

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільського національного педагогічного університету  
імені Володимира Гнатюка

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**ДЗЕНДЗЕЛЬ АНДРІЙ ЮРІЙОВИЧ**

УДК : 581.14:631.559: 635.64]631.8

**ДИСЕРТАЦІЯ**  
**ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РЕГУЛЯЦІЇ**  
**РОСТУ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ ПОМІДОРА ЇСТІВНОГО**  
**(*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.) ЗА ВПЛИВУ ОРГАНО-**  
**МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ**

091 – Біологія

09 – Біологія

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

\_\_\_\_\_ А. Ю. Дзендзель

Науковий керівник (консультант): доктор сільськогосподарських наук,  
професор **Пида Світлана Василівна**

Тернопіль-2022

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ .....	21
ВСТУП .....	22
РОЗДІЛ 1. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНО- МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР (ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ) .....	31
1.1. Загальна характеристика сучасних органо-мінеральних добрив та їхній вплив на родючість ґрунту .....	31
1.2. Вплив органо-мінеральних добрив на морфо-фізіологічні процеси в рослинах помідора їстівного ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) .....	38
1.3. Механізми формування продуктивності овочевих культур за використання органо-мінеральних добрив .....	45
1.4. Якісний склад плодів помідора за різних систем вирощування та їх лікувально-профілактична дія на організм людини .....	51
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	61
2.1. Матеріали дослідження .....	61
2.2.1. Характеристика органо-мінерального добрива «SMART» композит Марцінишин® .....	62
2.2. Умови проведення польових та вегетаційних дослідів .....	64
2.3. Схеми польових дослідів та дослідження .....	70
2.3.1. Технологія застосування ОМД SKM .....	71
2.3.2. Технологія застосування рекультиванту композиційного TREVITAN® .....	72
2.3.3. Схема дослідження .....	73
РОЗДІЛ 3. РЕГУЛЯЦІЯ МОРФОГЕНЕЗУ ТА ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ РОСЛИН ПОМІДОРА ЇСТИВНОГО ( <i>LYCOPERSICON</i> <i>ESCULENTUM</i> MILL.) ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИМ ДОБРИВОМ «SMART» КОМПОЗИТ МАРЦІНИШИН® .....	78

3.1. Ростові процеси помідора їстівного в онтогенезі .....	78
3.2. Вплив органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин <sup>®</sup> » на показники водообміну листків помідора їстівного ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) .....	85
3.3. Продуктивність рослин помідора їстівного за впливу органо- мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин <sup>®</sup> .....	95
3.4. Якісний склад плодів помідора їстівного за використання органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин <sup>®</sup> ....	100
<b>РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ РЕКУЛЬТИВАНТУ КОМПОЗИЦІЙНОГО TREVITAN<sup>®</sup> НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ, ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСНИЙ СКЛАД ПЛОДІВ ПОМІДОРА ЇСТІВНОГО .....</b>	
4.1. Загальна характеристика та рекомендації стосовно застосування рекультиванту композиційного TREVITAN <sup>®</sup> у рослинництві.....	112
4.2. Вплив рекультиванту композиційного TREVITAN <sup>®</sup> на посівні якості насіння та ростові процеси проростків помідора їстівного ..	117
4.3. Ефективність застосування рекультиванту композиційного TREVITAN <sup>®</sup> за показниками росту рослин .....	121
4.3.1. Вегетаційні дослідження.....	122
4.3.2. Польові дослідження .....	127
4.4. Параметри флуоресценції хлорофілу в листках помідора їстівного за впливу рекультиванту композиційного TREVITAN <sup>®</sup> .	131
4.5. Продуктивність та якісний склад плодів помідора їстівного за впливу рекультиванту композиційного TREVITAN <sup>®</sup> .....	136
<b>РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ.....</b>	<b>148</b>
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>155</b>
<b>ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....</b>	<b>157</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....</b>	<b>158</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>191</b>

## АНОТАЦІЯ

Дзєндзель А. Ю. Фізіологічні основи регуляції росту та продуктивності помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) за впливу органо-мінеральних добрив – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії 091 «Біологія» (09 – Біологія). Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка. – Тернопіль, 2022.

Дисертаційна робота присвячена дослідженню морфогенезу, особливостей процесів росту, водообміну, параметрів фотосинтезу, формування продуктивності та якісного складу плодів помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) за впливу органо-мінеральних добрив «Smart» композит Марцінішин<sup>®</sup> та рекультиванту композиційного Trevitan<sup>®</sup>.

Розробка фізіологічних основ підвищення продуктивності овочевих культур з високою якістю плодів є одним із пріоритетних завдань сучасної біології та сільськогосподарської практики. Вагомим чинником, який регулює фізіологічні процеси, а відтак впливає на продуктивність рослин є добрива. Використання мінеральних азотних добрив сприяє підвищенню урожаю, також собівартості овочів та погіршенню їх якісного складу. Альтернативою виступають органо-мінеральні добрива, застосування яких у технологіях вирощування рослин є складовою частиною органічного землеробства. В Україні та багатьох країнах світу розробляються нові види органо-мінеральних добрив, ефективність яких є вищою порівняно з традиційними.

Помідор їстівний є однією з найбільш поширених за площами вирощування та значимістю у раціоні людини овочевою культурою. Тому, у дисертаційному дослідженні ми використали препарати органічного походження на основі гумінових кислот для регуляції фізіологічних процесів з метою підвищення продуктивності *L. esculentum*.

Розроблено препарат органічного походження рекультивант композиційний Trevitan<sup>®</sup> (РКТ) для швидкої регенерації ґрунту з метою поліпшення його родючості, обробки насіння і посадкового матеріалу для реалізації генетичного потенціалу, прискорення росту і розвитку різноманітних сільськогосподарських культур і відповідно їх продуктивності, досліджено його ефективність у лабораторних, вегетаційних та польових умовах. РКТ зареєстровано в державній санітарно-епідеміологічній службі України та в Канаді. До складу препарату входять органічні речовини, масова частка яких 55,0-75,0 %, на долю гумінових органічних речовин припадає 2,0-7,0 % на суху речовину препарату, екстракту фульвових речовин – 0,8-3,0 %. У складі препарату міститься 0,1-0,7 % загального Нітрогену (N), 0,01-0,5 % Фосфору (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 0,2-0,9 % Калію (K<sub>2</sub>O). Масова частка водорозчинних солей (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Co) становить 0,3-1,0 %, сухого залишку – 1,0-2,5 %. Препарат має лужне середовище, водневий показник рН розчину – 8,0-10,9 %. Також розроблено технологію його застосування при вирощуванні помідора їстівного, згідно якої, восени перед оранкою обробляли ґрунт ділянок дослідного варіанту РКТ для швидкої регенерації ґрунту (1 л препарату на 200 л води на 1 га). Перед сівбою в касети насіння досліду замочували протягом 5-10 хв 1 % розчином РКТ для обробки насіння та посадкового матеріалу. Після висаджування розсади у відкритий ґрунт через 5 днів проводили шестикратне позакореневе підживлення дослідних рослин РКТ для прискорення росту і розвитку рослин з інтервалом 7-14 днів (0,5 л препарату на 200 л води на 1 га) за допомогою ранцевого оприскувача ОП-2. Насіння і рослини контрольного варіанту, аналогічно дослідним, обробляли водопровідною водою.

Технологію з використанням органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин<sup>®</sup> (ОМД SKM) для польових культур адаптували при вирощуванні помідора. Технологія передбачала обробку кореневої системи розсади дослідного варіанту перед висаджуванням у відкритий ґрунт та 6-ти разове позакореневе підживлення рослин у фазах 3-4, 5-7 листків,

формування кущів – початок бутонізації, початок цвітіння та змикання ягід за допомогою ранцевого оприскувача ОП-2.

Позакореневе підживлення помідора їстівного F1 Талент ОМД SKM на основі гумінових речовин впродовж онтогенезу поліпшувало мінеральне живлення культури, суттєво впливало на морфогенез, інтенсифікувало ростові процеси рослин та формування донорної сфери. Протягом досліджуваного періоду статистично достовірно збільшувалася висота рослин у середньому на 13-25 % порівняно з контролем, кількість пагонів першого порядку у кущі (на 13 %), діаметр стебла біля кореневої шийки (на 20 %) та облиствлення рослин (на 30 %). Зростання параметрів габітусу рослин помідора їстівного відповідно вплинуло на його продуктивність.

Ростові процеси тісно пов'язані з водним режимом рослин. Встановлено, що до кінця вегетаційного періоду рівень вмісту загальної вологи в листках помідора F1 Талент знижувався. За впливу позакореневого підживлення ОМД SKM, у порівнянні з контролем, зросли показники загального вмісту води у листках, інтенсивності їх транспірації у фазах бутонізації на 31,2, цвітіння – 29,4 та бурі стиглості плодів – 40,1 %, водоутримуючої здатності листків у фазах бутонізації (через 2, 4 та 6 год.) та бурі стиглості плодів (через 6 та 24 год.) і знизилися – водного дефіциту листків на 16,7 і 19,1% у зазначених вище фазах.

Застосування ОМД SKM поліпшувало структуру урожаю помідора їстівного F1 Талент, зокрема, підвищувало масу одного плоду в середньому на 11,0 %, масу та кількість плодів з одного куща, відповідно, на 29,9 і 22,1 % та продуктивність культури загалом. У середньому за три роки дослідні рослини у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України сформували урожай плодів на рівні  $78,0 \pm 1,09$  т/га, що на 14,94 т/га (22,1 %) вище порівняно з контролем. Вищий урожай рослин дослідного варіанту сформувався за рахунок більшої кількості плодів на рослині та вищої їх маси.

Аналіз біохімічного складу плодів помідора F1 Талент за впливу технології з використанням ОМД SKM показав тенденцію до зростання вмісту масової частки сухих (на 9,1 %) та сухих розчинних (10,7 %) речовин, статистично достовірне збільшення (на 6,5 %) кількості аскорбінової кислоти, масової частки каротиноїдів (28,6 %), флавоноїдів (8,3 %), моно- і дисахаридів (13,8 %) та зниження (на 6,2 %) кислотності.

Результати польових досліджень з використанням ОМД SKM в технології вирощування *L. esculentum* F1 Талент показали підвищення вмісту у плодах на 68,5 % Нітрогену, 12,6 % Кальцію, 28,3 % Калію, 85,2 % Фосфору, 25,8 % Цинку та 56,2 % Мангану, зниження на 10,3 % Феруму. За кількістю Купруму та Бору плоди контрольного та дослідного варіантів істотно не відрізнялися. Концентраційні ряди макро- та мікроелементів, розташованих у порядку зменшення їхніх концентрацій у тканинах плодів помідора контрольного та дослідного варіантів мають такий вигляд: K>N>Ca>Mg>P>Fe>Cu>B>Zn>Mn та K>N>P>Ca>Mg>Fe>Cu>Zn>B>Mn. Вміст мікроелементів не перевищує гранично допустимих концентрацій, та вони не проявляють властивостей важких металів, оскільки знаходяться у межах норми. За величиною розрахованого коефіцієнта біологічного поглинання (КБП) рослини помідора належать до концентраторів Нітрогену, Фосфору, Калію та Купруму, деконцентраторів – Феруму, Цинку та Мангану.

Встановлено, що обробка насіння РКТ для обробки насіння та посадкового матеріалу надраннього сорту Яна, середньостиглого – Космонавт Волков, середньораннього – Шапка Мономаха, середньопізнього – Де Борао червоний підвищувала енергію його проростання на 5,0 – 39,1 % та схожість на 5,0 – 23,1 %. Найефективніший вплив РКТ за зазначеними вище показниками виявлено у сортів Космонавт Волков та Де Борао червоний. За впливу РКТ інтенсифікувалися ростові процеси кореневої системи (на 8,4 – 20,6 %) та пагона (на 12,8 – 28,8 %) проростків різних за тривалістю вегетаційного періоду сортів помідора їстівного.

Ефективність RKT за параметрами росту та фотосинтезу досліджували у вегетаційних умовах. Обробка насіння перед сівбою та двохразове позакореневе підживлення рослин *L. esculentum* сорту Волове серце RKT впливали на морфогенез вегетативних органів і стимулювали їх ростові процеси. Висота стебла рослин сорту Волове серце за впливу RKT зросла на 20,4 – 42,6 %, кількість листків – 10,8 – 42,6 %, маса сирої речовини надземних органів – 30,7 %, маса сирої речовини листків – 42,8 %. Аналогічні результати отримано і в польових умовах. Обробка розсади перед висаджуванням у відкритий ґрунт та шестикратне підживлення RKT для прискорення росту і розвитку сільськогосподарських культур помідора їстівного F1 Талент інтенсифікували ріст стебла у висоту (на 15,0 – 21,2 %), сприяли потовщенню його біля кореневої шийки на 16,0 – 20,9 %, формуванню пагонів у кущі та наростанню листків. Їх кількість на дослідних рослинах була на 21,2 – 28,9 % більшою порівняно з контролем.

Методом індукції флуорисценції хлорофілу виокремлено групу параметрів флуоресценції хлорофілу *a*, які виявились чутливими до позакореневого підживлення рослин RKT. Встановлено, що у вегетаційних умовах за впливу RKT у листках рослин помідора їстівного сорту Волове серце знижується теплова дисипація надлишкової світлової енергії у реакційних центрах фотосистеми II на 58 добу вегетації та статистично достовірно зростає відносний вміст хлорофілу (SPAD) на 37 і 58 доби вегетації. Зазначені вище параметри флуоресценції хлорофілу *a* можуть обумовлювати відмінності у формуванні врожаю культурою.

Застосування RKT для обробки ґрунту перед оранкою, насіння перед сівбою та позакореневого підживлення протягом вегетації істотно вплинуло на продуктивність культури та структурні елементи урожаю, оскільки поліпшилось як кореневе, так і позакореневе їх живлення. Рослини помідора їстівного F1 Талент за впливу RKT у ґрунтово-кліматичних умовах Тернопільської області (Західний Лісостеп України) сформували врожай плодів  $86,98 \pm 1,69$  (2021 р.) та  $88,32 \pm 1,71$  (2022 р.) т/га, що на 28,5 % та



29,4 % більше порівняно з контролем відповідно. У кущі за використання препарату виявлено більше пагонів, що вплинуло на показники кількості суцвіть і плодів. Їх на рослині помідора дослідного варіанту сформувалося на 29,9 і 36,1 % (2021 р.) та 29,1 і 37,1 % (2022 р.) більше порівняно до контролю. За використання RKT поліпшились морфометричні показники плодів, зокрема, зросла їх довжина на 22,1 – та 25,0 %, маса ягоди – на 10,4 – 19,3 % та маса плодів з одного куща на 45,0 – 46,9 %.

Оцінка біохімічного складу плодів помідора їстівного F1 Талент за впливу RKT показала їх вищу харчову цінність у результаті більшого накопичення аскорбінової кислоти, каротиноїдів, флавоноїдів, дисахаридів та загального вмісту цукрів, зниження кислотності. У плодах дослідного варіанту збільшувалась кількість Нітрогену (на 21,0 %), Калію (31,6 %) і Магнію (43,3 %), Мангану (33,3 %), Купруму (29,9 %) та Цинку (24,7 %), знижувалася кількість Кальцію (на 53,9 %), не змінювалася – Бору та Феруму порівняно з контролем. Вміст Нітрогену у плодах як контрольного так і дослідного варіантів не перевищував допустимий рівень.

Результати польових досліджень показують, що використання ОМД SKM та RKT в технологіях вирощування помідора їстівного F1 Талент корегує живлення культури, не зважаючи на вміст мінеральних елементів у ґрунті, регулює інтенсивність фізіологічних процесів, сприяє формуванню вищого врожаю плодів і поліпшує їх елементний та біохімічний склад. Ефективність RKT порівняно з ОМД SKM в умовах Західного Лісостепу України за показниками урожаю плодів є вищою.

**Ключові слова:** *Lycopersicon esculentum* Mill., органо-мінеральні добрива, живлення, морфогенез, параметри росту, водообміну, індукція флуорисценції хлорофілу, пігменти, макроелементи, мікроелементи, продуктивність, урожай.

## SUMMARY

**Dzendzel A.Yu.** Physiological basis of regulation of growth and productivity of edible tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under the influence of organo-mineral fertilizers. – Qualifying research paper on the rights of manuscript.

Dissertation for the Doctor of Philosophy degree 091 "Biology" (09 – Biology). Ternopil Volodymyr Hnatyuk National Pedagogical University. – Ternopil, 2022.

The dissertation deals with the study of morphogenesis, peculiarities of growth, water exchange processes, photosynthesis parameters, formation of productivity and qualitative composition of fruits of edible tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under the influence of organo-mineral fertilizers "Smart" composite Martsynishin® and composite recultivant Trevitan®.

Developing of physiological basis for improving the productivity of high-quality crops is one of high-priority problems of modern biology and agriculture. The essential factor that regulates physiological processes and this influences the productivity of plants are fertilizers. The use of mineral nitrogen fertilizers helps to increase the yield, however, the cost price of vegetables grows as well and their qualitative composition deteriorates. An alternative is organo-mineral fertilizers, the use of which in plant growing technologies is an integral part of organic farming. In Ukraine and many countries of the world, new types of organo-mineral fertilizers are being developed, the efficiency of which is higher compared to traditional ones.

Edible tomato is one of the most widespread vegetable crops in terms of cultivation area and importance in the human diet. Therefore, in the thesis, we used preparations of organic origin based on humic acids to regulate physiological processes in order to increase the productivity of *L. esculentum*.

The preparation of organic origin recultivant composite Trevitan® (RCT) was developed for rapid regeneration of the soil aiming to improve its fertility, processing seeds and planting material in order to realize the genetic potential, accelerate the growth and develop various agricultural crops and, accordingly, their

productivity. Its effectiveness was studied in laboratory, vegetative and field conditions.

RCT is registered in the State Sanitary and Epidemiological Service of Ukraine and in Canada. The composition of the preparation includes organic substances, the mass fraction of which is 55.0-75.0%, the share of humic organic substances is 2.0-7.0% of the dry substance of the preparation, the extract of fulvic substances is 0.8-3.0%. The composition of the preparation contains 0.1-0.7% of total Nitrogen (N), 0.01-0.5% of Phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 0.2-0.9% of Potassium (K<sub>2</sub>O). The mass fraction of water-soluble salts (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Co) is 0.3-1.0%, the dry residue is 1.0-2.5%. The preparation has an alkaline environment, the pH of the solution is 8.0-10.9%. The technology of its use in the cultivation of edible tomatoes has also been developed, according to which, in autumn, before plowing, the soil of the areas of the RCT experimental variant was treated for rapid soil regeneration (1 liter of the preparation per 200 liters of water per 1 ha). Before sowing in the cassettes, the seeds of the experiment were soaked in 1% RCT solution for treating seeds and planting material for 5-10 minutes. After planting the seedlings in the open ground, 5 days later, foliar feeding of experimental plants with RCT was carried out six times to accelerate the growth and for development of plants. They were treated with 7-14 days' interval (0.5 l of the preparation for 200 l of water per 1 ha) using an OP-2 knapsack sprayer. The seeds and plants of the control variant, similarly to the experimental ones, were treated with tap water.

The technology of using organo-mineral fertilizer "Smart" composite Martsynishin® (OMF SCM) for field crops was adapted for tomato cultivation. The technology involved spraying the root system of seedlings of the experimental variant with the use of knapsack sprayer OP-2 before planting in open ground. Foliar feeding of plants was carried out 6 times: in the phases of 3-4, 5-7 leaves, at the stage of bushes initiation – beginning of budding, start of flowering and formation of fruit set.

Foliar feeding of edible tomato F1 Talent with OMF SCM based on humic substances during ontogenesis improved the mineral nutrition of the crop, significantly influenced morphogenesis, intensified plant growth processes and the formation of the donor sphere. During the studied period, under the influence of OMF SCM, statistically, the height of plants significantly increased by an average of 13-25% compared to the control, the number of first-order shoots in the bush grew by 13%, the diameter of the stem near the root neck boosted by 20%, and the foliage of plants rose by 30 %. The increase in the parameters of the habitus of edible tomato plants affected its productivity accordingly.

Growth processes are closely related to the water regime of plants. It was found that by the end of the growing season, the level of total moisture content in the leaves of tomato F1 Talent decreased. Under the influence of foliar feeding with OMF SCM, compared with the control, the indicators of the total water content in the leaves, the intensity of their transpiration increased by 31.2% in the phase of budding, by 29.4% in the phase of flowering, and by 40.1% in the phase of pink fruits. There also was the increase in water-holding capacity of leaves in the phases of budding (after 2, 4, and 6 hours) and pink fruits (after 6 and 24 hours). The water deficiency of leaves decreased by 16.7 and 19.1% in the above-mentioned phases.

