

<https://doi.org/10.15407/frg2023.04.279>

УДК: 581.132+631.89+632.122

## ВПЛИВ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ФІЗІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОМІДОРА ЇСТІВНОГО (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.)

А.Ю. ДЗЕНДЗЕЛЬ, С.В. ПИДА

Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка  
46027 Тернопіль, вул. М. Кривоноса, 2  
e-mail: [spyda@ukr.net](mailto:spyda@ukr.net)

Проаналізовано літературні дані та наведено результати власних досліджень щодо ефективності застосування органо-мінеральних добрив (ОМД) за показниками фізіологічних процесів, продуктивності та якості плодів помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Показано, що чинником, який регулює фізіологічні процеси, формування урожаю культури та якість її плодів, можуть бути ОМД. За ДСТУ ISO 4884:2007, ОМД отримують фізичною та/чи хімічною взаємодією органічних і мінеральних складників. Зазначено, що використання ОМД і гумінових препаратів у технологіях вирощування культур є складовою частиною органічного землеробства, яке інтенсивно розвивається в Україні і його поширення є одним зі шляхів біофортифікації продукції рослинництва корисними мікронутрієнтами. Виявлено нижчу продуктивність *L. esculentum*, але кращу якість плодів за органічного вирощування. Добрива на основі гумінових речовин поліпшують посівні якості насіння помідора, його мінеральне живлення, впливають на мітотичний поділ клітин, проникність мембран, активність ензимів, обмін речовин, стимулюють укорінення та ростові процеси розсади, вегетативних і генеративних органів, фотосинтез, водообмін, закладання більшого числа репродуктивних органів і продуктивність, сприяють накопиченню у плодах сухих речовин, вуглеводів, каротиноїдів, вітамінів, флавоноїдів, макро- і мікроелементів, зниженню їх кислотності, підвищують стійкість розсади і рослин до несприятливих біотичних та абіотичних чинників. Наведені морфологічні й фізіолого-біохімічні зміни у рослинах за використання ОМД приводять до статистично достовірного підвищення показників продуктивності культури на 15–50 % та якості плодів.

**Ключові слова:** *Lycopersicon esculentum* Mill., органо-мінеральні добрива, органічне землеробство, фізіологічні процеси, продуктивність, якість плодів.

Згідно з Концепцією Державної цільової програми розвитку овочівництва на період до 2025 р., Україна входить у двадцятку світових лідерів за валовим виробництвом овочевої та баштанної продукції й посідає третє місце в Європі за показниками її загального виробництва, поступаючись лише Італії та Іспанії [1]. За посівними площами Україна входить до ТОП-10 світових виробників органічних зерно-

Цитування: Дзєндзєль А.Ю., Пида С.В. Вплив органо-мінеральних добрив на фізіологічні процеси та продуктивність помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Фізіологія рослин і генетика*. 2023. 55, № 4. С. 279–300. <https://doi.org/10.15407/frg2023.04.279>

вих, олійних, овочевих культур й картоплі, а в рейтингу виробників овочевих культур є десятою [2], оскільки клімат і ґрунти сприятливі для розвитку конкурентоспроможного органічного овочівництва. Рослинна продукція, вирощена за органічними технологіями, користується великим попитом і має перспективи як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринку, середні темпи росту яких щорічно досягають 10–15 % [3]. Згідно з даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), Міжнародної федерації органічного руху та Дослідного інституту органічного сільського господарства, площі земель під органічним сільським господарством у світі безперервно зростають, особливо це стосується країн-членів Європейського Союзу (ЄС) [3–5]. За останні три роки площі сертифікованих органічних земель в Україні збільшилися з 270 до 400 тис. га, тобто на 48 % [6]. Це пов'язано насамперед із розширенням ринків органічної продукції, збільшенням доступності ринку ЄС та інших країн для вітчизняних товаровиробників.

Органічне землеробство може слугувати одним із засобів поліпшення економічного, соціального та екологічного стану в Україні, якості та безпеки харчування населення [7], а підвищення врожайності культурних рослин з екологічною безпечністю отримання плодів є одним із найактуальніших і пріоритетних завдань сьогодення.

Помідор їстівний (*Lycopersicon esculentum* Mill.) є однією з найпоширеніших за площею вирощування та значущістю у раціоні людини овочевою культурою. Особливою цінністю плодів помідора є великий вміст вуглеводів (2,5–4,2 %), органічних кислот (0,4–0,9 %), клітковини (0,3–0,9 %), лікопену (0,3 %), мінеральних та ароматичних речовин, вітамінів. У 100 г плодів помідора міститься 20–45 мг вітаміну С, 0,5–2,2 мг провітаміну А (β-каротин), 0,04–0,16 мг вітаміну В<sub>1</sub>, 0,05–0,06 мг вітаміну В<sub>2</sub>, 0,04–0,05 мг вітаміну РР, а також у невеликих кількостях вітаміни В<sub>9</sub> (фолієва кислота) і Н (біотин) [8, 9]. Плоди помідора накопичують значну кількість мінеральних солей (мг/100 г): калію — 260–297, натрію — 40, фосфору — 26–35, магнію — 12–20, кальцію — 10–15.

Незважаючи на популярність культури і цінність її плодів, варто зазначити, що обмежувальним чинником при вирощуванні органічних томатів є використання хімічних засобів захисту рослин. Понад 200 різних видів шкідників уражують культуру під час вегетаційного періоду та плоди після збирання урожаю. З них поширеними є грибні, бактеріальні та вірусні інфекції. Альтернативою хімічним інсектицидам, фунгіцидам тощо можуть бути біологічні препарати на основі ендоефітних актинобактерій (проти післязбиральних захворювань плодів) [10], триходерми для боротьби зі збудниками судинного в'янення томатів [11], наночастинок срібла, екстракти листків *Amaranthus viridis* L. проти *Botrytis cinerea*, що викликає сіру гниль та ін. [12].

Для формування високих показників продуктивності культурних рослин необхідне оптимальне поєднання процесів фотосинтезу, мінерального живлення, росту і розвитку рослин [13]. Ефективним засобом підвищення врожайності сільськогосподарських культур є штучний перерозподіл потоків асимілятів від процесів вегетативного

росту на потреби карпогенезу шляхом регуляції донорно-акцепторної системи рослин [14]. Основний донор пластичних речовин у рослині на всіх етапах онтогенезу — фотосинтез, акцептор асимілятів — процеси росту і запасання. Ці фізіологічні процеси можуть регулюватись різними механізмами [15—17].

Вагомим регулювальним чинником фізіологічних процесів і продуктивності агроecosystem, потенціал яких на сьогодні повністю не використовується, є добрива та екологічно безпечні комплексні препарати органічного походження. Одним зі шляхів підвищення продуктивності помідора їстівного є впровадження в технологію вирощування ОМД, які виготовляють за фізичної та/чи хімічної взаємодії органічних і мінеральних складників (ДСТУ ISO 4884:2007) [18]. Дослідження показали, що застосування ОМД і гумінових препаратів у технології вирощування культурних рослин є важливою складовою частиною органічного землеробства [19, 20].

Продуктивність культурних рослин значною мірою залежить від правильного вибору добрив і термінів їх застосування. Щорічно асортимент добрив оновлюється, з'являються нові високоефективні препарати. Зазначимо, що особливе значення мають добрива пролонгованої дії із заданими властивостями і структурою. До їх складу входять поживні речовини органічного походження, природні мінерали та біологічно активні сполуки у збалансованому співвідношенні [21, 22].

У багатьох країнах, зокрема, США, Німеччині, Україні, Італії, Австралії, Китаї, активно освоюють виробництво рідких ОМД на основі гумінових речовин. Нині розширюються світові посівні площі із застосуванням ОМД з метою отримання екологічно безпечної продукції сільського господарства, підвищення його ефективності та рентабельності [23—26]. У сучасному сільському господарстві запроваджують використання нових зареєстрованих ОМД, які підвищують продуктивність рослин [27—30]. Щороку форми добрив удосконалюються, їх склад поліпшується за рахунок створення органо-мінеральних комплексів гумінових речовин з мінеральними елементами. У результаті елементи живлення закріплюються в обмінній формі, зменшується їх рухомість, що підвищує коефіцієнт використання рослинами поживних елементів з ОМД до 90 % і сприяє зниженню, порівняно з чисто мінеральними, доз їх внесення.

Помідор їстівний — це багаторічна трав'яниста рослина, що походить із Південної Америки, але у сільськогосподарській практиці його вирощують як однорічну овочеву культуру. Показано, що продуктивність помідорів залежить від водного, теплового і поживного режимів, особливо в критичний період розвитку — від масового утворення бруньок до першого масового збору плодів [31—33].

Встановлено, що під час першого періоду розвитку (через 30 діб після висаджування розсади) помідори засвоюють близько 4 % нітрогену, 9 % фосфору і 2 % калію загальної потреби за вегетацію. У другому періоді (масової бутонізації) рослини поглинають 33 % нітрогену, 54,5 % фосфору та 40 % калію. У третьому періоді (плодоношення) — 55 % нітрогену, 32 % фосфору і 45 % калію. Під кінець вегетації (чет-

вертий період) надходження елементів живлення з ґрунту майже припиняється, рослини засвоюють не більше 7 % нітрогену, 4 % фосфору та 12 % калію [34].

Для отримання доброго урожаю необхідне збалансоване живлення культури [35]. Під час вирощування помідорів передбачено 2–4 підживлення за вегетаційний період, але найліпшим варіантом є періодичне внесення добрив у ґрунт із інтервалом у 2–3 тижні. При цьому в перші періоди росту та розвитку варто надавати перевагу мінеральним формам добрив, у наступні — органічно-мінеральним, а у фазу масового дозрівання плодів краще зовсім відмовитися від застосування добрив [36].

Використання препарату MOF-5, який синтезовано сольвотермальним шляхом з композитом цеолітового ядра, показало, що MOFZ-композит з хітозановим покриттям поглинав 94 % сечовини та сприяв повільному її вивільненню, що задовольняло потреби рослин *L. esculentum* у нітрогені. Електронною мікроскопією встановлено специфічну взаємодію препарату з кореневою системою, він накопичується на поверхні коренів, виконуючи функцію резервуара поживних речовин. Концентрація елемента, що дорівнює одноразовій дозі внесення, підтримувалася понад 9 діб [37].

