МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин
Кафедра біології

Допущено до захисту

«____» _____ 2025 р.

Зав. кафедри, канд. с.-г. н., доцент

_____Лариса РОЗБОРСЬКА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістра

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ТОМАТІВ В ВІДКРИТОМУ ҐРУНТІ

Виконав: студент 2 курсу, групи 21-мб
спеціальності 091 Біологія та біохімія
освітньо-професійної програми «Агробіологія»
Дмитро ЦАРУК
Керівник: Ірина ЛЕОНТЮК

Умань - 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧІВ В УМОВАХ ВІДКРИТОГО ҐРУНТУ	5
1.1. Біологічні основи продуктивності томату	6
1.2. Вплив біопрепаратів на вирощування томатів в відкритому ґрунті	10
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ОБЛІКІВ І СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ДОСЛІДІ	14
2.1. Грунтово-кліматичні умови	14
2.2. Характеристика об’єктів дослідження	19
2.3. Методика досліджень	21
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
3.1. Фенологічні показники томатів за використання біопрепаратів	23
3.2. Вплив біопрепаратів на біометричні показники рослин томатів	25
3.3. Фотосинтетична продуктивність томатів залежно від обробки насіння біопрепаратами	28
3.4. Вплив передпосівної обробки насіння на продуктивність та якість плодів томатів	35
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ТОМАТІВ	41
ВИСНОВКИ	44
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46
ДОДАТКИ	51

ВСТУП

Актуальність теми. Відповідно до Концепції Державної цільової програми розвитку овочівництва до 2025 року, Україна займає провідні позиції у світовому аграрному секторі, увійшовши до двадцятки країн-лідерів за валовим збором овочевої та баштанної продукції. На європейському континенті українське овочівництво посідає третє місце за обсягами виробництва, поступаючись лише Італії та Іспанії [1].

Томат належить до найпопулярніших овочевих культур глобального значення, займаючи важливе місце в харчовому раціоні українців. За обсягами світового виробництва Україна посідає 14-те місце із щорічним випуском продукції на рівні 2 мільйонів тонн. Площа посівів цієї культури в країні становить приблизно 93 тисячі гектарів [2].

Для підвищення врожайності та рентабельності вирощування томату в відкритому ґрунті необхідний комплексний підхід, який включає впровадження високопродуктивних, адаптованих сортів і гібридів разом із перспективними елементами технології. В зв'язку з цим виникає нагальна потреба у вивченні особливостей формування їх продуктивності при застосуванні інноваційних агротехнічних прийомів [3].

Сучасне агровиробництво стоїть перед викликом пошуку рівноваги між інтенсифікацією для забезпечення продовольчої безпеки та необхідністю збереження агроекосистем [4].

Однією з перспективних стратегій у вирішенні цієї проблеми є застосування біологічних препаратів, які поєднують високу ефективність із мінімальним впливом на навколишнє середовище. Вирощування томату в відкритому ґрунті, будучи важливою галуззю овочівництва, стикається з низкою обмежуючих факторів, серед яких значні втрати врожаю через патогенів, недостатнє мінеральне живлення рослин та абіотичні стреси. Традиційна агротехніка, що ґрунтується на інтенсивному використанні синтетичних пестицидів і мінеральних добрив, демонструє знижену ефективність через формування резистентності у шкідливих організмів та призводить до деградації

ґрунтів, забруднення водних ресурсів і зниження біорізноманіття [5-6].

Актуальність дослідження зумовлена пошуком науково обґрунтованих, екологічно безпечних та економічно доцільних рішень для підвищення продуктивності та якості томату в умовах відкритого ґрунту.

Мета роботи – теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити ефективність застосування різних біопрепаратів при вирощуванні томату в відкритому ґрунті.

Для досягнення мети було поставлено наступні **завдання**:

- Проаналізувати наукові джерела щодо впливу біопрепаратів на ріст, розвиток та формування врожаю томату.
- Встановити вплив досліджуваних біопрепаратів на фенологічні показники та біометричні характеристики рослин томату.
- Оцінити ефективність дії біопрепаратів щодо формування елементів структури врожаю та урожайності культури.
- Визначити економічну доцільність застосування досліджуваних біопрепаратів.

Об'єкт дослідження – процес росту, розвитку та формування врожаю томатів Солероссо F1 та Бобкат F1 в умовах відкритого ґрунту.

Предмет дослідження – ефективність дії біопрепаратів Азотофіт-р на основі *Azotobacter chroococcum*, Фітоцид-р на основі *Bacillus subtilis* та стимулятор росту Вимпел на продуктивність томату.

Методи досліджень. *польовий* – проводилися систематичні спостереження за ростом і розвитком рослин, облік біометричних показників (висота рослин, кількість листків, площа листової поверхні), аналіз формування структурних елементів врожаю (кількість плодів на рослині, їх маса та розміри), а також пряме визначення врожайності досліджуваної культури; *лабораторний* – застосовувався для детального аналізу відібраних зразків. З його допомогою проводилися дослідження фізіолого-біохімічного статусу рослин, уточнення структури врожаю та встановлення якісних характеристик продукції; *розрахунковий* – спрямований на кількісну оцінку ефективності досліджуваних препаратів. На основі отриманих експериментальних даних проводилися

обчислення з метою виявлення оптимальних варіантів застосування біопрепаратів та порівняння економічної ефективності різних технологічних прийомів.

Апробація результатів досліджень. Результати та висновки дипломної роботи були представлені та отримали обговорення серед наукової спільноти. Попередні дані були винесені на обговорення студентського наукового гуртка кафедри біології, а пізніше основні положення дослідження були презентовані на секційному засіданні студентської наукової конференції. Підсумкові матеріали опубліковані у вигляді тез у збірнику Всеукраїнської наукової інтернет-конференції.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧІВ В УМОВАХ ВІДКРИТОГО ҐРУНТУ

1.1. Біологічні основи продуктивності томату

Томат, що належить до виду *Solanum lycopersicum* L., є представником однорічних теплолюбних трав'янистих рослин з родини Пасльонових (Solanaceae). Морфологічна характеристика насіння визначається дрібними розмірами, плоско-округлою, яйцеподібною або ниркоподібною формою, характерним опушенням та жовтувато-сірим відтінком. Життєздатність насіння зберігається протягом 4-6 років за умови належного зберігання. Коренева система культури формується за стрижневим типом із високим ступенем розгалуженості, здатна проникати на глибину понад 2 метри, що забезпечує ефективне засвоєння вологи та поживних речовин із нижніх ґрунтових горизонтів [7].

Для томату характерний симподіальний тип розгалуження, коли бічні пагони послідовно змінюють один одного в ролі головної осі. Висота рослин значно варіює залежно від сортових особливостей: від 0,3 м у детермінантних форм до 3 м у індетермінантних сортів у відкритому ґрунті, тоді як у захищеному грунті індетермінантні сорти можуть досягати 5 м. Функціонально головним вважають стебло, на якому сформувалося перше суцвіття. У фазі плодоношення спостерігається значне механічне навантаження на стеблову систему, що часто призводить до полегання рослин під вагою плодів, особливо у високорослих сортів [8].

В онтогенезі томату спостерігається тісна кореляція між вегетативним ростом і репродуктивним розвитком, які перебувають у стані динамічної рівноваги під впливом екологічних факторів. Ця взаємозалежність обумовлює умовність їх чіткого розмежування. Фенологічний цикл рослини включає послідовні фази: проростання насіння, формування першого справжнього листка, інтенсифікація росту кореневої системи та вегетативної маси, бутонізація, цвітіння, а також формування та дозрівання плодів [7,9].

Проростання насіння томату значною мірою залежить від температурних умов та вологості середовища. За оптимального термічного режиму та достатньої кількості води сходи з'являються на 3-4 добу після посіву. За недостатніх температур цей період може значно подовжуватись до 2-3 тижнів. Першою фазою проростання є поява первинного коріння, за якою відбувається інтенсивний ріст підсім'ядольного коліна. Останнє, формуючи характерну петелькоподібну вигину, пробиває ґрунтовий шар та виносить на поверхню сім'ядольні листки. Після виходу на поверхню відбувається поступове випрямлення епікотиля та розкриття сім'ядольних листків, що знаменує завершення фази проростання та перехід до автотрофного харчування [10].