The use of OMF SCM improved the structure of the harvest of the edible tomato F1 Talent, in particular, it increased the weight of one fruit by an average of 11.0%, the weight and number of fruits from one plant grew by 29.9% and 22.1% respectively and the productivity of the crop in general rose as well. Generally, over three years, experimental plants in the soil and climatic conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine formed a fruit yield at the level of  $78.0 \pm 1.09$  t/ha, which is 14.94 t/ha (22.1%) higher than the control. The higher yield of plants of the experimental variant formed due to the greater number of fruits on the plant and their larger weight.

The analysis of biochemical composition of tomato fruits F1 Talent under the influence of technology using OMF SCM showed a trend towards an increase in

the mass fraction of dry (by 9.1%) and dry soluble (10.7%) substances, a statistically significant increase (by 6.5%) in amount of ascorbic acid, mass fraction of carotenoids (28.6%), flavonoids (8.3%), mono- and disaccharides (13.8%) and decrease (by 6.2%) of acidity.

The results of field studies of using OMF SCM in the cultivation technology of *L. esculentum* F1 Talent showed an increase in the content of Nitrogen by 68.5%, Calcium by 12.6%, Potassium by 28.3%, Phosphorus by 85.2%, Zinc by 25.8% and Manganese by 56.2%, and a decrease of Ferrum by 10.3% in the fruits. The control and experimental variants of fruits did not significantly differ by the amount of Cuprum and Boron. The concentration series of macro- and microelements, located in the order of decreasing concentrations in the tissues of tomato fruits of the control and experimental variants, look as follows: K>N>Ca>Mg>P>Fe>Cu>B>Zn>Mn and K>N>P >Ca>Mg>Fe>Cu>Zn>B>Mn. The microelements content does not exceed the maximum allowable concentrations, and they do not exhibit the properties of heavy metals, as they are within the normal range. According to the value of the calculated biological absorption coefficient (BAC), tomato plants belong to the concentrators of Nitrogen, Phosphorus, Potassium and Copper, and deconcentrators of Ferum, Zinc and Manganese.

It was established that the use of RCT for seeds and planting material treatment for the seeds of the super-early variety Yana, mid-maturing Cosmonaut Volkov, mid-early Monomakh's crown, mid-late De Boraio red increased the energy of its germination by 5.0 - 39.1% and germination rate by 5.0 - 23.1%. The most significant effect of RCT according to the above indicators was found in the Cosmonaut Volkov and De Boraio red varieties. Under the influence of RCT, the growth processes intensified in the root system by 8.4 – 20.6 % and in the shoots by 12.8 – 28.8 % of seedlings of edible tomato varieties with different growing season durations.

The effectiveness of RCT in terms of growth and photosynthesis parameters was studied in growing conditions. Pre-sowing seed treatment and two-time foliar

feeding of *L. esculentum* plants of the Oxheart variety with RCT influenced the morphogenesis of vegetative organs and stimulated their growth processes. Under the influence of RCT, the height of the Oxheart variety plant stems increased by 20.4 - 42.6%, the number of leaves grew by 10.8 - 42.6%, the mass of the raw substance of aerial organs rose by 30.7%, the mass of the raw substance of leaves was 42, 8% higher. Similar results were obtained in the field conditions. Treatment of seedlings before planting in open ground and six-fold feeding with RCT to accelerate the growth and development of agricultural crops of edible tomato F1 Talent intensified the growth of height of the stem (by 15.0 - 21.2%), contributed to its thickening near the root neck by 16.0 - 20.9%, formation of shoots in the plant and growth of leaves. Their number on experimental plants was 21.2-28.9% higher compared to the control.

Using the method of induction of chlorophyll fluorescence, a group of chlorophyll *a* fluorescence parameters was identified, which were found to be sensitive to foliar feeding plants with RCT. It was found that under the influence of RCT in the leaves of tomato plants of the edible variety Oxheart under growing conditions, the thermal dissipation of excess light energy in the reaction centers of photosystem II decreases on the 58th day of vegetation and the relative content of chlorophyll (SPAD) increased statistically significantly on the 37th and 58th days of vegetation. The above-mentioned fluorescence parameters of chlorophyll *a* can cause differences in crop formation by plant.

The use of RCT for treatment of soil before plowing, seeds before sowing and for foliar feeding during the growing season had a significant effect on crop productivity and structural elements of the crop, as both root and foliar nutrition improved. Edible tomato plants F1 Talent under the influence of RCT in the soil and climatic conditions of Ternopil region (Western Forest Steppe of Ukraine) produced a fruit yield of  $86.98 \pm 1.69$  (2021) and  $88.32 \pm 1.71$  (2022) t/ ha, which is 28.5% and 29.4% more compared to the control, respectively. More shoots were found in the bush due to the use of preparation, which affected the indicators of the number of inflorescences and fruits. There were 29.9 and 36.1% (2021) and 29.1

and 37.1% (2022) more of them formed on the tomato plant of the experimental variant compared to the control. When RCT was used, the morphometric parameters of the fruits improved, in particular, their length increased by 22.1 and 25.0%, the weight of the fruit grew by 10.4 – 19.3%, and the weight of fruits from one plant increased by 45.0 – 46.9 %.

Evaluation of biochemical composition of fruits of edible tomato F1 Talent under the influence of RCT showed their improved nutritional value as a result of higher accumulation of ascorbic acid, carotenoids, flavonoids, disaccharides and total sugar content, and a decrease in acidity. In the fruits of the experimental variant, there increased the amount of Nitrogen (by 21.0%), Potassium (31.6%), Magnesium (43.3%), Manganese (33.3%), Copper (29.9%) and Zinc (24.7%), the amount of Calcium decreased (by 53.9%), Boron and Ferrum did not change compared to the control. Nitrogen content in fruits of both control and experimental variants did not exceed the permissible level.

The results of field research show that the use of OMF SCM and RCT in F1 Talent edible tomato cultivation technologies adjusts crop nutrition, regardless of the content of mineral elements in soil, regulates the intensity of physiological processes, contributes to the formation of higher fruit yield and improves their elemental and biochemical composition. The effectiveness of RCT compared to OMF SCM in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine in terms of fruit yield is higher.

**Key words:** *Lycopersicon esculentum* Mill., organo-mineral fertilizers, nutrition, morphogenesis, growth parameters, water exchange, induction of chlorophyll fluorescence, pigments, macroelements, microelements, productivity, yield.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Наукові праці, в яких опубліковані наукові результати дисертації:

*Статті в наукових періодичних виданнях інших держав:*

1. Дзендзель А. Ю., Пида С. В. Регуляція морфогенезу рослин помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) органо-мінеральним добривом «Smart» композит Марцінішин®. *Věda a perspektivy*. Praha, České republika. № 7(14), 2022а. С. 305-316.

DOI: 10.52058/2695-1592-2022-7(14)-305-316

<http://perspectives.pp.ua/index.php/vp/article/view/2029/2029>

2. 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*, Germany, issue №23. October, 2022. P.120-125.

DOI: 10.30890/2567-5273.2022-23-01-013

<https://www.moderntechno.de/index.php/meit/issue/view/meit23-01/meit23-01>

*Наукові фахові видання:*

3. Дзендзель А. Ю., Марцінішин Ю. Д., Пида С. В. Ефективність використання органо-мінеральних добрив при вирощуванні помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2020. № 3–4 (80). С. 115-126.

DOI: 10.25128/2078-2357.20.3-4.15

<http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/18267>

4. Дзендзель А. Ю. Вплив органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин на показники водообміну листків помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2021а. № 4 (81). С. 72-81.

DOI: 10.25128/2078-2357.21.4.10



[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj4uoCX38T7AhWBByosKHVMYCSwQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fjournals.chem-bio.com.ua%2Findex.php%2Fbiology%2Farticle%2Fdownload%2F143%2F134&usg=AOvVaw1anw2\\_5cjeg1ZS1gzqBsy](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj4uoCX38T7AhWBByosKHVMYCSwQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fjournals.chem-bio.com.ua%2Findex.php%2Fbiology%2Farticle%2Fdownload%2F143%2F134&usg=AOvVaw1anw2_5cjeg1ZS1gzqBsy)

5. Дзендзель А. Ю., Пида С. В. Вплив рекультиванту композиційного Trevitan™ на продуктивність та якісний склад плодів помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Екологічні науки*, вип.4 (43), 2022б. С. 107-142.

DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.17>

<http://eco.j.dea.kiev.ua/archives/2022/4/17.pdf>

6. Дзендзель А. Ю., Пида С. В., Тригуба О. В. Елементарний склад плодів *Lycopersicon esculentum* Mill. за впливу органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин®». *Acta Biologica Ukrainica*. Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2022. № 1. С. 14-22.

DOI: <https://doi.org/10.26661/2410-0943-2022-1-02>

<http://journalsofznu.zp.ua/index.php/biology/article/view/2942>

7. Дзендзель А. Ю. Вміст мінеральних елементів у плодах *Lycopersicon esculentum* Mill. за впливу рекультиванту композиційного TREVITAN®. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2022. № 3 (82). С. 52-58.

DOI: 10.25128/2078-2357.22.3.8

<http://journals.chem-bio.com.ua/index.php/biology/article/view/166/156>

**Публікації, що засвідчують наукову розробку:**

Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи №12.2-18-1/6845 на Рекультивинт композиційний.

<http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/27234>

Свідоцтво на торговельну марку № 314559. Український інститут інтелектуальної власності, бюлетень №7. 16.02. 2022.

<http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/27234>

**Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:**

8. Марцінишин Ю. Д., Дзендзель А. Ю. Токсикологічна характеристика органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінишин® *VinSmartEco* : зб. матеріалів I Міжнар. наук.-практ. конф. (Вінниця, 16-18 травня 2019 р.). Вінниця : КВНЗ Вінницька академія неперервної освіти, 2019а. Вип. №2 (25). С. 298-299.

9. Марцінишин Ю. Д., Дзендзель А. Ю. Особливості вегетації культур, фотосинтезу і ремедіації ґрунтів у новому часі. *Наукові читання присвячені 120-річчю відкриття подвійного запліднення у покритонасінних рослин професором Університету святого Володимира С. Г. Навашиним* : зб. матеріалів (Тернопіль, 06-07 лютого 2019 р.) Тернопіль : Вектор, 2019б. С. 157-163.

10. Марцінишин Ю. Д., Дзендзель А. Ю. Вплив органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінишин® на ґрунтових черв'яків (*Eisenia foetida*). *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2019*: матеріали Всеукр. наук. – практик. конф. присвяченої 80-річчю від дня народження д.б.н., проф. Явоненка О. Ф. та 75-річчю від дня народження д.б.н., проф. Явоненка Б. В. (4-5 листопада 2019 р., Тернопіль). Тернопіль: Вектор, 2019в. С. 192-195.

11. Дзендзель А. Ю., Пида С. В. Рекультивант композиційний Trevitan™ – новий комплексний препарат для обробки насіння і посадкового матеріалу. *Еко Форум – 2021*: збірка тез доповідей V спеціалізованого міжнар. Запорізького екологічного форуму, (14-16 вересня 2021 р., Запоріжжя). Запоріжжя: Запорізька торгово-промислова палата, 2021а. С. 45-46.

12. Дзендзель А. Ю., Пида С. В. Рекультивант композиційний Trevitan™ – новий комплексний препарат для швидкої регенерації ґрунту. *Освітні та наукові виміри природничих наук* : зб. матеріалів II Всеукр. заочної наук. конф., (8 грудня 2021 р. Суми). Суми: Сум ДПУ імені А. С. Макаренка, 2021б. С. 51–53.

13. **Дзендзель А. Ю.** Рекультивант композиційний Trevitan™ – новий комплексний препарат для прискорення росту і розвитку рослин *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2021* : матеріали всеукр. наук.-практ. конф., присвяченої 50-річчю кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін і 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора Шуста Івана Васильовича. Тернопіль: Вектор, 2021б. С. 76-77.

14. **Дзендзель А. Ю.,** Куц Г. І., Пида С. В. Технологія використання органо-мінерального добрива при вирощуванні помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Актуальні проблеми фізіології рослин і генетики* : матеріали міжнар. наук. конф., присвяченої 75-річчю Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (Київ, 17 черв. 2021 р.). Київ : Інтерсервіс, 2021. С. 82-83.

15. **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. Частина 1. (Україна, Київ, 7–8 липня 2022 р.). Київ. 2022в.С. 102-106.

16. **Дзендзель А. Ю.,** Тригуба О. В., Тимків А. С., Пида С. В. Продуктивність помідора їстівного за впливу органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин®. *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2022* : матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. (13-14 жовтня, Тернопіль). Тернопіль: Вектор, 2022. С. 54-57.

17. **Дзендзель А. Ю.,** Пида С. В., Тригуба О. В. Біохімічний склад плодів томатів вирощених із застосування органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин®. *Хімія природних сполук* : матеріали VI Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (27-28 жовтня 2022 р., Тернопіль). Тернопіль: ТНМУ, 2022. С. 32-34.

18. **Дзендзель А. Ю.,** Тригуба О. В., Тимків А. С. Накопичення вуглеводів у плодах помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) за впливу

технології вирощування з використанням органо-мінерального добрива.  
Litteris et Artibus: нові горизонти: збірник наукових статей. Випуск VII.  
Кременець : КОГПА ім. Тараса Шевченка, 2022. С. 90-93.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- АТФ – аденозинтрифосфат;  
АФО – активні форми кисню;  
ГАМК –  $\gamma$ -аміномасляна кислота;  
ІФХ – індукція флуоресценції хлорофілу;  
LEF – лінійний електронний транспорт;  
КБП – коефіцієнт біологічного поглинання;  
МДК – максимально допустима концентрація;  
НАДФН – нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат;  
ОМД – органо-мінеральне добриво;  
ОМД SKM – органо-мінеральне добриво «SMART» композит  
Марцінішин»<sup>®</sup>;  
ППФ – первинні процеси фотосинтезу;  
R – інтенсивність росту;  
РКТ – рекультивант композиційний TREVITAN<sup>®</sup>;  
РЦ – реакційний центр;  
СЗК – світлозбиральні комплекси;  
SPAD – відносний вміст хлорофілу;  
ФА – фотосинтетичний апарат;  
ФАО – організація з продовольства і сільського господарства;  
ФГ – фермерське господарство;  
ФС – фотосистема.

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Підвищення врожайності культурних рослин з екологічною безпечністю плодів є одним із найбільш актуальних і пріоритетних завдань сьогодення. Для досягнення високих показників продуктивності сільськогосподарських культур необхідно оптимально поєднати процеси фотосинтезу, мінерального живлення, росту і розвитку рослин (Стасик О. О., Кірізій Д. А., Прядкіна Г. О., 2021).

Розробка засобів регуляції донорно-акцепторної системи рослин відкриває перспективи штучного перерозподілу потоків асимілятів із процесів вегетативного росту на потреби карпогенезу (формування і росту плодів), а отже, може стати ефективним чинником підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Цю концепцію застосовують для аналізу як гетеротрофної фази росту (проростання насіння), так і активності донорної та акцепторної сфер рослини на різних етапах вегетації (Астахова Н. В. и др., 2010; Попроцька І. В., 2014; Кур'ята В. Г., Кравець О. О., 2018). При цьому процеси фотосинтезу виступають основним донором, а процеси росту – акцептором асимілятів. Відносини між ними можуть регулюватись різними механізмами (Киризий Д. А. и др., 2014; Yu S. M. et al., 2015; Bonelli L. E. et al., 2016). Вагомим регулюючим чинником фізіологічних процесів є добрива. Застосування органо-мінеральних добрив (ОМД) та гумінових препаратів є складовою частиною органічного землеробства (Наукові основи виробництва..., 2016, Пшиченко, 2019).

Від правильного вибору добрив і термінів їх застосування залежить отримання майбутнього врожаю. За дослідженнями А. Traore et al. (2022), оптимізація живлення помідора за допомогою різних комбінацій ОМД сприяла достовірному ( $p < 0,001$ ) збільшенню діаметра плодів (з 5,10 до 6,16 см) та їх кількості на одну рослину. Урожайність помідора внаслідок цього підвищилась на 15-29 %.

За дослідженнями G. Disciglio et al. (2016), встановлено, що підживлення рослин помідора рідкими ОМД у період вегетації дає змогу значно прискорити процес фотосинтезу, забезпечити інтенсивний розвиток листкової поверхні та кореневої системи, збільшити закладку більшої кількості репродуктивних органів та знизити ураженість хворобами, у результаті чого врожай збільшується на 40 % та покращується якість отриманої продукції.

Згідно з Концепцією Державної цільової програми розвитку овочівництва на період до 2025 року, Україна входить у двадцятку світових лідерів за валовим виробництвом овочевої та баштаної продукції й посідає третє місце в Європі за показниками їх загального виробництва, поступаючись лише Італії та Іспанії (Концепція., 2020). За даними ФАО, помідор їстівний посідає перше місце у світі серед овочевих за площами вирощування та відрізняється найбільшим різноманіттям сортименту (Завадська О., Пархомук Я., 2019).

Дослідженням якості плодів томатів за різних технологій вирощування займаються українські та іноземні вчені (Завадська О., Пархомук Я., 2019; Xin Xu et al., 2022; Дзендзель А. Ю., Пида С. В., 2022; Yuechen Yan et al., 2022).

Щороку на ринку з'являються нові види добрив, які, порівняно з традиційними, характеризуються значно вищою ефективністю. До того ж особливого значення набувають добрива пролонгованої дії із заданими властивостями і структурою. Для забезпечення рослин біогенними елементами протягом усього вегетаційного періоду розроблено основні принципи формування складу універсальних ОМД пролонгованої дії, що містять у збалансованому співвідношенні поживні речовини органічного матеріалу, природні мінерали та біологічно активні сполуки (Вовкотруб М. П. та ін., 2005; Грицаєнко З. М. та ін., 2008; Якушко С. І., Іванов В. П., 2008).

Виробництво рідких ОМД на основі гумінових речовин активно освоюється в багатьох провідних країнах: США, Німеччині, Україні, Італії, Австралії, Китаї. Застосування ОМД розширюють у зв'язку з прагненням зробити сільське господарство екологічно безпечним, ефективним та економічним, іноді їх називають «технологіями майбутнього» (Sahoo R. K. et al., 2013; Шевчук М. Й. та ін., 2014; G. Tortosa et al., 2014; L. Vitale et al., 2017; O. F. Adecolan et al., 2020).

Нині на світовому ринку існує ціла низка нових зареєстрованих ОМД, позитивний вплив на рослини яких уже доведено науковими дослідженнями (Скрильник Є. В. та ін., 2000; Загорчевный и др., 2012; Гаврилюк В. А., Демчук С. М., 2013; Василенко М. Г., 2015). Щороку кількість удосконалених форм нових добрив зростає. У технологічному процесі одержання ОМД мінеральні елементи живлення утворюють з гуміновими сполуками органо-мінеральні комплекси, що дає змогу закріпити елементи живлення в обмінній формі та зменшити їхню рухомість. За рахунок цього коефіцієнт використання поживних елементів з органо-мінеральних добрив рослинами сягає 90 %, що дає змогу знизити дози внесення цих добрив порівняно з мінеральними (Мотовилова Л. В. и др., 1994).

Питання впливу органічної технології вирощування на фізіологічні процеси, урожайність та якість плодів помідорів залишається не повністю з'ясованим.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Роботу виконано відповідно до напрямків наукової діяльності кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка (ТНПУ) в межах науково-дослідних тем «Рослинні угруповання Західного Поділля: морфолого-систематичні, дендрологічні, цитоембріологічні, фізіолого-біохімічні, генетичні, фітопатологічні, екологічні та історичні аспекти» (номер державної реєстрації 0116U002131) (2018–2020 рр.) та «Фітоценози Західного Поділля в природних і



антропогенно змінених умовах» (номер державної реєстрації 0121U108035). (2021–2022 рр.).

*Мета і завдання дослідження.* Метою роботи було з'ясувати вплив органо-мінеральних добрив на фізіологічні процеси, що сприяють формуванню продуктивності помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Для досягнення мети було визначено такі *завдання*:

– дослідити вплив технології з використанням органо-мінерального добрива «SMART» композит Марцінішин»® (ОМД SKM) на морфогенез, параметри ростових процесів та показники водообміну листків помідора їстівного італійського гібриду F1 Талент у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України (Тернопільська область).

– розробити препарат органічного походження: для швидкої регенерації ґрунту та поліпшення його родючості; обробки насіння і посадкового матеріалу; прискорення росту і розвитку різноманітних сільськогосподарських культур і відповідно їх продуктивності;

– встановити вплив рекультиванту композиційного TREVITAN® (RKT) на посівні якості насіння різних за тривалістю вегетаційного періоду сортів помідора їстівного, ростові процеси проростків та рослин упродовж вегетаційного періоду;

– визначити параметри флуорисценції хлорофілу в листках помідора їстівного за впливу RKT у вегетаційних умовах;

– виявити ефективність застосування ОМД SKM та RKT за показниками продуктивності помідора їстівного гібриду першого покоління Телент в умовах Західного Лісостепу України;

– оцінити біохімічний та елементний склад плодів *L. esculentum* F1 Талент за впливу ОМД SKM та RKT.