Овочеві культури доволі добре реагують на підживлення добривами на основі гуматів. Застосування розчинів гумінових речовин для позакореневого підживлення рослин знижує їх зольний індекс зростання частки карбону в сольових розчинах і запобігає пошкодженню рослин високими концентраціями солей. Їх фізіологічна дія виявляється на клітинному рівні, зокрема, вони підвищують активність ензимів, змінюють проникність мембран, стимулюють процеси дихання, синтез білків і вуглеводів у рослинах. Таким чином, у результаті застосування гуматних добрив підвищується фітоімунітет, морозо- та посухостійкість рослин [38].

ОМД на основі гумінових речовин впливають на фізіологічні процеси рослин, вони потрапляють у цитоплазму клітини і включаються в метаболізм. Низькомолекулярні — проникають крізь поверхню листків зі швидкістю 2–10 мм/добу, високомолекулярні — спочатку розпадаються на фрагменти, а потім поетапно транспортуються крізь мембрани у клітини [39]. Встановлено, що гумусові речовини позитивно впливають на мітотичний поділ клітин і сприяють збільшенню мітотичного індексу в 1,5 раза, у результаті чого активізується ріст коренів, посилюється надходження води та елементів живлення у кореневу систему за рахунок зміни селективності клітинних мембран [40–42].

Низкою дослідів показано, що добрива на основі гумінових речовин активізують ростові процеси рослин, підвищують їх стійкість до несприятливих біотичних та абіотичних чинників [43–45], впливають на процеси росту і розвитку [38, 46].

За використання ОМД «SMART» композит Марцінішин® (ОМД SKM) у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України протягом досліджуваного періоду статистично достовірно збільшувалася висота рослин помідорів (у середньому на 13–25 % порівняно з

контролем), кількість пагонів першого порядку в куші (на 13 %), діаметр стебла біля кореневої шийки (на 20 %) та облиствлення (на 30 %). Зростання параметрів габітусу рослин помідора їстівного відповідно вплинуло на його продуктивність [47].

В умовах вегетаційних дослідів (водні, піщані й ґрунтові культури) виявлено, що гумінові кислоти з торфу впливають на розвиток і мінеральне живлення рослин, зокрема регулюють надходження нітрогену, фосфору, калію та феруму. За фізіологічною дією гумінові кислоти подібні до стимуляторів росту, що підвищують проникність мембран клітини [38, 46].

Встановлено, що гумінові препарати впливають на формування фотосинтетичної поверхні рослин і морфометричні параметри листової пластинки. За впливу водних розчинів гідрогумату (8 %) і гідрогумату з мікроелементами (селен і йод, 8 %) в концентраціях 0,1, 0,01 та 0,001 % поліпшувалися посівні якості насіння, початковий ріст і розвиток сіянців томату, збільшувалася середня довжина листка. Найефективніше на проходження фаз розвитку сіянців томату упродовж періоду дослідження впливали гумінові препарати в концентрації 0,01 %, що засвідчує високий рівень біологічного впливу гумінових препаратів за низьких концентрацій [48].

Обробка насіння різних за тривалістю вегетаційного періоду сортів помідора рекультивантом композиційним Trevitan® посилювала енергію проростання на 2,1 (сорт Яна), 5,0 (сорт Шапка Мономаха), 39,1 (сорт Космонавт Волков) та 28,4 % (сорт Де Барао червоний), а також схожість насіння. Приріст показників до контролю у дослідних варіантах становив відповідно 7,6, 5,0, 19,6 та 23,1 %. Дослідні проростки зазначених сортів помідора мали вищі пагони (на 12,8 — сорт Яна; 17,4 — сорт Шапка Мономаха; 25,9 — сорт Космонавт Волков; 28,8 % — сорт Де Барао червоний) та довшу кореневу систему (на 8,4 — сорт Де Барао червоний; 20,6 % — сорт Яна) [49].

Під час використання рідких ОМД необхідно диференціювати дози їх внесення залежно від фаз розвитку рослин, тобто за меншої листової поверхні варто застосовувати більшу концентрацію препарату за діючою речовиною. Зокрема, за обробки насіння перед сівбою рекомендовано концентрацію добрива 0,1 %, на ранніх фазах розвитку — 0,01 %, на пізніх — 0,001 % за діючою речовиною [50].

Підживлення рослин рідкими ОМД у період вегетації стимулює процес фотосинтезу, забезпечує інтенсивний розвиток листової поверхні та кореневої системи, закладання більшої кількості репродуктивних органів. Активніша робота фотосинтетичного апарату рослин помідора, оброблених рідкими ОМД і регуляторами росту, пов'язана зі збільшенням на 7—45 % площі листків та кількості хлорофілів *a* і *b* на 14—18 % в їх тканинах. У результаті біомаса однієї рослини зростає на 15—29 %, а чиста продуктивність фотосинтезу — на 20—88 % [51, 52].

Близько 97—99 % усієї вологи, яку рослина помідора поглинає за вегетаційний період, витрачається на транспірацію [53]. На основі вегетаційних досліджень, проведених у 2016—2020 рр. на землях ДП «ДГ «Брилівське»» ІВПіМ НААН у Херсонській обл., встановлено,

що транспіраційний коефіцієнт помідора змінюється протягом вегетаційного періоду. Максимальні його значення зафіксовано від висаджування розсади до цвітіння рослини, а в період плодоутворення—дозрівання параметри знижуються. Максимальну кількість вологи рослини помідора витрачають на транспірацію протягом періоду цвітіння—плодоутворення [54].

За позакореневого підживлення ОМД SKM (порівняно з контролем) зросли показники загального вмісту води в листках, інтенсивності їх транспірації (у фазах бутонізації — на 31,2; цвітіння — 29,4; бурій стиглості плодів — 40,1 %), водоутримувальної здатності листків у фазах бутонізації (через 2, 4, 6 год) та бурій стиглості плодів (через 6, 24 год), знизилася — водного дефіциту листків (у фазах бутонізації — на 16,7; бурій стиглості плодів — 19,1 %) [55].

Виявлено збільшення морфометричних та біохімічних показників 60-добової розсади томатів за її обробки рідким ОМД на основі гумінових речовин. Біометричні виміри упродовж вирощування розсади показали збереження стимулювального впливу протягом всього вегетаційного періоду. Найефективнішими агрозаходами за параметрами ростових процесів визначено замочування насіння та обробку розсади. Для підвищення холодостійкості рослин розсаду томатів перед висаджуванням у відкритий ґрунт обробляли також добривами на основі гумінових речовин. [56].

Встановлено специфічну видову та сортову чутливість рослин до рідких ОМД [51, 57]. З урахуванням значного впливу рідких ОМД на ріст коренів порівняно з надземною масою сільськогосподарської культури поділено на чотири групи. До першої групи належать й овочеві культури (помідор, морква), приріст урожаю яких від обробки насіння та позакореневого підживлення може сягати 50 %.

Показано, що оптимізація живлення помідора різними комбінаціями ОМД сприяла статистично достовірному ( $p < 0,001$ ) збільшенню середнього діаметра плодів (з 5,10 до 6,16 см) та їх кількості на одну рослину. Урожайність помідора підвищилася на 15—29 % [58]. Встановлено, що підживлення рослин помідора рідкими ОМД у період вегетації активізує процес фотосинтезу, забезпечує інтенсивний розвиток листкової поверхні та кореневої системи, сприяє формуванню репродуктивних органів та знижує ураження рослин хворобами, у результаті цього врожай культури збільшується на 40 % та поліпшується якість отриманої продукції [59].

Використання композицій рідких органічних добрив, регуляторів росту рослин і основних макроелементів (N, P, K) на ґрунтах Індонезії в умовах посухи поліпшувало ростові процеси і сприяло формуванню врожаю томатів [60].

У СФГ «Світоч» (Луганська обл., Новоайдарський р-н) застосування препарату «Сапрогум» підвищило врожайність помідорів на 38,5 %. Найефективнішою при вирощуванні помідорів є обробка рослин у фазу 5—6 справжніх листків, на початку бутонізації та у фазу цвітіння. На основі лабораторних досліджень встановлено, що обробка насіння гуміновими препаратами підвищує енергію його проростання на 17,3—28,0 %, схожість — на 5,3 % [61].

Використання органічного добрива дигестат у 50 %-му розведенні ефективно впливало на ростові процеси (висоту рослин, формування фотосинтетичної поверхні листків), продуктивність помідора [62].

Польові дослідження врожайності двох сортів томатів Рома В.Ф. і Барі 15 на садівничій фермі Бангладешського сільськогосподарського університету за використання неорганічних добрив, біогумусу (12 т/га); компосту (10 т/га), інтегрованої системи живлення рослин, яка поєднувала 2/3 органічних та 1/3 неорганічних добрив, показали найвищу продуктивність за інтегрованої системи живлення рослин (20,8 т/га). Рослини були вищими (73,5 см) і формували більшу кількість плодів на кущі [63].

Істотний вплив комбінованих ОМД на продуктивність рослин томатів встановлено на дослідницькій станції Фарако-Ба в Буркіна-Фасо (Західна Африка). У 2019 р. застосування макухи та мінеральних добрив підвищувало урожайність на 53 і 40 % відповідно. У 2020 р. приріст урожайності на 32 і 85 % забезпечило використання біовугілля та біозолу відповідно. Внесення ОМД поліпшило органічний і поживний статус ґрунту, що в кінцевому підсумку сприяло формуванню врожаю томатів [58].

Позакоренеve підживлення томатів водорозчинним органічним комплексним добривом впливало на розвиток рослин. Зокрема, застосування добрива (у дозі 200 л/га) сприяло подовженню тривалості фенологічних фаз і вегетаційного періоду в середньому на 5 діб. За внесення органічного добрива на мінеральному фоні виявлено приріст урожаю плодів помідорів у середньому за три роки досліджень (2016—2018 рр., Інститут зрошуваного землеробства НААН) на 53—62 %. Визначено частку впливу чинників на врожайність культури: сорт — 2, схема посіву — 1,2, внесення добрив у критичні фази розвитку — 90 % [64].

Застосування екологічно безпечного препарату органічного походження рекультиванту композиційного Trevitan™ для обробки ґрунту перед оранкою, посівного матеріалу та надземної маси рослин під час вегетації істотно вплинуло на формування урожаю та якість плодів помідора. Підвищилася продуктивність культури на 28,5 % (контроль — 67,66 т/га), збільшилася кількість плодів на одній рослині на 36,1 % та їх маса порівняно з контролем на 45,0 % [65].

Використання ОМД SKM під час вирощування помідора їстівного F1 Талент позитивно впливало на мінеральне живлення рослин і структуру урожаю, зокрема сприяло збільшенню маси одного плоду в середньому на 11,0 %, маси та кількості плодів з одного куща на 29,9 та 22,1 % відповідно і продуктивності культури — на 22,1 %, або 14,94 т/га, і забезпечило врожайність товарних плодів на рівні 78 т/га [66].