На початковій стадії онтогенезу, протягом перших 2-3 тижнів після появи сходів, у рослин томату спостерігається інтенсивний розвиток кореневої системи, тоді як ріст сім'ядольних листків відбувається відносно повільно. Тривалість цієї фази може збільшуватися при безрозсадному способі вирощування, а також за умов понижених температур у захищеному ґрунті. Формування першого справжнього листка відбувається через 6-10 діб після появи сходів. Підвищення температури повітря на цій фазі, хоча й прискорює появу справжніх листків, одночасно сприяє надмірному витягуванню підсім'ядольного коліна, що розцінюється як негативне явище з погляду якості розсади [11,12].

Після формування перших справжніх листків темпи листоутворення в томату прискорюються. Спочатку нові листки формуються з інтервалом 5-6 діб, а на подальших етапах розвитку цей період скорочується до 3-5 діб. Оптимальним строком для пікірування сіянців у захищеному ґрунті вважається фаза формування 1-2 справжніх листків, що стимулює розвиток потужнішої кореневої системи та отримання високоякісної розсади [13].

Після успішного приживлення пікірованих рослин відновлюється інтенсивний вегетативний ріст, супроводжуваний активним листоутворенням та ініціацією генеративних органів. Закладення бутонів починається після формування 3-4 справжніх листків. До місячного віку рослини зазвичай мають

4-5 справжніх листків, при цьому спостерігається синхронний розвиток листової поверхні, стебла та кореневої системи [14].

Після формування розвиненої кореневої системи у молодої рослини розпочинається фаза інтенсивного нарощування надземної біомаси. Найактивніший ріст розсади спостерігається у період безпосередньо перед висадженням у відкритий ґрунт. Після висадження настає період адаптації тривалістю 7-10 діб (а при низькій якості розсади - до 20 діб), протягом якого спостерігається стагнація росту через необхідність відновлення кореневої системи та фізіологічної перебудови метаболічних процесів. Тривалість адаптаційного періоду значною мірою залежить від якості розсади та мінімізації травмування коренів під час висаджування. На подальші темпи росту та розвитку томату вирішальний вплив мають сортові особливості та агротехнологічні прийоми вирощування [15,16].

Закладення перших квіткових китеців у томату відбувається в залежності від сортових особливостей: у ранньостиглих сортів - над 7-9 справжнім листком, у пізньостиглих - над 12-14 листком, що зазвичай припадає на 30-40 добу після появи сходів. З цього моменту встановлюється паралельний перебіг вегетативного росту та репродуктивного розвитку, який триває протягом всього вегетаційного періоду. Фаза бутонізації займає приблизно 15-20 діб [11,17].

Тривалість періоду від появи сходів до початку цвітіння суттєво варіює між групами стиглості: у ранньостиглих сортів - 40-50 діб, середньостиглих - 51-70 діб, пізньостиглих - 71-90 діб. Інтенсивність проходження фенофаз значною мірою детермінована температурними умовами, що особливо яскраво виявляється при вирощуванні томату в умовах відкритого ґрунту [11,12].

Цвітіння томату характеризується акропетальною послідовністю, починаючи з нижчих квіткових китей і поступово поширюючись на верхні яруси рослини. Друга китиця перебуває у фазі бутонізації та зацвітає через 6-15 діб після першої, а наступні – з інтервалом приблизно 7 діб. У межах окремої китиці спостерігається послідовне розкриття квіток: спочатку розкриваються дві нижні

квітки, за ними – вищі, попарно. Період від початку до масового цвітіння китиці становить від 2 до 6 діб [9, 14].

Незважаючи на здатність до самозапилення, ефективність зав'язування плодів томату значною мірою залежить від зовнішніх умов. За несприятливих факторів, серед яких посуха, різкі температурні коливання та недостатня освітленість, спостерігається інтенсифікація опадання бутонів і квіток. Зокрема, при вирощуванні в умовах короткого дня (осінньо-зимовий період у захищеному ґрунті) може відбуватися масове скидання генеративних органів, що обумовлено порушенням гормонального балансу та процесів фотосинтезу [11].

Плід томату з ботанічної точки зору класифікується як соковита дво- або багатокамерна ягода. Сортовою особливістю є різноманіття форм, серед яких переважають куляста, плоско-округла та видовжено-овальна. Забарвлення стиглих плодів охоплює широкий спектр: від жовтого та рожевого до різних відтінків червоного кольору. Маса плодів варіює в межах від 5-10 г до 500-800 г і більше. Плоди характеризуються високим вмістом соку та насіння, оточеного специфічним драглистим шаром. Маса 1000 насінин становить 3-3,5 г, а їх кількість в одному плоді коливається від 50 до 300 штук. Тривалість періоду від початку цвітіння до дозрівання перших плодів є сортовою характеристикою: для ранньостиглих сортів він становить 35-45 діб, для середньостиглих – 46-65 діб, а для пізньостиглих – 66-85 діб [10].

Вегетаційний період томату, що визначається як проміжок часу від появи сходів до дозрівання плодів, є мінливою характеристикою, яка залежить від сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов та застосованої агротехнології. Коливання тривалості вегетації в різних зонах вирощування можуть сягати 20-30 діб [18].

1.2. Вплив біопрепаратів на вирощування томатів в відкритому грунті

Регулятори росту рослин (РРР) представляють собою синтетичні або природні біологічно активні сполуки, що застосовуються в мікроскопічних дозах

для цілеспрямованої корекції фізіологічних процесів з метою повної реалізації генетичного потенціалу сільськогосподарських культур [19].

Фізіологічна дія РРР проявляється у модуляції ключових процесів росту та розвитку, що забезпечує підвищення продуктивності та поліпшення якісних характеристик урожаю. У сучасному рослинництві регулятори росту стали невід'ємним компонентом інтенсивних технологій, демонструючи ефективність підвищення врожайності на 15-20% та більше [20].

За характером впливу на рослинні організми регулятори росту подібні до факторів зовнішнього середовища: вони активують гормональну систему, що призводить до змін у метаболічних процесах. На відміну від елементів живлення, РРР не є будівельним матеріалом для клітин, а виконують функцію сигнальних сполук, які керують процесами росту та розвитку через стимуляцію ендогенного синтезу фітогормонів [21].

Фітогормони виконують функцію сигнальних молекул у фізіологічних процесах рослин. Синтезуючись у мікродозах, вони трансформують зовнішні стимули з навколишнього середовища у біохімічні сигнали, що забезпечують координацію міжклітинної та міжорганоїдної взаємодії. Ця сигнальна система відіграє ключову роль у ініціації та регуляції морфогенетичних програм протягом всього онтогенезу рослин [22-23].

Функціональна ефективність біопрепаратів визначається здатністю біологічного агента до виживання та персистенції в агроценозах за різних умов середовища, а також до формування ефективної взаємодії з рослиною-господарем, включаючи модуляцію її імунної системи. Дослідження сукцесійної динаміки мікробіоти свідчать, що штучно інтродуковані мікроорганізми після інокуляції насіння часто витісняються аутхтонними мікробними спільнотами, що обумовлює часову динаміку змін у мікробному ценозі [24].

Реакція рослин на застосування біопрепаратів характеризується видовою та сортовою специфічністю. Дослідження свідчать про диференційовану відповідь як між різними видами сільськогосподарських культур [25], так і серед сортів в межах одного виду [26]. Ця закономірність обумовлює необхідність

видового та сортового підходу при підборі біопрепаратів, а також потребу подальших досліджень щодо їх ефективності на різних культурах та сортах, навіть за наявності позитивних результатів на окремих генотипах [27].

Дослідженнями встановлено ефективність біопрепаратів Біокомплекс-БТУ, Фітоцид-р та Азотофіт-р на продуктивність гібридів брюссельської капусти. Застосування цих препаратів забезпечило суттєве підвищення урожайності: у гібриду Діабло F1 – на 7-20%, тоді як у гібриду Долорес F1 спостерігалось більш виражене зростання показника – на 46-82% [28]. Отримані результати підтверджують генотипну специфічність дії біопрепаратів, що проявляється у різній ступені ефективності на різних гібридах однієї культури.

Перспективним методом застосування біопрепаратів у овочівництві є обробка кореневої системи розсади шляхом замочування. Експериментально доведено, що 15-хвилинна експозиція коренів розсади перцю в суспензії біопрепарату на основі *Bacillus megaterium* забезпечує зниження інтенсивності ураження рослин фузаріозом на 50% [29]. Цей спосіб аплікації дозволяє безпосередньо колонізувати ризосферу корисними мікроорганізмами, що підвищує ефективність біоконтролю патогенів.

Відмінність біопрепаратів полягає у здатності живих мікроорганізмів формувати з рослиною-господарем стійкі симбіотичні відносини, які зберігаються протягом всього вегетаційного циклу. Після завершення сезону корисні мікроорганізми здатні залишатися в ґрунті на рослинних рештках, створюючи ефект післядії та сприяючи природному збагаченню ґрунтової мікробіоти [29].