*Об'єкт дослідження* – продукційний процес рослин помідора їстівного (*L. esculentum*) за впливу технологій з використанням органо-мінеральних добрив.

*Предмет дослідження* – регуляція процесів росту, водообміну, параметрів фотосинтезу, формування урожаю *L. esculentum* та його якості органо-мінеральним добривом «SMART» композит Марцінішин»<sup>®</sup> і рекультивантом композиційним TREVITAN<sup>®</sup>

*Методи дослідження* – польовий (закладання дослідів у польових умовах), вегетаційний (закладання дослідів у контрольованих умовах), морфометричний (параметри росту), ваговий (параметри росту і водообміну), спектрофотометричний (N, P, K), фотоколориметричний (каротиноїди, флювоноїди), атомно-адсорбційний (для визначення Co, Cu, Cd, Ni, Pb, Zn, V, Mn, Fe), рефрактометричний (масова частка сухих речовин), титрометричний (кислотність), метод індукції флуорисценції хлорофілу (параметри фотосинтезу), статистичні методи для оцінки достовірності отриманих результатів.

### **Наукова новизна одержаних результатів.**

У дисертаційній роботі обґрунтовано застосування ОМД, які є препаратами органічного походження, в технологіях вирощування помідора їстівного для регуляції процесів росту, водообміну, параметрів фотосинтезу, що впливають на продуктивність культури. Встановлено статистично достовірний вплив ОМД на урожай, біохімічний та елементний склад плодів *L. esculentum*.

За матеріалами досліджень уперше доведено, що в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України (Тернопільська область) застосування технологій із використанням ОМД SKM і RKT покращує ростові процеси, структуру урожаю, підвищує продуктивність культури, вміст сухих речовин, аскорбінової кислоти, каротиноїдів, флавоноїдів, вуглеводів, макро-(N, P, K, Ca і N, K, Mg) та мікроелементів (Zn, Mn і Zn, Cu, Mn) у плодах помідора їстівного F1 Телент.

Показано, що позакореневе підживлення ОМД SKM знижує водний дефіцит листків і підвищує показники загального вмісту води та інтенсивності їх транспірації.

Розроблено препарат органічного походження RKT для швидкої регенерації ґрунту, обробки насіння та посадкового матеріалу, прискорення росту і розвитку різноманітних сільськогосподарських культур і технологію його застосування при вирощуванні помідора їстівного. Препарат Trevitan™ зареєстровано в державній санітарно-епідеміологічній службі України (Висновок... №12.2-18-1/6845 від 02.04.2021 р., Додаток А) та в Канаді (Request ID\*, CAS-2021-27356, CAS-2021-27455, CAS-2021-27457, Додаток Б). Показано, що передпосівна обробка RKT підвищує схожість насіння помідора та показники росту проростків.

Оцінено методом індукції флуорисценції хлорофілу (ІФХ) фізіологічні показники стану фотосинтетичного апарату листків помідора їстівного у вегетаційних умовах за впливу RKT. Показано, що позакореневе підживлення рослин цим препаратом знижує у листках теплову дисипацію надлишкової світлової енергії у РЦ ФС II. За обробки насіння та позакореневого підживлення рослин RKT у листках на фоні зростання лінійного електронного транспорту підвищується відносний вміст хлорофілу та знижується рівень його нефотохімічного гасіння.

Поглиблено інформацію про залежність накопичення елементів мінерального живлення у генеративних органах рослин від їх умісту в ґрунті та позакореневого підживлення рослин.

Удосконалено технологію застосування ОМД SKM стосовно культури помідора їстівного.

**Практичне значення одержаних результатів.** Сільськогосподарському виробництву рекомендовано RKT, який є препаратом органічного походження для швидкої регенерації ґрунту, обробки насіння та посадкового матеріалу, прискорення росту і розвитку різноманітних сільськогосподарських культур, технології із застосуванням ОМД SKM та RKT, які пройшли виробничу перевірку в СФГ «Весна» на площах 5 та 4 га (акти впровадження, Додаток В, Г) і підвищили продуктивність помідора їстівного на 18,0 та 21 %. Наукові положення та

практичні рекомендації дисертаційної роботи використовуються при проведенні лекцій та лабораторно-практичних занять з «Фізіології рослин», «Охорони природи», «Основ сільського господарства», виконанні курсових та магістерських робіт студентами та магістрантами хіміко-біологічного факультету ТНПУ (Додаток Д), в навчальному процесі кафедри біології Уманського національного університету садівництва на лекціях і практичних заняттях курсів «Біологічно активні речовини в рослинництві», «Фізіологія польових і овочевих культур», «Фізіологія рослин» (Додаток Ж), студентами Західноукраїнського національного університету з дисциплін кафедри екології та охорони здоров'я (Додаток З). Результати дослідження спрямовані на вирішення проблеми підвищення продуктивності та поліпшення якості плодів помідора їстівного шляхом застосування екологічно безпечних препаратів органічного походження, зниження хімічного навантаження на агроecosystem та забруднення природного навколишнього середовища. Застосування РКТ в овочівництві сприятиме виробництву органічної продукції.

Отримано свідоцтво за №314559 в ДП «Український інститут інтелектуальної власності» на торговельну марку TREVITAN (16.02. 2022, бюл. 7, Додаток Л).

**Особистий внесок здобувача.** Дисертант самостійно добирав та аналізував літературу, проводив польові, вегетаційні та лабораторні дослідження, отримував експериментальні дані та їх статистично опрацьовував, узагальнював результати дослідження, формулював висновки та рекомендації виробництву. Агрохімічний аналіз ґрунту проведено спільно зі старшим наук. співробітником відділу ґрунтових ресурсів, канд. с.-г. наук Шедей Л. О. в лабораторії інструментальних методів досліджень ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського». Дослідження якісного складу плодів помідора їстівного проведено спільно з канд. с.-г. наук Т. В. Малюк у лабораторії агрохімії Державного підприємства «Дослідне господарство «Мелітопольське» Мелітопольської дослідної станції

садівництва імені М. Ф. Сидоренка Інституту садівництва Національної академії аграрних наук України. Автор разом з керівником планували основні напрямки дослідження, обговорювали результати експериментів. За безпосередньої участі автора за результатами проведених досліджень підготовлено до друку та опубліковано наукові праці.

**Апробація результатів дисертації.** Матеріали дисертації було представлено на Всеукраїнських науково-практичних конференціях «Тернопільські біологічні читання – *Ternopil Bioscience*» (Тернопіль, 2019, 2021); II Всеукраїнській заочній науковій конференції «Освітні та наукові виміри природничих наук» (Суми, 2021); VI Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Хімія природних сполук» (Тернопіль, 2022); Наукових читаннях «Наукові читання, присвячені 120-річчю відкриття подвійного запліднення у покритонасінних рослин професором Університету святого Володимира С. Г. Навашиним» (Тернопіль, 2019); Еко форумі «Еко Форум – 2021» (Запоріжжя, 2021); I Міжнародній науково-практичній конференції «VinSmartEco» (Вінниця, 2019); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми фізіології рослин і генетики» (Київ, 2021); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» (Київ, 2022); VI Міжнар. наук.-практ. конф. *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2022* (Тернопіль, 2022).

**Публікації.** За матеріалами дисертації опубліковано 18 праць, у тому числі 5 статей у фахових виданнях, 2 – у наукових періодичних виданнях інших держав, 11 – матеріали і тези доповідей на міжнародних та всеукраїнських конференціях. Отримано висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи на рекультивант композиційний та свідоцтво в ДП «Український інститут інтелектуальної власності» на торговельну марку TREVITAN.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота викладена на 205 сторінках комп'ютерного набору, складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, практичних рекомендацій, переліку використаних джерел та додатків (12). Роботу ілюстровано 31 таблицею і 8 рисунками. Перелік використаних джерел налічує 283 найменувань, з них латиною – 91.

## **РОЗДІЛ 1. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР (ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ)**

### **1.1. Загальна характеристика сучасних органо-мінеральних добрив та їхній вплив на родючість ґрунту**

За останні три роки площі сертифікованих органічних земель в Україні збільшилися з 270 до 400 тис. га, що становить 48 % (Мармуль Л. О., Новак Н. П., 2016). Це пов'язано, насамперед, із розширенням ринків органічної продукції, збільшенням доступності ринку Європейського Союзу (ЄС) та інших країн для вітчизняних товаровиробників. Однак інтенсифікація сільськогосподарського виробництва із застосуванням підвищених норм мінеральних добрив і пестицидів призвела до значного екологічного дисбалансу в землеробстві та забрудненню ґрунтів, що є причиною гальмування розвитку органічного сектору аграрного виробництва України. Із дня подання заяви встановленого зразка про перехід інтенсивного землеробства на виробництво органічної продукції розпочинається перехідний період та поширюються вимоги, встановлені Законом України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини», який прийнято у 2019 році. Тривалість перехідного періоду залежить від виду діяльності, що підлягає оцінюванню й підтвердженню відповідності, узгоджується з попереднім використанням землі та екологічною ситуацією. Продукцію однорічних культур вважають органічною в разі, якщо до початку їх вегетації завершився перехідний період тривалістю не менше 12 місяців (Мельничук Я. П., 2015).

Широке впровадження в сільськогосподарському виробництві ОМД зумовлено бажанням впливати не лише на ріст і розвиток рослин, а й на ремедіацію та родючість ґрунту (Mader P. et al., 2002; Ademir S. F. A. et al., 2009). Сучасні ОМД є сумішами мінеральних добрив природного або синтетичного походження та органічними сполуками (гуміновими

кислотами), отриманими методом екстрагування із сировини органічного походження (торф, сільськогосподарські відходи та відходи міського господарства) (Артем'єва К. С., 2014). Наприклад, рідкі ОМД на основі карбамід-аміачної селітри (КАС) із додаванням гумінових кислот, містять у своєму складі 28-32 % азоту та близько 5,7 г/л солей гумінових кислот. Перевагою рідких ОМД є водорозчинність, яка забезпечує доступність елементів живлення рослинам та їх засвоєння на різних етапах органогенезу.

Тверді ОМД характеризуються збалансованим вмістом макроелементів та наявністю у своєму складі органічної речовини. Склад твердих ОМД розробляють під окремі сільськогосподарські культури з огляду на ґрунтово-кліматичні умови вирощування (Скрильник Є. В., 2011). Рідкі ОМД, окрім внесення в ґрунт, також застосовують у позакореновому підживленні, на гідропоніці та під час обробки насіння (Peres L. A., Terra N. F., Rezende C. F., 2020). Відомо (Тан К. Н., 2003; Лаврова І. О., 2019), що стійкість біосфери до антропогенного впливу та її здатність до відновлення зумовлені переважно наявністю в ґрунті гумінових речовин. Промисловим гуміновим препаратам і добривам на основі гумінових речовин, отриманих з природних ресурсів (вугілля, торфу, донних відкладень, органічних відходів тощо), притаманні властивості гумінових речовин вихідної сировини, і тому за функціональною активністю вони діють як меліоранти та препарати для детоксикації, ремедіації та рекультивації деградованих і забруднених ґрунтів. За своїм генезисом гумінові речовини є особливою граничною стадією фізичного, хімічного та мікробіологічного процесів трансформації органічної речовини в ґрунті. Унікальність їх властивостей і будови визначає родючість ґрунтів. Природні гумінові речовини регулюють процеси росту рослин, покращують фізико-хімічні властивості ґрунту, активізують діяльність мікроорганізмів, впливають на міграцію поживних речовин.

Технології детоксикації забруднених ґрунтів із застосуванням гумінових речовин передусім сконцентровані на інактивації поллютантів за внесення гуматів у забруднені ґрунти шляхом зв'язування іонів важких



металів, переведення їх у нерухомі (водонерозчинні) форми, знешкодження органічних екотоксикантів під час їх сорбції на гумінових матрицях (Kaschl A., Chen Y., 2005). Застосування добрив на основі гумінових речовин з метою мікробної та фітореMediaції ґрунтів пов'язано насамперед із тим, що гумати володіють фізіологічною активністю стосовно рослин і деяких видів мікроорганізмів. Крім того, відомо (Van Stempvoort D. R. et al., 2002; Feifisova D. et al., 2005; Изосимов А. А., 2016), що гумати здатні впливати на токсичність поллютантів як неорганічної природи, передусім важких металів, так і деяких органічних сполук.

Однією з найважливіших характеристик якості добрив на основі гумінових речовин є ступінь екотоксичності, оскільки за впливом на живі організми можлива не лише стимуляція, а й пригнічення розвитку представників біоти. Відомо, що чутливість живих організмів до дії гуматів різниться (Prokhotskaya V. Yu., Steinberg C. E. W., 2007). Тією чи іншою мірою це може бути пов'язано з особливостями хімічної структури гумінових продуктів, вироблених з різної органічної сировини. Необхідно відзначити, що різноманіття форм добрив на основі гумінових речовин робить непростим питання адекватного вибору тест-системи для оцінки безпеки цих речовин. Як основу для оцінки біобезпеки промислових гумінових препаратів, наслідків їхнього впливу на природні середовища можна розглядати стандартизовані методики біотестування, рекомендовані органами державного екологічного контролю з метою токсикологічного контролю ґрунтів.

Дегуміфікація, одна з головних проблем ХХІ століття, тісно пов'язана з порушенням біогеохімічного циклу вуглецю та зростанням емісії діоксиду вуглецю в атмосферу, що є наслідком перевищення мінералізаційних втрат органічної речовини ґрунту над надходженням у ґрунт свіжого органічного матеріалу (Лялько В. І. та ін., 2013). Для розуміння векторів деструкції свіжої органічної речовини та синтезу гумусу потрібно враховувати спрямованість окремих мікробіологічних процесів у ґрунті залежно від технологічних

чинників. Відомо (Friedlova M., 2010; Волкогон В. В. та ін., 2018), що мікробіологічні показники більш чутливі до змін якості ґрунту, ніж агрохімічні.

Встановлено (Bending G. D. et al., 2004; Кисіль В. І., 2005), що за умов органічної та традиційної систем удобрення параметри якості ґрунту (вміст рухомого азоту та органічної речовини) не мали чіткої різниці, тоді як мікробний аналіз (азот мікробної біомаси) характеризувався відмінностями в розмірах, структурі та функціонуванні мікробних спільнот.

Дослідження з вивчення біологічних параметрів ґрунтової екосистеми в умовах різних систем землеробства показали, що біомаса грибів у різні сезони збільшувалася в такій послідовності: традиційне землеробство < конверсійний період < органічне землеробство < цілина (Bending G. D. et al., 2004; Гудзь С. О., 2021). Максимальна щільність ґрунтової мезофауни і найбільше число таксономічних груп безхребетних тварин виявлено на полях під багаторічними травами і зерновими культурами за контурно-меліоративної організації агроландшафту в умовах органічної системи землеробства. Аналогічні висновки було отримано щодо вільноживучих азотфіксуючих мікроорганізмів (*Azotobacter*) і ґрунтового дихання як інтегрального показника.

У результаті порівняння мінеральної, органо-мінеральної та органічної систем удобрення найвищі показники вмісту вуглецю мікробної біомаси та активності мікроорганізмів у ґрунті було відзначено за органічної системи (Fließbach A. et al., 2000; Araujo A. S. F., 2008). Застосування органічної системи приводило до змін у мікробних біоценозах, зростання мікробіологічної активності та збільшення вмісту вуглецю в довгостроковій перспективі порівняно з мінеральною системою.

За вирощування овочевих культур значення метаболічного потенціалу (активність ферменту дегідрогенази) і біологічного індексу родючості (активність ферментів дегідрогенази та каталази) ґрунту були достовірно вищими за органічної системи удобрення (Cardelli R. et al., 2004). А більш

високі показники коефіцієнту гідролізу (відношення концентрацій флуоресцеїну після та до гідролізу діацетату) свідчили про вищу гідролізну здатність ґрунтів за органічної системи удобрення.

За дослідженнями О. Є. Найдьонової (2015), застосування гумінового препарату природного походження на основі озерного сапропелю «Humin plus» під час вирощування соняшнику, гречки, кукурудзи на зерно за органічного землеробства на чорноземі опідзоленому позитивно вплинуло на стан мікробних ценозів ґрунту прикореневої зони рослин. Ступінь впливу «Humin plus» на стан мікробних ценозів ґрунту під культурами було оцінено за допомогою сумарного біологічного показника, розрахованого з урахуванням чисельності всіх досліджуваних еколого-трофічних, фізіологічних і таксономічних груп мікроорганізмів. На позитивний вплив «Humin plus» на трофічний режим ґрунту вказувало зниження значень показника оліготрофності мікробного ценозу. Помітне зростання коефіцієнту мікробної трансформації органічної речовини ґрунту свідчило про посилення мікробіологічних процесів у ґрунті прикореневої зони і перевагу процесів синтезу органічної речовини над її мінералізацією, незважаючи на те, що показник мінералізації-імобілізації азотовмісних сполук за дії препарату дещо підвищувався. Чисельність органотрофних бактерій зросла в результаті позакорневих обробок 1 дозою препарату на 46 % порівняно з контролем, подвійною дозою – на 47 %, за умов передпосівної обробки насіння – на 217 % (більш, ніж утричі), мікроорганізмів, що засвоюють мінеральний азот, відповідно на 60 %, 79 і 90 %, евтрофів – на 55, 68, 134 %. Коефіцієнт мікробної трансформації органічної речовини ґрунту за позакорневих обробок гуміновим препаратом зріс у 1,4 разу, а за передпосівної обробки насіння – майже в чотири рази, що свідчить про активізацію мікробіологічних процесів. Також суттєво підвищилась кількість агрономічно цінних і корисних мікроорганізмів, максимальне зростання спостерігалось у прикореневій зоні рослин за передпосівної обробки насіння

гуміновим препаратом: олігонітрофільних у 3,4 разу, азотфіксуючих – у 7,2 разу, фосфатмобілізуючих – у 1,9-2,5 разу.

В умовах вегетаційного досліду за моделювання дефіциту свіжої органічної речовини в чорноземі вилуженому досліджено вплив зростаючих доз мінерального азоту на динаміку чисельності представників окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів та перебіг ґрунтово-біологічних процесів, що супроводжують мінералізацію гумусу (Волкогон В. В. та ін., 2018). Азотне добриво за цих умов стимулювало розвиток амоніфікаторів, мікроорганізмів, що засвоюють переважно мінеральні сполуки азоту, денітрифікаторів, целюлозоруйнівних бактерій, активізувало процеси біологічної денітрифікації та емісії CO<sub>2</sub>. За надходження до ґрунту свіжої органічної речовини у вигляді подрібненої до пиловидних частин соломи, а також за вирощування ячменю ярого активність біологічної денітрифікації зменшувалася. Наприкінці досліду вміст загального вуглецю в ґрунті мав чітку тенденцію до зменшення в міру зростання доз мінерального азоту: контроль (без добрив) – 2,97 %, 13 мг N/кг ґрунту – 2,91 %, 26 мг N/кг – 2,88 %, 39 мг N/кг – 2,85 %.

З огляду на зазначені вище результати обліку чисельності мікроорганізмів та характеру перебігу процесів азотфіксації та денітрифікації можна стверджувати про підсилення іммобілізаційних процесів за використання твердих ОМД (Волкогон В. В. та ін., 2018). Тобто, за поєднання органічного та мінерального удобрення в результаті мінералізації складних органічних речовин утворюються простіші сполуки, частина яких здатна до засвоєння мікроорганізмами та іммобілізується в біомасі бактерій та мікроміцетів. Це створює передумови активного розвитку інших синтезуючих процесів, зокрема утворення гумусових сполук.

Встановлено (Скрильник Є. В., 1999; Кисель В. И., 2000; Шувар І. А. та ін., 2016), що внесення твердих ОМД сприяє підвищенню вмісту лабільної органічної речовини в чорноземі типовому у 2,2-2,4 разу порівняно з контролем, також збільшується співвідношення С<sub>гк</sub>/С<sub>фк</sub> і зростає ступінь

гуміфікації, спостерігається збагачення азотом органічної речовини ґрунту. Внесення органо-мінеральних добрив забезпечує сільськогосподарські культури оптимальним живленням макроелементами впродовж вегетації. Вміст рухомих фосфатів в орному шарі ґрунту збільшувався на 14-23 % за умов внесення органо-мінеральних добрив уроzkид, за локального внесення – на 20-44 %, а вміст обмінного калію зростав на 23 та 70 % відповідно.

Досліджено, що, за умов внесення в ґрунт рідкої форми добрив, рослини засвоюють елементи живлення упродовж 5-6 годин (Артем'єва Е. С., 2017). Також однією з важливих особливостей рідких ОМД є сприяння трансформації амідного азоту в амонійну форму (Іакіменко О. С., 2005). Рідкі ОМД забезпечують пролонговане живлення рослин азотом, втрати азоту за внесення рідких добрив не перевищують 1-2 %, що дає змогу застосовувати їх у менших дозах (на 25 %) (Дудкина Е., 2013; Артем'єва К. С., 2014).