Таким чином, застосування стимуляторів росту та рідких добрив дає змогу штучно змінювати морфогенез, активність ростових і фотосинтетичних процесів, регулювати навантаження рослин плодами [67].

Якість плодів томатів за різних технологій вирощування досліджують українські та іноземні вчені [65—70]. Відомо, що органічні

овочі мають у середньому на 20 % нижчу врожайність порівняно з вирощеними за традиційного землеробства [71], але економісти підрахували, що, незважаючи на це, органічна продукція є прибутковим видом бізнесу [72].

Показано, що за органічного землеробства вміст вітаміну С у плодах помідорів на стадії зрілості був більшим на 29—57 %, загальний вміст фенолів — на 39 % порівняно з плодами, вирощеними за інтенсивною технологією [73]. На основі багаторічного експерименту з впливу методів вирощування на якість отриманої продукції виявлено, що органічні помідори мають вищий вміст вітаміну С та лікопену, антиоксиданту, що надає плодам червоного забарвлення [74]. Епідеміологічними дослідженнями встановлено, що для людей із високим показником лікопену в крові ризик захворювань на деякі види раку та серцево-судинні захворювання знижується [75].

За органічної технології вирощування помідорів виявлено менші розміри плодів, проте в них накопичується більше корисних для людини речовин, зокрема феруму, магнію, вітамінів і мінералів [73, 76, 77]. Застосування рекультиванту композиційного Trevitan™ сприяло підвищенню масової частки сухих розчинних і нерозчинних речовин у плодах (на 0,8 та 2,5 %), накопичення вітаміну С (на 20 %), каротиноїдів (на 41,7 %), флавоноїдів (на 18,2 %), дисахаридів (на 57,3 %) та загального вмісту вуглеводів (на 8,8 %). Кислотність плодів дослідних рослин знизилась у 2 рази [65].

Встановлено, що використання ОМД (суміш сульфату кальцію, мелених рисових висівок і гумінової кислоти у співвідношенні 2 : 10 : 1) у системі удобрення помідорів на крапельному зрошенні пом'якшувало вплив засолення на ріст рослин, підвищувало урожайність і знижувало частоту гнилі кінчиків квіток [52]. ОМД пригнічували накопичення натрію в рослинах, збільшували вміст проліну в листках. Порівняно з внесенням мінерального добрива маса плодів помідора у варіантах із застосуванням ОМД була меншою, але вміст аскорбінової кислоти, сахарози, глюкози, фруктози та глютамінової кислоти був підвищений.

Застосування біогумусу разом з мінеральними добривами забезпечувало отримання плодів помідора із більшою поживною якістю порівняно з внесенням лише мінеральних добрив. Підвищений вміст лікопену в товарній продукції помідорів пов'язаний із тим, що у разі внесення біогумусу в ґрунті збільшується вміст гумінової кислоти, яка опосередковано стимулює вторинний метаболізм у рослинах [79].

Поширення органічного землеробства, застосування багатокомпонентних бактеріальних або спеціальних біодинамічних препаратів, рідких і твердих органічних та органо-мінеральних добрив є інноваційними шляхами біофортифікації продукції рослинництва корисними мікронутрієнтами [77—79]. Овочі, вирощені за технологією органічного землеробства, можуть стати важливим джерелом надходження до організму людини незамінних мікронутрієнтів у достатній для нормального функціонування кількості. Водночас застосування інтенсивних технологій вирощування овочевих культур призводить до забруднення продукції шкідливими речовинами. Показано, що



вміст кадмію та свинцю в плодах помідорів за нераціонального ведення сільського господарства наближався до гранично допустимої концентрації (ГДК). У результаті проведеної екологічної оцінки впливу різних систем удобрення на накопичення поллютантів у плодах помідорів встановлено, що за органо-мінеральної системи перевищення ГДК важких металів не спостерігалось [80].

Більшість науковців констатують привабливіший для споживачів смак плодів органічних томатів порівняно з вирощеними за традиційних технологій [81–85]. Порівняння вмісту мікроелементів та смакових якостей органічних і неорганічних плодів помідорів трьох сортів (Робін-F1, Аьаті-F1, Елпіда-F1) за вирощування в умовах закритого ґрунту (Північно-Східна Греція) показало, що на ці показники більше впливають сортові особливості рослин, але індекс смаку був набагато вищим у органічних плодів [86].

За обробки насіння виявлено вплив біодобрив «Агро-Бак Плюс», «Рост Концентрат» («Велес-БІО», ТОВ «СПГ») і «Екстрасол» (ТОВ «Бісолбі-Інтер») на органогенез розсади, ріст і розвиток, поліпшення харчової якості плодів через зниження в них вмісту нітратів та підвищення сухої речовини, суми цукрів, вітаміну С [87]. Органічні компоненти в системах удобрення збільшують вміст β-каротину й аскорбінової кислоти у плодах помідорів, поліпшуючи якість товарної продукції [52, 73, 88, 89].

Позакоренеve внесення органічного добрива «Ріверм» (розробники Міжнародний екологічний фонд «AQUA-VITAE» і Національний аграрний університет) у технологіях вирощування перцю, баклажана і помідора підвищувало вміст вітаміну С, каротиноїдів, феруму і цинку порівняно з традиційними технологіями вирощування, які передбачають застосування різноманітних мінеральних добрив і пестицидів [90].

Показано, що на вміст поживних речовин у плодах помідорів впливають ґрунтово-кліматичні та погодні умови, сортові особливості, проте найдієвішим чинником, що забезпечує накопичення цукрів, сухих речовин і вітаміну С, є мінеральне живлення [91, 92].

На основі дослідження впливу комплексних мінеральних добрив (із вмістом нітрогену, фосфору, калію, кальцію, магнію), органічного добрива (сухий пташиний послід) та ОМД на продуктивність і якість плодів помідора сортів Рома і Тіма на ґрунті, збідненому на основні елементи живлення, встановлено, що врожайність під впливом ОМД була у 3 рази вищою (39,3 та 34,4 т/га) порівняно з варіантом внесення мінеральних добрив без застосування органіки (12,9 та 11,6 т/га). Кількість макроелементів (фосфор, калій, кальцій) та вуглеводів у плодах помідора виявилась вищою за внесення органічних та органо-мінеральних добрив [93].

Використання ОМД SKM у технології вирощування *L. esculentum* F1 Талент підвищувало вміст у плодах нітрогену (68,5 %), кальцію (12,6), калію (28,3), фосфору (85,2), цинку (25,8) та марганцю (56,2 %), знижувало феруму (на 10,3 %). Вміст купруму та бору в плодах контрольного й дослідного варіантів не змінювався. Вміст важких металів не перевищував ГДК [94].

Отже, якість плодів помідорів можна поліпшити оптимізацією живлення в системі ґрунт—рослина шляхом застосування кореневого та позакореневого внесення добрив [95].

Аналіз літературних даних свідчить, що проблема пошуку шляхів оптимізації мінерального живлення, підвищення врожайності та якості плодів помідора їстівного залишається актуальною для біології та овочівництва цієї культури. Вивчення чинників, що впливають на продуктивність помідора їстівного та екологічну безпечність якісного складу його плодів, показує, що ця проблема є комплексною. Вона пов'язана із перебігом таких фізіологічних процесів у рослинах, як ріст, мінеральне живлення, водообмін, фотосинтез, стійкість до абіотичних та біотичних стресорів навколишнього середовища тощо. Вагомим чинником екологічно безпечної регуляції фізіологічних процесів, що сприяють формуванню високої продуктивності та якості плодів помідора, є застосування ОМД на основі гумінових речовин у технології вирощування культури.

#### ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Концепції Державної цільової програми розвитку овочівництва на період до 2025 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 21.10.2020 р. № 1333-р. / М-во аграр. політики та продовольства України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1333-2020-p#Text>. (Дата звернення: 14.07.2023).
2. Україна – 20-та в світі за органічними угіддями. AgroPortal: веб-сайт. URL: <https://agroportal.ua/news/ukraine/ukraine-20ya-v-mire-po-organicheskim-ugodiyam> (Дата звернення: 20.05.2023).
3. Willer H., Lernoud J. 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. <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2017.html> (Дата звернення: 20.05.2023).
4. The world of organic agriculture is launched. URL: <http://www.ifoam.org/2018> (Дата звернення: 20.05.2023).
5. Zeman K., Hron J. The agricultural sector has the most efficient management of state receivables in the Czech Republic. *Agricultural Economics. Czech*. 2018. **64**. P. 61–73. <https://doi.org/10.17221/257/2016-AGRICECON>
6. Мармуль Л.О., Новак Н.П. Розвиток органічного виробництва в Україні на засадах кооперації. *Економіка АПК*. 2016. **9**. С. 26–32.
7. Ярошенко Р.Ю., Мірзоева Т.В. Щодо проблем і перспектив розвитку органічного виробництва продукції рослинництва. Органічне виробництво і продовольча безпека. Житомир: ЖНАЕУ, 2019. С. 124–126.
8. Федоров А.О., Шкабара Т.Л., Федорова В.О. Споживча характеристика мікрокомпонентів харчових продуктів. *Технологія харчування і товарознавство*. 2013. **2**. С. 367–374.
9. Agarwal A., Sharma U., Ranjan R., Nasim M. Combining ability analysis for yield, quality, earliness, and yield-attributing traits in tomato. *Int. J. Veg. Sci.* 2017. **23(6)**. P. 605–615. <https://doi.org/10.1080/19315260.2017.1355864>
10. Sharma V., Kaushik M., Agnihotri C., Agnihotri S., Singh B.P. Chapter 9 – Postharvest disease management of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) using endophytic actinobacteria as natural biocontrol agent. *Microbial Endophytes and Plant Growth Beneficial Interactions and Applications*. 2023. P. 137–150. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90620-3.00005-2>
11. Rai S., Prasad R. Chapter 4 – Trichoderma against Fusarium wilt of tomato: Current insights and challenges. *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering Trichoderma for Biotechnological Applications: Current Insight and Future Prospects*. 2023. P. 107–124. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99890-1.00002-9>

