0		
12	Підсадка розсади	га	10,00	вручну			-	4,5	2,22		62,16		
13	Міжрядний обробіток ґрунту (3 рази)	га	30,00	МТЗ-80	КРН-4.2	1		16,0	1,88	13,16	0	3,1	93
14	Ручне прополювання (2 рази)	га	20,00	вручну			1	0,05	400,0	0	2800		
15	Підвезення води	т	16,00	МТЗ-80	ВУ-3	1	1	23,6	0,68	4,76	4,20	1,67	26,7

Продовження таблиці Л.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
16	Обприскування біопрепаратами (4 рази)	га	40,00	МТЗ-80	ОН-400	1		13,3	3,01	21,07	0	2,4	96,0
17	Обслуговування крапельного зрошення (10 разів)	га	100,00	вручну		1	20	5		35,0			
	Всього									38,99	3181,36		215,7
Збирання врожаю та доробка насіння													
18	Збирання плодів з сортуванням по фракціям (5 зборів)	га	50		вручну		1	0,25	200		1400,0		
19	Навантаження в транспорт	т	506		вручну		1	6,0	84,3		590,1		
20	Транспортування плодів до 10 км	т	506	МТЗ-80	2ПТС-4М	1		41,3	12,3	86,1		3,8	1922,8
21	Розвантаження плодів	т	506		вручну		1	7,0	72,3		506,1		
22	Видалення насіння з плодів	т	506		MRC-QZJ -1. 2		2	25,0	20,2		141,4		
23	Промивка насіння	кг	835		вручну		1	100	8,35		58,45		
24	Досушування насіння	кг	835		СКТ-8		1	800	1,04		7,28		
25	Первина очистка	кг	557		КБС-500		1	1400	0,4		2,8		
26	Шліфування та вторинна очистка	кг	506		V-VE.001		1	2100	0,24		1,68		
	Всього									86,1	2707,81		1922,8
	РАЗОМ									208,0	6543,67		2951,6

Продовження додатку Л

Таблиця Л.4

Технологічна карта (схема) вирощування помідору на насінніві цілі з внесенням 10 т/га перегною й 1 т/га золи, обробкою коренів розсади перед висадкою Мікофрендом (попередник – огірок)

Урожайність насіння 49,18 кг/га
 Посівна площа 10 га
 Валовий збір 491,8 кг

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість робочих для виконання робіт		Норма виробітку за 7 годин	Кількість нормозмін в обсягу робіт	Затрати праці на весь період, люд-год		Пальне	
		одиниця виміру	кількість	марка тракторів, автомашин	марка с.-г. машин	механізаторів	робочих на ручних роботах			механізаторів	робочих на ручних роботах	на одиницю, кг	на весь обсяг, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Основний обробіток ґрунту													
1	Дискування (10-12 см)	га	10,00	Т-150	БДТ-7	1		16,5	0,61	4,27		6,2	62
2	Навантаження перегною	т	100	Т-156				610	0,16	1,15		0,65	65
3	Внесення перегною та золи	т	110	Т-150К	МТО-12			64,8	1,7	11,9		1,05	75,1
4	Оранка (22-25 см)	га	10,00	Т-150	ПЛН 5-35	1		8,0	1,25	8,75		24,5	245
	Всього									26,07	0		447,1
Передпосадковий обробіток ґрунту, підготовка насіння та висадка розсади													
5	Боронування в 2 сліди	га	20,00	Т-150	БЗТС-1.0	1		45,2	0,44	3,08		5,3	106
6	Обробка насіння водою	кг	3	вручну				25,0	0,12	0	0,84		
7	Перша культивування з боронуванням (6-8 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
8	Друга культивування з боронуванням (8-10 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
9	Третя культивування з боронуванням (12-14 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		28,5	0,35	2,45		5,6	56
10	Обробка коренів розсади Мікофрендом	тис.шт	360,0	вручну				15,0	24,0		168		
11	Посадка розсади з підвезенням води	га	10,00	МТЗ-80	СКН-6	1	14	1,50	6,67	46,69	653,66	10,2	102
	Всього									56,84	822,5		366
Догляд за посівами													
12	Монтаж зрошуваної системи	га	10,00	вручну				2	0,5	20,0		280,0	
13	Підсадка розсади	га	10,00	вручну				-	4	4,5	2,22	62,16	
14	Міжрядний обробіток ґрунту (3 рази)	га	30,00	МТЗ-80	КРН-4.2	1		16,0	1,88	13,16	0	3,1	93
15	Ручне прополювання (2 рази)	га	20,00	вручну				1	0,05	400,0	0	2800	
16	Підвезення води	т	16,00	МТЗ-80	ВУ-3	1	1	23,6	0,68	4,76	4,20	1,67	26,7