За дослідженнями К. С. Артем'євої, проведеними впродовж 2015–2018 років, було встановлено, що внесення рідких ОМД у ґрунт під час передпосівної культивуації сприяло збільшенню вмісту азоту, що легко гідролізується в орному шарі до 47,71 мг/кг (на контролі 37,21 мг/кг), нітратного азоту до 8,84 мг/кг (на контролі 7,63 мг/кг), амонійного азоту – до 7,03 мг/кг (на контролі 4,84 мг/кг) у фазу куштиння-колосіння ячменю ярого, вміст рухомих сполук фосфору збільшився до 4,04 мг/кг (на контролі 3,61 мг/кг), вміст рухомих сполук калію – до 4,98 мг/кг (на контролі 4,73 мг/кг).

Отже, прикладні розробки, спрямовані на підвищення родючості ґрунтів шляхом застосування ОМД на основі агрономічно корисних мікроорганізмів та гумінових препаратів, які сприяють активізації ґрунтово-біологічних процесів та оптимізації поживного режиму овочевих культур, в умовах органічного землеробства є вкрай актуальними.

## **1.2. Вплив органо-мінеральних добрив на морфо-фізіологічні процеси в рослинах помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

Кліматичні умови та ґрунти України є сприятливими для розвитку конкурентоспроможного органічного овочівництва. Реалізація свіжих овочів, вирощених згідно з вимогами органічного виробництва, може стати стратегічним напрямом розвитку аграрного сектору (Ульянченко О. В., Безус Р. М., 2016).

На відміну від інших продуктів сільськогосподарського господарства, виробництво органічної продукції потребує часу, виваженої стратегії розвитку та підтримки державних та місцевих органів влади і суспільства. Органічне виробництво – це напрям не лише вирощування якісних продуктів харчування, а й покращення навколишнього середовища та формування конкурентоспроможного іміджу країни. Саме сформований попит населення сприятиме розвитку органічного овочівництва в Україні (Федоров М. М. та ін., 2011). Однак виробництво органічних овочів з інноваційною складовою обмежено через біологічні ліміти отримуваної продукції (Витанов А. Д., 2014; Вітер А. В., 2016).

Серед овочевих культур помідорам належить провідне місце в забезпеченні населення якісною овочевою продукцією. Помідор за природних умов – це багаторічна трав'яниста рослина, батьківщиною якої є Південна Америка. У сільськогосподарській практиці помідор вирощують як однорічну овочеву культуру, у процесі вегетації рослина проходить наступні фази розвитку: сходи, перший справжній листок, бутонізація, цвітіння, початок формування плодів, початок і масове дозрівання плодів (Фізіологія рослин, 2006). Плоди помідора є джерелом вітамінів (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, РР, С), органічних кислот (яблучної та лимонної), мінеральних солей (калію, натрію) та макроелементів (кальцію, магнію, фосфору, заліза). Усі ці сполуки необхідні для оптимізації обміну речовин в організмі людини та збереження його життєдіяльності.

За вирощування помідорів передбачається проведення 2-4 підживлень за вегетаційний період, але найкращим варіантом є періодичне внесення добрив у ґрунт з інтервалом у 2-3 тижні. Пр цьому в перші періоди росту та розвитку, за даними L. S. Ayeni, O. S. Ezeh (2017), варто надавати перевагу мінеральним формам добрив, у наступні – орґано-мінеральним, а у фазу масового дозрівання плодів краще зовсім відмовитися від застосування добрив.

Однак у технологіях вирощування помідора ще є «білі плями», зокрема в області застосування добрив, адже мінеральне живлення рослин, особливо в закритому ґрунті – це основа майбутнього врожаю (Коць С. Я. та ін., 2001; Ярмольська О. Є., 2016).

Показано, що складовою частиною орґанічного землеробства, спрямованого на вирощування екологічно безпечної рослинної продукції, є використання в технологіях вирощування культурних рослин ОМД та гумінових препаратів (Наукові основи виробництва..., 2016; Пшиченко О. І., 2019). За ДСТУ ISO 4884:2007, орґано-мінеральне добриво – добриво, отримане фізичною та/чи хімічною взаємодією орґанічних і мінеральних складників.

Встановлено, що гумінові речовини істотно впливають на ріст і розвиток рослин. У дослідях з водними, піщаними і ґрунтовими культурами було показано, що гумінові кислоти з торфу регулюють розвиток рослин і надходження в них Нітрогену, Фосфору, Калію та Феруму. При цьому самі гумінові кислоти розглядали як стимулятори росту, що підвищують проникність мембрани клітини (S. Nardi et al., 2002; Ящук В. У. та ін., 2016; Цмур Ю. Ю., 2010)..

Експериментально встановлено, що через листову поверхню проникають низькомолекулярні гумінові сполуки зі швидкістю 2-10 мм/добу, проникнення ж високомолекулярних гумінових речовин через мембрани клітини відбувається за допомогою розпаду великих молекул на фрагменти з

поетапним транспортуванням через мембрани в цитоплазму клітини, де вони включаються в процеси обміну речовин (P. Morard et al., 2010).

Вплив ОМД на основі гумінових речовин на фізіологічну активність рослин різноманітне. Встановлено, що гумусові сполуки позитивно впливають на всі фази мітотичного циклу клітин і сприяють збільшенню значення мітотичного індексу в 1,5 разу, у результаті чого активізується коренеутворення, за рахунок зміни селективності клітинних мембран посилюється надходження води та елементів живлення (Abdelhamid M. T. et al., 2011; Rose M. T. et al., 2014; Горова А., Скворцова Т., 2018).

Добрива на основі гумінових речовин сприяють активізації ростових процесів рослин, підвищують їхню стійкість до несприятливих біотичних та абіотичних факторів (Chen Y., Aviad T., 1990; Пономаренко С. П., 1998; S. Quaggiotti et al., 2004).

Досліджено, що овочеві рослини досить добре реагують на підживлення добривами на основі гуматів (Антонова О. И. и др., 2000; Сахарчук Т. Н. и др., 2012; Тернавський А. Г., Накльока О. П., 2013). Особливістю застосування гумінових речовин у позакореневе підживлення рослин є те, що їх застосування знижує зольний індекс розчинів для підживлення шляхом зростання частини вуглецю в сольових розчинах і запобігає пошкодженню рослин високими концентраціями солей. Добрива на основі гумінових речовин застосовують у фізіологічно активній формі легкорозчинних солей гумінових кислот з лужними металами, які, діючи на клітинному рівні, підвищують активність ферментів, змінюють проникність клітинних мембран, стимулюючи процеси дихання, синтезу білків і вуглеводів у рослин. Таким чином, застосування даних добрив дає змогу рослинам протистояти заморозкам і посухам та підвищити стійкість до різних захворювань (Ящук В. У. та ін., 2016).

Основна відмінність вирощування томатів серед інших овочевих культур – це вирощування через розсаду. Добрива на основі гумінових речовин також застосовують для обробки розсади томатів перед



висаджуванням у відкритий ґрунт для підвищення стійкості до зниження температури. Морфо-біометричні та біохімічні аналізи 60-денної розсади показали, що обробка розсади томатів рідким органо-мінеральним добривом на основі гумінових речовин сприяє прискоренню росту та більш інтенсивному утворенню листя (Rady M. M., 2012). Біометричні виміри зростання розсади засвідчили про збереження цього ефекту на весь вегетаційний період. Найбільшого ефекту досягають, коли після замочування насіння проводять обробку розсади розчинами рідких органо-мінеральних добрив на основі гумінових речовин.

Дослідженнями М. С. Курбатова та ін. (1968), було виявлено стимулюючу дію гумінових кислот на укорінення розсади томатів.

В умовах СФГ «Світоч» (Луганська обл., Новоайдарський р-н) за застосування препарату «Сапрогум» відзначено підвищення врожайності плодів перцю солодкого на 78,9 %, помідорів – на 38,5 % (Плис Я. В., 2020). Було встановлено, що найбільш доцільним при вирощуванні перцю солодкого було замочування розсади та дворазова обробка на початку бутонізації та в фазу цвітіння, а при вирощуванні помідорів – обробка у фазу 5-6 справжніх листків, на початку бутонізації та в фазу цвітіння. Лабораторні дослідження показали, що обробка насіння гуміновими препаратами сприяє підвищенню енергії проростання насіння перцю солодкого та помідорів відповідно на 8-16 % та 17,3-28,0 %, схожості насіння – на 13,6- 20,0 % та 5,3 %.

Встановлено, що гумінові препарати впливають на поверхневий ріст листової пластинки та фотосинтезуючої поверхні (Карпенко К. М., 2019). В умовах лабораторних дослідів вивчали вплив водних розчинів гумінових препаратів – гідрогумат (8 %) і гідрогумат з мікроелементами (селен і йод) (8 %) в концентраціях 0,1 % 0,01 % та 0,001 % на динаміку проростання насіння, початковий ріст і розвиток сіянців томату. В оброблених гуматами сіянців спостерігалася стійка тенденція до збільшення середніх значень довжини листка. Виражену стимулюючу дію на різні етапи розвитку сіянців

мали гумінові препарати в концентрації 0,01 %, які прискорювали проходження фаз розвитку сіянців томату протягом усього періоду спостережень. Отримані дані свідчать про те, що гумінові препарати виявляють високий рівень біологічного впливу за низьких концентрацій.

Встановлено, що підживлення рослин рідкими ОМД в період вегетації дає змогу значно прискорити процес фотосинтезу, забезпечити інтенсивний розвиток листкової поверхні та кореневої системи, збільшити закладку більшого числа репродуктивних органів (Калитка В. В., Карпенко К. М., 2013; Kataoka K. et al., 2017). Встановлено суттєве підвищення фотосинтетичної діяльності рослин помідора, оброблених рідкими ОМД та регуляторами росту, що проявлялося в збільшенні вмісту в листках хлорофілів *a* і *b* – на 14-18 %, біомаси однієї рослини на 15-29 %, площі листкової поверхні – на 7-45 %, чиста продуктивність фотосинтезу збільшилась на 20-88 %.

Таким чином, застосування стимуляторів росту та рідких добрив дає змогу штучно змінювати морфогенез, активність ростових і фотосинтетичних процесів, регулювати навантаження рослин плодами (George E. F. et al., 2008). Застосування препаратів із протилежним механізмом дії на активність ростових процесів дає можливість штучно змоделювати різний ступінь напруження донорно-акцепторних відносин у рослині та з'ясувати, через які морфологічні та фізіологічні зміни відбувається перерозподіл потоків асимілятів між органами рослин (Пономаренко С. П., 2003; Рогач В. В., Рогач Т. І., 2015).

Відомо також, що запасні речовини різних типів відіграють роль буфера між фотосинтезом як «джерелом» асимілятів і ростом вегетативних, запасуючих і репродуктивних органів як «стоком», що до певної міри визначає незалежність ростових процесів від фотосинтезу (Киризий Д. А. и др., 2014). Водночас питання проміжного депонування асимілятів та елементів мінерального живлення у вегетативних органах рослини як

додаткового резерву, що використовується на процеси росту, залишається маловивченим (Прядкіна Г. О. та ін., 2016).

Встановлено, що обробка розсади помідора стимуляторами росту у фазі трьох справжніх листків сприяла збільшенню висоти рослин на 18 %, товщини стебла біля кореневої шийки – на 35 %, кількості листків на рослині – на 10 %, площі листків – на 22 % відносно контролю та підвищила приживлюваність розсади до 100 % (Калитка В. В., Карпенко К. М., 2011; Y. Li et al., 2017). Також спостерігалось прискорення проходження основних фенологічних фаз: фаза плодоношення настала на 4 доби раніше, тривалість плодоношення збільшилася на 5 діб.

З усієї кількості вологи, яку рослина помідора споживає за вегетаційний період, близько 97-99 % витрачається на транспірацію (Скляр В. Г., Злобін Ю. А., 2015). На основі вегетаційних досліджень, проведених у 2016–2020 роках на землях ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН у Херсонській області, встановлено, що транспіраційний коефіцієнт помідора змінюється протягом вегетаційного періоду (Журавльов О. В. та ін., 2021). Максимальні його значення спостерігаються від висаджування розсади до цвітіння рослин, а в міжфазний період «плодоутворення – дозрівання» ці параметри знижуються. Максимальну кількість вологи рослини помідора витрачають на транспірацію протягом міжфазного періоду «цвітіння – плодоутворення».

Асиміляційний апарат рослин чутливо реагує на дію стресових чинників, водночас найбільше змінюється інтенсивність темнових фотосинтетичних процесів. Вплив антропогенних чинників змінюють процеси функціонування фотосинтетичного апарату рослин (Кирик М. М. та ін., 2011; Лещенко О. Ю. та ін., 2015). Вимірювання ІФХ  $a$  в асимілюючих тканинах дає змогу оцінити активність роботи фотосистеми II, яка є найчутливішою до факторів зовнішнього середовища. Дослідження кінетики флуоресценції можуть дати важливу інформацію, що стосується характеру активності певного фактору зовнішнього середовища щодо впливу на

параметри фотосинтезу. У науковій роботі М. В. Манько та ін. (2016), простежено залежність показників індукції флуоресценції хлорофілу від рівня антропогенного навантаження та визначено сезонні зміни параметрів цього показника, які свідчать про поступове зменшення ефективності використання поглинутого світла рослинами упродовж вегетаційного періоду.

Синтез фенольних сполук і їхнє кількісне співвідношення є збалансованим елементом динамічної системи регуляції гомеостазу (Волынец А. П., 2013). За підвищення чи зниження концентрації одного з фенольних компонентів, що відбувається в клітинах під дією внутрішніх або зовнішніх чинників, рослинний організм активує ферментні системи, включені до метаболічних ланцюгів компенсаторних реакцій, кількість фенольних кислот співвідноситься з концентраціями фітогормонів. Оскільки фенольні сполуки впливають на гормональну регуляцію морфогенезу (Buer C. S. et al. 2013; Grana E. et al. 2017), виконують широкий спектр регуляторних і захисних функцій (Graf E., 1992) для розуміння ролі окремих оксикоричних і оксибензойних кислот моделювання умов їх підвищеного вмісту в рослинних тканинах є науковим пріоритетом у дослідженнях з фізіології рослин.

У хлоропластах крім фотосинтезу відбуваються синтез і біохімічна трансформація фенольних сполук, кон'югати фенолів у формі глікозидів, фенольних ефірів є більш рухомими (Волынец А. П., 2013). Дослідження з впливу ванілінової, сирінгової, кавової та ферулової кислот на якісний і кількісний склад фенольних сполук у листках рослин-регенерантів винограду *in vitro* показали ефективність цього способу застосування (Ліханов А. Ф. та ін., 2017). Зокрема, за умов додавання до поживного середовища зазначених вище кислот спостерігалось накопичення в листках винограду фенольних сполук. Вміст флавоноїдів збільшився з 1,1 мг/г (на контролі) до 1,6-2, г/г і катехінів – з 5,9 мг/г (на контролі) до 6,2-13,4 мг/г. Кавова кислота спричиняла накопичення в листках винограду катехінів, ферулова –

стимулювала збільшення вмісту загальних фенольних сполук, флавоноїдів та фенольних антиоксидантів. Екзогенні фенольні кислоти у комплексі уповільнювали накопичення в листках фенолів (переважно групи катехінів) і зменшували їхній загальний антиоксидантний потенціал. Біологічна активність фенольних сполук значною мірою зумовлена наявністю та положенням замісників (окси- й метоксигруп) у бензольному ядрі. У результаті дослідження впливу оксибензойних та оксикоричних кислот на синтез і накопичення пластидних пігментів (хлорофілів, каротиноїдів) у листках винограду встановлено, що фенольні кислоти, за їх додавання до поживного середовища, активні навіть у мікромольних концентраціях. За додавання до поживного середовища ферулової кислоти, яка містить одну метоксигрупу, спостерігали стимулювання синтезу хлорофілу «*a*», кількість якого порівняно з контролем збільшувалась в 11,2 разу, тоді як сума хлорофілів «*(a+b)*» – у 7,8 разу.

Отже, у літературі наявна інформація про вплив ОМД, гумінових препаратів, біологічно активних речовин на деякі фізіологічні процеси у рослинах, в тому числі і помідорі їстівному. Проте, обмежені відомості стосовно ефективності застосування ОМД за показниками, що впливають на формування продуктивності помідора.

### **1.3. Механізми формування продуктивності овочевих культур за використання органо-мінеральних добрив**

Органічна продукція має добрий попит і великі перспективи як на внутрішньому, так і на експортному ринках, середні темпи росту сягають 10-15 % на рік (Willer H., Lernoud J., 2017). Потенціал України з виробництва якісної овочевої продукції є доволі значним.

Можливості задоволення потреби населення у свіжих органічних овочах у позасезонний час у кліматичній зоні України повністю залежать від розвитку тепличного овочівництва. У багатьох країнах світу ця галузь

(овочівництво захищеного ґрунту) посідає провідне місце у виробництві овочів. Тепличне виробництво забезпечує врожайність овочевої продукції на порядок вище, порівняно з відкритим ґрунтом, незалежно від кліматичних умов. За аналізом, проведеним економістами, у найближчі роки Україна займе своє місце на європейському ринку органічних овочів (Амеліна Ю. С., 2014; Шмаглий Е. Б., 2015).

Овочі посідають одне з перших місць серед продуктів, необхідних для забезпечення життєдіяльності та нормального функціонування організму людини. Овочеві рослини особливо важливі як джерело вітаміну С, який виступає в ролі активатора ряду ферментів, сприяє обміну вуглеводів і регулює діяльність секреторної функції організму (Iqbal K. et al., 2004; Вітанов О., 2013). Варто зазначити, що цей вітамін людина отримує переважно з продуктів рослинного походження.

За асортиментом перероблених овочів в Україні найвищим залишається споживання консервованих огірків і помідорів. У структурі сировини, яку щороку закупають консервні заводи, частка помідорів становить не менше 50 %. Про ринок консервів з овочів можна сказати, що внутрішнє виробництво продукції низького цінового сегменту доволі розвинене, має власні товарні бренди і може оцінюватися як конкурентоспроможне, але подальший його розвиток значною мірою залежатиме від наявності якісної сировини, тобто від стану процесу вирощування органічних овочів в Україні (Осташко Т., 2008).

Актуальною проблемою органічного овочівництва залишається ураження рослин хворобами, зокрема *Phytophthora infestans* (Mont.) (Horneburg V., Becker H. C., 2011). Органічні овочі мають у середньому на 20 % нижчу врожайність порівняно з вирощеними за традиційного землеробства (Rembialska E., 2007). Але все ж таки економістами підраховано, що, незважаючи на зниження врожайності, органічна продукція є прибутковим видом бізнесу (Чайка Т. О., 2011; Амеліна Ю. С., 2014).

Досліджено, що за органічного землеробства вміст вітаміну С в плодах помідорів на стадії зрілості був більшим на 29-57 %, загальний вміст фенолів – на 39 % порівняно з плодами, вирощеними за інтенсивного сільського господарства (Oliveira A. B., et al., 2015).

Багаторічний експеримент із впливу методів вирощування на якість отриманої продукції показав, що органічні помідори містять більш високий рівень вітаміну С та лікопену (пігменту з групи каротиноїдів) – антиоксидант, що надає червоний колір (Lundegardh B., Martensson A., 2003). Епідеміологічними дослідженнями встановлено, що для людей із високим показником лікопену в крові ризик захворювань на деякі види раку та серцево-судинні захворювання знижується (Івашків Л. Я., 2009).

Головна перспектива розвитку органічного сільського господарства пов'язана з підвищенням врожайності за рахунок застосування новітніх сортів і ефективних органічних та органо-мінеральних добрив. Численні агрохімічні дослідження показують, що ОМД мають переваги перед органічними, зокрема більш високу агрохімічну ефективність, містять у своєму складі фізіологічно активні та рістстимулюючі речовини (Скрильник Є. В., 2016; Патент 125036 Україна, 2018; Артем'єва К. С., 2018; Яровий В. та ін., 2020). Водночас проблема створення ОМД з підвищеною агрохімічною ефективністю на даний час є актуальною.

Деякі дослідники відзначають специфічну видову та сортову чутливість рослин до рідких ОМД (Marschner P., 2012; Скрильник Є., Кутова А., 2014). З урахуванням значного впливу рідких ОМД на ріст коренів порівняно з вегетативною масою сільськогосподарські культури поділено на чотири групи:

1. Овочеві культури (картопля, буряки цукрові, помідор, морква) – приріст урожаю від обробки насіння та позакореневого підживлення може сягати 50 %;
2. Зернові (ячмінь, кукурудза, овес, рис, пшениця) реагують добре;
3. Рослини з підвищеним вмістом білка (боби, горох) реагують менше;

4. Рослини, що накопичують олію (соняшник, ріпак), реагують слабо або негативно.

Науковими дослідженнями минулих років встановлено, що, застосовуючи рідкі ОМД, необхідно диференціювати дози їхнього внесення залежно від фаз розвитку рослин, тобто, що менша листова поверхня, то більша концентрація препарату (добрива) за діючою речовиною (Скрильник Є., Кутова А., 2014). Наприклад, за передпосівної обробки насіння рекомендована концентрація добрива – 0,1 %, обробка рослин на ранніх фазах розвитку – 0,01 %, обробка рослин на пізніх фазах – 0,001 % за діючою речовиною.