12. Anum F., Jabeen K., Javad S., Iqbal S., Shah A.A., Ryan C., Elansary H.O. Management of botrytis grey mold of tomato using bio-fabricated silver nanoparticles. *South Afr. J. Bot.* 2023. **159**. P. 642–652. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.06.019>
13. Стасик О.О., Кірізій Д.А., Прядкіна Г.О. Фотосинтез і продуктивність: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. **53**, № 2. С. 160–184. <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.160>
14. Кур'ята В.Г., Кравець О.О. Регуляція морфогенезу, перерозподілу асимілятів, азотвмісних сполук та продуктивності томатів за дії гібереліну й ретанданту фолікуру. *Физиология растений и генетика*. 2018. **50**, № 2. С. 95–104. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR\\_2018\\_50\\_2\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR_2018_50_2_3)
15. Киризий Д.А., Стасик О.О., Прядкина Г.А., Шадчина Т.М. Фотосинтез. Т. 2: Ассимиляция CO<sub>2</sub> и механизмы ее регуляции. Киев: Логос, 2014. 478 с.
16. Yu S.M., Lo S.F., Ho T.D. Source-sink communication: Regulated by hormone, nutrient and stress cross-signaling. *Trends Plant Sci.* 2015. **20**, N 12. С. 844–857. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2015.10.009>
17. Bonelli L.E., Monzon J.P., Cerrudo A., Rizzalli R.H., Andrade F.H. Maize grain yield components and source-sink relationship as affected by the delay in sowing date. *Field Crops Res.* 2016. **198**. P. 215–225. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.09.003>
18. ДСТУ ISO 4884:2007. Добрива органічні та органо-мінеральні. Терміни та визначення понять. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 34 с.
19. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: кол. монографія / за ред. Я.М. Гадзала, В.Ф. Камінського. Київ: Аграрна наука, 2016. 596 с.
20. Пшиченко О.І. Формування продуктивності ячменю ярого в умовах органічного землеробства. *Вісн. Харків. нац. техн. ун-ту сільського гос-ва ім. П. Василенка. Сер. Механізація сільськогосподарського виробництва*, присвяч. Всеукр. наук.-практ. конф. «Оптимізація технічних та технологічних систем агровиробництва». 2019. Вип. 199. С. 314–319. URL: <http://repo.snau.edu.ua:8080/xmlui/handle/123456789/7405> (Дата звернення: 13.06.2023).
21. Вовкотруб М.П., Мулярчук І.Ф., Городній М.М. Виробництво мінеральних та органо-мінеральних добрив. *Науковий вісник НАУ*. 2005. Вип. 87. С. 134–140. URL: <http://www.nauu.kiev.ua> (Дата звернення: 26.07.2023).
22. Якушко С.І., Іванов В.П. Органо-мінеральні добрива: переваги та способи виробництва. *Хімічна промисловість України*. 2008. Вип. 86(3). С. 38–43. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/24159> (Дата звернення: 22.07.2023).
23. Sahoo R.K., Bhardwaj D., Tuteja N. Biofertilizers: a sustainable eco-friendly agricultural approach to crop improvement. *Plant Acclimation to Environmental Stress*. New York: Springer, 2013. P. 403–432. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5001-6\\_15](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5001-6_15)
24. Tortosa G., Albuquerque J.A., Vedmar E.J., Cegarra J. Strategies to produce commercial liquid organic fertilizers from «alperujo» composts. *J. Cleaner Product.* 2014. **82**. P. 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.083>.
25. Vitale L., Polimeno F., Ottaiano L., Maglione G., Tedeschi A., Mori M., Marco A. De, Tommasi P.Di, Magliulo V. Fertilizer type influences tomato yield and soil N<sub>2</sub>O emissions. *Plant Soil Environ.* 2017. **63**. P. 105–110. <https://doi.org/10.17221/678/2016-PSE>
26. Adecolan O.F., Abdulrahman A., Azeez G.A., Animasaun D.A. Effect of planting density and varying rates of organomineral fertilizer on growth, yield and nutritional quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Annals. Food Sci. Technol.* 2020. **21**. P. 373–382. URL: [www.afst.valahia.ro](http://www.afst.valahia.ro) (Дата звернення: 04.05.2023).
27. Закорчевный И.И., Михальская Л.Н., Швартау В.В. Гуминовые вещества и удобрения на их основе. *Грунтознавство*. 2012. **13**, № 1–2. С. 60–78. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/grunt\\_2012\\_13\\_1-2\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/grunt_2012_13_1-2_8)
28. Гаврилюк В.А., Демчук С.М. Органо-мінеральні добрива – комплексне вирішення використання сировинних ресурсів. *Агроекологічний журнал*. 2013. **4**. С. 78–81. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog\\_2013\\_4\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2013_4_17)
29. Василенко М.Г. Органо-мінеральні добрива підвищують урожай і поліпшують якість продукції. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. **58**, № 1. С. 22–30. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt\\_2015\\_58%281%29\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt_2015_58%281%29_7).
30. Скрильник Є.В., Бацула О.О., Розумна Р.А. Перспективи і напрямки виробництва та застосування органо-мінеральних добрив і біостимуляторів в землеробстві України. *Вісн. аграр. науки Південного регіону*. 2000. **1**. С. 223–228.

31. Brauer M.O., Barney D.L., Robbins J.A. Growing tomatoes in cool, shortseason locations. *University of Idaho Extension*. 2009. **864**. URL: <http://www.cals.uidaho.edu> (Дата звернення: 05.06.2023).
32. Jensen C.R., Battilani A., Plauborg F., Psarras G. Deficit irrigation based on drought tolerance and root signalling in potatoes and tomatoes. *Agriculture Wat. Managem.* 2010. **98**. P. 403–413. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.10.018>
33. Nilsen E.T., Freeman J., Ruth Grene R., Tokuhisa J. Rootstock provides water conservation for a grafted commercial tomato (*Solanum lycopersicum* L.) line in response to mild-drought conditions. *PLoS One*. 2014. **22**. P. 9–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115380.eCollection> 2014
34. Гулиев Ш.Б., Солуянова Т.Г., Асадова А.Ш. Агротехническое обоснование применения удобрений под томаты. *Овочівництво і баштанництво, історичні аспекти, сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку*: матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 45-річчю від дня заснування Досл. станції «Маяк» Ін-ту овочівництва і баштанництва НААН в рамках IV наук. форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2019» (12–13 бер. 2019 р., с. Крути, Чернігівська обл.). Обухів: ФОП Гуляєва В.М., 2019. **2**. С. 167–171.
35. Ramesh E., Sikder S., Vandana K.S. Effect of integrated nutrient management for growth, yield and post-harvest quality of tomato. *Int. J. Environ. Climate Change*. 2023. **13**, N 5. P. 1–10. <https://doi.org/10.9734/ijec/2023/v13i51736>
36. Ayeni L.S., Ezeh O.S. Comparative effect of NPK 20:10:10, organic and organo-mineral fertilizer on soil chemical properties, nutrient uptake and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Appl. Tropical Agr.* 2017. **22**, N 1. P. 111–116. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18726.63049>
37. Bindra P., Sharma S., Sahu B.K., Bagdwal H., Shanmugam V., Singh M. Targeted nutrient application to tomato plant with MOF/Zeolite composite wrapped with stimulus-responsive biopolymer. *Materials Today Communications*. March 2023. **34**. P. 105264. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2022.105264>
38. Ящук В.У., Корецький А.П., Ковбасенко Р.В., Дмитрієв О.П., Ковбасенко В.М. Гумінові речовини – безпечні регулятори екосистем. Київ: Нац. акад. аграр. наук України, 2016. **89**. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/28344> (Дата звернення: 14.03.2023).
39. Morard P., Eyheraguibel B., Morard M., Silvestre J. Direct effects of humic-like substance on growth, water and mineral nutrition of various species. *J. Plant Nutrit.* 2010. **34**, N 1. P. 46–59. <https://doi.org/10.1080/01904167.2011.531358>
40. Abdelhamid M.T., Selim E.M., EL-Ghamry A.M. Integrated effects of bio and mineral fertilizers and humic substances on growth, yield and nutrient contents of fertigated cowpea (*Vigna unguiculata* L.) grown on sandy soils. *J. Agronomy*. 2011. **10**. P. 34–39. <https://doi.org/10.3923/ja.2011.34.39>
41. Rose M.T., Patti A., Little K., Brown A.L. A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: Practical implications for agriculture. *Adv. in Agronomy*. 2014. **124**. P. 37–89. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800138-7.00002-4>
42. Горова А., Скворцова Т. Роль фізіологічно активних речовин гумусової природи в адаптації рослинних організмів до генотоксичної дії пестицидів. *Відновлення біотичного потенціалу агроекосистем*: матеріали III Міжнар. конф. (11 жовт. 2018 р., м. Дніпро). Дніпро: Роял Принт, 2018. С. 173–176.
43. Chen Y., Aviad T. Effects of humic substances on plant growth. *Humic Substances in Soil and Crop Sci.* 1990. P. 161–186. [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1238732](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1238732)
44. Пономаренко С.П. Українські регулятори росту рослин. *Елементи регуляції в рослинництві*: зб. наук. праць. Київ: ВВП «Компас», 1998. С. 10–16.
45. Quaggiotti S., Ruperti B., Pizzeghello D., Francioso O., Tugnoli V., Nardi S. Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.). *J. Exp. Bot.* 2004. **55**. P. 803–813. <https://doi.org/10.1093/jxb/erh085>
46. Nardi S., Pizzeghello D., Muscolo A., Vianello A. Physiological effects of humic substances on higher plants (Review). *Soil Biology and Biochem.* 2002. **34**. P. 1527–1536. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8)
47. Дзендзель А.Ю., Пидя С.В. Регуляція морфогенезу рослин помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) орґано-мінеральним добривом «Smart» композит