Дослідження впливу біопрепаратів на основі *Bacillus subtilis* та *Pseudomonas aeruginosa* на розвиток томату виявило їх високу стимулюючу дію. Застосування обох бактеріальних штамів забезпечило підвищення лабораторної схожості насіння на 50% відносно контролю, збільшення висоти рослин на 10-16 см, приріст сухої біомаси на 31%, а також скорочення терміну отримання перших плодів на 9 діб. Статистично значущих відмінностей у біологічній ефективності між досліджуваними мікроорганізмами не встановлено [30].

Для контролю бактеріального в'янення томату продемонстрована висока ефективність біопрепаратів на основі бактерій родів *Ralstonia* та *Mitsuaria*. Застосування цих біологічних агентів забезпечує зниження інтенсивності розвитку захворювання більш ніж на 50%. Оптимальним способом аплікації вказаних препаратів є просочення ґрунту з дотриманням рекомендованих інтервалів обробки [31].

Патогени роду *Pythium* спричиняють загибель до 30% розсади томату. Дослідження П. Кіпгено та співавт. демонструють, що передпосівна інокуляція насіння томату сорту Ріо-Гранде сумішшю *Bacillus subtilis* та *Trichoderma asperellum* знижує ураженість рослин на 40-45% та стимулює накопичення сухої біомаси розсади [32].

Польові дослідження, проведені К. Сонг та співавторами, виявили синергетичний ефект між вермікомпостом та ризосферними рістстимулюючими бактеріями. Найвища ефективність зафіксована при внесенні високої дози вермікомпосту (30 т/га), що у поєднанні з біопрепаратом призвело до суттєвого підвищення врожайності томату. Також відмічено покращення якості плодів, яке виразилось у зниженні вмісту нітратів та підвищенні концентрації вітаміну С [33].

За результатами досліджень В. Г. Сергієнко, попередня обробка насіння томату біопрепаратами протягом 24 годин сприяла покращенню його якості. Зокрема, лабораторна схожість насіння підвищилася на 1,4–3,2 %, а польова схожість – на 5,7–6,9 % порівняно з контролем [34].

Дослідження, проведені Г.М.Ткаленко, О. В. Самсій та іншими вченими, демонструють, що ефективність дії регуляторів росту на насіння томату знаходиться у оберненій залежності від його якісних характеристик. Встановлено, що зі зниженням якості насіння інтенсифікується стимулюючий вплив РРР, що свідчить про їх активну участь у фітогормональній регуляції процесів проростання [35, 36].

Дослідження М. І. Кулик щодо впливу передпосівної обробки насіння томату сорту Волгоградський 5/95 препаратами «Марс» та «Байкал ЕМ-1У»

показали, що енергія проростання коливалася від 81 до 87%. Застосування окремо препарату «Марс» не сприяло підвищенню цього показника, тоді як комбінація «Байкалу» з «Марсом» мала позитивний ефект. Автор припускає, що «Байкал» пригнічував розвиток грибних патогенів на насінині, а «Марс» виконував функцію прилипача, посилюючи дію біопрепарату [37].

Таким чином, регулятори росту рослин можуть застосовуватись не лише для стимуляції росту та розвитку, але й для підтримання фізіологічних функцій за несприятливих умов середовища завдяки своїм унікальним біохімічним властивостям. Це обумовлює науковий інтерес до дослідження взаємозв'язків між екологічними характеристиками нових гібридів та впливу на них екзогенних регуляторів росту з метою оптимізації їх застосування.

РОЗДІЛ 2.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ОБЛІКІВ І СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ДОСЛІДІ

2.2. Характеристика об’єктів дослідження

В дослідження на томатах використовувалися біопрепарати Фітоцид-р, Азотофіт-р та Вимпел.

Фітоцид-р — це мікробний препарат на основі ендофітної бактерії *Bacillus subtilis*. Він містить живі клітини та спори цієї бактерії у високій концентрації — від 1×10^9 до 4×10^9 КУО/см³**.** Механізм дії ґрунтується на комплексному впливі: живі культури бактерії безпосередньо колонізують рослини, перешкоджаючи розвитку збудників хвороб. Бактерія продукує активні метаболіти, серед яких ферменти, які руйнують клітинні стінки патогенних грибів та бактерій, природні фунгіцидні речовини (антибіотики), які пригнічують ріст мікроорганізмів, вітаміни, які виконують роль біостимуляторів. Препарат застосовується для передпосівної обробки насіння та посадкового матеріалу: Норма витрати для овочевих культур: 2,5 л/т [40].

Азотофіт-р є мікробним препаратом, основним діючим компонентом якого виступають живі клітини бактерії *Azotobacter chroococcum*. Її ключова особливість — здатність до азотфіксації, тобто поглинання молекулярного азоту з повітря та його біологічного перетворення на легкодоступні для рослин сполуки. Концентрація життєздатних мікроорганізмів у препараті становить не менше 1×10^{10} КУО/см³, що забезпечує високу ефективність його дії. Крім азотфіксації, бактерія Azotobacter володіє ще однією ключовою властивістю — здатністю синтезувати фітогормони, такі як ауксини, гібереліни та цитокініни. Ці речовини виконують роль природних біостимуляторів, безпосередньо впливаючи на інтенсифікацію росту та розвитку рослин. Завдяки поєднанню азотфіксації та виробництва фітогормонів, препарат проявляє широкий спектр дії: він забезпечує швидке та дружне сходження насіння і відмінне приживлення розсади. Це закладає основу для інтенсивного розвитку — як кореневої системи, так і надземної частини рослини. Одночасно Азотофіт-р посилює природний імунітет, підвищуючи опірність до хвороб, несприятливих факторів середовища та пестицидів. Фінальним етапом є прискорення настання фази цвітіння та збільшення її періоду. Препарат призначений для передпосівної обробки широкого спектру сільськогосподарських культур, включаючи зернові, зернобобові, технічні, овочеві культури, квіти та бульби картоплі. Для овочевих культур рекомендована норма витрати коливається в межах 0,5–1,2 літри на тонну насіння. Азотофіт-р є офіційно зареєстрованим засобом (посвідчення № А 02961), що підтверджує його безпеку та ефективність [40].

Природний регулятор росту **Вимпел**— це універсальний препарат для обробки насіння, посадкового матеріалу та вегетуючих рослин. Діюча речовина: поліетиленоксид (ПЕО) - 770 г / л, відмиті солі гумінових кислот - до 30 г / л. Даний препарат активізує проростання насіння, стимулює розвиток кореневої системи, підвищує врожайність на 20-30%. Комплекс карбонових кислот, які є у складі препарату служать ключовою ланкою процесу клітинного дихання та джерелом енергії для синтезу життєво важливих сполук вуглеводів та амінокислот [40].

Для дослідження використовували гібриди помідор: Солероссо F1 та Бобкат F1.

Солероссо F1— це ультраранній детермінантний гібрид томату селекції компанії Nunhems**.** Відрізняється стислими термінами дозрівання — період вегетації становить лише 90–95 днів. Середня вага – 55 – 60 г, рослина кущового типу, високорослa, гібрид ідеально підходить для вирощування у відкритому ґрунті, універсального призначення [41].

Бобкат F1 - це середньоранній детермінантний гібрид томату з великими плодами. Період від висадки розсади до збору врожаю становить 60-65 днів**.** Добре переносить спеку, а потужна листова система ефективно захищає плоди від сонячних опіків. Плоди округлої форми, яскраво-червоного кольору, масою 250 – 300 г, мають відмінний смак та аромат, вміст сухих речовин становить 5,5 – 6,2%, стійкі до розтріскування [41].

Дослідження проводилося з дотриманням принципів наукової об'єктивності. Для цього було застосовано чотирикратне повторення дослідних варіантів, що забезпечує отримання статистично вірогідних результатів. Загальна кількість дослідних рослин становила 336 томатних кущів на варіант. Ця кількість була розподілена на чотири однакові ділянки, по 80 рослин на кожну з них.

Схема досліду:

1. Контроль (без обробки препаратами)
2. Фітоцид-р 2,5 л/т
3. Азотофіт-р 1,2 л/т
4. Вимпел 1 л/т

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Фенологічні показники томатів за використання біопрепаратів

Формування та тривалість основних фаз розвитку томатів безпосередньо залежать від здатності рослин адаптуватися до місцевих ґрунтово-кліматичних умов. Однак, поряд з природними чинниками, значний вплив на фенологію мали технологічні прийоми вирощування, що визначали інтенсивність росту та розвитку рослин.