Встановлено, що мінливість урожаїв помідорів залежить від водного, теплового та поживного режимів, особливо в критичний період розвитку – від масового утворення бруньок до першого масового збору плодів (Brauer M. et al., 2009; Jensen C. R. et al., 2010; Вітанов О., 2013; Nilsen E. T. et al., 2014).

Досліджено, що в першому періоді розвитку (через 30 днів після висадки розсади) помідори засвоюють близько 4 % Нітрогену, 9 % Фосфору і 2 % Калію від загальної потреби за вегетацію (Гулиев Ш. Б. и др., 2019). У другому періоді (період масової бутонізації) рослини засвоюють 33 % Нітрогену, 54,5 % Фосфору та 40 % Калію. У третьому періоді (період плодоношення) – 55 % Нітрогену, 32 % Фосфору і 45 % Калію. У четвертому періоді (кінець вегетації) надходження елементів живлення з ґрунтового розчину майже припиняється, рослини засвоюють не більше 7 % Нітрогену, 4 % Фосфору та 12 % Калію.

Від правильного вибору добрив і термінів їхнього застосування значною мірою залежить майбутній урожай та його якість. Нітроген необхідний для рослини протягом усього періоду вегетації, особливо на етапі адаптації розсади після її пересадки в ґрунт (Marschner P., 2012; Вітанов О. Д., 2014). Зазначений макроелемент стимулює ріст і розвиток рослини, відповідає за накопичення зеленої маси та бере участь в утворенні зав'язей.



Як надлишок Нітрогену, так і його дефіцит негативно позначається на рості і розвитку рослин помідора. У процесі вдосконалення системи удобрення помідора особливе значення має оптимізація азотного живлення. Для розсади помідорів також важливий Фосфор, який передусім впливає на ріст і розвиток кореневої системи, за його нестачі рослина погано розвивається, зелена маса набуває фіолетового відтінку, а поглинання інших елементів живлення, зокрема Нітрогену і Калію, практично припиняється. Крім того, Фосфор необхідний і в період цвітіння, адже цей елемент безпосередньо впливає на розвиток генеративних органів. Калій необхідний для формування врожаю та покращення смакових якостей плодів. Також він сприяє підвищенню імунітету і забезпечує рослині стійкість до збудників хвороб, допомагає легше переносити несприятливі погодні умови. Крім того, у живленні помідорів необхідний широкий спектр як макро- (Кальцій, Магній), так і мікроелементів: Цинк, Манган, Купрум, Кобальт і Бор, які виступають каталізаторами, що прискорюють біохімічні реакції в органах і тканинах рослин. Недолік мікроелементів пригнічує розвиток рослин помідора, наслідком чого є істотне зниження врожайності плодів.

За результатами досліджень 2016–2018 рр. Інституту зрошеного землеробства НААН, позакореневе підживлення помідорів водорозчинним органічним комплексним добривом у дозі 200 л/га сприяло подовженню проходження фенологічних фаз розвитку рослин та тривалості вегетаційного періоду в середньому на 5 діб (Погорелова В., 2020). Застосування органічного добрива на мінеральному фоні сприяло збільшенню продуктивності помідорів у середньому за три роки досліджень на 53-62 %. Встановлено частку впливу чинників на врожайність помідорів: фактор сорту – 2 %, фактор схеми посіву – 1,2 %, фактор внесення добрив у критичні фази розвитку – 90 %.

Встановлено, що застосування регуляторів росту та біопрепаратів забезпечує прирости врожайності овочевих культур від 27 до 40 % (Карпенко К. М., 2019; Яровий В. та ін., 2020).

Обробка рослин помідора у відкритому ґрунті біопрепаратами «Азотофіт-р» і «Фітоцид-р» сприяла стійкості рослин до ураження хворобами (Kalitka V. V., Karpenko K. M., 2014). У період цвітіння за дії біопрепаратів ушкодження листкової поверхні рослин не виявили, у період плодоношення ураження рослин хворобами було на 10-17 % меншим за контроль.

На посадках помідорів у польових умовах Інституту овочівництва та баштанництва НААН вивчали ефективність комплексного застосування біопрепаратів і регуляторів росту рослин проти хвороб помідора (Яровий Г. І., Кузьменко В. І., 2013). Застосовували передпосівну обробку насіння та позакореневого підживлення упродовж вегетаційного періоду препаратами «Марс У» (0,15 л/га), «Вимпел» + «Фітоцид» (0,25 л/га + 0,00025 л/га), «Вермістим» + «Азотофіт» (6 л/га + 0,01 л/га), «Біоглобін» + «Азотофіт» (0,25 л/га + 0,01 л/га). Ефективність у зниженні розвитку хвороб на варіантах із застосуванням «Вермістим» + «Азотофіт» та «Біоглобін» + «Азотофіт» становила 48-60 %. Урожайність плодів підвищилась на 11-21,7 т/га, також покращилась якість продукції – частка аскорбінової кислоти збільшилась до 28 %, вміст загального цукру – до 3,5 %.

Вирощування помідорів за органічною технологією призводить до зменшення розміру плодів, але сприяє накопиченню в плодах корисних для людини заліза, магнію, вітамінів і мінералів (Worthington V., 2001; Богач Г. И. и др., 2007; Vallverdu-Queralt A. et al., 2012; Oliveira A. B., et al., 2015).

Досліджено, що застосування ОМД (суміш сульфату кальцію, мелених рисових висівок і гумінової кислоти у співвідношенні 2:10:1) у системі удобрення помідорів на крапельному зрошенні пом'яксувало вплив солей на ріст рослин, урожайність плодів і частоту гнилі кінчиків квітів (Kataoka K. et al., 2017). ОМД пригнічували накопичення Натрію в рослинах помідорів, збільшували вміст проліну в листках. Порівняно з внесенням мінерального добрива маса плодів помідора на варіантах із застосуванням ОМД була

меншою, але вміст аскорбінової кислоти, сахарози, глюкози, фруктози та глютамінової кислоти був підвищений.

Управління живленням рослин помідора за допомогою різних систем удобрення впливає на якісний склад плодів. Зокрема, за дослідженнями I. Carricondo-Martínez et al. (2022), встановлено, що застосування біогумусу на фоні мінеральних добрив сприяло отриманню плодів помідора з більшою поживною якістю порівняно із застосуванням лише мінеральних добрив. Підвищений вміст лікопену в товарній продукції помідорів пов'язаний із тим, що за внесення біогумусу в ґрунті підвищується вміст гумінової кислоти, яка опосередковано стимулює вторинний метаболізм у рослинах.

Таким чином, огляд сучасних досліджень вітчизняних та зарубіжних науковців з питання впливу добрив, дозволених для застосування в органічному землеробстві, показав, що вирощування овочевих культур має як «плюси», так і «мінуси». Тому дослідження з встановлення впливу рідких ОМД нового покоління на продуктивність помідора їстівного з хорошою якістю плодів є актуальними.

#### **1.4. Якісний склад плодів помідора за різних систем вирощування та їх лікувально-профілактична дія на організм людини**

Недостатня забезпеченість організму людини біологічно активними речовинами (БАР) є одним із факторів ризику та обтяжування перебігу багатьох захворювань. Порівняно з 1990 р. на 37,8 % скоротилося споживання ретинолу, на 32 –  $\beta$ -каротину, на 11 – аскорбінової кислоти, на 17,4 – тіаміну, на 24,9 – рибофлавіну, на 19,2 – ніацину, на 32,3 – кальцію, на 20 – заліза (Єгоров Б., Мардар М., 2001).

В Україні в 60-90 % дітей дошкільного віку спостерігається дефіцит вітаміну С, 40-60 % дітей недостатньо забезпечені вітамінами В1, В2, В6 і фолієвою кислотою. Останнім часом, крім штучного збагачення продуктів харчування, за кордоном дедалі більшого розвитку набуває інший напрямок,

який ґрунтується на екологічно чистих агротехнічних і агрохімічних технологіях підвищення вмісту мікронутрієнтів безпосередньо в рослинах, призначених до споживання.

З огляду на добову потребу дорослого населення України у вітамінах (вітамін А – 1 мг, В<sub>1</sub> – 1,3-1,6 мг, В<sub>2</sub> – 1,6-2 мг, В<sub>3</sub> – 16-22 мг, В<sub>6</sub> – 1,8-2 мг, В<sub>9</sub> – 200-250 мкг, В<sub>12</sub> – 3 мкг, С – 70-80 мг, РР – 17-20 мг) та мінеральних речовинах (Са – 1200 мг, Fe – 15 мг, Zn – 15 мг) (Наказ про затвердження норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії № 272 від 18.11.99), Президія НАН України 8 червня 2011 року прийняла постанову № 189 «Про схвалення проекту Концепції Державної науково-технічної програми «Біофортificaція та функціональні продукти на основі рослинної сировини на 2012–2016 роки» (Постанова Президії НАН, 2011), у якій розглянуто питання проблеми якісного та збалансованого харчування для населення України. Розв'язання цієї проблеми шляхом реалізації стратегій біофортificaції та фортificaції має спрямовуватись на зменшення дефіцитів у раціоні харчування, особливо Заліза, Цинку та вітаміну А, що характерно для людей з низьким рівнем життя, та профілактику мікродефіциту харчових сполук.

Одним із інноваційних шляхів біофортificaції продукції рослинництва корисними мікронутрієнтами є поширення органічного землеробства, застосування багатокomпонентних бактеріальних чи спеціальних біодинамічних препаратів, рідких і твердих органічних та органо-мінеральних добрив (Vallverdu-Queralt A. et al., 2012; Дейниченко Г. В., Юдічева О. П., 2012; Drakou M. et. al., 2015). Збільшення вмісту мікронутрієнтів природним шляхом дає змогу отримати якісну, біологічну цінну та безпечну продукцію. Овочі, вирощені за технологією органічного землеробства, можуть стати важливим джерелом надходження до організму людей незамінних мікронутрієнтів у достатній для нормального функціонування кількості. Водночас застосування інтенсивних технологій вирощування овочевих культур призводить до забруднення продукції

шкідливими речовинами. У науковій праці О. В. Стежко (2012) наголошено, що концентрація Кадмію та Плюмбуму в плодах помідорів за нераціонального ведення сільського господарства наближалась 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 не спостерігалось перевищення ГДК важких металів.

Особливою цінністю плодів помідорів є те, що вони містять велику кількість цукрів (2,5-4,2 %), органічних кислот (0,4-0,9 %), мінеральних, ароматичних сполук, вітамінів, лікопіну (0,3 %), клітковини (0,3-0,9 %). Плоди помідорів у 100 г містять 20-45 мг вітаміну С, 0,5-2,2 мг провітаміну А (β-каротин), 0,04-0,16 мг вітаміну В<sub>1</sub> (тіамін), 0,05-0,06 мг вітаміну В<sub>2</sub> (рибофлавін), 0,04-0,05 мг вітаміну РР (нікотинова кислота), а також у невеликих кількостях вітаміни В<sub>9</sub> (фолієва кислота) і Н (біотин) (Федоров А. О. та ін., 2013; Agarwal A. et al., 2017). Вміст мінеральних солей у 100 г плодів помідора становить, мг: 40 Натрію, 260-297 – Калію, 10-15 – Кальцію, 12-20 – Магнію, 26-35 Фосфору.

Вітаміни – органічні сполуки з високою біологічною активністю, які виконують окремі фізіологічні функції в організмі, часто є складовою молекул ферментів. Вітамін В<sub>1</sub> (тіамін) бере участь в обміні вуглеводів, білків і жирів, забезпечує нормальний ріст, підвищує рухову та секреторну діяльність шлунку, нормалізує роботу серця (Козярін І. П., 2003). Тіамін необхідний також для нормального функціонування нервової системи організму людини. Вітамін В<sub>2</sub> (рибофлавін) впливає на розвиток плоду та дитини. У дорослих людей він покращує стан шкіри, зокрема її зовнішній вигляд і гладкість. Цей вітамін необхідний також для покращення зору. За нестачі вітаміну В<sub>3</sub> (пантотенова кислота) в організмі людини порушується обмін речовин, виникають дерматити, пігментація, припинення росту (Zhu Q. et al., 2017; Zhu Q. et al., 2018).

Вітамін РР (нікотинова кислота) бере участь у багатьох окисно-відновних процесах, нормалізує секрецію та моторну функції кишково-шлункового тракту і функції печінки. Нестача цього вітаміну сприяє розвитку пелагри. Це захворювання виявляється в ураженні шкіри та слизових оболонок, сильному проносі, нервово-психічних розладах.

Вітамін С (аскорбінова кислота) сприяє окисленню холестерину, бере участь у багатьох процесах обміну речовин та в утворенні значної кількості гормонів, проявляє позитивний вплив на імунну систему організму людини. Разом з вітаміном А він захищає організм від інфекцій та інтоксикацій, блокує токсичні речовини в крові (Павлоцька Л. Ф. та ін., 2007).

Під впливом вітаміну С підвищуються еластичність і міцність кровоносних судин. Слід враховувати, що організм людини не накопичує вітаміну С, тому його варто приймати систематично, не боячись передозування, оскільки цей вітамін нетоксичний і його надлишок легко виводиться з організму. Американські вчені дослідили, що вітамін С ефективний у боротьбі з онкологічними захворюваннями, зокрема з лейкозами (Холл Дж. Н. та ін., 2009).

Вітамін С називають маркером загального стану здоров'я людини – він має антиоксидантну, антитоксичну, гіпосенсибілізуючу, протизапальну, антигіалуронідазну, антиатеросклеротичну дію, зменшує потребу в тіаміні, рибофлавіні, ретинолі, токоферол ацетаті, фолієвій та пантотеновій кислотах (Шульга О. К. та ін., 2018). Він необхідний для синтезу колагену і проколагену, сприяє всмоктуванню заліза в шлунково-кишковому тракті, завдяки чому в організмі нормально синтезується гемоглобін. В організмі людини вітамін С не утворюється, на його нестачу вказує постійна втомлюваність і слабкість, дратівливість, відсутність апетиту та втрата ваги.

Вітамін А (ретинол) впливає на функції зору та розмноження, нормалізує загальний обмін речовин, бере участь у процесах росту, оберігає від пошкоджень шкіру й слизові оболонки. Вітамін А в організмі людини утворюється з каротину. За нестачі цього вітаміну можуть виникнути сухість

шкіри, дрібний висип, випадіння волосся, погіршення зору (зокрема куряча сліпота – захворювання, що викликає втрату здатності бачити в сутінках).

Сполуки, що не є вітамінами, але можуть бути сировиною для їх утворення в організмі людини, мають назву провітаміни. До них належать каротиноїди (найважливішим з яких є  $\beta$ -каротин), які розщеплюються в організмі з утворенням ретинолу (вітаміну А). Ретинол потрібний для нормального зору, клітинного диференціювання, відтворення та цілісності імунної системи.

Ферум – кровотворний елемент, 60 % якого сконцентровано у гемоглобіні крові. Цей елемент бере участь у перенесенні кисню до тканин організму, входить до складу багатьох окисних ферментів, протоплазми та клітинних ядер. Нестача Феруму в харчових продуктах може стати причиною виникнення залізодефіцитної анемії.

Цинк входить до складу багатьох ферментів, зокрема карбоангідрази, яка виконує в процесі газообміну основну функцію виведення з організму вуглекислоти. Цей елемент необхідний для нормальної функції залоз внутрішньої секреції, за його нестачі погано загоюються рани, спостерігається апатія та депресія.

Більшість дослідників констатують більш привабливий для споживачів смак органічних помідорів порівняно з плодами, вирощеними традиційним способом (Woese K. et al., 1997; Bourn D., Prescott J., 2002; Andersson C., 2005; Vallverdu-Queralt A. et al., 2012; Novotna H. et al., 2012; Drakou M. et al., 2015).

У Північно-Східній Греції в умовах закритого ґрунту порівнювали вміст мікроелементів та смакові якості органічних і неорганічних помідорів трьох сортів (Robin-F1, Amati-F1, Elpida-F1) та виявили, що відмінності більше залежать від сортів, порівняно з виробничою технологією, хоча індекс смаку був набагато вищим в органічних плодів (Karoulas N. et al., 2013).

Досліджено, що існує сортова специфічність накопичення нітратів, радіонуклідів, солей важких металів, каротиноїдів та лікопіну плодами

окремих сортів (Дубініна А. А., 2005; Barrett D. M., 2015; Валько М. І. та ін., 2018).

Забарвлення стиглих помідорів залежить від вмісту групи каротиноїдів. Червоний колір зумовлений наявністю лікопіну ( $C_{40}H_{56}$ ), поряд з яким міститься каротин, ксантофіли і ксантофілові ефіри (Barrett D. M., 2008).

За дослідженнями М. І. Валько та ін. (2018), вміст  $\beta$ -каротину в плодах помідора коливався в межах від 1,3 (сорт Маестро) до 11,3 мг/100 г (сорт Малинове Віконте). Кількість лікопіну – від 1,27 мг/100 г у сорті Аміко до 5,91 мг/100 г – сорт Мить. Вміст аскорбінової кислоти в різних сортах помідорів перебував у межах від 10,3 мг/100 г у плодах сорту Господар до 32,6 мг/100 г у плодах сорту Іскорка. Дослідні зразки помідорів відрізнялися значним вмістом мінеральних речовин. Вміст калію коливався в межах від 275 мг/100 г у сорті F4 (Геркулес Dark Green) до 300 мг/100 г у сортах Карась та Іскорка. Значний вміст кальцію та заліза виявлено в сорті Іришка (16 мг/100 г та 95 мг/100 г відповідно). Максимальний вміст магнію – у сорті Лагоранж (22 мг/100 г), мінімальний – у сортах Чайка та Малинове Віконте (18 мг/100 г). Значний вміст натрію виявлено в сорті Аміко та Карась (41 мг/100 г).

Томатний сік цінний продукт харчування, оскільки містить у своєму складі вітаміни, макро- та мікроелементи, необхідні для нормальної життєдіяльності людини (Козярін І. П., 2003; Одарченко А. М. та ін., 2012).

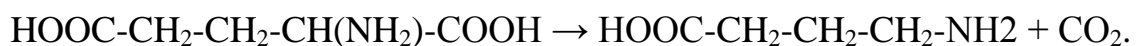
У світі великими темпами розвивається ринок лікувально-профілактичних напоїв. Зміни в структурі харчування на ринку харчових продуктів вимагають вирішення двох основних задач – забезпечити зниження собівартості продукції шляхом удосконалення технології та підвищити якість продукції з одночасним забезпеченням збалансованості хімічного складу.

Сьогодні під час розробки технології харчових продуктів враховують нові тенденції в харчуванні людини, створення продуктів з певним напрямом їх біологічної та фізіологічної дії, відомих під назвою «функціональні



продукти», які відрізняються від традиційних вмістом фізіологічно-активних речовин (Безусов А. Т. та ін., 2010). Серед асортименту функціональних продуктів найбільш прийнятними є продукти на основі фруктових та овочевих соків, оскільки в них одночасно може міститися багато різних за класами функціональних добавок.

Функціональною складовою розроблених продуктів має бути  $\gamma$ -аміномасляна кислота (ГАМК) (Melius P., 1966), яка одночасно є природною амінокислотою та нейромедіатором. Під впливом глутаматдекарбоксилази підвищується вміст  $\gamma$ -аміномасляної кислоти й серотоніну в мозку людини та гіпоталамусі. Поряд з порушенням вироблення таких нейромедіаторів, як серотонін і норадреналін, ГАМК також відповідає за розвиток депресії. Клінічні дослідження показали, що ГАМК бере участь у виробництві гормону росту. Рекомендовано клінічне використання ГАМК при судинних захворюваннях головного мозку (атеросклерозі та гіпертонічній хворобі), при порушеннях пам'яті, уваги та мови, при головному болі та запамороченнях, динамічних порушеннях мозкового кровообігу, підвищеннях психічної активності хворих після інсульту та травм мозку, ендогенних депресій, алкогольних енцефалопатій, відсталості розумового розвитку в дітей з пониженою психічною активністю. Основним джерелом ГАМК може бути рослинна сировина, у якій ГАМК перебуває у вільному стані. Глутамінова кислота під дією глутаматдекарбоксилази переходить у  $\gamma$ -аміномасляну:



Досліджено, що в 100 г помідорів міститься 0,9 мг  $\gamma$ -аміномасляної кислоти, у томатному соку – 1,3 мг. Томатний сік містить у два рази більше глутамінової кислоти (200 мг/100 г) порівняно з плодами помідора (108 мг/100 г) (Безусов А. Т. та ін., 2010). У плодах гарбуза в 100 г міститься 4,5 мг  $\gamma$ -аміномасляної кислоти, у гарбузовому соку – 34,3 мг, вміст глутамінової кислоти 14,08 та 3,8 мг відповідно.