- Марцінишин. *Věda a perspektivy*. 2022. **14**, N 7. P. 305–316. [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2022-7\(14\)-305-316](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2022-7(14)-305-316)
48. Карпенко К.М. Технологічні та біологічні особливості формування продуктивності помідора за органічного виробництва в умовах Південного Степу України: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.06 / Таврійський держ. агротех. ун-т, Уманський нац. ун-т садівництва. Мелітополь, 2019. 194 с.
  49. Дзендзель А.Ю., Пида С.В. Вплив рекультиванту композиційного Trevitan™ на посівні якості насіння та ростові процеси проростків помідора їстівного. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Ч. 1. (7–8 лип. 2022 р., м. Київ). Київ, 2022. С. 102–106.
  50. Скрильник Є., Кутова А. Комплексна допомога рослинам. *The Ukrainian Farmer*. 2014. **3**. P. 86–89.
  51. Калитка В.В., Карпенко К.М., Вплив регулятора росту АКМ на пігментний комплекс та фотосинтетичну продуктивність рослин помідора. *Науковий вісник НУБіП. Сер. Агрономія*. 2013. **183**, № 1. С. 72–77. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnuu\\_agr\\_2013\\_183%281%29\\_\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnuu_agr_2013_183%281%29__15)
  52. Kataoka K., Sugimoto K., Ohashi H., Yamada H. Effect of organo-mineral fertilizer on tomato fruit production and incidence of blossom-end rot under salinity. *The Horticult. J.* 2017. **86**, N 3. P. 357–364. <https://doi.org/10.2503/hortj.OKD-041>
  53. Скляр В.Г., Злобін Ю.А. Екологічна фізіологія рослин. Суми: Унів. книга, 2015. 271 с.
  54. Журавльов О.В., Шатковський А.П., Мельничук Ф.С., Черевичний Ю.О. Транспіраційний коефіцієнт томата залежно від гранулометричного складу ґрунтів. *Меліорація, землеробство, рослинництво*. 2021. № 6. С. 5–10. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.6.1>
  55. Дзендзель А.Ю. Вплив органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінишин на показники водообміну листків помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2021. **81**, № 4. С. 72–81. <https://doi.org/10.25128/2078-2357.21.4.10>
  56. Rady M.M. A novel organo-mineral fertilizer can mitigate salinity stress effects for tomato production on reclaimed saline soil. *South African J.* 2012. **81**. P. 8–14. <https://core.ac.uk/reader/82010320>
  57. Olivera G. Mineral nutrition of higher plants. London: Acad. press, 2012. P. 138–160.
  58. Traore A., Bandaogo A.A., Savadogo O.M., Saba F., Ouedraogo A.L., Sako Y., Serme I., Ouedraogo S. Optimizing tomato (*Solanum lycopersicum* L.) growth with different combinations of organo-mineral fertilizers. *Front. Sust. Food Syst.* 2022. **5**. P. 1–7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.694628>
  59. Disciglio G., Carlucci A., Tarantino A., Giuliani M.M., Gagliardi A., Frabboni L., Libutti A., Raimondo M.L., Lops F., Gatta G. Effect of olive-mill wastewater application, organo-mineral fertilization, and transplanting date on the control of *Phelipanche ramosa* in open-field processing tomato crops. *Agronomy*. 2018. **8**. P. 1–13. <https://doi.org/10.3390/agronomy8060092>
  60. Khairi A., Jayaputra J., Padusung, Tejowulan S., Nurrachman. Combination of bio-organo-mineral fertilizers on optimizing the growth and production of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) in dryland environment. *J. Ilm. Pertan.* 2023. **20**, N 2. P. 127–138. <https://doi.org/10.31849/jip.v20i2.10901>
  61. Плис Я.В. Вплив гумінових препаратів на продуктивність овочевих культур. *Актуальні проблеми та наукові звершення молоді на початку третього тисячоліття*: матеріали V наук.-практ. конф. студентів, магістрантів та аспірантів (19 лист. 2020 р., м. Слов'янськ). 2020. С. 47–48.
  62. Effa Effa B.W., Demikoyo D.S., Mibemu Guibinga S., Nguema Ndong M., Bagafou Y.A. Effects of organic fertilizer digestate on the growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *bioRxiv*. 2022. 2022-03. <https://doi.org/10.1101/2022.03.30.486395>
  63. Islam M.A., Islam S., Akter A., Rahman Md H., Nandwani D. Effect of organic and inorganic fertilizers on soil properties and the growth, yield and quality of tomato in mymensingh, bangladesh. *Agriculture*. 2017. **7**, N 3. P. 18 <https://doi.org/10.3390/agriculture7030018>

64. Погорелова В. Вплив живлення на врожайність томатів. *Плантатор*. 2020. **51**, № 3. С. 22—25. <https://agrotimes.ua/article/vplyv-zhyvlennya-na-vrozhajnist-tomativ>
65. Дзєндзель А.Ю., Пида С.В. Вплив рекультиванту композиційного Trevisan™ на продуктивність та якісний склад плодів помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Екологічні науки*. 2022. **4**, N 43. P. 107—142. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.17>
66. Dzendzel A.Yu., Pyda S.V., Tryhuba O.V. Formation of *Lycopersicon esculentum* Mill. yield under the influence of the combined organic and mineral fertilizer. *Modern engineering and innovative technologies*. 2022. **23**. P. 120—125. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2022-23-01-013>
67. George E.F., Hall M.A., Klerk G.D. Plant Growth Regulators. *Plant Propagation by Tissue Culture*. Dordrecht, 2008. P. 751—773.
68. Завадська О., Пархомук Я. Якість плодів помідора залежно від сорту та ступеня стиглості. *Modern Sci. Res.* 2019. **9**, N 1. P. 88—91. <https://doi.org/10.30889/2523-4692.2019-09-01-017>
69. Xu X., Wu H., Yuan Q., Wang J., Cui J., Lin A. Effects of selenium fertilizer application and tomato varieties on tomato fruit quality: A meta-analysis. *Sci. Horticult.* 2022. **304**. P. 111242. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111242>
70. Yuechen Y., Weihui X., Yunlong H., Renmao T., Zhigang W. *Bacillus velezensis* YYC promotes tomato growth and induces resistance against bacterial wilt. *Biological Control*. 2022. **172**. P. 104977. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.104977>
71. Rembialska E. Quality of plant products from organic agriculture. *J. Sci. Food Agric.* 2007. **87**, N 15. P. 2757—2762. <https://doi.org/10.1002/JSFA.3000>
72. Чайка Т.О. Ефективність органічного сільського господарства в Україні. *Вісн. Полт. держ. аграр. академії*. 2011. **4**. С. 160—164.
73. Oliveira A.B., Moura C.F.H., Gomes-Filho E., Marco C.A., Urban L., Raquel M.M.A. The impact of organic farming on quality of tomatoes is associated to increased oxidative stress during fruit development. *PLoS One*. 2013. **2**, N 8. P. 56—64. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056354>
74. Lundegardh B., Martensson A. Organically produced plant foods — evidence of health benefits. *Soil Plant Sci.* 2003. **53**. P. 3—15. <https://doi.org/10.1080/09064710310006490>
75. Івашків Л.Я. Основні принципи оздоровчого харчування. *Вісн. Львів. ін-ту економіки і туризму*. 2009. **4**. С. 18—23.
76. Богач Г.И., Зубачев С.Р., Шаблин П.А., Тертышный А.С. Органическое производство. Донецк: Формат Плюс, 2007. 66 с.
77. Vallverdu-Queralt A., Remon A.M., Casals-Ribes I., Lamuela-Raventos R.M. Is there any difference between the phenolic content of organic and conventional tomato juices? *Food chemistry*. 2012. **130**, N 1. P. 222—227. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.017>
78. Carricondo-Martinez I., Berti F., Salas-Sanjuán M.d.C. Different organic fertilization systems modify tomato quality: an opportunity for circular fertilization in intensive horticulture. *Agronomy*. 2022. **12**, N 1. P. 174—183. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010174>
79. Дейниченко Г.В., Юдічева О.П. Використання традицій біофортифікації для регулювання хімічного складу томатних овочів. *Харчова наука і технологія*. 2012. **19**, № 2. С. 42—45. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnit\\_2012\\_2\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnit_2012_2_13)
80. Стежко О.В. Екологічна оцінка впливу систем удобрення на вміст важких металів в продукції томатів. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2012. **4(63)**, № 2. С. 17—25. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/5113.pdf> (Дата звернення: 01.04.2023).
81. Drakou M., Birmpa A., Koutelidaris A.E., Komaitis M., Panagou E.Z., Kapsokefalou M. 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**, N 2. P. 197—202. <https://doi.org/10.3109/09637486.2014.979320>
82. Woese K., Lange D., Boess C. A comparison of organically and conventionally grown foods — results of a review of the relevant literature. *J. Sci. Food and Agr.* 1997. **74**. P. 281—293. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199707\)74:3<281::AID-JSFA794>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199707)74:3<281::AID-JSFA794>3.0.CO;2-Z)

83. Bourn D., Prescott J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced. *Food Sci. & Nutr.* 2002. **42**, N 1. P. 1–34. <https://doi.org/10.1080/10408690290825439>
84. Hajslova J., Schulzova V., Slanina P., Janne K., Hellena K.E., Andersson C.H. Quality of organically and conventionally grown potatoes: four-year study of micronutrients, metals, secondary metabolites, enzymic browning and organoleptic properties. *Food Additives & Contaminants*. 2005. **22**, N 6. P. 514–534. [https://web.vscht.cz/~hajslova/publications/hajslova\\_potatoes\\_fac\\_vol22\\_p514-534.pdf](https://web.vscht.cz/~hajslova/publications/hajslova_potatoes_fac_vol22_p514-534.pdf)
85. Novotná H., Kmieciak O., Gałazka M., Krtková V., Hurajová A., Schulzová V., Hallmann E., Rembiałkowska E., Hajslová J. Metabolomic fingerprinting employing DART-TOFMS for authentication of tomatoes and peppers from organic and conventional farming. *Food Additives & Contaminants*. 2012. **29**, N 9. P. 1335–1346. <https://doi.org/10.1080/19440049.2012.690348>
86. Kapoulas N., Zoran S.I., Purovka M. Effects of organic and conventional methods on mineral content and taste parameters in tomato fruit. *Agriculture & Forestry*. 2013. **59**, N 3. P. 23–34. <http://89.188.43.75/agricultforest/20130920-Kapoulas%20et%20al.pdf>
87. Resendiz-Nava, Carolina N., Fernando Alonso-Onofre, Hilda V. Silva-Rojas, Angel Rebollar-Alviter, Dulce M. Rivera-Pastrana, Matthew J. Stasiewicz, Gerardo M. Nava, Edmundo M. Mercado-Silva. Tomato plant microbiota under conventional and organic fertilization regimes in a soilless culture system. *Microorganisms*. 2023. **11**, N 7. P. 1633. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11071633>
88. Oliveira R.C., Luz J.M.Q., Lana R.M.Q., Queiroz A.A., Bertoldo D.L. Biofertilizer in leaf and drip applications: an alternative to increase tomato productivity. *Hort. J.* 2020. **11**. P. 1–6. <https://doi.org/10.14295/cs.v11i0.3376>
89. Lahoz I., Leiva-Brondo M., Martn R., Macua J.I., Campillo C., Roselly S., Cebolla-Cornejo J. Influence of high lycopene varieties and organic farming on the production and quality of processing tomato. *Sci. Hort.* 2016. **204**. P. 128–137. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.03.042>
90. Дейниченко Г.В., Юдічева О.П. Використання традицій біофортифікації для регулювання хімічного складу томатних овочів. *Харчова наука і технологія*. 2012. **19**, № 2. С. 42–45. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnit\\_2012\\_2\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnit_2012_2_13)
91. Виродов О.С., Яременко С.С. Якість переробленої овочевої продукції залежно від різних систем удобрення. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 17(1). С. 50–54. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb\\_2013\\_17%281%29\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb_2013_17%281%29_9)
92. Jungić D., Gunjaca J., Herak-Custic M., Simunic I., Ban D., Sraka M. Content of mineral N in soil and tomato yields considering fertigation and mulch. *Agr. Consp. Sci.* 2017. **82**, N 4. P. 361–365. <https://hrca.srce.hr/193523>
93. Tonfack L.B., Youmbi E., Amougou Y.A.N., Bernadac A. Effect of organic/inorganic balanced fertilizers on yield and temporal nutrient allocation of tomato fruits under andosol soil conditions in Sub-Saharan Africa. *Int. J. Agricult. Food Res.* 2013. **2**, N 2. P. 27–37.
94. Дзендзель А.Ю., Пида С.В., Тригуба О.В. Елементарний склад плодів *Lycopersicon esculentum* Mill. за впливу органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин®». *Acta Biol. Ukr.* 2022. **1**. P. 14–22. <https://doi.org/10.26661/2410-0943-2022-1-02>
95. Heitz M., Căpușan J., Heitz A.K., Chiper L., Radu A., Pojar-Fenesan M. Fertilization systems in the tomato crop in the field. *Bul. UASVM Hort.* 2011. **68**. P. 235–237. <https://ambentic.validapps.ro/index.php/horticulture/article/view/6948/62>