Передпосівна обробка насіння є ключовим агротехнологічним прийомом для регулювання росту та розвитку рослин. У даному дослідженні оцінювалася ефективність трьох препаратів Фітонцид-р, Азотофіт-р, Вимпел при обробі насіння двох гібридів томатів з різною тривалістю вегетації: ультраннього Солероссо F1 та середньораннього Бобкат F1. Метою було встановити, наскільки кожен препарат прискорює настання ключових фенологічних фаз.

За результатами фенологічних спостережень виявлено, що проростання насіння томатів відбувалася одночасно в усіх досліджуваних сортах, незалежно від застосування мікоризних інокулянтів та регулятора росту. Фаза сім'ядольних листків спостерігалася в період 8-10 діб після посіву. Висока синхронність проростання підтверджується оптимальними значеннями енергії проростання насіння (табл. 3.1).

На гібриді Солероссо F1 усі препарати показали чіткий позитивний ефект. Найефективнішим був Азотофіт-р, який забезпечив найшвидші сходи (5 діб) та найкоротший період до масового плодоношення (115 діб). Загальне прискорення вегетації склало 6-7 діб. Середнє прискорення масового плодоношення від Азотофіт-р склало 8 діб. Його механізм дії, заснований на азотфіксації (*Azotobacter chroococcum*), забезпечує рослини легкодоступним азотом вже на етапі проростання та початкового росту, що є вирішальним фактором для швидкого старту та подальшого інтенсивного розвитку. Високу ефективність показав також Фітонцид-р, середнє прискорення –7 діб. Дія на

основі *Bacillus subtilis* спрямована на пригнічення патогенної мікрофлори та індукцію системного імунітету рослини (ISR). Здорова, не ослаблена коренева система ефективніше використовує ресурси середовища, що безпосередньо впливає на темп росту.

Таблиця 3.1.

Фенологічні спостереження за рослинами томатів, 2025 р., діб

Варіанти досліду	Період появи сходів	Бутонізація	Цвітіння	Початок плодоношення	Масове плодоношення
Солероссо F1					
Контроль (без обробки препаратами)	8	55	64	111	122
Фітоцид-р	6	53	62	100	116
Азотофіт-р	5	52	61	99	115
Вимпел	6	54	62	101	116
Бобкат F1					
Контроль (без обробки препаратами)	10	58	67	114	125
Фітоцид-р	8	55	64	103	117
Азотофіт-р	8	55	63	100	116
Вимпел	9	56	65	105	118

При обробці насіння регулятором росту Вимпел також отримано позитивний ефект, середнє прискорення проростання насіння склало 6,5 діб. Він покращує доступність води та поживних речовин, зменшуючи стресове навантаження на насінину та проростки, що також позитивно позначається на швидкості розвитку.

На гібриді Бобкат F1 ефект від застосування препаратів був значно вираженішим, ніж на ультраранньому гібриді. Це свідчить про те, що

генетично більш тривалий вегетаційний період даного гібриду залишає більший простір для корекції за допомогою біопрепаратів. Максимальне прискорення масового плодоношення на 9 діб забезпечив той же Азотофіт-р.

Таким чином, передпосівна обробка насіння томатів досліджуваними біопрепаратами є високоефективним агротехнічним прийомом, що дозволяє скоротити вегетаційний період на 6.5–8.0 діб до масового плодоношення. Найбільш перспективним для отримання максимально ранньої продукції є біопрепарат Азотофіт-р, який показав стабільно найкращий результат на обох гібридах. Препарат Фітоцид-р також є відмінною альтернативою, особливо в умовах високого інфекційного фону.

3.2. Вплив біопрепаратів на біометричні показники рослин томатів

Біометричні показники є об'єктивними критеріями ефективності дії біопрепаратів. Аналіз таблиці чітко демонструє, що передпосівна обробка насіння всіма досліджуваними препаратами позитивно вплинула на всі без винятку параметри росту та продуктивності томатів порівняно з контрольним варіантом.

Як видно з даних таблиці 3.2, передпосівна обробка насіння всіма досліджуваними препаратами достовірно покращила всі досліджувані біометричні показники порівняно з контролем. Найбільш значимий вплив спостерігався по показнику кількості плодів на рослині. У варіанті з препаратом Азотофіт-р цей показник склав 18,0 шт., що на 6,0 шт. або 50,0% перевищував контрольний рівень. Варіант Фітоцид-р також показав високий результат – 16,0 плодів, що на 33,3% більше за контроль. Препарат Вимпел мав помірний, але позитивний ефект, збільшивши кількість плодів на 16,7%.

Аналогічна тенденція зафіксована щодо середньої маси плода. Максимальну масу – 90,0 г – забезпечила обробка насіння препаратом Азотофіт-р (відхилення від контролю +28,6%). Препарат Фітоцид-р також суттєво підвищив масу плода до 86,0 г (+22,9%). У варіанті з препаратом Вимпел маса плода зросла незначно – до 75,0 г (+7,1%).

Таблиця 3.2

Біометричні показники томатів, 2025 р.

Варіант досліду	Кількість плодів на рослині, шт.	Середня маса плода, г.	Висота рослини, см.
Солероссо F1			
Контроль (без обробки препаратами)	12	70	56
Фітоцид-р	16	86	65
Азотофіт-р	18	90	67
Вимпел	14	75	61
Бобкат F1			
Контроль (без обробки препаратами)	10	85	66
Фітоцид-р	13	98	73
Азотофіт-р	15	102	77
Вимпел	12	95	70

Показник висоти рослини, що характеризує інтенсивність формування вегетативної маси, також був найвищим у варіантах з мікробними препаратами. Найвищі рослини спостерігалися при обробці Азотофітом-р (67,0 см; +19,6%), тоді як Фітоцид-р забезпечив результат у 65,0 см (+16,1%). Препарат Вимпел формував рослини висотою 61,0 см, що на 8,9% перевищувало контроль.

Аналізуючи результати впливу передпосівної обробки насіння на біометричні показники рослин томатів гібриду Бобкат F1 нами встановлено, що кількість плодів на рослині найбільш суттєво зросла під впливом препарату Азотофіт-р – на 5,0 шт. або 50,0% відносно контролю. Фітоцид-р сприяв збільшенню даного показника на 30,0%, а Вимпел– на 20,0%. Це підтверджує тенденцію, виявлену на гібриді Солероссо F1, про те, що мікробні препарати найефективніше впливають на формування генеративних органів.

Щодо середньої маси плода, максимальний ефект також забезпечив Азотофіт-р, збільшивши масу на 20,0% (до 102,0 г). Фітоцид-р показав результат у 98,0 г (+15,3%), а Вимпел – 95,0 г (+11,8%). Важливо відзначити, що абсолютні значення маси плодів у гібрида Бобкат F1 у всіх варіантах вищі, ніж у Солероссо F1, що обумовлено його сортовими особливостями.

Показник висоти рослини достовірно зріс під впливом усіх препаратів. Найвищі рослини спостерігалися у варіанті Азотофіт-р (77,0 см), що на 16,7% перевищувало контроль Фітоцид-р забезпечив приріст на 10,6%, а Вимпел – на 6,1%.

Отримані результати цілком пояснюються механізмами дії досліджуваних препаратів. Азотофіт-р на основі азотфіксуючих бактерій (*Azotobacter chroococcum*) забезпечує рослини легкодоступними формами азоту в критичний період початкового росту, що сприє формуванню потужного листового апарату та, як наслідок, більш інтенсивному фотосинтезу. Це безпосередньо вплинуло на кількість закладених генеративних органів та інтенсивність наливу плодів. Висока ефективність Фітоциду-р (діюча речовина –*Bacillus subtilis*) пов'язана з його здатністю пригнічувати розвиток патогенної мікрофлори в ризосфері та індукувати системну стійкість рослини (ISR). В результаті, рослина не витрачала енергію на подолання стресу, а спрямовувала її на ростові процеси та формування врожаю. Вимпел покращує доступність води та поживних речовин на початкових етапах розвитку, що забезпечило стабільний, але менш виражений порівняно з мікробними препаратами, позитивний ефект.

Отже, передпосівна обробка насіння біопрепаратами є ефективним заходом для підвищення продуктивності не лише ранніх, але й середньоранніх гібридів томатів. На гібриді Бобкат F1 обробка насіння забезпечила достовірне покращення всіх біометричних показників. Найбільш ефективним виявився біопрепарат Азотофіт-р, який забезпечив максимальні значення кількості та маси плодів. Отримані результати корелюють з даними фенологічних спостережень, де на цьому гібриді також спостерігався найбільший ефект від

прискорення розвитку, що підтверджує комплексний позитивний вплив досліджуваних препаратів на ріст, розвиток та продуктивність томатів.