Для виробництва томатного соку рекомендується використовувати сорти селекції Київської дослідної станції: Оберіг, Попільнянський та гібрид Миколка F1, які мають дегустаційну оцінку – 4,8 бали. Сік томатний, виготовлений із плодів сорту Оберіг, містить найбільшу кількість сухої розчинної речовини (5,1 %), вітаміну С (10,5 мг/100 г) і цукрів (3,1 %), що свідчить про його високу біологічну цінність (Шотик М. В. та ін., 2009).

Незважаючи на численні дослідження, присвячені ролі макро- і мікроелементів в обміні цукрів, сухих речовин і вітамінів у сільськогосподарських рослинах, у літературі можна зустріти багато суперечливих даних про їх вплив на накопичення вищевказаних метаболітів у плодах помідорів. На вміст поживних речовин у плодах помідорів впливають ґрунтово-кліматичні та погодні умови, сортові особливості, але найбільш дієвим фактором, що впливає на накопичення цукрів, сухих речовин і вітаміну С, є мінеральне живлення (Виродов О. С., Яременко С. С., 2013; Jungić D. et al., 2017).

Досліджено вплив комплексних мінеральних добрив (із вмістом Нітрогену, Фосфору, Калію, Кальцію та Магнію), органічного добрива (сухий пташиний послід) та органо-мінеральних добрив на врожайність та якість помідора сорту Roma та Tima на ґрунті, збідненому на основні елементи живлення (Tonfack L. V. et. al., 2013). Встановлено, що врожайність помідора під впливом органо-мінерального добрива була в три рази вищою (39,3 та 34,4 т/га) порівняно з врожайністю рослин, удобрених мінеральними добривами без застосування органіки (12,9 та 11,6 т/га). Вміст макроелементів (Фосфор, Калій та Кальцій) та цукру був вищим у плодах помідора, під які вносили органічні та органо-мінеральні добрива.

Покращення умов живлення за рахунок внесення мінеральних добрив впливало на динаміку показників хімічного складу плодів помідорів (Виродов О. С., Яременко С. С., 2013). Проведені дослідження встановили зв'язок між кількісною та якісною характеристиками врожаю помідорів. За врожайності 80 т/га в плодах помідорів містилося 6,41-6,75 % сухих речовин,

0,52-0,62 % клітковини, 3,8-4,3 % цукру, 17,2-19,3 мг/100 г вітаміну С і 51,7-83,5 мг/кг нітратів. За врожайності помідорів 110 т/га спостерігався вміст у плодах 5,91-6,49 % сухих речовин, 0,6-0,74 % клітковини, 3,4-3,9 % цукру, 17,3-20,1 мг/100 г вітаміну С і 61,4-96,5 мг/кг нітратів. Вміст сухої речовини в кількості 5,82-6,24 %, клітковини – 0,68-0,79 %, цукру – 3,2-3,6 %, аскорбінової кислоти – 18,0-19,4 мг/100г і нітратів 71,6-90,8 мг/кг є особливістю характеристики якості плодів за врожайності 140 т/га помідорів.

Вплив мінерального живлення за різних систем удобрення помідорів на якість продукції доведено численними дослідженнями. Встановлено, що покращення якості плодів помідорів можна досягти за оптимізації живлення в системі ґрунт-рослина шляхом застосування кореневого на позакореневого внесення добрив (Heitz M. et al., 2016). Органічні компоненти в системах удобрення збільшують вміст бета-каротину та аскорбінової кислоти в плодах помідорів, покращуючи якість товарної продукції (Oliveira A. V. et al., 2013; Lahoz I. et al., 2016; Kataok K. et al., 2017; Oliveira R. C. et al., 2020).

### **Підсумок до розділу 1**

Аналіз даних наукової літератури свідчить, що дослідження фізіологічної природи високої продуктивності культурних рослин має велике теоретичне і практичне значення. Проблема пошуку шляхів оптимізації мінерального живлення, підвищення врожайності помідора їстівного залишається актуальною для біології та галузі овочівництва.

Вивчення сучасного стану досліджень чинників, що впливають на продуктивність помідора їстівного та якісний склад його плодів засвідчує, що ця проблема є комплексною. Вона пов'язана з проходженням таких фізіологічних процесів у рослинах: ріст, мінеральне живлення, водообмін, фотосинтез, стійкість до а- та біотичних факторів навколишнього середовища тощо. Незважаючи на численні публікації, присвячені ролі мінеральних, органічних та комплексних добрив, макро- і мікроелементів, регуляторів росту у продукційному процесі, формуванні врожаю та поліпшенні якості плодів помідорів, залишається нез'ясованим, які оптимальні дози та строки

внесення ОМД, що сприятиме накопиченню в плодах найбільшої кількості поживно-цінних метаболітів, які сприяють поліпшенню якості товарної продукції. Обмежена інформація стосовно впливу технологій з використанням сучасних ОМД, що містять у своєму складі гумінові сполуки на процеси росту, водообміну, параметри фотосинтезу, фізіологічний процес накопичення органічних речовин, біохімічний та елементний склад плодів помідора їстівного за умов органічного землеробства. Вивчення цих питань визначило напрямки досліджень, що склали основу дисертації.

**Представлені в розділі 1 результати опубліковано в статті:**

Дзендзель А. Ю., Марцінишин Ю. Д. Пида С. В., 2020

## РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1. Матеріали дослідження

Матеріалом дослідження слугував італійський (виведений спеціалістами фірми «Esasem») гібрид першого покоління (F1) Талент, надранній сорт Яна (тривалість вегетаційного періоду становить 80-90 днів), середньостиглий – Космонавт Волков (тривалість вегетаційного періоду становить 110-120 днів), середньоранній – Шапка Мономаха (115-125 днів), середньопізні – Де Борао червоний (120-125 днів) та Волове серце (125-130 днів) помідора їстівного української селекції, органо-мінеральне добриво «SMART» композит Марцінішин<sup>®</sup>» (ОМД SKM), рекультивант композиційний TREVITAN<sup>®</sup> (RKT).

Гібрид помідора їстівного F1 Талент (рис. 2.1.1) є кущовий, детермінантний, середньостиглий. Стійкий до несприятливих умов навколишнього середовища, характеризується високою стресостійкістю. Форма плода – видовжено-овальна з невеликим носиком (сливка), забарвлення – яскраво-червоне, маса плоду 50-100 г.



Рис. 2.1.1 Зовнішній вигляд рослин та плодів помідора їстівного гібрида F1 Талент

Плоди дозрівають одночасно, мають хороший товарний вигляд. Термін дозрівання: 100-115 днів після появи сходів (Талент F1, 2019).

### **2.1.1. Характеристика органо-мінерального добрива «SMART» композит Марцінішин®»**

Добриво виготовляють за технічними умовами ТУ У 20.1-2292002437-003:2016 (Технічні умови..., 2016) шляхом оброблення води з свердловини світлом кварцової лампи, пропусканням її через фільтр з кварцового піску, структурують способом пропускання через спеціальний пристрій (трубку Марцінішина згідно з ТУ У 28.7-2292002437-001) з подальшим додаванням до неї цеоліту різних фракцій, комплексної органо-мінеральної добавки «Нано гідрат гумату», водно-грязьового екстракту «Пеловіт-Р», концентрованого «SMART» композиту.

За фізико-хімічними властивостями добриво ОМД SKM – рідина коричневого кольору, розчинна у воді, водневий показник (рН) 7,5-12. Добриво пожежо- та вибухобезпечне, стабільне за зберігання в закритій тарі виробника, уникаючи потрапляння прямих сонячних променів за температури  $(20\pm 5)$  °С і відносної вологості повітря не вище ніж 75 %. Після закінчення гарантійного строку (12 місяців від дати виготовлення) може бути використане за умови відповідності показників якості вимогам.

ОМД SKM марок: Гармонія наногідрат, Аграрний EL-композит, Тріплет Ремедіант деструктор, Фазовий прискорювач, Поліремедіант Н-10, Адаптор С-11-11, Агрохелп-24, р. відповідно до «Гігієнічної класифікації пестицидів за ступенем небезпечності» (ДСанПіН 8.8.1.002-98) (Гігієнічна класифікація пестицидів..., 1998), за параметрами гострої інгаляційної, пероральної, шкірно-резорбтивної токсичності належить до 4 класу небезпечності; не подразнює шкіру, чинить слабку подразнювальну дію на слизові оболонки очей, не проявляє сенсibiliзуючих властивостей. (Марцінішин Ю.Д., Дзендзель А.Ю., 2019а; Марцінішин Ю.Д., Дзендзель А.Ю., 2019б). За результатами державної санітарно-епідеміологічної експертизи добриво відповідає вимогам безпеки для здоров'я і життя людини (Висновок державної санітарно..., 2016).

ОМД SKM марок: Гармонія наногідрат, Аграрний EL-композит, Тріплет Ремедіант деструктор, фазовий прискорювач, Поліремедіант Н-10, Адаптор С-11-11, Агрохелп-24, р. ( $N_{\text{заг.}} - 0,6 \pm 0,5 \%$ ,  $P_2O_5 - 0,7 \pm 0,5 \%$ ,  $K_2O - 0,6 \pm 0,5 \%$ ,  $C_{\text{заг.}} - 8,0 \pm 0,5 \%$ ) включене до «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» (Державний реєстр пестицидів..., 2019) зі статусом «постійна реєстрація» для застосування в сільському господарстві, у тому числі для роздрібного продажу населенню й використання в умовах приватного господарства, шляхом позакореневого та листового підживлення з нормами витрат для марок Гармонія наногідрат, Фазовий прискорювач: зернові колосові, соняшник, кукурудза, соя – 0,2 л/га (10 мл/10 л води на 0,05 га), трикратно; шляхом обробки насіння для марки Аграрний EL-композит: зернові колосові – 0,8 л/т (1 мл/кг), соняшник, кукурудза – 2,4 л/т (3 мл/кг), соя – 1,0 л/т (2 мл/кг), однократно; шляхом обробки ґрунту перед сівбою навесні, обробки пожнивних решток для марки Тріплет Ремедіант деструктор: зернові колосові, соняшник, кукурудза, соя – 35,0 мл/га (10 мл/10 л води для 0,05 га), двократно, шляхом обробки ґрунту перед сівбою навесні, обробки пожнивних решток, позакореневого та листового підживлення для марки Поліремедіант Н-10: зернові колосові, соняшник, кукурудза, соя – 6,0 мл/га (10 мл/10 л води для 0,05 га), дво-, трикратно; для марки Адаптор С- 11-11: шляхом обробки насіння – зернові колосові – 2 мл/т, соняшник, кукурудза, соя – 6,0 мл/т, однократно, шляхом позакореневого та листового підживлення – зернові колосові, соняшник, кукурудза, соя – 6 мл/га (10 мл/10 л води для 0,05 га), трикратно; шляхом обробки ґрунту, позакореневого та листового підживлення з нормою витрат для марки: Агрохелп-24: зернові колосові, соняшник, кукурудза, соя – 12 мл/га (10 мл/10 л води для 0,05 га), дво-, трикратно.

Результати токсикологічної оцінки добрива, кількісного та якісного складу вказують на достатній ступінь безпеки для навколишнього природного середовища за дотримання рекомендацій щодо застосування та норм внесення.

Розробником нормативно-технічної документації, технології застосування для вищезазначених культур та виробником добрива є ФОП Марцінишин Ю. Д., Україна; ТОВ «Науково-дослідний інститут ноосферної валеології Марцінишин здоров'я збереження та планетарної екологічної безпеки людини», Україна.

Рекультивант композиційний Trevitan® (рекультивант, РКТ) для швидкої регенерації ґрунту, обробки насіння та посадкового матеріалу різноманітних сільськогосподарських культур, прискорення росту та розвитку рослин розробило ТОВ «ТРЕВІТАН УКРАЇНА» згідно з ТУ У 20.1-44141048-002:2021 (ТУ У 20.1-44141048-002:2021..., 2021, Додаток Л ). РКТ виготовляють у рідкому агрегатному стані шляхом диспергації розчинів вихідної сировини (складові відповідно до рецептури) в реакторі та додавання розчинника.

За фізико-хімічними властивостями РКТ – рідина у вигляді есенції або суспензії, або водного розчину емульсії темно-коричневого кольору, водневий показник (рН) 7,5-10,9 та масова частка органічної речовини – 50-80 % на суху речовину препарату.

РКТ належить до IV класу небезпеки (речовини малонебезпечні) (ГОСТ 12.1.007), є препаратом органічного походження (Дзендзель А. Ю., Пида С. В., 2021а; Дзендзель А. Ю., Пида С. В., 2021б; Дзендзель А. Ю., 2021). За результатами державної санітарно-епідеміологічної експертизи рекультивант відповідає вимогам діючого санітарного законодавства України, безпечний для здоров'я людини та навколишнього середовища (Висновок державної санітарно..., 2021).

## **2.2. Умови проведення польових та вегетаційних дослідів**

Рослини помідора їстівного вирощували у відкритому ґрунті (два польових дослідів) та вегетаційних умовах. Польові дослідів з помідором їстівним закладали на ділянках фермерського господарства (ФГ) в умовах Західного Лісостепу України (с. Курники Тернопільського району



Тернопільської області) на лучно-чорноземних середньосуглинкових на лесоподібних суглинках ґрунтах упродовж 2019–2022 рр.

Результати дослідження показали (табл. 2.2.1), що ґрунт, на якому вирощували помідори за технологією з використанням ОМД SKM 2019–2021 рр., (перший польовий дослід) має нейтральну реакцію середовища, яка є сприятливою для багатьох овочевих культур, у тому числі томатів, що віддають перевагу слабнокислим або нейтральним ґрунтам (Божко Л. Ю, 2010).

Таблиця 2.2.1. Агрохімічні показники лучно-чорноземного середньосуглинкового на лесоподібних суглинках ґрунту (ФГ, с. Курники), середнє 2019–2021 рр., шар 0-25 см

<b>Агрохімічний показник</b>	<b>Значення</b>	<b>Оптимальний показник, МДК</b>
Кислотність: обмінна рН <sub>KCl</sub>	6,7±0,01	6,5–7,5 (за ДСТУ 4362:2004)
рН <sub>вод.</sub>	7,61±0,03	
Вміст органічних речовин (гумусу), %	4,76±0,03	4,0–5,0 (за ДСТУ 4362:2004)
Вміст нітратного Нітрогену, мг/кг ґрунту	23,0±0,43	
Вміст амонійного Нітрогену, мг/кг ґрунту	13,3±0,47	
Вміст мінерального Нітрогену, мг/кг ґрунту	36,3	30–45
Вміст рухомих сполук Фосфору, мг/кг ґрунту	180,0±1,3	130–190
Вміст рухомих сполук Калію, мг/кг ґрунту	340,0±1,4	90–350
Вміст обмінних катіонів, мекв/100 г:		сума обмінних катіонів – 25–30
Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	46,71±0,8	

Агрохімічний показник	Значення	Оптимальний показник, МДК
Магній ( $Mg^{2+}$ )	3,22±0,08	
Натрій ( $Na^+$ )	0,29±0,01	
Калій ( $K^+$ )	2,5±0,04	
Вміст рухомих сполук мікроелементів, мг/кг ґрунту:		–
Феруму (Fe)	2,2±0,01	
Мангану (Mn)	36,9±0,02	80
Купруму (Cu)	0,3±0,01	3–4, 3
Цинку (Zn)	11,4±0,03	6–7, 23

Ґрунт характеризується високим вмістом органічних речовин, мінерального Нітрогену, рухомих форм Фосфору та обмінного Калію, підвищеним – обмінного  $Ca^{2+}$ , низьким – обмінних катіонів  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ , рухомих форм Феруму, Мангану, Купруму, Цинку та Кобальту. У більшості ґрунтів середньої зони кількість Кальцію порівняно з іншими катіонами–макроелементами є більшою і становить у середньому 36,4 г/кг.

Вміст Магнію, залежно від типу ґрунту, коливається від 0,5 г/кг до 5,0 г/кг (Коць С. Я., Перерсон Н. В., 2005). Вміст рухомих форм важких металів не перевищує максимально допустимих концентрацій (МДК), тому небезпеки забруднення ними продукції немає (табл. 2.2.2). Загалом ґрунт за якісними показниками придатний для вирощування помідора їстівного.

Таблиця 2.2.2. Вміст рухомих форм важких металів у лучно-чорноземному середньосуглинковому на лесоподібних суглинках ґрунті (ФГ, с. Курники), середнє 2019–2021 рр.

Шар ґрунту, см	Рухомі сполуки важких металів, мг/кг ґрунту				
	Кадмій (Cd)	Кобальт (Co)	Хром (Cr)	Плюмбум (Pb)	Нікель (Ni)

Шар ґрунту, см	Рухомі сполуки важких металів, мг/кг ґрунту				
	Кадмій (Cd)	Кобальт (Co)	Хром (Cr)	Плюмбум (Pb)	Нікель (Ni)
0-25	0,04	0,24	0,22	0,13	0,54
ГДК рухомих форм важких металів у ґрунтах	-	5	6	6	4

У 2021–2022 рр. (другий польовий дослід) досліджували ефективність застосування РКТ у польових умовах на ділянках, ґрунт яких характеризувався зазначеними нижче показниками (табл. 2.2.3).

Результати проведених аналізів свідчать, що зразок ґрунту згідно з ДСТУ 4362:2004 (ДСТУ 4362:2004..., 2006) має нейтральну реакцію середовища. Вміст органічної речовини в даному ґрунті згідно з ДСТУ 4362:2004 – низький, що може обмежувати нормальний ріст і врожайність томатів. Тому для запобігання втрат органічної речовини та зниження рівня природної родючості ґрунту, для підтримання бездефіцитного балансу гумусу є актуальним внесення органічних добрив.

Таблиця 2.3.3 Агрохімічні показники лучно-чорноземного середньосуглинкового на лесоподібних суглинках ґрунту, 2021 р., шар 0-25 см

Агрохімічний показник	Значення	Оптимальний показник, МДК
pH <sub>вод.</sub>	7,12±0,01	6,5–7,5 (за ДСТУ 4362:2004)
Вміст органічних речовин (гумусу), %	2,27±0,02	4,0–5,0 (за ДСТУ 4362:2004)
Вміст нітратного Нітрогену, мг/кг ґрунту	17,5±0,54	
Вміст амонійного Нітрогену, мг/кг ґрунту	7,7±0,47	

<b>Агрохімічний показник</b>	<b>Значення</b>	<b>Оптимальний показник, МДК</b>
Вміст мінерального Нітрогену, мг/кг ґрунту	25,2	30–45
Вміст рухомих сполук Фосфору, мг/кг ґрунту	90,0±0,8	130–190
Вміст рухомих сполук Калію, мг/кг ґрунту	53,0±1,4	90–350
Вміст обмінних катіонів, мекв/100 г:		сума обмінних катіонів – 25–30
Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	41,52±0,81	
Магній (Mg <sup>2+</sup> )	2,42±0,07	
Натрій (Na <sup>+</sup> )	0,19±0,01	
Калій (K <sup>+</sup> )	2,1±0,04	
Вміст рухомих сполук мікроелементів, мг/кг ґрунту:		
Феруму (Fe)	0,91±0,01	–
Мангану (Mn)	9,3±0,04	80
Купруму (Cu)	1,84±0,01	3–4, 3
Цинку (Zn)	1,14±0,03	6–7, 23

Ґрунт характеризується низьким вмістом рухомого Фосфору, рухомого Калію та мінерального Нітрогену, високим – обмінного катіону Кальцію, низьким – обмінних катіонів Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, рухомих форм Феруму, Мангану, Купруму та Цинку.

Кліматичні умови вегетаційних періодів загалом сприяли оптимальному росту і розвитку помідора їстівного. (рис. 2.2.1).

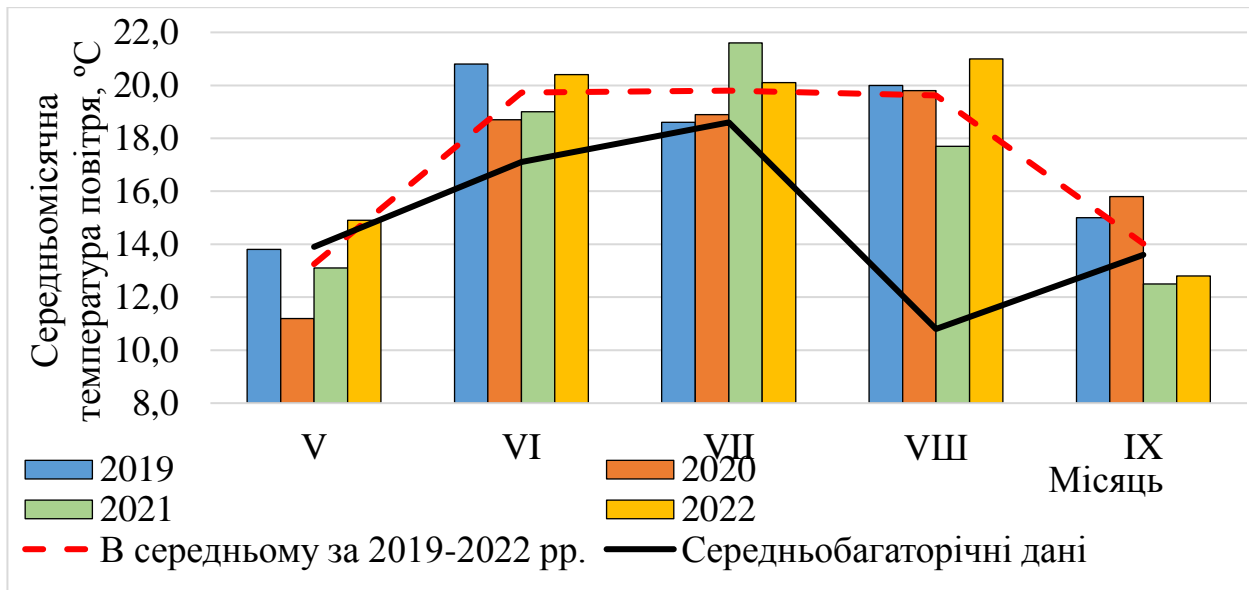


Рис. 2.2.1. Середньомісячна температура повітря в роки досліджень (за даними метеостанції м. Тернопіль) (*Архів погоди в м. Тернопіль...*, 2022)

Протягом досліджуваного періоду показники середньомісячної температури повітря упродовж вегетації помідора були вищими порівняно з середньобагаторічними даними.