Отримано 12.09.2023

## REFERENCES

1. Kontseptsii Derzhavnoi tsilovoi prohramy rozvytku ovochivnytstva na period do 2025 roku: Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 21.10.2020 r. N 1333-r. / M-vo ahrar. polityky ta prodovolstva Ukrainy. Retrived from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1333-2020-r#> [in Ukrainian].
2. Ukraina – 20-ta v sviti za orhanichnymy uhiddiamy. AgroPortal. Retrived from <https://agroportal.ua/news/ukraina/ukraina-20ya-v-mire-po-organicheskim-ugodiyam> [in Ukrainian].

3. Willer, H. & Lernoud, J. (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. Retrieved from <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2017.html>
4. The world of organic agriculture is launched (2018). Retrieved from <http://www.ifoam.org/2018>
5. Zeman, K. & Hron, J. (2018). The agricultural sector has the most efficient management of state receivables in the Czech Republic. *Agricultural Economics*. Czech. 64, pp. 61-73. <https://doi.org/10.17221/257/2016-AGRICECON>
6. Marmul, L.O. & Novak, N.P. (2016). Rozvytok orhanichnoho vyrobnytstva v Ukraini na zasadakh kooperatsii. *Ekonomika APK*, 9, pp. 26-32 [in Ukrainian].
7. Iaroshenko, R.Yu. & Mirzoieva, T.V. (2019). Regarding the problems and prospects for the development of organic production of plant products. *Organic production and food safety* (pp. 124-126). Zhytomyr: ZhNAEU [in Ukrainian].
8. Fedorov, A.O., Shkabara, T.L. & Fedorova, V.O. (2013). Consumer characteristics of microcomponents of food products. *Tekhnol. kharchuvannia i tovaroznavstvo*, No. 2, pp. 367-374 [in Ukrainian].
9. Agarwal, A., Sharma, U., Ranjan, R. & Nasim, M. (2017). Combining ability analysis for yield, quality, earliness, and yield-attributing traits in tomato. *Int. J. Veg. Sci.*, 6, No. 23, pp. 605-615. <https://doi.org/10.1080/19315260.2017.1355864>
10. Sharma, V., Kaushik, M., Agnihotri, C., Agnihotri, S. & Singh, B.P. (2023). Chapter 9 — Postharvest disease management of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) using endophytic actinobacteria as natural biocontrol agent. *Microbial Endophytes and Plant Growth Beneficial Interactions and Applications*. pp. 137-150. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90620-3.00005-2>
11. Rai, S. & Prasad, R. (2023). Chapter 4 — Trichoderma against fusarium wilt of tomato: current insights and challenges. *New and future developments in microbial biotechnology and bioengineering trichoderma for biotechnological applications: current insight and future prospects*. pp. 107-124. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99890-1.00002-9>
12. Anum, F., Jabeen, K., Javad, S., Iqbal, S., Shah, A.A., Ryan, C. & Elansary, H.O. (2023). Management of botrytis grey mold of tomato using bio-fabricated silver nanoparticles. *South Afr. J. Bot.*, August, 159, pp. 642-652. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.06.019>
13. Stasyk, O.O., Kirizii, D.A. & Priadkina, H.O. (2021). Photosynthesis and productivity: main scientific achievements and innovative developments. *Fiziol. rast. genet.*, 53, No. 2, pp. 160-184 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.169>
14. Kuriata, V.H. & Kravets, O.O. (2018). Regulation of morfogenesis, assimilates partitioning, nitrogen-containing compounds and productivity of tomatoes under gibberellin and retardant folicur treatment. *Fiziol. rast. genet.*, 50, No. 2, pp. 95-104 [in Ukrainian]. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR\\_2018\\_50\\_2\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR_2018_50_2_3)
15. Kirizii, D.A., Stasyk, O.O., Priadkina, H.A. & Shadchyna, T.M. (2014). Photosynthesis. Assimilation of CO<sub>2</sub> and mechanisms of its regulation. Vol. 2. Kyiv: Logos [in Russian].
16. Yu, S.M., Lo, S.F. & Ho, T.D. (2015). Source-sink communication: Regulated by hormone, nutrient and stress cross-signaling. *Trends Plant Sci.*, 12, No. 20, pp. 844-857. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2015.10.009>
17. Bonelli, L.E., Monzon, J.P., Cerrudo, A., Rizzalli, R.H. & Andrade, F.H. (2016). Maize grain yield components and source-sink relationship as affected by the delay in sowing date. *Field Crops Res.*, 198, pp. 215-225. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.09.003>
18. DSTU ISO 4884:2007. Organic and organo-mineral fertilizers. Terms and definitions. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2010 [in Ukrainian].
19. Hadzalo, Ya.M. & Kaminskyi, V.F. (Eds.). (2016). Scientific basis of production of organic products in Ukraine. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
20. Pshychenko, O.I. (2019). Formation of productivity of spring barley under conditions of organic farming. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva im. P. Vasylenka. Ser. Mekhanizatsiia silskohospodarskoho vyrobnytstva, prysviach. Vseukr. nauk.-prakt. konf. «Optymizatsiia tekhnichnykh ta tekhnolohichnykh system ahrovyrobnytstva»*. 199, pp. 314-319. Retrieved from <http://repo.snau.edu.ua:8080/xmlui/handle/123456789/7405>



21. Vovkotrub, M.P., Muliarchuk, I.F. & Horodnii, M.M. (2005). Production of mineral and organo-mineral fertilizers. *Naukovyi visnyk NAU*, 87, pp. 134-140. Retrived from <http://www.nauu.kiev.ua>
22. Yakushko, S.I. & Ivanov, V.P. (2008). Organo-mineral fertilizers: advantages and methods of production. *Khimichna promyslovist Ukrainy*, 86, No. 3, pp. 38-43. Retrived from <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/24159>
23. Sahoo, R.K., Bhardwaj, D. & Tuteja, N. (2013). Biofertilizers: a sustainable eco-friendly agricultural approach to crop improvement. *Plant Acclimation to Environmental Stress* (pp. 403-432). New York: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5001-6\\_15](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5001-6_15)
24. Tortosa, G., Alburquerque, J.A., Bedmar, E.J. & Cegarra, J. (2014). Strategies to produce commercial liquid organic fertilizers from «alperujo» composts. *J. Cleaner Product.*, 82, pp. 37-44. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.083>
25. Vitale, L., Polimeno, F., Ottaiano, L., Maglione, G., Tedeschi, A., Mori, M., Marco, A.De., Tommasi, P.Di. & Magliulo, V. (2017). Fertilizer type influences tomato yield and soil N<sub>2</sub>O emissions. *Plant Soil Environ.*, 63, pp. 105-110. <https://doi.org/10.17221/678/2016-PSE>
26. Adecolan, O.F., Abdulrahman, A., Azeez, G.A. & Animasaun, D.A. (2020). Effect of planting density and varying rates of organomineral fertilizer on growth, yield and nutritional quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) *Ann. Food Sci. Technol.*, 21, pp. 373-382. Retrived from [www.afst.valahia.ro](http://www.afst.valahia.ro)
27. Zakorchevnyi, Y.Y., Mykhalskaia, L.N. & Shvartau, V.V. (2012). Humic substances and fertilizers based on them. *Gruntoznavstvo*, 13, No. 1-2, pp. 60-78 [in Ukrainian]. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/grunt\\_2012\\_13\\_1-2\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/grunt_2012_13_1-2_8)
28. Havryliuk, V.A. & Demchuk, S.M. (2013). Organo-mineral fertilizers are a comprehensive solution for the use of raw materials. *Ahroekolohichniy zhurnal*, 4, pp. 78-81 [in Ukrainian]. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog\\_2013\\_4\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2013_4_17)
29. Vasylenko, M.H. (2015). Organo-mineral fertilizers increase the yield and improve the quality of products. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynyntstvo*, 58, No. 1, pp. 22-30 [in Ukrainian]. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt\\_2015\\_58%281%29\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt_2015_58%281%29_7)
30. Skrylnyk, Ye.V., Batsula, O.O. & Rozumna, R.A. (2000). Prospects and directions of production and application of organo-mineral fertilizers and biostimulants in agriculture of Ukraine. *Visnyk ahranoi nauky Pivdennoho rehionu*, 1, pp. 223-228 [in Ukrainian].
31. Brauer, M.O., Barney, D.L. & Robbins, J.A. (2009). Growing tomatoes in cool, short-season locations. *University of Idaho Extension*, 864. Retrived from <http://www.cals.uidaho.edu>
32. Jensen, C.R., Battilani, A., Plauborg, F. & Psarras, G. (2010). Deficit irrigation based on drought tolerance and root signalling in potatoes and tomatoes. *Agr. Wat. Manag.*, 98, pp. 403-413. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.10.018>
33. Nilsen, E.T., Freeman, J., Ruth Grene, R. & Tokuhisa, J. (2014). A rootstock provides water conservation for a grafted commercial tomato (*Solanum lycopersicum* L.) line in response to mild-drought conditions: a focus on vegetative growth and photosynthetic parameters. *PLoS One*, 22, pp. 9-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115380>. eCollection 2014
34. Hulyev, Sh.B., Soluianova, T.H. & Asadova, A.Sh. (2019, March). Agrochemical substantiation of the application of fertilizer for tomatoes. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo, istorichni aspekty, suchasnyi stan, problemy i perspektyvy rozvytku*. 2 (pp. 167-171), s. Kruty, Chernihivska obl. Obukhiv: FOP Huliciaeva V.M.
35. Ramesh, E., Sikder, S. & Vandana, K.S. (2023). Effect of integrated nutrient management for growth, yield and post-harvest quality of tomato. *Int. J. Environm. and Climate Change*, 13, No. 5, pp. 1-10. <https://doi.org/10.9734/ijec/2023/v13i51736>
36. Ayeni, L.S. & Ezech, O.S. (2017). Comparative effect of NPK 20:10:10, organic and organo-mineral fertilizer on soil chemical properties, nutrient uptake and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Appl. Tropical Agr.*, 1, No. 22, pp. 111-116. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18726.63049>
37. Bindra, P., Sharma, S., Sahu, B.K., Bagdwal, H., Shanmugam, V. & Singh, M. (2023, March). Targeted nutrient application to tomato plant with MOF/Zeolite composite wrapped with stimuli-responsive biopolymer. *Materials Today Commun.*, 34, p. 105264. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2022.105264>
38. Iashchuk, V.U., Koretskyi, A.P., Kovbasenko, R.V., Dmytriiev, O.P. & Kovbasenko, V.M. (2016). Humic substances are safe regulators of ecosystems. *Kyiv: Nats. akad.*