3.3. Фотосинтетична продуктивність томатів залежно від обробки насіння біопрепаратами

Ефективність фотосинтезу, як ключового фізіологічного процесу в асиміляції енергії та вуглецю, є вирішальним фактором формування високої врожайності. Ключову роль у цьому процесі відіграють пігменти хлорофілу та каротиноїди, які є центральними компонентами фотосинтетичного апарату та основним показником його продуктивності [45].

Ключову роль у накопиченні сухої речовини в вегетативних і генеративних органах відіграє хлорофіл a, що безпосередньо забезпечує енергією біосинтез вуглеводів. Паралельно рівень фотосинтетичних пігментів, зокрема хлорофілів і каротиноїдів, є інтегральним показником стресостійкості рослин до різноманітних біотичних та абіотичних чинників [46].

Аналізуючи наші дані ми виявили загальну тенденцію до зниження вмісту всіх фотосинтетичних пігментів у міру прогресування онтогенезу – від фази бутонізації до фази плодоношення. Однак, передпосівна обробка насіння біопрепаратами достовірно підвищила вміст хлорофілів a, b та каротиноїдів у листках томатів протягом усіх досліджуваних фенологічних фаз порівняно з контролем (табл. 3.3).

Аналізуючи ультраранній гібрид томатів Солероссо F1 найвищу ефективність продемонстрував біопрепарат Азотофіт-р. У фазу бутонізації він забезпечив підвищення вмісту хлорофілу *a* на 9,5%, хлорофілу *b* на 28,4% та каротиноїдів на 5,3% відносно контролю. Ця позитивна динаміка збереглася на пізніших фазах розвитку: у період цвітіння приріст становив 11,6%, 19,5% та 13,4% для хлорофілу *a, b* та каротиноїдів відповідно, а у фазу плодоношення – 6,1%, 3,7% та 12,3%. Препарат Фітоцид-р показав дещо нижчі, але також

статистично значущі результати, тоді як Вимпел мав помірний стимулюючий ефект.

Таблиця 3.3

Вміст фотосинтетичних пігментів в литках томатів за дії обробки насіння біопрепаратами, 2025 р.

Варіант досліду	Фаза бутонізації			Фаза цвітіння			Фаза плодоношення		
	Хлорофіл, мг/г сухої речовини		Каротиноїди, мг/г сухої речовини	Хлорофіл, мг/г сухої речовини		Каротиноїди, мг/г сухої речовини	Хлорофіл, мг/г сухої речовини		Каротиноїди, мг/г сухої речовини
	a	b		a	b		a	b	
Солероссо F1									
Контроль (без обробки препаратами)	12,75	4,30	5,26	8,68	3,23	3,20	5,61	2,70	2,53
Фітоцид-р	13,74	5,26	5,41	9,44	3,62	3,45	5,83	2,78	2,71
Азотофіт-р	13,96	5,52	5,54	9,69	3,86	3,63	5,95	2,80	2.84
Вимпел	13,07	4,98	5,33	9,17	3,37	3,35	5,72	2,74	2,66
Бобкат F1									
Контроль (без обробки препаратами)	11,33	4,71	4,55	9,0	3,27	2,86	5,44	2,61	2,34
Фітоцид-р	12,98	5,02	5,34	9,65	3,43	3,03	6,12	2,70	2,47
Азотофіт-р	13,83	5,13	5,55	9,87	3,66	3,11	6,50	2,75	2,55
Вимпел	11,89	4,87	4,96	9,22	3,35	2,96	5,95	2,66	2,39

На гібриді Бобкат F1 також спостерігався чіткий позитивний вплив обробки насіння. Біопрепарат Азотофіт-р забезпечив максимальне підвищення вмісту пігментів: у фазу бутонізації – на 22,1% (хлорофіл *a*), 8,9% (хлорофіл *b*) та 22,0% (каротиноїди); у фазу цвітіння – на 9,7%, 11,9% та 8,7% відповідно. Важливо відзначити, що саме на цьому гібриді в фазу плодоношення варіант Азотофіт-р показав найвищий абсолютний вміст хлорофілу *a* (6,50 мг/г), що на 19,5% перевищувало контроль. Це свідчить про здатність даного біопрепарату підтримувати фотосинтетичний потенціал рослин навіть на

пізніх етапах онтогенезу (фаза плодоношення). Це може бути пов'язано з тим, що середньоранній гібрид має більш тривалий період вегетації та, відповідно, більший потенціал для реагування на мікробну обробку.

Підвищений вміст фотосинтетичних пігментів під дією біопрепаратів, ймовірно, є однією з ключових причин відміченого раніше прискорення фенологічного розвитку та покращення біометричних показників, оскільки забезпечує більш інтенсивний фотосинтез і краще енергетичне забезпечення росту та формування врожаю.

Таким чином, передпосівна обробка насіння біопрепаратами Азотофіт-р та Фітоцид-р є ефективним прийомом для підвищення вмісту фотосинтетичних пігментів у листках томатів протягом вегетації. Найбільш ефективним є біопрепарат Азотофіт-р, який забезпечив максимальні значення вмісту хлорофілів *a, b* та каротиноїдів на обох досліджуваних гібридах у всіх фазах розвитку.

Як свідчать дані таблиці 3.4, у рослин томатів обох гібридів спостерігається закономірне зростання показників сирої маси та вмісту сухої речовини від фази бутонізації до фази плодоношення. Проте, інтенсивність цих процесів значно залежала як від гібридних особливостей, так і від застосованого варіанту обробки насіння.

Передпосівна обробка насіння біопрепаратами є високоефективним агротехнічним прийомом для інтенсифікації вирощування томатів. Вона забезпечує приріст вегетативної маси від 10% до 37% на різних етапах розвитку та підвищує вміст сухої речовини на 1,5-3,2% (табл. 3.4).

Фаза бутонізації. На цьому етапі вже простежується чіткий позитивний вплив обробки насіння на стартовий розвиток рослин. У рослин гібриду Бобкат F1 контрольний показник сирої маси (5,4 г/рост.) був вищим, ніж у Солероссо F1 (4,9 г/рост.), що свідчить про більш потужний початковий ріст цього гібриду. Обробка насіння препаратом Азотофіт-р забезпечила максимальне підвищення сирої маси на 34,7% у Солероссо F1 та на 31,5% у Бобкат F1 порівняно з відповідним контролем. Важливо відзначити, що

біопрепарати суттєво підвищили не лише масу, але й якість рослин, про що свідчить зростання вмісту сухої речовини. Найвищий її вміст зафіксовано у варіанті Азотофіт-р: 12,8% для Солероссо F1 та 13,3% для Бобкат F1.

Таблиця 3.4

Показники сирої маси та вмісту сухої речовини у вегетативній масі рослин томатів, 2025 р.

Варіант досліду	Фаза бутонізації		Фаза цвітіння		Фаза плодоношення	
	Сира вегетативна маса рослин, г/шт	Вміст сухої речовини у вегетативній масі, %	Сира вегетативна маса рослин, г/шт	Вміст сухої речовини у вегетативній масі, %	Сира вегетативна маса рослин, г/шт	Вміст сухої речовини у вегетативній масі, %
Солероссо F1						
Контроль (без обробки препаратами)	4,9	9,8	103,1	10,9	948,6	15,1
Фітоцид-р	6,3	12,1	117,5	12,4	1094,5	16.2
Азотофіт-р	6,6	12,8	119,6	13,2	1107,4	16,6
Вимпел	5,4	11,3	115,4	11,8	984,7	15,9
Бобкат F1						
Контроль (без обробки препаратами)	5,4	10,1	104,9	11,3	1244,4	15,9
Фітоцид-р	6,5	12,6	125,8	12,9	1405,8	16,5
Азотофіт-р	7,1	13,3	128,6	14,2	1428.3	17,3
Вимпел	5,9	11,8	116,5	12,1	1377,2	16,0

*Фаза цвітіння***.** Позитивна динаміка, закладена на ранніх етапах, збереглася. Ефект від препаратів став більш вираженим у абсолютних значеннях сирої маси. Наприклад, у гібриді Бобкат F1 обробка насіння Азотофітом-р забезпечила приріст маси на 23,7 г/рослину (128,6 г проти 104,9 г у контролі), що у відносному вираженні становить 22,6%. Вміст сухої речовини продовжував зростати, досягнувши максимуму у варіанті Азотофіт-р: 13,2% для Солероссо F1 та 14,2% для Бобкат F1. Це свідчить про активізацію

фотосинтетичних процесів та синтезу органічних сполук у рослин з обробленим насінням.