Середньоденна температура повітря у квітні-травні відповідала нормі –  $+12-22^{\circ}\text{C}$ ; у червні –  $+19-26^{\circ}\text{C}$ ; у липні-серпні –  $+25-30^{\circ}\text{C}$ .

Оптимальна відносна вологість повітря для росту та розвитку томатів становить від 45 до 55 %. За відносної вологості більше 60 % томатні рослини більше пошкоджуються хворобами (Божко Л. Ю., 2010). За роки наших досліджень відносна вологість повітря була на рівні показників багаторічних спостережень у Тернопільському районі – від 57 до 82 %, у середньому 68–74 % (рис. 2.2.2). Вегетаційні дослідження заклали впродовж травня – липня 2022 р. в лабораторії фізіології рослин та мікробіології ТНПУ. Перед сівбою в касети насіння дослідного варіанта замочували 1 % розчином РКТ для обробки насіння та посадкового матеріалу, а контролю – водою із скважини протягом 5-10 хв. Розсаду віком 35 діб висадили у вегетаційні посудини місткістю 500 мл. Протягом вегетації рослин проводили

позакореневе підживлення 1 % розчином RKT для прискорення росту і розвитку рослин у фазах 7-9 та 8-10 листків з інтервалом 14 діб.

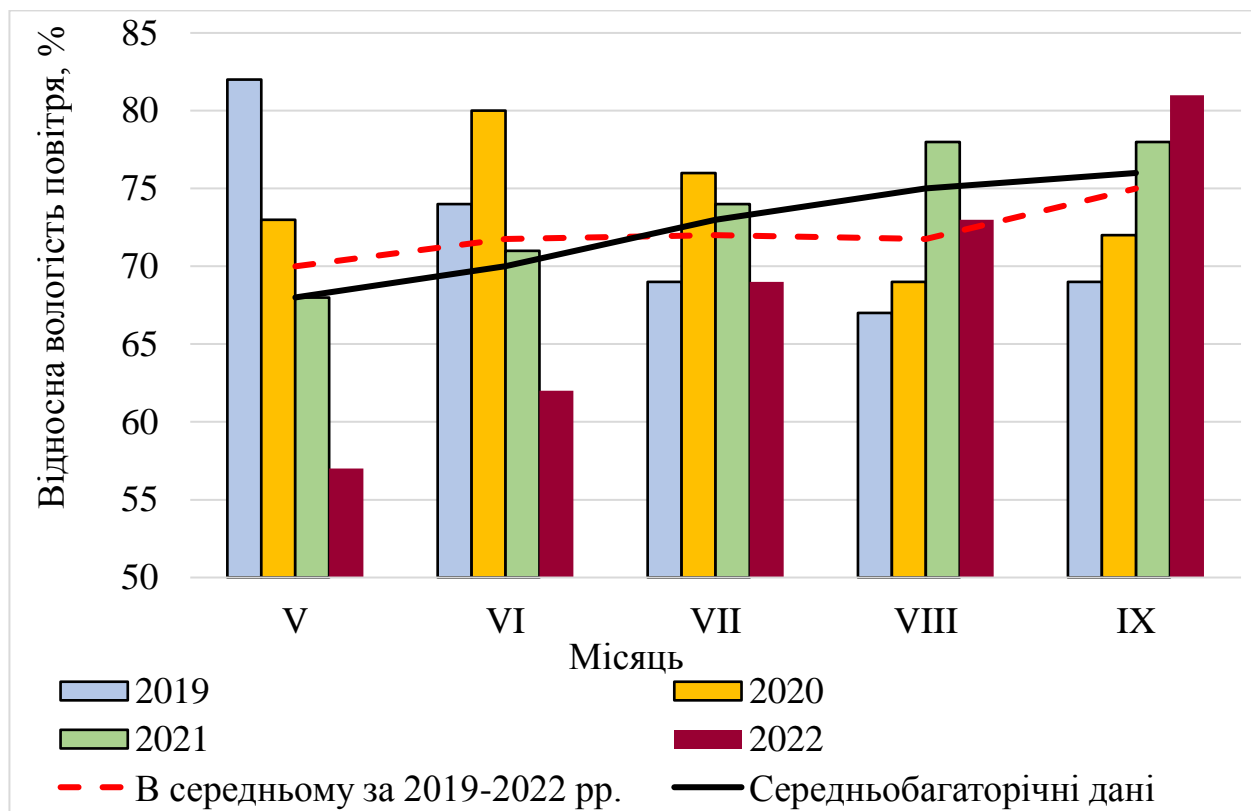


Рис. 2.2.2. Середньомісячна відносна вологість повітря в роки досліджень (за даними метеостанції м. Тернопіль) (*Архів погоди в м. Тернопіль...*, 2022)

Надземну масу рослин контрольного варіанта аналогічно обробляли водою із скважини. Вологість ґрунту у вегетаційних посудинах підтримували на рівні 60 % від повної вологоємності. Температура атмосферного повітря протягом досліджуваного періоду становила 20-22 °С.

### 2.3. Схеми польових дослідів та дослідження

Польові та вегетаційні дослід з помідором їстівним закладали у двох варіантах: контроль (без застосування добрив) і дослід (із застосуванням ОМД SKM або RKT). Рослини дослідних варіантів вирощували в польових умовах згідно з наведеними нижче технологіями. Ефективність застосування ОМД SKM, за морфо-фізіологічними показниками та продуктивністю

помідора їстівного, вивчали впродовж 2019–2021 рр., РКТ – 2021–2022 рр. Помідори вирощували розсадним способом. Розсаду вирощували в теплиці (рис. 2.3.1), висаджували у відкритий ґрунт у третій декаді травня за схемою 60х40 см. Площа облікової ділянки 25 м<sup>2</sup>, повторність чотириразова.



Рис. 2.3.1 Зовнішній вигляд розсади помідора їстівного

### ***2.3.1. Технологія застосування ОМД SKM***

Розроблену технологію з використанням ОМД SKM для низки польових культур пристосовано для вирощування помідора їстівного. Технологія з використанням ОМД SKM для злакових культур передбачала обробку ґрунту перед основним обробітком для поліпшення його агрохімічних показників. Оскільки ґрунт дослідних ділянок, на якому закладали польові досліди упродовж 2019-2021 рр. характеризувався високим вмістом органічних речовин, то ми вилучили з технології зазначений вище елемент і тим самим удосконалили технологію стосовно наших умов. У дослідному варіанті для підживлення кореневої системи та покращення приживаності розсади її перед висаджуванням у ґрунт замочували на 5-10 хв

у ОМД SKM (вода зі свердловини – 100 л + Адаптор С-11-11 – 20 мл + Нано Гідрат Гумату (марки А) – 1 л + ЗЗР (засоби захисту рослин)\* + Аграрний EL-композит – 1 л).

У фазі 3-4 справжніх листків для поліпшення формування вегетативних органів проводили позакореневе підживлення рослин ОМД SKM шляхом обприскування надземної маси за допомогою ранцевого мотооприскувача (200 л води + Адаптор С-11-11 – 12 мл + Нано Гідрат Гумату (марки А) – 1 л + ЗЗР\* + Фазовий прискорювач – 0,2 л; на 1 га).

Друге позакореневе підживлення рослин спрямоване також на інтенсифікацію ростових процесів вегетативних органів. Його проводили у фазі 5-7 справжніх листків ОМД SKM (200 л води + Адаптор С-11-11 – 12 мл + Нано Гідрат Гумату (марки А) – 1 л + ЗЗР\*). У фазі формування кущів – початку бутонізації проводили третє позакореневе підживлення рослин ОМД SKM (200 л води + Адаптор С-11-11 – 12 мл + Нано Гідрат Гумату (марки А) – 1 л + ЗЗР\* + Агрохелп 24 – 25 мл; на 1 га).

Наступне обприскування рослин ОМД SKM проводили у фазі початку цвітіння (200 л води + Адаптор С-11-11 – 12 мл + Нано Гідрат Гумату (марки А) – 1 л + ЗЗР\*; на 1 га). Обприскування рослин ОМД SKM здійснювали також у фазі формування ягід для поліпшення розвитку генеративних органів (200 л води + Адаптор С-11-11 – 12 мл + Нано Гідрат Гумату (марки А) – 1 л + ЗЗЗР\* + Гармонія наногідрат – 0,2 л). Останнє обприскування рослин ОМД SKM проводили у фазі змикання ягід (200 л води + Адаптор С-11-11 – 12 мл + Нано Гідрат Гумату (марки А) – 1 л + ЗЗР\*; на 1 га). Рослини контрольного варіанта в аналогічних фазах росту і розвитку зволожували водою + ЗЗР\* також за допомогою ранцевого мотооприскувача.

### ***2.3.2. Технологія застосування рекультиванту композиційного TREVITAN®***

РКТ застосовували шляхом осінньої обробки ґрунту перед оранкою, обробки насіння та рослин під час вегетації. Восени перед основним



обробітком ґрунту на ділянках дослідного варіанта вносили РКТ для швидкої регенерації ґрунту (1 л препарату на 200 л води на 1 га). Перед сівбою в касети насіння досліду замочували 1 % розчином РКТ для обробки насіння та посадкового матеріалу, а контролю – водопровідною водою протягом 5-10 хв. Після висаджування розсади у відкритий ґрунт проводили шестикратну обробку надземної маси дослідних рослин РКТ для прискорення росту і розвитку рослин з інтервалом 7-14 днів (0,5 л препарату на 200 л води на 1 га), а контрольних – водопровідною водою за допомогою ранцевого оприскувача ОП-2. Першу обробку рослин провели через 5 днів після висаджування розсади у відкритий ґрунт.

### ***2.3.3. Схема дослідження***

Дослідження, що лягли в основу дисертаційної роботи й представлені на рис. 2.3.2, проводили в польових та вегетаційних умовах. За впливу технологій з використанням ОМД SKM та РКТ визначали ефективність застосованих препаратів на такі фізіологічні процеси: ріст і морфогенез, водообмін, індукцію флуорисценції хлорофілу, формування врожаю та його структури, біохімічний (акумуляції в плодах вуглеводів, каротиноїдів, флавоноїдів) та елементний склад плодів.

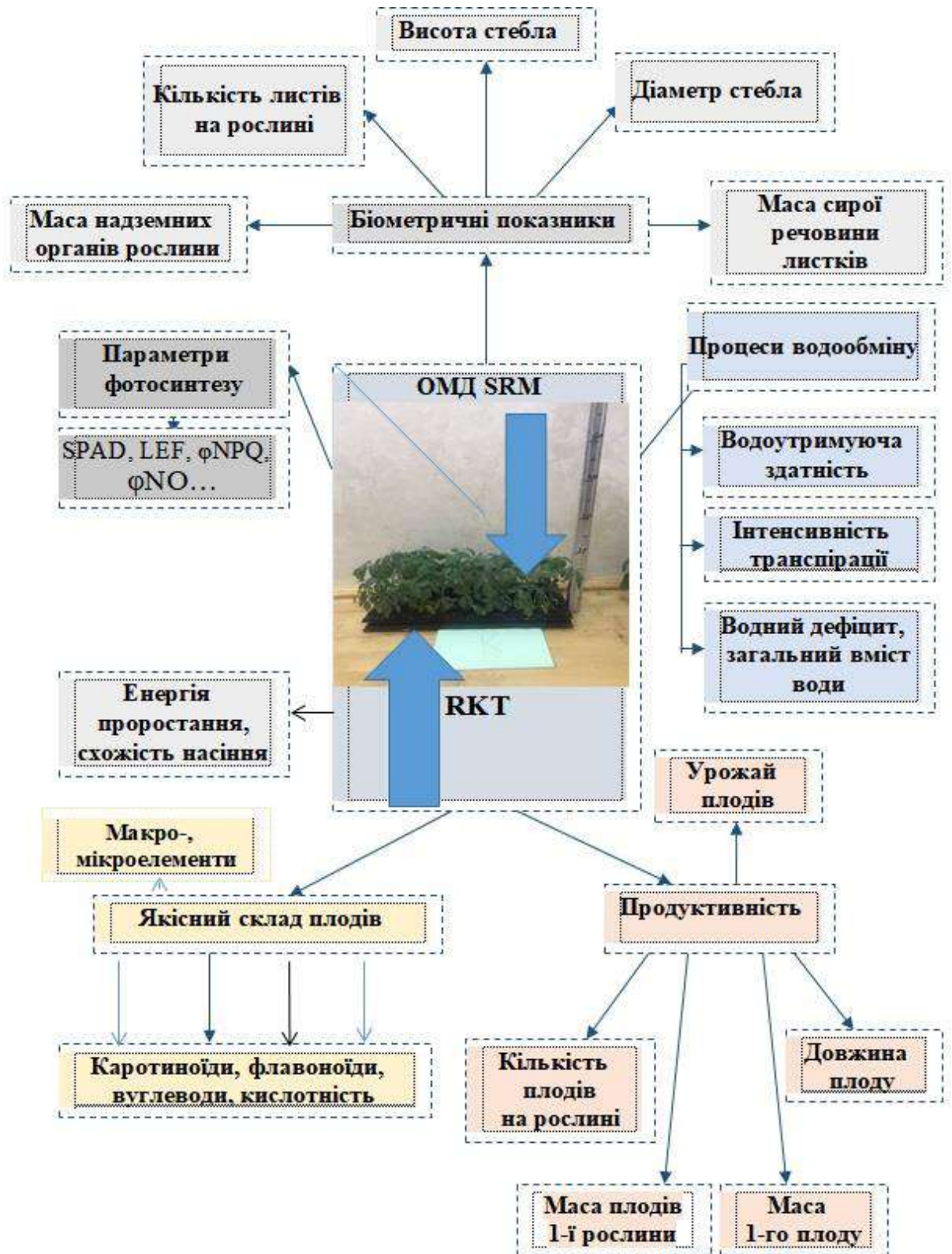


Рис. 2.3.2. Схема дослідження

## 2.4. Методи дослідження

Ґрунт для агрохімічного дослідження відбирали в ранньовесняний період на полі за ДСТУ 4287:2004 (ДСТУ 4287:2004..., 2005) з наступною підготовкою згідно з ДСТУ ISO 11464:2007 (ДСТУ ISO 11464:2007..., 2012).

У середній пробі ґрунту визначали кислотність (ДСТУ ISO 10390:2007..., 2012), вміст органічної речовини (гумусу) оксидиметричним методом (ДСТУ 4289:2004..., 2004), кількість нітратного та амонійного Нітрогену згідно з ДСТУ 4729:2007 (ДСТУ 4729:2007..., 2008), рухомого Фосфору й Калію за модифікованим методом Чирикова (ДСТУ 4115-2002..., 2002), вміст обмінних Кальцію, Магнію, Натрію та Калію (ДСТУ ISO 11260:2001..., 2003), рухомих сполук Co, Cu, Cd, Ni, Pb, Zn, Mn, Fe в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії (ДСТУ 4770.1:2007 – 4770.9:2007..., 2009). Аналізи виконано в лабораторії інструментальних методів досліджень ґрунтів ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» (свідоцтва про відповідність системи вимірювань вимогам ДСТУ ISO 10012:2005 № 01-0104/2017 від 01.08.2017 р. та № 01-0084/2020 від 06.08.2020 р.).

Схожість насіння та енергію проростання визначали за ДСТУ 4138-2002 (ДСТУ 4138:2002..., 2003). Дослід закладали у 2-х варіантах: контроль (без застосування добрив) і дослід (РКТ). Насіння дослідного варіанта зволожували 1 % розчином РКТ (контрольного – дистильованою водою) і за кімнатної температури висушували впродовж 4 год до повітряно-сухого стану. Розміщували по 100 насінин у ростильних камерах на фільтрувальний папір, зволожений дистильованою водою в чотирьох повтореннях і пророщували за температури +22 °С впродовж 10 діб. Визначення енергії проростання проводили на 5 добу, а схожість насіння – на 10 добу після замочування. На 10-ту добу пророщування вимірювали довжину кореневої системи і пагону.

Для дослідження морфометричних показників рослин помідора протягом онтогенезу використовували лінійки, діаметр стебла біля кореневої шийки вимірювали за допомогою штангенциркуля, підраховували кількість листків на рослині та кількість бічних пагонів у кущі, площу листків визначали ваговим методом (Векірчик К. М., 1984). Масу сирих надземних органів та плодів встановлювали шляхом зважування на електронній вазі.

Інтенсивність транспірації листків помідора їстівного визначали за Л. А. Івановим (Векірчик К. М., 1984). Вміст загальної води в листках – ваговим методом. Для визначення показника водоутримуючої здатності листків методом А. Арланда на електронній вазі спочатку зважували сирі листки, а потім встановлювали їхню масу через 2, 4, 6, 24 год від початку закладання досліду, а також масу сухих листків. Водний дефіцит визначали у відсотках від вмісту водонасичених нею листках (Кушниренко М. Д., Курчатова Г. П., Крюков Е. В., 1975). Повторність чотириразова.

Збирання врожаю томатів проводили вручну в декілька прийомів по мірі дозрівання плодів. Кількість плодів на рослині визначали математичним підрахунком, їхню масу – шляхом зважування на електронних вагах у лабораторії фізіології рослин і мікробіології ТНПУ.

Для проведення аналізів відбирали по 2 стиглих плоди з п'яти рослин кожної повторності польового досліду. Рандомним способом з цих плодів формували по 3 об'єднаних проби. Аналіз хімічного та біохімічного складу зрілих плодів помідорів проводили за такими показниками: масову частку сухих речовин визначали методом висушування (Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П., 2003), масову частку сухих розчинних речовин – рефрактометрично (згідно з ДСТУ 8402:2015 (ДСТУ 8402:2015..., 2017)), кислотність – титрометрично (згідно з ДСТУ 4957:2008 (ДСТУ 4957:2008..., 2009)), масову частку вітаміну С – згідно з ДСТУ 7803:2015 (ДСТУ 7803:2015..., 2016), каротиноїдів і флавоноїдів – фотоколориметрично (Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П., 2003), вміст цукрів – за Бертраном (ДСТУ 4954:2008 (ДСТУ 4954:2008..., 2009)); вміст N, P, K – способом озоління прискореним методом Гінзбург, Щеглової – спектрофотометрично (Радов А. С., Пустовой И.В., Корольков А.В.); Cu, Fe, Mn, B, Zn – атомно-абсорбційним методом на Сатурн 4-ПАВ після сухого озоління за Сухаревою (Методи аналізів ґрунтів, 1999) у лабораторії агрохімії (Свідоцтво про технічну компетентність № МВ 09-2019 від 26.09.2019 р) ДП «ДГ «Мелітопольське» Мелітопольської дослідної

станції садівництва імені М. Ф. Сидоренка Інституту садівництва Національної академії аграрних наук України.

Для з'ясування інтенсивності поглинання макро- та мікроелементів рослинами розраховували їхні коефіцієнти біологічного поглинання (КБП) за формулою (Перельман А. И., 1989):

$$\text{КБП} = \frac{\text{Вміст елемента в золі рослин, } \frac{\text{мг}}{\text{кг}}}{\text{Вміст елемента в ґрунті, } \frac{\text{мг}}{\text{кг}}}$$

Біохімічні досліді проводили у три-, чотирикратній біологічній та трикратній аналітичних повтореннях.