Продовження таблиці Л.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
17	Обприскування біопрепаратами (4 рази)	га	40,00	МТЗ-80	ОН-400	1		13,3	3,01	21,07	0	2,4	96,0
18	Обслуговування крапельного зрошення (10 разів)	га	100,00	вручну		1	20	5		35,0			
	Всього									38,99	3181,36		215,7
Збирання врожаю та доробка насіння													
19	Збирання плодів з сортуванням по фракціям (5 зборів)	га	50		вручну		1	0,25	200		1400,00		
20	Навантаження в транспорт	т	492		вручну		1	6,0	82,0		574,0		
21	Транспортування плодів до 10 км	т	492	МТЗ-80	2ПТС-4М	1		41,3	11,9	83,3		3,8	1869,6
22	Розвантаження плодів	т	492		вручну		1	7,0	70,3		492,1		
23	Видалення насіння з плодів	т	492		MRC-QZJ -1. 2		2	25,0	19,7		137,9		
24	Промивка насіння	кг	812		вручну		1	100	8,12		56,84		
25	Досушування насіння	кг	812		СКТ-8		1	800	1,02		7,14		
26	Первина очистка	кг	541		КБС-500		1	1400	0,39		2,73		
27	Шліфування та вторинна очистка	кг	492		V-VE.001		1	2100	0,23		1,64		
	Всього									83,3	2672,35		1869,6
	РАЗОМ									205,2	6676,21		2898,4

Додаток М

Таблиця М.1

Зміни енергії проростання насіння помідору за використання регуляторів росту, % (2023-2025 рр.)

Регулятори росту	Енергія проростання, %			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Вода (контроль)	96,7	92,2	93,8	94,2
2. Аміноплацентин	97,1	96,5	94,8	96,1
3. Липоплацентин	97,7	96,9	95,1	96,6
4. Кріоплацентин	96,9	94,6	95,8	95,8
5. ПЕО-1000	97,8	96,0	94,7	96,2
6. <i>Coelastrella thermophila</i> var. <i>globulina</i>	98,1	93,5	92,8	94,8
НІР _{0,95} за роками	0,78	0,85	0,88	

Таблиця М.2

Зміни лабораторної сіюжості насіння помідору за використання регуляторів росту, % (2023-2025 рр.)

Регулятори росту	Лабораторна сіюжість, %			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
1. Вода (контроль)	97,9	97,1	97,1	97,4
2. Аміноплацентин	99,2	98,6	97,4	98,4
3. Липоплацентин	98,8	98,1	98,1	98,3
4. Кріоплацентин	98,1	97,2	98,7	98,0
5. ПЕО-1000	99,2	98,7	97,7	98,5
6. <i>Coelastrella thermophila</i> var. <i>globulina</i>	99,4	97,0	98,6	98,3
НІР _{0,95} за роками	0,83	0,91	0,92	

Додаток Н

Таблиця Н.1

Технологічна карта (схема) вирощування помідору на насінніві цілі з обробкою насіння Аміноплацентином (попередник – огірок)