У фазу цвітіння відбувається конкуренція між вегетативним ростом (листя, стебла) і закладанням генеративних органів (квітки, бутони). Аналіз сирої маси показав, що рослини з обробленим насінням ефективніше подолали стресовий період цвітіння і продовжили інтенсивно нарощувати вегетативну масу, не завдаючи шкоди врожаю. Вони не тільки росли швидше, але й продукували більше органічних речовин на одиницю маси, що критично важливо для забезпечення квіток та зав'язів енергією.

Фаза плодоношення. На цьому етапі повністю реалізувався вплив передпосівної обробки на продуктивність. Гібрид Бобкат F1 продемонстрував вищу врожайність вегетативної маси порівняно з Солероссо F1 у всіх варіантах досліду. Аналіз ефективності препаратів показав, що найвищу сиру масу забезпечив Азотофіт-р: 1107,4 г/рост. у Солероссо F1 та 1428,3 г/рост. у Бобкат F1. У порівнянні з контролем це становить приріст на 16,7% та 14,8% відповідно. Крім кількісних показників, істотно покращилася і якість врожаю. Вміст сухої речовини у варіанті Азотофіт-р досяг 16,6% у Солероссо F1 та 17,3% у Бобкат F1, що є найвищим результатом серед досліджуваних варіантів. Це підтверджує, що стартове стимулювання рослин закладає основу для високої продуктивності протягом усієї вегетації.

Таким чином, передпосівна обробка насіння біопрепаратами є ефективним прийомом інтенсифікації росту та підвищення якості рослин томатів, що підтверджується достовірним збільшенням сирої маси та вмісту сухої речовини протягом усієї вегетації. Реакція рослин на обробку носить гібридно-специфічний характер. Гібрид Бобкат F1 схильний до більш інтенсивного формування вегетативної маси, тоді як Солероссо F1 характеризується високою ефективністю накопичення сухої речовини. Серед досліджуваних препаратів найбільш ефективним виявився Азотофіт-р, який забезпечив максимальні значення сирої маси та вмісту сухої речовини у обох гібридів у всіх фенологічних фазах.

Дані таблиці 3.5 свідчать, що обробка насіння біопрепаратами позитивно вплинула на формування листкової поверхні в обох гібридів протягом усієї вегетації. Найбільший ефект спостерігався вже на ранніх етапах онтогенезу.

Таблиця 3.5

Вплив передпосівної обробки насіння біопрепаратами на формування асиміляційної поверхні та чисту продуктивність фотосинтезу рослин томатів, 2025 р.

Варіант досліду	Фаза бутонізації		Фаза цвітіння		Фаза плодоношення	
	Площа листків на рослині, $м^2$/рослин	ЧПФ, г/$м^2$ за добу	Площа листків на рослині, $м^2$/рослин	ЧПФ, г/$м^2$ за добу	Площа листків на рослині, $м^2$/рослин	ЧПФ, г/$м^2$ за добу
Солероссо F1						
Контроль (без обробки препаратами)	0,02	0,9	0,17	4,7	0,78	14,3
Фітоцид-р	0,03	1,9	0,22	5,0	0,91	15,6
Азотофіт-р	0,04	2,1	0,25	5,1	0,97	16,2
Вимпел	0,02	1,3	0,20	4,8	0,85	15,1
Бобкат F1						
Контроль (без обробки препаратами)	0,02	1,1	0,18	5,0	0,86	18,1
Фітоцид-р	0.03	2,7	0,23	5,3	0,92	21,0
Азотофіт-р	0,05	2,9	0,27	5,7	0,96	21,3
Вимпел	0,03	1,7	0,21	5,1	0,89	19,7

В фазу бутонізації обробка насіння Азотофітом-р забезпечила збільшення площі листків на 100% у обох гібридів порівняно з контролем. Це свідчить про активізацію процесів ділення та росту клітин листкових пластинок під впливом біопрепаратів.

В фазу цвітіння спостерігалося інтенсивне нарощування асиміляційної поверхні. У гібриді Солероссо F1 варіант з обробкою Азотофітом-р мав площу листків 0,25 м²/росл., що на 47,1% перевищувало контроль. Аналогічна

тенденція зафіксована для гібриду Бобкат F1, де цей показник склав 0,27 м²/росл. (на 50,0% вище за контроль). У фазу плодоношення відмічалося максимальне значення площі листків у всіх варіантах досліду. Обробка насіння Азотофітом-р забезпечила найбільшу площу листків: 0,97 м²/росл. у Солероссо F1 та 0,96 м²/росл. у Бобкат F1.

Аналіз чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) виявив ще більш виражені відмінності між варіантами досліду. В фазу бутонізації значення ЧПФ у контрольних рослин було мінімальним (0,9-1,1 г/м² за добу). Обробка насіння Азотофітом-р забезпечила збільшення цього показника до 2,1 г/м² за добу у Солероссо F1 (на 133,3%) та до 2,9 г/м² за добу у Бобкат F1 (на 163,6%). Це свідчить про активізацію фотосинтетичних процесів на одиницю листкової поверхні вже на ранніх етапах розвитку. В фазу цвітіння спостерігалося зростання ЧПФ у всіх варіантах, що пов'язано з поліпшенням умов освітленості та функціонування фотосинтетичного апарату. Найвищі значення ЧПФ зафіксовані у варіанті Азотофіт-р: 5,1 г/м² за добу у Солероссо F1 та 5,7 г/м² за добу у Бобкат F1. В фазу плодоношення відмічалися максимальні значення ЧПФ, причому гібрид Бобкат F1 демонстрував вищу фотосинтетичну продуктивність порівняно з Солероссо F1. Обробка насіння Азотофітом-р забезпечила ЧПФ на рівні 16,2 г/м² за добу у Солероссо F1 та 21,3 г/м² за добу у Бобкат F1, що на 13,3% та 17,7% відповідно перевищувало контрольні значення.

Проведений аналіз дозволяє встановити тісний взаємозв'язок між формуванням асиміляційної поверхні, продуктивністю фотосинтезу та накопиченням біомаси. Обробка насіння біопрепаратами, особливо Азотофітом-р, забезпечила не лише більшу площу листків, але й вищу ефективність їх функціонування, що в комплексі обумовило інтенсивне накопичення рослинної біомаси.

Отже, передпосівна обробка насіння біопрепаратами стимулює розвиток асиміляційного апарату томатів, що проявляється у збільшенні площі листків протягом усієї вегетації. Біопрепарати підвищують чисту продуктивність

фотосинтезу, що свідчить про поліпшення функціонального стану фотосинтетичного апарату рослин.

Отримані результати підтверджують, що підвищення продуктивності томатів під впливом біопрепаратів є наслідком комплексного впливу як на формування асиміляційної поверхні, так і на інтенсифікацію фотосинтетичних процесів.

3.4. Вплив передпосівної обробки насіння на продуктивність та якість плодів томатів

Урожайність томатів є інтегральним показником ефективності застосованих агротехнологічних прийомів. В рамках дослідження облік урожаю проводився систематично протягом всього періоду плодоношення, яке тривало з липня по вересень включно, що дозволило отримати об'єктивні дані щодо продуктивності досліджуваних варіантів.

Визначення урожайності томатів проводили шляхом сумарного обліку маси плодів з кожної дослідної делянки протягом вегетації. Збирання врожаю здійснювали при досягненні 75% фізіологічної стиглості плодів на рослині, що забезпечило збереження якості продукції та мінімізацію втрат.

Відбір плодів томату для дослідження проводили відповідно до вимог ДСТУ 3246-95 «Томати свіжі. Технічні умови». Плоди, що відповідали стандарту, мали типові для сорту органолептичні характеристики: свіжий зовнішній вигляд, цілісність, відсутність механічних пошкоджень та ознак захворювань. Нестандартні плоди виключалися з подальшого аналізу.

Аналіз даних демонструє чіткий позитивний вплив біопрепаратів на урожайність томатів обох гібридів: врожайність у контрольному варіанті становила у гібриду Солероссо F1 – 66,9 т/га, а у Бобкат F1 – 65,5 т/га.