- ahrar. nauk Ukrainy [in Ukrainian]. Retrived from <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/28344>
39. Morard, P., Eyheraguibel, B., Morard, M. & Silvestre, J. (2010). Direct effects of humic-like substance on growth, water and mineral nutrition of various species. *J. Plant Nutr.*, 34, No. 1, pp. 46-59. <https://doi.org/10.1080/01904167.2011.531358>
  40. Abdelhamid, M.T., Selim, E.M. & EL-Ghamry, A.M. (2011). Integrated effects of bio and mineral fertilizers and humic substances on growth, yield and nutrient contents of fertigated cowpea (*Vigna unguiculata* L.) grown on sandy soils. *J. Agronomy*, 10, pp. 34-39. <https://doi.org/10.3923/ja.2011.34.39>
  41. Rose, M.T., Patti, A., Little, K. & Brown, A.L. (2014). A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: practical implications for agriculture. *Adv. Agronomy*, 124, pp. 37-89. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800138-7.00002-4>
  42. Horova, A. & Skvortsova, T. (2018, October). The role of physiologically active substances of humus nature in the adaptation of plant organisms to the genotoxic effect of pesticides. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International conference «Restoration of the biotic potential of agroecosystems» (pp. 173-176). Dnipro: Roial Prynt [in Ukrainian].
  43. Chen, Y. & Aviad, T. (1990). Effects of humic substances on plant growth. *Humic Substances in Soil and Crop Sciences*, pp. 161-186. Retrived from [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1238732](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1238732)
  44. Ponomarenko, S.P. (1998). Ukrainian plant growth regulators. *Elementy rehuliatcii v roslynnystvi: zb. nauk. prats* (pp. 10-16) Kyiv: VVP «Kompas» [in Ukrainian].
  45. Quaggiotti, S., Ruperti, B., Pizzeghello, D., Francioso, O., Tugnoli, V. & Nardi, S. (2004). Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.) *J. Exp. Bot.*, 55, pp. 803-813. <https://doi.org/10.1093/jxb/erh085>
  46. Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. & Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants (Review). *Soil Biol. and Biochem.*, 34, pp. 1527-1536. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8)
  47. Dzendzel, A.Yu. & Pyda, S.V. (2022). Regulation of the morphogenesis of edible tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) by organo-mineral fertilizer «Smart» composite Martsynishin. *Věda a perspektivy*, 7, No. 14, pp. 305-316. [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2022-7\(14\)-305-316](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2022-7(14)-305-316)
  48. Karpenko, K.M. (2019). Technological and biological features of the formation of tomato productivity under organic production in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine (Unpublished Candidate thesis). Tavriyskyi derzh. ahrotekh. un-t, Umanskyi nats. un-t sadivnytstva, Melitopol, Ukraine [in Ukrainian].
  49. Dzendzel, A.Yu. & Pyda, S.V. (2022, July). Effect of Trevitan™ composite recultivant on seed quality and growth processes of edible tomato seedlings. Proceedings of the Science Conference «Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane pryrodokorystuvannia v ahropromyslovomu vyrobnytstvi» (pp. 102-106). Kyiv [in Ukrainian].
  50. Skrylnyk, Ye. & Kutova, A. (2014). Comprehensive help for plants. *The Ukrainian Farmer*, 3, pp. 86-89 [in Ukrainian].
  51. Kalytka, V.V. & Karpenko, K.M. (2013). Effect of AKM growth regulator on the pigment complex and photosynthetic productivity of tomato plants. *Naukovyi visnyk NUBiP. Ser. Ahronomiia*, 183, Ch. 1, pp. 72-77 [in Ukrainian]. Retrived from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau\\_agr\\_2013\\_183%281%29\\_\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_agr_2013_183%281%29__15)
  52. Kataoka, K., Sugimoto, K., Ohashi, H. & Yamada, H. (2017). Effect of organo-mineral fertilizer on tomato fruit production and incidence of blossom-end rot under salinity. *The Horticult. J.*, 86, No. 3, pp. 357-364. <https://doi.org/10.2503/hortj.OKD-041>
  53. Skliar, V.H. & Zlobin, Yu.A. (2015). Ecological physiology of plants. Sumy: Univ. knyha [in Ukrainian].
  54. Zhuravlov, O.V., Shatkovskiy, A.P., Melnychuk, F.S. & Cherevychnyi, Yu.O. (2021). The transpiration coefficient of tomato depending on the granulometric composition of soils. *Melioratsiia, zemlerobstvo, roslynnystvo*, No. 6, pp. 5-10 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.6.1>
  55. Dzendzel, A.Yu. (2021). The effect of the organo-mineral fertilizer «Smart» composite Martsynishin on the indicators of water exchange of leaves of edible tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohich-*

- noho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Ser. Biolohiia, 81, No. 4, pp. 72-81 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.25128/2078-2357.21.4.10>
56. Rady, M.M. (2012). A novel organo-mineral fertilizer can mitigate salinity stress effects for tomato production on reclaimed saline soil. *South African J.*, 81, pp. 8-14. Retrieved from <https://core.ac.uk/reader/82010320>
57. Olivera, G. (2012). Mineral nutrition of higher plants. London: Acad. press, pp. 138-160. Retrieved from [https://www.academia.edu/6325059/Mineral\\_Nutrition\\_of\\_Higher\\_Plants](https://www.academia.edu/6325059/Mineral_Nutrition_of_Higher_Plants)
58. Traore, A., Bandaogo, A.A., Savadogo, O.M., Sabam, F., Ouedraogo, A.L., Sako, Y., Serme, I. & Ouedraogo, S. (2022). Optimizing tomato (*Solanum lycopersicum* L.) growth with different combinations of organo-mineral fertilizers. *Front. Sustain. Food Syst.*, 5, pp. 1-7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.694628>
59. Disciglio, G., Carlucci, A., Tarantino, A., Giuliani, M.M., Gagliardi, A., Frabboni, L., Libutti, A., Raimondo, M.L., Lops, F. & Gatta, G. (2018). Effect of olive-mill wastewater application, organo-mineral fertilization, and transplanting date on the control of *Phelipanche ramosa* in open-field processing tomato crops. *Agronomy*, 8, pp. 1-13. <https://doi.org/10.3390/agronomy8060092>
60. Khairi, A., Jayaputra, Padusung, Tejowulan, S. & Nurrachman (2023). Combination of bio-organo-mineral fertilizers on optimizing the growth and production of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) in dryland environment. *J. Ilm. Pertan.*, 20, No. 2, pp. 127-138. <https://doi.org/10.31849/jip.v20i2.10901>
61. Plys, Ya.V. (2020, November). The influence of humic preparations on the productivity of vegetable crops. Proceeding of the 5<sup>th</sup> Science Conference. «Aktualni problemy ta naukovi zvershennia molodi na pochatku tretoho tysiacholittia» (pp. 47-48.). Sloviansk [in Ukrainian].
62. Effa Effa, B.W., Demikoyo, D.S., Mibemu Guibinga, S., Nguema Ndong, M. & Bagafou, Y.A. (2023). Effects of organic fertilizer digestate on the growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *bioRxiv*. 2022-03. <https://doi.org/10.1101/2022.03.30.486395>
63. Islam, M.A., Islam, S., Akter, A., Rahman, Md.H. & Nandwani, D. (2017). Effect of organic and inorganic fertilizers on soil properties and the growth, yield and quality of tomato in mymensingh, bangladesh. *Agriculture*, 7, No. 3, pp. 18. <https://doi.org/10.3390/agriculture7030018>
64. Pohorielova, V. (2020). The influence of nutrition on the yield of tomatoes. *Plantator*, 51, No. 3, pp. 22-25 [in Ukrainian]. Retrieved from <https://agrotimes.ua/article/vplyv-zhyvlennya-na-vrozhajnist-tomativ>
65. Dzendzel, A.Yu. & Pyda, S.V. (2022). Effect of Trevitan™ composite recultivant on productivity and quality composition of edible tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits. *Ekolohichni nauky*, 4, No. 43, pp. 107-142 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.17>
66. Dzendzel, A.Yu., Pyda, S.V. & Tryhuba, O.V. (2022). Formation of *Lycopersicon esculentum* Mill. yield under the influence of the combined organic and mineral fertilizer. *Modern engineering and innovative technologies*, 23, pp. 120-125. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2022-23-01-013>
67. George, E.F., Hall, M.A. & Klerk, G.D. (2008). Plant growth regulators. plant propagation by tissue culture. Dordrecht, pp. 751-773.
68. Zavadaska, O. & Parkhomuk, Ya. (2019). The quality of tomato fruits depends on the variety and degree of ripeness. *Modern Sci. Res.*, 1, No. 9, pp. 88-91. <https://doi.org/10.30889/2523-4692.2019-09-01-017>
69. Xu, X., Wu, H., Yuan, Q., Wang, J., Cui, J. & Lin, A. (2022). Effects of selenium fertilizer application and tomato varieties on tomato fruit quality: A meta-analysis. *Sci. Hort.*, 304, p. 111242. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111242>
70. Yuechen, Y., Weihui, X., Yunlong, H., Renmao, T. & Zhigang, W. (2022). *Bacillus velezensis* YYC promotes tomato growth and induces resistance against bacterial wilt. *Biological Control*, 172, p. 104977. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.104977>
71. Rembalkowska, E. (2007). Quality of plant products from organic agriculture. *J. Sci. Food Agr.*, 87, No. 15, pp. 2757-2762. <https://doi.org/10.1002/JSFA.3000/>
72. Chaika, T.O. (2011). Effectiveness of organic agriculture in Ukraine. *Visn. Polt. derzh. ahrar. akademii*, 4, pp. 160-164. [in Ukrainian]. Retrieved from