Урожайність насіння 47,12 кг/га
 Посівна площа 10 га
 Валовий збір 471,2 кг

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість робочих для виконання робіт		Норма виробітку за 7 годин	Кількість нормозмін в обсягу робіт	Затрати праці на весь період, люд-год		Пальне	
		одиниця виміру	кількість	марка тракторів, автомашин	марка с.-г. машин	механізаторів	робочих на ручних роботах			механізаторів	робочих на ручних роботах	на одиницю, кг	на весь обсяг, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Основний обробіток ґрунту													
1	Дискування (10-12 см)	га	10,00	Т-150	БДТ-7	1		16,5	0,61	4,27		6,2	62
2	Оранка (22-25 см)	га	10,00	Т-150	ПЛН 5-35	1		8,0	1,25	8,75		24,5	245
	Всього									13,02	0		307
Передпосадковий обробіток ґрунту, підготовка насіння та висадка розсади													
3	Боронування в 2 сліди	га	20,00	Т-150	С-11У +4*БЗТС-1.0	1		45,2	0,44	3,08		5,3	106
4	Обробка насіння Аміноплацентином	кг	3	вручну			1	10,0	0,3	0	2,1		
5	Перша культивування з боронуванням (6-8 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
6	Друга культивування з боронуванням (8-10 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
7	Третя культивування з боронуванням (12-14 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		28,5	0,35	2,45		5,6	56
8	Посадка розсади з підвезенням води	га	10,00	МТЗ-80	СКН-6	1	14	1,50	6,67	46,69	653,66	10,2	102
	Всього									56,84	655,6		366
Догляд за посівами													
8	Монтаж зрошуваної системи	га	10,00	вручну			2	0,5	20,0		280,0		
9	Підсадка розсади	га	10,00	вручну		-	4	4,5	2,22		62,16		
10	Міжрядний обробіток ґрунту (3 рази)	га	30,00	МТЗ-80	КРН-4.2	1		16,0	1,88	13,16	0	3,1	93
11	Ручне прополювання (2 рази)	га	20,00	вручну			1	0,05	400,0	0	2800		
12	Підвезення води	т	16,00	МТЗ-80	ВУ-3	1	1	23,6	0,68	4,76	4,20	1,67	26,7
13	Обприскування біопрепаратами (4 рази)	га	40,00	МТЗ-80	ОН-400	1		13,3	3,01	21,07	0	2,4	96,0
14	Обслуговування крапельного зрошення (10 разів)	га	100,00	вручну			1	20	5		35,0		
	Всього									38,99	3181,36		215,7

Продовження таблиці Н.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Збирання врожаю та дробка насіння													
15	Збирання плодів з сортуванням по фракціям (5 зборів)	га	50		вручну		1	0,25	200		1400,0		
16	Навантаження в транспорт	т	472		вручну		1	6,0	78,7		550,7		
17	Транспортування плодів до 10 км	т	472	МТЗ-80	2ПТС-4М	1		41,3	11,4	79,8		3,8	1793,6
18	Розвантаження плодів	т	472		вручну		1	7,0	67,4		472,0		
19	Видалення насіння з плодів	т	472		MRC-QZJ -1. 2		2	25,0	18,9		132,2		
20	Промивка насіння	кг	779		вручну		1	100	7,79		54,5		
21	Досушування насіння	кг	779		СКТ-8		1	800	0,97		6,79		
22	Первина очистка	кг	519		КБС-500		1	1400	0,37		2,59		
23	Шліфування та вторинна очистка	кг	472		V-VE.001		1	2100	0,22		1,54		
	Всього									79,8	2620,32		1793,6
	РАЗОМ									188,65	6457,28		2682,3

Продовження додатку Н

Таблиця Н.2

Технологічна карта (схема) вирощування помідору на насінніві цілі з обробкою насіння Кріоплацентином (попередник – огірок)

Урожайність насіння 54,79 кг/га
 Посівна площа 10 га
 Валовий збір 547,9 кг

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість робочих для виконання робіт		Норма виробітку за 7 годин	Кількість нормозмін в обсягу робіт	Затрати праці на весь період, люд-год		Пальне	
		одиниця виміру	кількість	марка тракторів, автомашин	марка с.-г. машин	механізаторів	робочих на ручних роботах			механізаторів	робочих на ручних роботах	на одиницю, кг	на весь обсяг, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Основний обробіток ґрунту													
1	Дискування (10-12 см)	га	10,00	Т-150	БДТ-7	1		16,5	0,61	4,27		6,2	62
2	Оранка (22-25 см)	га	10,00	Т-150	ПЛН 5-35	1		8,0	1,25	8,75		24,5	245
	Всього									13,02	0		307
Передпосадковий обробіток ґрунту, підготовка насіння та висадка розсади													
3	Боронування в 2 сліди	га	20,00	Т-150	С-11У +4*БЗТС-1.0	1		45,2	0,44	3,08		5,3	106
4	Обробка насіння Кріоплацентином	кг	3	вручну			1	10,0	0,3	0	2,1		
5	Перша культивування з боронуванням (6-8 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
6	Друга культивування з боронуванням (8-10 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
7	Третя культивування з боронуванням (12-14 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		28,5	0,35	2,45		5,6	56
8	Посадка розсади з підвезенням води	га	10,00	МТЗ-80	СКН-6	1	14	1,50	6,67	46,69	653,66	10,2	102
	Всього									56,84	655,6		366
Догляд за посівами													
8	Монтаж зрошуваної системи	га	10,00	вручну			2	0,5	20,0		280,0		
9	Підсадка розсади	га	10,00	вручну		-	4	4,5	2,22		62,16		
10	Міжрядний обробіток ґрунту (3 рази)	га	30,00	МТЗ-80	КРН-4.2	1		16,0	1,88	13,16	0	3,1	93
11	Ручне прополювання (2 рази)	га	20,00	вручну			1	0,05	400,0	0	2800		
12	Підвезення води	т	16,00	МТЗ-80	ВУ-3	1	1	23,6	0,68	4,76	4,20	1,67	26,7
13	Обприскування біопрепаратами (4 рази)	га	40,00	МТЗ-80	ОН-400	1		13,3	3,01	21,07	0	2,4	96,0
14	Обслуговування крапельного зрошення (10 разів)	га	100,00	вручну			1	20	5		35,0		
	Всього									38,99	3181,36		215,7