Аналіз величини врожайності за обробки насіння біопрепаратами зростав на 4,6 – 17,9% по сорту Солероссо F1, та на 4,1 -10,9% по сорту Бобкат F1 (табл. 3.6)

Таблиця 3.6

Показники продуктивності томатів під впливом біопрепаратів, 2025 р.

Варіант досліду	Урожайність, т/га	% до контролю	Маса плоду, г	Кількість плодів на рослині, шт
Солероссо F1				
Контроль (без обробки препаратами)	66,9	-	53	17
Фітоцид-р	73,6	6,7	60	18
Азотофіт-р	84,8	17,9	62	19
Вимпел	71,5	4,6	58	18
$НІР_{05}$	*1,4*			
Бобкат F1				
Контроль (без обробки препаратами)	65,5		188	5
Фітоцид-р	71,3	5,8	196	6
Азотофіт-р	76,4	10,9	204	7
Вимпел	69,6	4,1	191	6
$НІР_{05}$	*1,6*			

Аналіз даних демонструє чіткий позитивний вплив біопрепаратів на урожайність томатів обох гібридів. У Солероссо F1 найефективнішим виявився Азотофіт-р, який забезпечив врожайність 84,8 т/га, що на 17,9% (17,9 т/га) перевищує контроль. Фітоцид-р та Вимпел також показали позитивний результат - +6,7% та +4,6% відповідно. Аналогічна тенденція спостерігається і для гібриду Бобкат F1. Азотофіт-р забезпечив приріст урожаю на 10,9% (10,9 т/га), досягнувши 76,4 т/га. Фітоцид-р та Вимпел показали більш менші, але стабільні результати (+5,8% та +4,1%).

Застосування біопрепаратів сприяло інтенсифікації росту та підвищенню адаптаційного потенціалу рослин томатів, що виявилося у достовірному збільшенні продуктивності. Порівняно з контролем, спостерігалось підвищення середньої маси плоду в сорту Солероссо F1 на 9,4-16,9% (6-9 г) та у сорту Бобкат F1 на 4,3 - 8,5% (8 – 16 г). Фітоцид-р та Вимпел також позитивно вплинули на цей показник.

Підвищення урожайності під впливом біопрепаратів відбувається як за рахунок збільшення маси окремого плоду, так і за рахунок підвищення загальної кількості плодів на рослині. Для дрібноплідного Солероссо F1 більш значущим є приріст маси плоду, тоді як для великоплідного Бобкат F1 ключовим фактором підвищення урожайності стало збільшення кількості плодів.

Солероссо F1 дрібноплідний гібрид з інтенсивним типом плодоношення (17-19 плодів/рослину). Найкраще реагує на обробку Азотофітом-р, демонструючи максимальний відносний приріст урожаю (+17,9%). Бобкат F1 - великоплідний гібрид з обмеженим числом плодів (5-7 шт./рослину). Найефективнішим також є Азотофіт-р, який забезпечує комплексне підвищення як маси плодів, так і особливо - їх кількості.

Отже, передпосівна обробка насіння біопрепаратами є ефективним прийомом підвищення урожайності томатів, забезпечуючи приріст врожаю на 4,1-17,9% залежно від гібриду та препарату. Підвищення урожайності досягається за рахунок комплексного впливу на компоненти урожаю: збільшення маси окремого плоду та підвищення кількості плодів на рослині.

Питання отримання екологічно чистої продукції набуває особливої актуальності в регіонах, екологічні умови яких не відповідають оптимальним вимогам для проживання населення та ведення сільського господарства.

Хімічний склад помідорів, який варіюється в залежності від сорту, умов вирощування та стадії дозрівання, безпосередньо визначає їхні харчові та смакові властивості, що й обумовлює їхнє широке використання в їжі. Аналіз біохімічного складу проводили на стиглих плодах під час збирання врожаю. Для кожного дослідного варіанту проби відбирали у двох повтореннях.

Як показали наші дослідження, застосування біопрепараті шляхом замочування насіння позитивно вплинуло на біохімічний склад стиглих плодів помідора (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Біохімічний склад плодів томатів залежно від застосування біопрепаратів

Варіант досліду	Вміст сухих речовин, %	Загальних цукрів, %	Титрована кислотність, %	Вміст аскорбінової кислоти, мг/100 г	Вміст β-каротину, мг/100г
Солероссо F1					
Контроль (без обробки препаратами)	5,0	3,42	0,56	17,1	1,41
Фітоцид-р	5,5	3,55	0,54	17,5	1,49
Азотофіт-р	5,6	3,64	0,52	17,8	1,55
Вимпел	5,4	3,48	0,55	17,5	1,46
Бобкат F1					
Контроль (без обробки препаратами)	5,5	4,33	0,48	18,0	1,58
Фітоцид-р	6,0	4,52	0,44	18,6	1,62
Азотофіт-р	6,1	4,61	0,41	18,7	1,64
Вимпел	5,9	4,47	0,46	18,3	1,59

Проведений аналіз даних демонструє чіткий вплив попередньої обробки насіння біопрепаратами на формування біохімічного складу плодів томатів двох гібридів — Солероссо F1 та Бобкат F1. У порівнянні з контролем, у всіх дослідних варіантах спостерігається позитивна динаміка основних показників якості. Визначаючи вміст сухих речовин встановлено, що обробка біопрепаратами стимулює накопичення сухої речовини, що в свою чергу позитивно впливає на смак та тривалість зберігання плодів.

По сорту Солероссо F1 найкращий результат відмічався у варіанті з Азотофіт-р (5,6%), що на 12% вище за контроль. Біопрепарати Фітоцид-р та Вимпел також підвищили даний показник до 5,5% та 5,4% відповідно. У сорту Бобкат F1 Азотофіт-р аналогічно забезпечив максимум (6,1%), що на 10,9% вище за контроль, Фітоцид-р та Вимпел показали результати 6,0% та 5,9%.

Поживна цінність значної частини овочевих культур зумовлена переважно концентрацією в них вуглеводів. Основними цукрами, що складають вуглеводний комплекс овочів, є сахароза, глюкоза та фруктоза.

Найвищі показники вмісту цукру в обох гібридів показала обробка насіння Азотофітом-р, що становило 3,64%, +6,4% до контролю у гібриду Солероссо F1 та 4,61% (+6,5%) у гібриду Бобкат F1. При обробці насіння Фітоцидом-р та Вимпел даний показник зростав відносно контролю на 4,52% та 4,47% відповідно. Підвищений вміст цукрів у плодах томатів має істотне значення для промислової переробки, оскільки збільшення частки вуглеводів підвищує вихідний вихід готової продукції та покращує її якісні характеристики.

Органічні кислоти займають важливе місце у метаболізмі рослин, виконуючи функцію зв'язкової ланки між вуглеводним та азотним обміном. У плодах томатів кваліметричний профіль органічних кислот представлений переважно яблучною (0,55 г/100 мл) та лимонною (0,47 г/100 мл) кислотами, з незначними домішками щавлевої та винної кислот. У перезрілих плодах спостерігається акумуляція бурштинової кислоти, що може впливати на органолептичні властивості продукції.

Зниження кислотності на тлі одночасного збільшення вмісту цукрів свідчить про поліпшення співвідношення цукор/кислота, що робить смак плодів більш гармонійним і солодшим. У гібриду Солероссо F1 у всіх варіантах з обробкою біопрепаратів кислотність знизилася з 0,56% до 0,52-0,55%, найбільше зниження зафіксовано від обробки насіння Азотофітом-р, що становило 0,52% або -7,1% до контролю. Аналогічна ситуація відмічалася і по гібриду Бобкат F1, кислотність знижувалась до 0,41%.

Визначення вмісту аскорбінової кислоти було обрано як пріоритетний споживчий показник у дослідженні томатів, що обґрунтовано унікальною роллю овочів як основного джерела вітамінів С, Р та каротину для організму людини, а також високою концентрацією вітаміну С у свіжих овочах, коли вживання 50-150 г повністю покриває добову потребу.

Аналіз вмісту аскорбінової кислоти та β-каротину у двох гібридах томатів за різних варіантів обробки біопрепаратами демонструє чітку позитивну динаміку в порівнянні з контролем. У гібриду Солероссо F1 обробка біопрепаратами забезпечила зростання вітаміну С відповідно до

препаратів: Фітоцид-р**:**17,5 мг/100 г або +2,3% до контролю; Азотофіт-р**:** 17,8 мг/100 г або +4,1% до контролю і Вимпел: 17,5 мг/100 г, що становило +2,3% до контролю. У гібриду Бобкат F1 відмічалась аналогічна залежність зростання вітаміну С відповідно до препаратів: Фітоцид-р**:**18,6 мг/100 г або +3,3% до контролю; Азотофіт-р**:** 18,7 мг/100 г або +3,9% до контролю і Вимпел: 18,3 мг/100 г, що становило +1,7% до контролю. Отримані дані свідчать про те, що застосування регуляторів росту з антистресовою дією сприяє посиленню синтезу та накопиченню аскорбінової кислоти в рослинах.