- <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/445/1/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%B0.pdf>
73. Oliveira, A.B., Moura, C.F.H., Gomes-Filho, E., Marco, C.A., Urban, L. & Raquel, M.M.A. (2013). The impact of organic farming on quality of tomatoes is associated to increased oxidative stress during fruit development. *PLoS One*, 8, No. 2, pp. 56-64. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056354>
  74. Lundegardh, B. & Martensson, A. (2003). Organically produced plant foods – evidence of health benefits. *Soil Plant Sci.*, No. 53, pp. 3-15. <https://doi.org/10.1080/09064710310006490>
  75. Ivashkiv, L.Ya. (2009). Basic principles of healthy nutrition. *Visn. Lviv. in-tu ekonomiky i turyzmu*, No. 4, pp. 18-23 [in Ukrainian].
  76. Bohach, H.Y., Zubachev, S.R., Shablyn, P.A. & Tertyshnyi, A.S. (2007). Organic production. Donetsk: Format Plius [in Russian].
  77. Vallverdu-Queralt, A., Remon, A.M., Casals-Ribes, I. & Lamuela-Raventos, R.M. (2012). Is there any difference between the phenolic content of organic and conventional tomato juices? *Food chemistry*, 130, No. 1, pp. 222-227. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.017>
  78. Carricondo-Martinez, I., Berti, F. & Salas-Sanjuán, M.d.C. (2022). Different organic fertilization systems modify tomato quality: an opportunity for circular fertilization in intensive horticulture. *Agronomy*, 12, pp. 174-183. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010174>
  79. Deinychenko, H.V. & Yudicheva, O.P. (2012). The use of biofortification traditions to regulate the chemical composition of tomato vegetables. *Kharchova nauka i tekhnolohiia*, 19, No. 2, pp. 42-45 [in Ukrainian]. Retrived from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnit\\_2012\\_2\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnit_2012_2_13)
  80. Stezhko, O.V. (2012). Ecological assessment of the influence of fertilization systems on the content of heavy metals in tomato products. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ser. Silskohospodarski nauky*, 4(63), 2, pp. 17-25 [in Ukrainian]. Retrieved from <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/5113.pdf>
  81. Drakou, M., Birmpa, A., Koutelidaris, A.E., Komaitis, M., Panagou, E.Z. & Kapsokefalou, M. (2015). 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.*, 66, No. 2, pp. 197-202. <https://doi.org/10.3109/09637486.2014.979320>
  82. Woese, K., Lange, D. & Boess, C. (1997). A comparison of organically and onventionally grown foods – results of a review of the relevant literature. *J. Sci. of Food Agr.*, 74, pp. 281-293. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199707\)74:3<281::AID-JSFA794>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199707)74:3<281::AID-JSFA794>3.0.CO;2-Z)
  83. Bourn, D. & Prescott, J. (2002). A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced. *Food Sci. & Nutr.*, 42, No. 1, pp. 1-34. <https://doi.org/10.1080/10408690290825439>
  84. Hajslova, J., Schulzova, V., Slanina, P., Janne, K., Hellena, K.E. & Andersson, C.H. (2005). Quality of organically and conventionally grown potatoes: four-year study of micronutrients, metals, secondary metabolites, enzymic browning and organoleptic properties. *Food Additives & Contaminants*, 22, No. 6, pp. 514-534. Retrived from [https://web.vscht.cz/~hajslovj/publications/hajslova\\_potatoes\\_fac\\_vol22\\_p514-534.pdf](https://web.vscht.cz/~hajslovj/publications/hajslova_potatoes_fac_vol22_p514-534.pdf)
  85. Novotná, H., Kmiecik, O., Gałazka, M., Krtková, V., Hurajová, A., Schulzová, V., Hallmann, E., Rembialkowska, E., Hajslová, J. (2012). Metabolomic fingerprinting employing DART-TOFMS for authentication of tomatoes and peppers from organic and conventional farming. *Food Additives & Contaminants*, 29, No. 9, pp. 1335-1346. Epub 2012 Jul 19. <https://doi.org/10.1080/19440049.2012.690348>
  86. Kapoulas, N., Zoran, S.I. & Purovka, M. (2013). Effects of organic and conventional methods on mineral content and taste parameters in tomato fruit. *Agriculture & Forestry*, 59, No. 3, pp. 23-34. Retrived from <http://89.188.43.75/agricultforest/20130920-Kapoulas%20et%20al.pdf>
  87. Resendiz-Nava Carolina, N., Fernando Alonso-Onofre, Hilda V. Silva-Rojas, Angel Rebollar-Alviter, Dulce M. Rivera-Pastrana, Matthew J. Stasiewicz, Gerardo M. Nava & Edmundo M. Mercado-Silva. (2023). Tomato plant microbiota under conventional

- and organic fertilization regimes in a soilless culture system. *Microorganisms*, 11, No. 7, p. 1633. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11071633>
88. Oliveira, R.C., Luz, J.M.Q., Lana, R.M.Q., Queiroz, A.A. & Bertoldo, D.L. (2020). Biofertilizer in leaf and drip applications: an alternative to increase tomato productivity. *Hort. J.*, 11, pp. 1-6. <https://doi.org/10.14295/cs.v11i0.3376>
  89. Lahoz, I., Leiva-Brondo, M., Marti, R., Macua, J.I., Campillo, C., Roselly, S. & Cebolla-Cornejo, J. (2016). Influence of high lycopene varieties and organic farming on the production and quality of processing tomato. *Sci. Hort.*, 204, pp. 128-137. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.03.042>
  90. Deinychenko, H.V. & Yudicheva, O.P. (2012). The use of biofortification traditions to regulate the chemical composition of tomato vegetables. *Kharchova nauka i tekhnologhiia*, 2, No. 19, pp. 42-45 [in Ukrainian]. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnit\\_2012\\_2\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnit_2012_2_13)
  91. Vyrodov, O.S. & Yaremenko, S.S. (2013). Quality of processed vegetable products depending on different fertilization systems. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*, No. 17 (1), pp. 50-54 [in Ukrainian]. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb\\_2013\\_17%281%29\\_\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb_2013_17%281%29__9)
  92. Jungić, D., Gunjaca, J., Herak-Custic, M., Simunic, I., Ban, D. & Sraka, M. (2017). Content of mineral N in soil and tomato yields considering fertigation and mulch. *Agr. Consp. Sci.*, 82, No. 4, pp. 361-365. Retrieved from <https://hrca.srce.hr/193523>
  93. Tonfack, L.B., Youmbi, E., Amougou, Y.A.N. & Bernadac, A. (2013). Effect of organic/inorganic-cation balanced fertilizers on yield and temporal nutrient allocation of tomato fruits under andosol soil conditions in Sub-Saharan Africa. *Int. J. Agr. and Food Res.*, 2, No. 2, pp. 27-37. <https://doi.org/10.24102/ijaf.v2i2.154>
  94. Dzendzel, A.Yu., Pyda, S.V. & Tryhuba, O.V. (2022). Elemental composition of the fruits of *Lycopersicon esculentum* Mill. under the influence of organo-mineral fertilizer «Smart» composite Martsynishyn®». *Acta Biol. Ukr.*, 1, pp. 14-22 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.26661/2410-0943-2022-1-02>
  95. Heitz, M., Căpușan, J., Heitz, A.K., Chiper, L., Radu, A. & Pojar-Fenesan, M. (2011). Fertilization systems in the tomato crop in the field. *Bul. UASVM Hort.*, 68, pp. 235-237. Retrieved from <https://ambientic.validapps.ro/index.php/horticulture/article/view/6948/6214>

Received 12.09.2023

INFLUENCE OF ORGANO-MINERAL FERTILIZERS ON PHYSIOLOGICAL PROCESSES, PRODUCTIVITY, AND FRUIT QUALITY OF *LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.

A.Yu. Dzendzel, S.V. Pyda

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University  
2 M. Krivonos St., Ternopil, 46027, Ukraine  
e-mail: spyda@ukr.net

An analysis of literature data and the results of own research on the effectiveness of applying organic and mineral fertilisers (OMF) on indices of physiological processes, productivity, and fruit quality of *Lycopersicon esculentum* Mill. is presented. It has been shown that OMF can act as a improving factor for the physiological processes, yield formation and fruit quality of the crop. According to DSTU ISO 4884:2007, OMF is obtained by physical and/or chemical interaction of organic and mineral components. The use of OMF and humic fertilisers in crop production technologies is an integral part of organic farming, which is developing rapidly in Ukraine. The expansion of organic farming is considered one of the ways of biofortification of crop production with beneficial micronutrients. Lower productivity of *Lycopersicon esculentum*, but improved fruit quality, has been demonstrated under organic farming practices. Fertilisers based on humic substances improve the seeds germination, provide plants with mineral nutrition, control mitotic cell division, membrane permeability, enzyme activity, metabolic processes, stimulate the rooting and growth processes of

seedlings, vegetative and generative organs, influence their development, photosynthesis, water exchange, formation of a greater number of reproductive organs and productivity. They contribute to the accumulation of dry matter, carbohydrates, carotenoids, vitamins, flavonoids, macro-, and microelements in fruits, reduce their acidity, increase the resistance of seedlings and plants to unfavorable biotic and abiotic factors. Therefore, the morphological, physiological, and biochemical changes in plants resulting from the application of OMF statistically significantly increase crop productivity indices by 15–50 % and fruit quality.

*Key words:* *Lycopersicon esculentum* Mill., organic and mineral fertilizers, organic farming, physiological processes, productivity, fruit quality.

**ORCID**

**А.Ю. ДЗЕНДЗЕЛЬ** — A.Yu. Dzendzel <https://orcid.org/0000-0002-9281-3089>

**С.В. ПИДА** — S.V. Pyda <https://orcid.org/0000-0002-7858-104X>