Продовження таблиці Н.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Збирання врожаю та дробка насіння													
15	Збирання плодів з сортуванням по фракціям (5 зборів)	га	50		вручну		1	0,25	200		1400,0		
16	Навантаження в транспорт	т	548		вручну		1	6,0	91,3		639,1		
17	Транспортування плодів до 10 км	т	548	МТЗ-80	2ПТС-4М	1		41,3	13,3	92,9		3,8	2082,4
18	Розвантаження плодів	т	548		вручну		1	7,0	78,3		548,0		
19	Видалення насіння з плодів	т	548		MRC-QZJ -1. 2		2	25,0	21,9		153,4		
20	Промивка насіння	кг	904		вручну		1	100	9,04		63,3		
21	Досушування насіння	кг	904		СКТ-8		1	800	1,13		7,91		
22	Первина очистка	кг	603		КБС-500		1	1400	0,43		3,01		
23	Шліфування та вторинна очистка	кг	548		V-VE.001		1	2100	0,26		1,83		
	Всього									92,9	2816,55		2082,4
	РАЗОМ									201,75	6653,51		2971,1

Продовження додатку Н

Таблиця Н.3

Технологічна карта (схема) вирощування помідору на насіннівці цілі з обробкою насіння ПЕО-1000 (попередник – огірок)

Урожайність насіння 61,18 кг/га
 Посівна площа 10 га
 Валовий збір 611,8 кг

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість робочих для виконання робіт		Норма виробітку за 7 годин	Кількість нормозмін в обсягу робіт	Затрати праці на весь період, люд-год		Пальне	
		одиниця виміру	кількість	марка тракторів, автомашин	марка с.-г. машин	механізаторів	робочих на ручних роботах			механізаторів	робочих на ручних роботах	на одиницю, кг	на весь обсяг, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Основний обробіток ґрунту													
1	Дискування (10-12 см)	га	10,00	Т-150	БДТ-7	1		16,5	0,61	4,27		6,2	62
2	Оранка (22-25 см)	га	10,00	Т-150	ПЛН 5-35	1		8,0	1,25	8,75		24,5	245
	Всього									13,02	0		307
Передпосадковий обробіток ґрунту, підготовка насіння та висадка розсади													
3	Боронування в 2 сліди	га	20,00	Т-150	С-11У +4*БЗТС-1.0	1		45,2	0,44	3,08		5,3	106
4	Обробка насіння ПЕО-1000	кг	3	вручну			1	10,0	0,3	0	2,1		
5	Перша культивування з боронуванням (6-8 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
6	Друга культивування з боронуванням (8-10 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
7	Третя культивування з боронуванням (12-14 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		28,5	0,35	2,45		5,6	56
8	Посадка розсади з підвезенням води	га	10,00	МТЗ-80	СКН-6	1	14	1,50	6,67	46,69	653,66	10,2	102
	Всього									56,84	655,6		366
Догляд за посівами													
8	Монтаж зрошуваної системи	га	10,00	вручну			2	0,5	20,0		280,0		
9	Підсадка розсади	га	10,00	вручну			4	4,5	2,22		62,16		
10	Міжрядний обробіток ґрунту (3 рази)	га	30,00	МТЗ-80	КРН-4.2	1		16,0	1,88	13,16	0	3,1	93
11	Ручне прополювання (2 рази)	га	20,00	вручну			1	0,05	400,0	0	2800		
12	Підвезення води для розчину біопрепаратів	т	16,00	МТЗ-80	ВУ-3	1	1	23,6	0,68	4,76	4,20	1,67	26,7
13	Обприскування біопрепаратами (4 рази)	га	40,00	МТЗ-80	ОН-400	1		13,3	3,01	21,07	0	2,4	96,0
14	Обслуговування крапельного зрошення (10 разів)	га	100,00	вручну			1	20	5		35,0		
	Всього									38,99	3181,36		215,7