Вміст β-каротину, який є провітаміном А, є ключовим чинником споживчої якості плодів. Одночасно цей показник слугує індикатором стійкості рослин до стресових умов.

За результатами дослідження обробка насіння препаратом Азотофіт-р сприяла достовірному підвищенню вмісту β-каротину у плодах обох досліджуваних сортів. Так, у Солероссо F1 приріст цього показника становив +9,9%, а у гібриду Бобкат F1 – +3,8%. Слід зазначити, що абсолютний вміст β-каротину у контрольному варіанті гібриду Бобкат F1 (1,58 мг/100 г) на 12,1% перевищував аналогічний показник Солероссо F1 (1,41 мг/100г). Фітоцид-р також показав позитивний результат, підвищивши показник на 5,7% (до 1,49 мг/100 г) у гібриду Солероссо F1 та на 2,5% (до 1,62 мг/100 г).

Таким чином, застосування біопрепаратів (Азотофіт-р, Фітоцид-р, Вимпел) позитивно впливає на якість плодів томату, підвищуючи вміст сухих речовин, цукрів, аскорбінової кислоти та β-каротину, а також знижуючи титровану кислотність. Найефективнішим серед досліджуваних препаратів виявився Азотофіт-р, який забезпечив найвищі показники за більшістю досліджуваних параметрів у обох гібридів. Гібрид Бобкат F1 продемонстрував вищі вихідні показники якості порівняно із Солероссо F1, що вказує на сильний вплив генетичного фактора на формування споживчих властивостей.

РОЗДІЛ 4.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ТОМАТІВ

Ключовим фактором собівартості виробництва томатів для ринку свіжої продукції є ручне збирання, частка витрат на яке сягає 50–80% [47]. Технологічно процес передбачає 6 вибіркових зборів із інтервалом 5 діб, починаючи з фази, коли частка зрілих плодів становить 10-15%. Економічні показники у дослідженні розраховані на основі середньоринкових цін на ресурси та готову продукцію агропромислового комплексу за даними 2025 року (табл. 4.1).

Застосування біопрепаратів є економічно доцільним для обох гібридів томатів. Усі варіанти обробки показали зростання умовно чистого прибутку та рівня рентабельності порівняно з контролем.

Найбільш економічно вигідним виявився препарат Азотофіт-р**.** Для гібриду Солероссо F1 він забезпечив найвищі значення умовно чистого прибутку (606,5 тис. грн/га) та рівня рентабельності (185,9%). Крім того, цей варіант характеризується найвищою окупністю додаткових витрат – 8,1 рази, що означає: кожна гривня, інвестована в обробку насіння, принесла 8,1 гривню додаткового прибутку. Для гібриду Бобкат F1 препарат Азотофіт-р також показав найкращі результати за цими показниками (517,4 тис. грн/га, 160,1% та 4,4 рази відповідно).

Препарат Фітоцид-р продемонстрував стабільне підвищення економічних показників: для гібриду Солероссо F1 додатковий прибуток склав 59,8 тис. грн/га (рентабельність 154,0%, окупність витрат 4,3 рази), для Бобкат F1 - 49,9 тис. грн/га при рентабельності 148,7% та окупності 3,6 рази (табл. 4.1).

Препарат Вимпел показав особливу ефективність щодо окупності інвестованих коштів: незважаючи на менші абсолютні значення додаткового прибутку (45,0 тис. грн/га для Солероссо F1 та 39,5 тис. грн/га для Бобкат F1),

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування томатів за обробки насіння біопрепаратами

Показники	**Солероссо F_1**				**Бобкат F_1**			
	Контроль (без обробки препаратами)	Фітоцид-р	Азотофіт-р	Вимпел	Контроль (без обробки препаратами)	Фітоцид-р	Азотофіт-р	Вимпел
Урожайність, т/га	66,9	73,6	84,8	71,5	65,5	71,3	76,4	69,6
Додаткові прибуток на 1 га, тис. грн	-	59,8	175,4	45,0	-	49,9	98,4	39,5
Загальні затрати на 1 га, тис. грн	304,8	318,7	326,3	310,4	301,5	315,4	323,0	307.1
Додаткові затрати на 1 га, тис. грн	-	13,9	21,5	5,6	-	13,9	21,5	5,6
Собівартість 1 т, грн.	4556	4330	3848	4341	4603	4423	4228	4369
Вартість валової продукції з 1 га, тис. грн	735,9	809,6	932,8	786,5	720,5	784,3	840,4	765,6
Умовно чистий прибуток на 1 га, тис. грн.	431,1	490,9	606,5	476,1	419,0	468,9	517,4	458,5
Рівень рентабельності, %	141,4	154,0	185,9	153,3	138,9	148,7	160,1	140,2
Окупність додаткових витрат, рази	-	4,3	8,1	8,0	-	3,6	4,4	7,1

він забезпечив високу окупність додаткових витрат - 8,0 та 7,1 рази відповідно, що є найближчим показником до ефективності Азотофіт-р.

Хоча ефективність Фітоцид-р та Вимпелу була нижчою порівняно з Азотофіт-р за абсолютним прибутком, вони продемонстрували значне покращення економічних показників порівняно з контролем та можуть бути рекомендовані для використання залежно від пріоритетів виробника - отримання стабільного приросту прибутку (Фітоцид-р) або максимальної окупності мінімальних інвестицій (Вимпел).

Отже, проведений економічний аналіз засвідчив високу ефективність застосування біопрепаратів у вирощуванні томатів. Усі досліджувані препарати забезпечили зростання рентабельності виробництва, при цьому найбільш економічно вигідним виявився Азотофіт-р, який показав максимальні значення прибутку (до 175,4 тис. грн/га) та рівня рентабельності (185,9%). Вимпел продемонстрував оптимальну окупність мінімальних інвестицій (до 8,0 разів), а Фітоцид-р забезпечив стабільне підвищення економічних показників. Застосування біопрепаратів є економічно доцільним і може бути рекомендовано для впровадження у виробництві томатів.

ВИСНОВКИ

1. Передпосівна обробка насіння томатів досліджуваними біопрепаратами є високоефективним агротехнічним прийомом, що дозволяє скоротити вегетаційний період на 6.5–8.0 діб до масового плодоношення.

2. Обробка насіння біопрепаратами достовірно покращила біометричні показники: кількість плодів на рослині зросла на 16,7-50%**,** середня маса плода – на 7,1-28.6%**,** висота рослин – на 6,1-19.6%**.**

3. При обробці насіння біопрепаратами Фітоцид-р, Азотофіт-р та Вимпел зафіксовано підвищення вмісту фотосинтетичних пігментів (хлорофілів та каротиноїдів) на 5-28%**,** площі листків – на 47-100% та чистої продуктивності фотосинтезу – на 13-164%.

4. Застосування біопрепаратів забезпечило приріст урожайності на 4.1-17.9%, причому Азотофіт-р забезпечив максимальний приріст для обох гібридів Солероссо F1 та Бобкат F1.

5. В обох гірбидах покращується біохімічний склад, зокрема достовірно зріс: сухих речовин – на 8-12%, цукрів – на 3.8-6.5%, аскорбінової кислоти – на 1.7-4.1%, β-каротину – на 2.5-9.9%, при одночасному зниженні кислотності. Гібрид Бобкат F1 показав вищі вихідні показники якості плодів, тоді як Солероссо F1 демонстрував вищу відносну ефективність від застосування біопрепаратів.

6. Найбільш економічно вигідним виявився Азотофіт-р, який показав максимальні значення прибутку (до 175,4 тис. грн/га) та рівня рентабельності (185,9%). Вимпел продемонстрував оптимальну окупність мінімальних інвестицій (до 8,0 разів), а Фітоцид-р забезпечив стабільне підвищення економічних показників.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Для отримання максимального ефекту рекомендується передпосівна обробка насіння томатів біопрепаратами Азотофіт-р та Фітоцид-р. За умови обмеженого бюджету доцільно використання препарату Вимпел, який характеризується високою окупністю мінімальних інвестицій. Впровадження передпосівної обробки насіння біопрепаратами дозволить аграріям підвищити рентабельність виробництва томатів на 15-45% та отримати продукцію з покращеними споживчими властивостями.