Продовження таблиці Н.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Збирання врожаю та доробка насіння													
15	Збирання плодів з сортуванням по фракціям (5 зборів)	га	50		вручну		1	0,25	200		1400,0		
16	Навантаження в транспорт	т	612		вручну		1	6,0	102		714		
17	Транспортування плодів до 10 км	т	612	МТЗ-80	2ПТС-4М	1		41,3	14,8	103,7		3,8	2325,6
18	Розвантаження плодів	т	612		вручну		1	7,0	87,4		612,0		
19	Видалення насіння з плодів	т	612		MRC-QZJ -1. 2		2	25,0	24,5		171,5		
20	Промивка насіння	кг	1010		вручну		1	100	10,1		70,7		
21	Досушування насіння	кг	1010		СКТ-8		1	800	1,26		8,84		
22	Первина очистка	кг	673		КБС-500		1	1400	0,48		3,36		
23	Шліфування та вторинна очистка	кг	612		V-VE.001		1	2100	0,29		2,04		
	Всього									103,7	2982,44		2325,6
	РАЗОМ									212,55	6819,4		3214,3

Продовження додатку Н

Таблиця Н.4

Технологічна карта (схема) вирощування помідору на насіннєві цілі з обробкою насіння екстрактом *Coelastrella thermophila* var. *globulina* (попередник – огірок)

Урожайність насіння 46,19 кг/га
 Посівна площа 10 га
 Валовий збір 461,9 кг

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість робочих для виконання робіт		Норма виробітку за 7 годин	Кількість нормозмін в обсягу робіт	Затрати праці на весь період, люд-год		Пальне	
		одиниця виміру	кількість	марка тракторів, автомашин	марка с.-г. машин	механізаторів	робочих на ручних роботах			механізаторів	робочих на ручних роботах	на одиницю, кг	на весь обсяг, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Основний обробіток ґрунту													
1	Дискування (10-12 см)	га	10,00	Т-150	БДТ-7	1		16,5	0,61	4,27		6,2	62
2	Оранка (22-25 см)	га	10,00	Т-150	ПЛН 5-35	1		8,0	1,25	8,75		24,5	245
	Всього									13,02	0		307
Передпосадковий обробіток ґрунту, підготовка насіння та висадка розсади													
3	Боронування в 2 сліди	га	20,00	Т-150	С-11У +4*БЗТС-1.0	1		45,2	0,44	3,08		5,3	106
4	Обробка насіння екстрактом	кг	3	вручну			1	10,0	0,3	0	2,1		
5	Перша культивування з боронуванням (6-8 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
6	Друга культивування з боронуванням (8-10 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		30,1	0,33	2,31		5,1	51
7	Третя культивування з боронуванням (12-14 см)	га	10,00	Т-150	КПС-4 +4*БЗТС-1.0	1		28,5	0,35	2,45		5,6	56
8	Посадка розсади з підвезенням води	га	10,00	МТЗ-80	СКН-6	1	14	1,50	6,67	46,69	653,66	10,2	102
	Всього									56,84	655,6		366
Догляд за посівами													
8	Монтаж зрошуваної системи	га	10,00	вручну			2	0,5	20,0		280,0		
9	Підсадка розсади	га	10,00	вручну		-	4	4,5	2,22		62,16		
10	Міжрядний обробіток ґрунту (3 рази)	га	30,00	МТЗ-80	КРН-4.2	1		16,0	1,88	13,16	0	3,1	93
11	Ручне прополювання (2 рази)	га	20,00	вручну			1	0,05	400,0	0	2800		
12	Підвезення води для розчину біопрепаратів	т	16,00	МТЗ-80	ВУ-3	1	1	23,6	0,68	4,76	4,20	1,67	26,7
13	Обприскування біопрепаратами (4 рази)	га	40,00	МТЗ-80	ОН-400	1		13,3	3,01	21,07	0	2,4	96,0
14	Обслуговування крапельного зрошення (10 разів)	га	100,00	вручну			1	20	5		35,0		
	Всього									38,99	3181,36		215,7

Продовження таблиці Н.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Збирання врожаю та доробка насіння													
15	Збирання плодів з сортуванням по фракціям (5 зборів)	га	50		вручну		1	0,25	200		1400,0		
16	Навантаження в транспорт	т	462		вручну		1	6,0	77		539		
17	Транспортування плодів до 10 км	т	462	МТЗ-80	2ПТС-4М	1		41,3	11,2	78,4		3,8	1755,6
18	Розвантаження плодів	т	462		вручну		1	7,0	66		462		
19	Видалення насіння з плодів	т	462		MRC-QZJ -1. 2		2	25,0	18,5		129,5		
20	Промивка насіння	кг	762		вручну		1	100	7,62		53,34		
21	Досушування насіння	кг	762		СКТ-8		1	800	0,95		6,67		
22	Первина очистка	кг	508		КБС-500		1	1400	0,36		2,52		
23	Шліфування та вторинна очистка	кг	462		V-VE.001		1	2100	0,22		1,54		
	Всього									78,4	2594,57		1755,6
	РАЗОМ									187,25	6431,53		2644,3

Додаток П

Додаток Р

Акт виробничого впровадження завершеного НДР

№ 5 від 12 жовтня 2025 року

1. Назва науково-дослідної установи – Інститут овочівництва і баштанництва НААН.
2. Назва науково-технічної продукції, що поставлена на впровадження: «Способи підготовки насіння помідору».
3. Автори НДР: Шапко М.О., здобувач ІОБ НААН, Куц О.В., доктор с.-г. наук, ст. н. с., доцент кафедри агрохімії ДБТУ.
4. Впровадження завершеної НДР проводилось в ФГ «Панасенко О.В.» Валківського району Харківської області.
5. Умови проведення виробничого впровадження: ґрунт – чорнозем звичайний важкосуглинковий. Площа впровадження – 0,5 га.
6. Строки впровадження: 6 квітня 2025р. – 12 жовтня 2025р.
7. Помідор сорту Базилеве вирощували розсадним способом з висадкою за схемою 140 x 20 см (36 тис. шт./га), використанням краплинного зрошення та біологічного захисту рослини від шкідників та хвороб.
8. Еталон (контроль) включав вирощування помідору без обробки насіння біопрепаратами.
9. Розроблені способи: 1) озонування насіння помідору (з концентрацією озону 1,5 мл/л) за 3 дні до висіву в розсадник; 2) обробка насіння помідору біопрепаратом Мікохелп (40 мл/кг насіння) за 3 дні до висіву.
10. Результати: на еталоні загальна урожайність помідору становила 40,6 т/га, вихід насіння 0,085 %, урожайність насіння 47,6 кг/га; за використання озонування загальна урожайність становила 61,5 т/га, вихід насіння 0,087 %, урожайність насіння 53,2 кг/га; за використання біопрепарату Мікохелп загальна урожайність становила 54,4 т/га, вихід насіння 0,093 %, урожайність насіння 50,7 кг/га.
11. Впровадження в технологію вирощування помідору озонування насіння з концентрацією озону 1,5 мл/л та обробку насіння біопрепаратом Мікохелп забезпечує підвищення урожайності товарної продукції на 14,3-29,2 %, урожайності насіння – на 11,5-31,0 %.

Директор ФГ «Панасенко О.В.»



Олександр ПАНАСЕНКО

Додаток С

Акт виробничого впровадження завершеного НДР

від 18 листопада 2025 року

1. Назва науково-дослідної установи – Інститут овочівництва і баштанництва НААН.
2. Назва науково-технічної продукції, що поставлена на впровадження: «Елементи органічної технології вирощування помідору».
3. Автори НДР: Шапко М.О., здобувач ІОБ НААН, Куц О.В., доктор с.-г. наук, ст. н. с., доцент кафедри агрохімії ДБТУ.
4. Впровадження завершеної НДР проводилось в ТОВ «Сила природи» (Харківська область, Харківський р-н, сел. Старовірівка).
5. Умови проведення виробничого впровадження: ґрунт – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий. Площа впровадження – 10,0 га.
6. Строки впровадження: 2 березня 2025р. – 18 листопада 2025р.
7. Помідор сорту Ріо Гранде вирощували розсадним способом (в касетах) з висадкою за схемою 140 x 25 см (29 тис. шт./га), використанням краплинного зрошення та біологічного захисту рослин.
8. Еталонний (контрольний) варіант вирощування помідору без застосування добрив та обробок фізичними факторами.
9. Впроваджувалося: 1) спосіб вирощування помідору з обробкою насіння низькими температурами (-80 °С) впродовж 4 діб з послідовним прогріванням на повітрі у темряві за температури 22 °С; 2) спосіб вирощування помідору з обробкою насіння мікробним препаратом Мікохелп (40 мл/кг насіння) впродовж 30 хвилин з наступним підсушуванням насіння в темряві; 3) спосіб вирощування помідору з обробкою насіння мікробним препаратом Фітоцид (40 мл/кг) впродовж 30 хвилин з наступним підсушуванням насіння в темряві.
10. Результати: на контрольному варіанті урожайність насіння становила 56,5 кг/га; за використання обробки насіння низькими температурами – 65,7 кг/га, за обробки насіння препаратом Мікохелп – 63,9 кг/га, за обробки насіння препаратом Фітоцид – 63,2 кг/га.
11. Впровадження в органічні технології вирощування помідору обробки насіння низькими температурами (-80 °С), мікробними препаратами Мікохелп або Фітоцид забезпечує підвищення урожайності насіння на 11,9-16,3 % та зростання економічних показників вирощування (рентабельність в межах 74,1-82,5 %).

Директор ТОВ «Сила природи»




Олена ПРУДНІКОВА

Додаток Т

УЗГОДЖЕНО:

Проректор з науково-педагогічної роботи
Державного біотехнологічного університету

Максим СЕРІК
М.П. « » 2025 р.

УЗГОДЖЕНО:

Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного університету

Валерій МИХАЙЛОВ
М.П. « » 2025 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і технологічних робіт в освітній процес закладу вищої освіти

Замовник Державний біотехнологічний університет
найменування організації
В. о. ректора ДБТУ к.т.н. Кудряшова А.І.

Дійсним актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи
«Спосіб вирощування помідору на насіннєві цілі з використанням мікробних препаратів».
(назва роботи)

виконаної у співавторстві Шапко Мариною Олександрівною, здобувачем ступеня доктор філософії, молодший науковим співробітником лабораторії насіннезнавства і насінництва овочевих і баштанних культур Інституту овочівництва і баштанництва НААН України.

впроваджено в освітній процес кафедри:

плодоовочівництва і зберігання продукції рослинництва

(найменування структурного підрозділу, де здійснюється впровадження)

1. **Вид впровадження результатів:** методологічний (система використання мікробних препаратів для оптимізації живлення та посилення ростових процесів рослин помідору за органічних та інтегрованих підходів вирощування).

2. **Форма впровадження:** застосування результатів досліджень в освітньому процесі.

3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи:** якісно нове (технологічний підхід для підвищення насіннєвої продуктивності помідору в органічних та інтегрованих технологіях вирощування з ефектом зниження техногенного навантаження на агроценоз)

(піонерське, принципово нове, якісно нове, модифікація, модернізація старих робіт)

4. **Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких впроваджено результати НДР:**

«Овочівництво» та «Органічне овочівництво»

5. **Соціальний і науково-економічний ефект:** повністю біологізований технологічний прийом, впровадження якого в виробничий процес забезпечує рентабельність в межах 65-69% та отримання чистого прибутку на рівні 59,9-66,8 тис. грн./га.

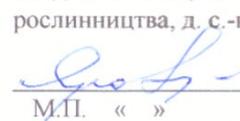
Від Інституту овочівництва і баштанництва
НААН, заступника директора з наукової
роботи, д. с.-г. н., професор

Оксана СЕРГІЄНКО
М.П. « » 2025 р.



Від ДБТУ завідувач кафедри
плодоовочівництва і зберігання продукції
рослинництва, д. с.-г. н., професор

Григорій ЯРОВИЙ
М.П. « » 2025 р.



Додаток У
СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Kuts, O., Dukhin, Y., Rudym, Y., Yarokhno, N., Shapko, M., Korsun, S., Bilivets, I., & Voloshchuk, N. Effect of Mycohelp biofungicide on sowing qualities of vegetable plant seeds. *Vegetable and Melon Growing*. 2022. (71). P. 67-75. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2022-71-67-75>. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано статтю до друку, доля участі здобувача 20%).
2. Chernenko, D., Shapko, M., Molchanov, Y., Kuts, O., Bolokhovskiy, V. Effectiveness of using biopreparations with associative nitrogen-fixing microorganisms in vegetable growing. *Vegetable and Melon Growing*. 2025. (77). P. 82-92. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2025-77-82-92> (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано статтю до друку, доля участі здобувача 25%).
3. Куц О.В., Шапко М.О. Використання регуляторів росту для підвищення насінневої продуктивності помідору. *Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво: журнал*. 2025. 2. С. 146-160. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18537958> (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано статтю до друку, доля участі здобувача 50%).
4. Куц О.В., Шапко М.О. Ефективність різних способів підготовки насіння помідору за органічних підходів. *Таврійський науковий вісник: Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. 146. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано статтю до друку, доля участі здобувача 50%).
5. Chernenko D.S., Shapko M.O., Semenenko S.V., Desyateryk A.O., Yakovenko V.O., Kuts O.V., Bolokhovskiy V.V. Efficiency of using humin fertilizers in vegetable growing. *Vegetable and Melon Growing*. 2025. P. 72-83. (здобувачем

особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано статтю до друку, доля участі здобувача 25%).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

6. Куц О.В., Гурін М. В., Шапко М.О. Ефективність різних способів підготовки насіння помідору за органічних підходів вирощування. *Інноваційні розробки молоді в сучасному овочівництві: матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції* (05 жовтня 2023 р., сел. Селекційне Харківської обл.) / Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2023. С. 71-74. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 75 %).

7. Куц О.В., Гурін М.В., Шапко М.О. Вплив мікробних препаратів на біометричні параметри рослин помідору. *Інновації у сучасному агропромисловому виробництві: збірник матеріалів міжнар. наук.-практ. конф.* (Одеса, 21–22 вересня 2023 р.). 2023. С. 92-94. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 75%).

8. Куц О. В., Гурін М. В., Шапко М. О. Ефективність використання регуляторів росту за обробки насіння помідору. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: збірник тез VII Міжнародної науково-практичної конференції* (29–30 листопада 2023 р., Харків, ДБТУ). С. 128-130. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 75%).

9. Куц О.В., Гурін М.В., Шапко М.О. Вплив фізичних факторів та біопрепаратів на урожайність насіння помідору. *Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва: матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* (02 травня 2024 року, м. Полтава). / Редкол.: В.В. Гангур (відп. ред.) та ін. Полтава: ПДАУ, 2024. С. 29-31. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 75%).

10. Shevchenko N., Shapko M., Kovalenko G., Kuts O. Tomato seed yield depending on pre-sowing treatment. *Probl Cryobiol Cryomed.* 2024. 34(4). P. 305 (за матеріалами 48-ої щорічної міжнародної конференції молодих вчених «Холод в біології та медицині – 2024», Інститут проблем кріобіології та кріомедицини, 15-16 травня 2024 р.). (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 50 %)

11. Шевченко Н., Шапко М., Коваленко Г., Куц О. Методи холодного знезараження в органічному землеробстві. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції* (Україна, Київ, 4-5 липня 2024 р.). Київ, 2024. Частина 1. С. 218-219. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 50 %).

12. Shevchenko N., Shapko M., Kovalenko G., Kuts O. Low-temperature seed treatment as an element of organic growing technology for tomato. *CRYO2024 is the Society for Cryobiology's 61st annual meeting and our theme is Engineering Cryobiology for Life and Sustainability.* (July 23-25, 2024; Washington DC. & Virtual). Abstract book. P. 123-124. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 25%).

13. Куц О.В., Гурін М.В., Шапко М.О. Вплив мікробних препаратів на урожай насіння рослин помідора. *Інноваційні розробки молоді в сучасному овочівництві: матеріали V міжнародної науково-практичної конференції* (10 жовтня 2024 р., сел. Селекційне Харківської обл.) / Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2024. С. 59-62. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 75%)

14. Шапко М.О., Шевченко Н.О., Куц О.В. Підвищення насінневої продуктивності помідору за використання нових регуляторів росту. *Наукові*

засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції. (28 листопада 2025 р., Харків, ДБТУ). С. 369-371. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано публікацію до друку, доля участі здобувача 75%)

Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

15. Оніщенко О.І., Чаюк О.О., Куц О.В., Пиляк Н.В., Рудь В.П., Чумак Е.Л., Шапко М.О. Комплексна система заходів захисту томата від шкідників, хвороб та бур'янів: науково-практичні рекомендації. Харків, 2025. 25 с. (здобувачем особисто отримано експериментальні данні, інтерпретовано результат, підготовано частину матеріалу до друку, доля участі здобувача 15%).