На 30 та 52 доби вегетації помідора їстівного (вегетаційний дослід, 15 травня – 27 липня 2022 р.) визначали фізіологічні показники стану й активності ФСА рослин на повністю сформованих листках середнього ярусу за допомогою портативних флуориметрів MultispeQ v1.0 (США) та FluorPen FP 110 (Чеська Республіка). На основі параметрів індукції флуорисценції хлорофілу (ІФХ) оцінювали фізіологічні показники стану ФСА:  $\phi\Pi$  – квантова ефективність ФСII; NPQt – нефотохімічне гасіння, оцінене без темної адаптації;  $\phi\text{NPQ}$  – квантовий вихід NPQ;  $\phi\text{NO}$  – частка світлової енергії, що поглинається ФСII та втрачається через нерегульовані процеси; qL – частка відкритих реакційних центрів ФСII;  $Fv'/Fm'$  – максимальна квантова ефективність ФСII, SPAD – відносний вміст хлорофілу (Kramer, 2004; Kuhlger et al., 2016).

Результати експериментальних досліджень оброблено методом варіаційної статистики з використанням критерію Стюдента. У таблицях наведено середні арифметичні величини (Мельниченко О. П., Якименко І. Л., Шевченко Р. Л., 2006). Обробку статистичних даних здійснено за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel. Також статистичну обробку даних, зокрема описову статистику, проведено з використанням програмного забезпечення RStudio (version 1.4.1103, R Studio PBC, 2021) та бібліотек psych та multcomp.

**РОЗДІЛ 3. РЕГУЛЯЦІЯ МОРФОГЕНЕЗУ ТА ПРОДУКЦІЙНОГО  
ПРОЦЕСУ РОСЛИН ПОМІДОРА ЇСТІВНОГО (*LYCOPERSICON  
ESCULENTUM* MILL.) ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИМ ДОБРИВОМ  
«SMART» КОМПОЗИТ МАРЦІНІШИН®»**

**3.1. Ростові процеси помідора їстівного в онтогенезі**

Продуктивність культури та якість плодів істотно залежить від формування та ростових процесів донорної сфери, представленої переважно листками та зеленими фотосинтезуючими стеблами. Тому актуальною проблемою біології є дослідження морфогенезу, який охоплює процеси росту і розвитку клітин, тканин та органів, генетично запрограмованих і скоординованих між собою (Терек О. І., Пацула О. І., 2011), та пошук шляхів його регуляції.

Відомо, що морфогенез та показники ростових процесів рослин змінюються як під впливом ендогенних чинників, так і за екзогенного застосування ауксинів, гіберелінів та цитокінів (Терек О. І., Пацула О. І., 2011), обробки рослин помідора їстівного гіберелінами та ретардантами фолікуром (Кур'ята В. Г., Кравець О. О. 2018.; Kuryata V. G., Kravets O. O. 2018) і есфоном (Кур'ята В. Г., Кравець О. О., 2016). Показано, що регулятори росту збільшували площу асиміляційної поверхні рослин порівняно з контролем, зокрема ретарданти сприяли наростанню листків на рослині та збільшенню їхньої площі в результаті посилення галуження стебла, а гібереліни – за рахунок інтенсивнішого лінійного росту стебла. Встановлено, що мелатонін діє як сильний антиоксидант, біостимулятор і регулятор росту, посилює такі морфологічні властивості, як вегетативний ріст, поліпшує фотосинтез, затримуючи старіння листків, а також підвищує стійкість помідора до абіотичного стресу (Muhammad Ahsan Altaf та ін., 2022). За даними Астахової Н. В. зі співавторами, за використання препарату Амерол-2000 виявлено також стимулювання ростових процесів стебла помідора. Висота дослідних рослин була більшою на 5-7 % порівняно з

контролем (Астахова Н. В., Суворова Т. А., Дерябин А. Н., Трунова Т. И., 2010).

Низкою дослідів показано стимулювальний вплив гумінових речовин на процеси росту і розвитку рослин (Nardi S. et al., 2002; Ящук В. У. та ін., 2016; Цмур Ю. Ю., 2010).

Фенологічні спостереження та морфометричні дослідження, проведені у 2019–2021 роках, показали ефективність застосування ОМД SKM за показниками ростових процесів. Відсоток польової схожості насіння помідору на 5-ту добу становив  $70 \pm 3,1$  %, сходи почали з'являтися через 5–6 днів після сівби у палети. Оскільки насіння характеризувалося високими посівними якостями, то через 10 днів польова схожість зросла до  $95,4 \pm 0,9$  %. Висота проростків помідору на 10-ту добу в середньому становила  $2,5 \pm 0,1$  см. Висота рослин у фазі 1-го справжнього листка з розгорнутою пластинкою довжиною  $2,4 \pm 0,1$  см –  $3,5 \pm 0,2$  см. У фазі 3-х справжніх листків висота рослин –  $7,4 \pm 0,3$  см, діаметр стебла біля кореневої шийки –  $3,0 \pm 0,1$  мм. Для покращення укорінення розсади помідору дослідного варіанту перед висаджуванням у ґрунт її замочували на 5–10 хвилин у розчині ОМД SKM. Варто зазначити, що замочування кореневої системи розсади в ОМД SKM перед висаджуванням її у відкритий ґрунт сприяло підживленню рослин, прискорило процес приживання у польових умовах, що відповідно вплинуло на інтенсивність ростових процесів помідора їстівного. Рослини контрольного варіанта прижилися всі, але морфометричні показники їх у продовж онтогенезу були нижчими. Шестиразове позакореневе підживлення ОМД SKM протягом онтогенезу поліпшувало мінеральне живлення рослин. Це впливало на морфогенез помідора їстівного, зумовило інтенсивніший ріст стебла, формування більшої кількості пагонів у кущі та листків, які є донорами пластичних речовин і, відповідно, вплинуло на продуктивність та елементний склад плодів, які є їх акцепторами.

Швидкість ростових процесів залежить від активності апікальних і латеральних меристем стебла (Rademacher W. Ñ., 2016). Встановлено, що у

фазі бутонізації висота стебла на дослідних ділянках за впливу технології з використанням ОМД SKM зросла на 25,1 % (контроль-25,5 см) у середньому за три роки досліджень (рис. 3.1.1), зокрема 19,9 (2019 р.), 23,9 (2020 р.) та 30,9 (2021 р.)%.

Тривалість періоду «сходи-цвітіння» є стійким показником темпів онтогенезу рослин і займає в середньому 35 % усієї тривалості вегетації рослин помідора.

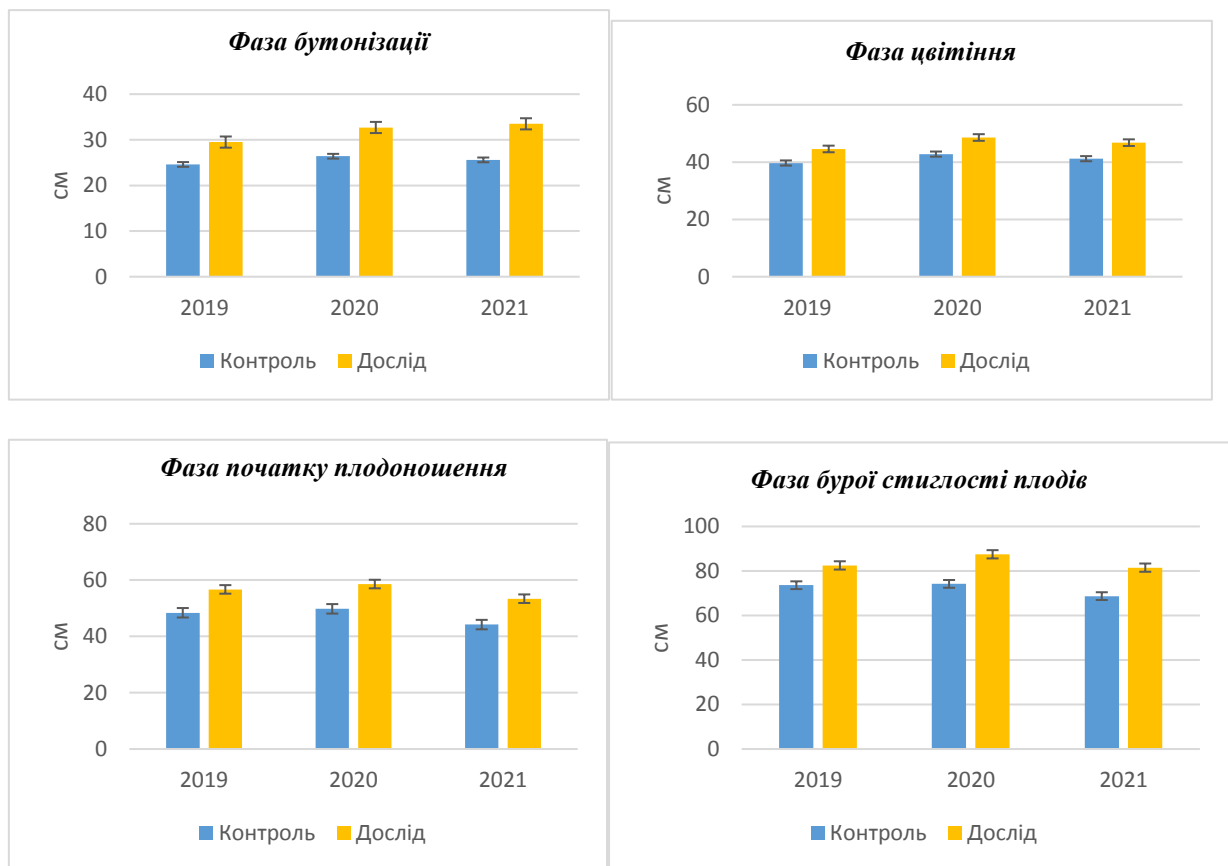


Рис 3.1.1. Вплив ОМД SKM на висоту рослин помідора їстівного F1 Талент,  $M \pm m$ ,  $n=40$

Фенологічні спостереження показали, що під час цвітіння інтенсивність ростових процесів порівняно з фазою бутонізації була нижчою. Приріст висоти рослин у зазначенну вище фазу за застосування технології з використанням ОМД SKM становив до 13,3 %, в наступні фази плодоношення і бурі стиглості плодів показник приросту був на рівні 18,3 та 16,1 % відповідно до контролю. Таким чином, гумусові речовини, які



входять до складу ОМД SKM, здійснюють вплив на всі фази мітотичного циклу клітин і сприяють збільшенню значення мітотичного індексу (Rose M.T. et al., 2014), що позначається на ростових процесах верхівкових твірних тканин і рослини загалом.

Ріст стебла в товщину здійснюється за рахунок латеральних меристем, тож діаметр стебла рослин помідора закономірно збільшувався з переходу однієї фази розвитку до іншої. Застосування ОМД SKM сприяло потовщенню стебла біля кореневої шийки помідора упродовж онтогенезу. Найінтенсивніші ростові процеси стебла біля кореневої шийки виявлено на початку плодоношення помідора (на 21,6-23,6 % більше порівняно з контролем), а надземних вегетативних органів – протягом вегетаційного періоду 2020 року. Приріст діаметра стебла під час бутонізації, цвітіння, початку плодоношення та в стадії бурої стиглості плодів у вищезазначений період становив відповідно 21,4, 19,5, 23,6 та 19,4 % (табл. 3.1.1).

Таблиця 3.1.1. Вплив ОМД SKM на товщину стебла біля кореневої шийки рослин помідора їстівного F1 Талент,  $M \pm m$ ,  $n=40$

Варіант	Діаметр стебла, мм			Середнє значення, мм	Приріст до контролю	
	2019 р.	2020 р.	2021 р.		мм	%
Фенологічна фаза розвитку – бутонізація						
Контроль	5,4 ± 0,2	5,6 ± 0,1	5,5 ± 0,2	5,5	-	-
Дослід	6,3 ± 0,2*	6,8 ± 0,2*	6,6 ± 0,1*	6,6	1,1	20,0
Фенологічна фаза розвитку – цвітіння						
Контроль	7,2 ± 0,2	7,7 ± 0,3	7,4 ± 0,2	7,4	-	-
Дослід	8,6 ± 0,3*	9,2 ± 0,4*	8,9 ± 0,3*	8,9	1,5	20,3
Фенологічна фаза розвитку – початок плодоношення						
Контроль	8,8 ± 0,3	9,3 ± 0,4	9,1 ± 0,3	9,1	-	-
Дослід	10,7 ± 0,4*	11,5 ± 0,5	11,2 ± 0,4*	11,1	2,0	22,0
Фенологічна фаза розвитку – бура стиглість плодів						

Варіант	Діаметр стебла, мм			Середнє значення, мм	Приріст до контролю	
	2019 р.	2020 р.	2021 р.		мм	%
Контроль	15,3±0,3	16,5±0,4	16,4±0,3	16,1	-	-
Дослід	18,5±0,6*	19,7±0,5*	19,4±0,7*	19,2	3,1	19,2

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Порівняно менший приріст зазначеного вище показника визначено у фенологічній фазі розвитку бутонізація у 2019 р. (16,7 %). Аналіз показників середнього значення товщини стебла біля кореневої шийки рослин показав їх зростання в межах 19,2 (бура стиглість плодів) – 22,0 % (початок плодоношення).

Важливим показником, що характеризує ростові процеси рослин, який в подальшому безпосередньо впливає на врожай, є облиствлення. Від формування та розвитку листків залежить процес фотосинтезу і, відповідно, утворення органічних речовин, що є основою продуктивності. В онтогенезі листок утворюється як бічний плагіотропний виріст на конусі наростання пагону (Терек О. І., Пацула О. І., 2011). Аналіз даних за три роки досліджень показав, що за впливу позакорневих підживлень рослин помідора ОМД SKM у різні фази розвитку збільшувалась кількість листків на рослині в середньому на 29.3 – 32,5% порівняно з контролем (рис. 3.1.2).

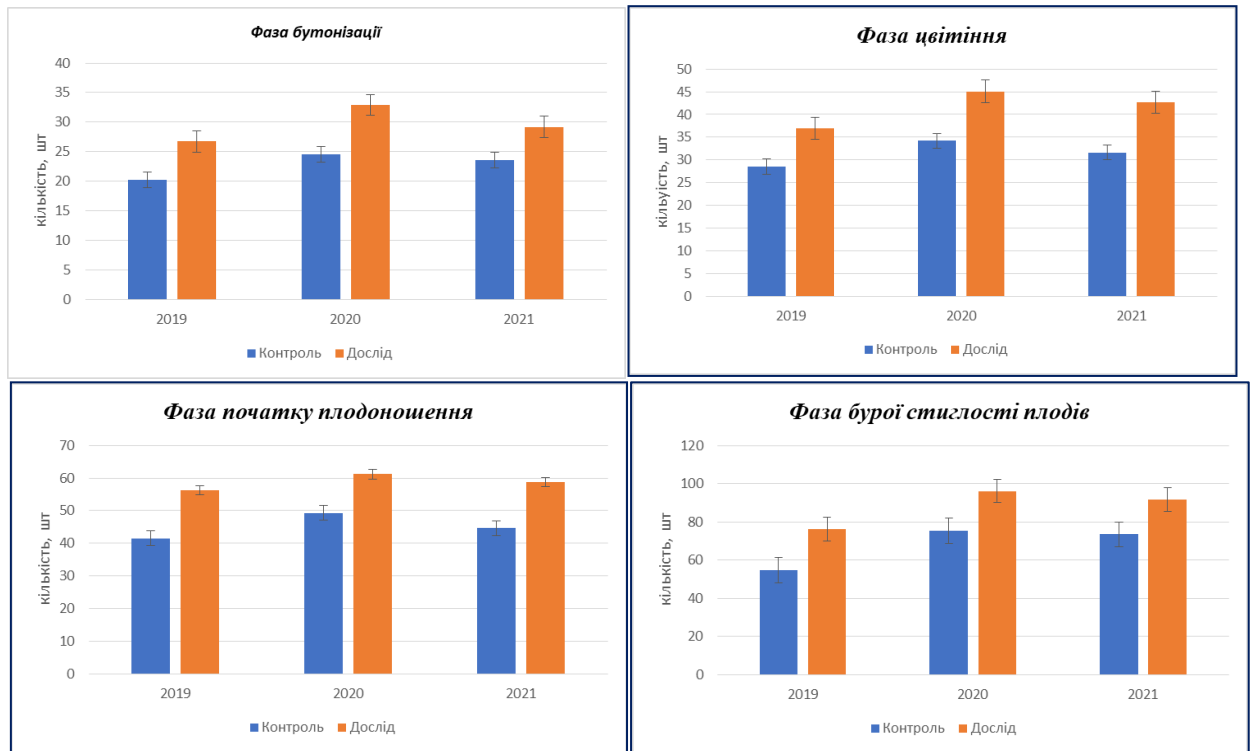


Рис 3.1.2. Вплив ОМД SKM на облиствлення рослин помідора їстівного F1 Талент,  $M \pm m$ ,  $n=40$

Найбільша донорна сфера помідора їстівного сформувалася у фенологічній фазі бурій стиглості плодів. Такий приріст показника облиствлення рослин можна пояснити більшою кількістю пагонів першого та другого порядків у кущі за впливу ОМД SKM (табл. 3.1.2).

Таблиця 3.1.2. Вплив ОМД SKM на ростові процеси помідора їстівного F1 Талент, середнє за 2019–2021 рр.,  $M \pm m$ ,  $n=40$

Варіант	Фенологічна фаза розвитку – бурої стиглості плодів		
	Кількість пагонів 1-го порядку в кущі, шт.	Висота бічного пагону, см	Довжина листка, см
Контроль	$7,5 \pm 0,2$	$56,3 \pm 1,4$	$19,3 \pm 0,8$
Дослід	$8,5 \pm 0,1$	$67,8 \pm 1,7^*$	$23,8 \pm 0,9$

Примітка \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Гібрид першого покоління Талент має форму куща, тобто здатний до галушення біля кореневої шийки. Поліпшення живлення рослин помідора

їстівного в результаті внесення ОМД SKM сприяло також інтенсивному росту пагонів першого і другого порядків. Кількість пагонів першого порядку в кущі становила від 6 до 8 на контрольному варіанті і від 7 до 12 – у дослідному варіанті за впливу ОМД SKM.

У середньому за три роки кількість пагонів першого порядку в кущі помідора під дією ОМД SKM зросла на 13,3 %. Висота бічного пагону рослини помідора на варіанті з позакореневим підживленням збільшилась на 11,5 см, що на 20,4 % більше, ніж у пагонів контрольних рослин. Застосування ОМД SKM впливало не лише на процес формування листків на рослинах помідора їстівного, а й на їхні розміри. Також довжина листка з розгорнутою пластинкою середнього ярусу рослин дослідного варіанта на стадії бурої стиглості плодів на 4,5 см була більшою за контроль, що становить 23,3 % приросту.

З літератури відомо, що застосування ОМД поліпшує родючість ґрунту, зокрема, підвищується вміст гумусових речовин та макроелементів в орному шарі чорнозему опідзоленого та чорнозему типового. Внесення ОМД врозкид і локально сприяло підвищенню в 1,2 рази ступеня рухомості всієї системи гумусових речовин в орному шарі чорнозему типового. Найістотніше (на 41-62 %) підвищувався вміст рухомої фракції гумінових кислот (ГК-1) порівняно з контролем з відповідним зниженням гумінових кислот міцнозв'язаних з мінеральною частиною ґрунту (ГК-3). під впливом ОМД зростав уміст фосфатів переважно завдяки фосфатам алюмінію і кальцію, та спостерігалася тенденція щодо збільшення вмісту органічних фосфатів. Внесення ОМД впливало на зміну всіх форм калію: легкокорозчинний калій збільшився на 11-61 %, обмінний на 23-70 %, важкодоступий (необмінний) калій – на 28-31 % порівняно з контролем (Бацула О.О. та ін., 1992; Скрильник Є.В., Галушка С.В., 2008; Скрильник Є.В., 2009; Скрильник Є.В., 2011).

Результати наших досліджень узгоджуються з даними літератури, де показано, що добрива на основі гумінових речовин сприяють активізації

ростових процесів рослин, підвищують їх стійкість до несприятливих біотичних та абіотичних факторів (Пономаренко С. П., 1998).

### **Підсумки до підрозділу 3.1**

Отже, застосування органо-мінерального добрива ОМД SKM на основі гумінових речовин упродовж онтогенезу в технології вирощування помідора їстівного F1 Талент поліпшувало мінеральне живлення культури, оскільки протягом вегетації проводили шестикратне позакореневе підживлення (див. розділ 2). Це суттєво впливало на морфогенез і відповідно інтенсифікувало ростові процеси рослин. За використання ОМД SKM у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України протягом досліджуваного періоду статистично достовірно збільшувалася висота рослин (у середньому на 13-25 % порівняно з контролем), кількість пагонів першого порядку в кущі (на 13 %), діаметр стебла біля кореневої шийки (на 20 %) та облиствлення рослин (на 30 %). Зростання параметрів габітусу рослин помідора їстівного відповідно вплинуло на його продуктивність.

### **3.2. Вплив органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин®» на показники водообміну листків помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

Ростові процеси рослин тісно пов'язані з процесами водообміну. Протягом вегетаційного періоду помідори випаровують значну кількість води. Для формування врожаю 500 ц/га вони витрачають близько 6000 м<sup>3</sup> води. Період утворення і активного росту перших зав'язей і плодів є критичним щодо вологи. Недостатнє водозабезпечення в критичний період рослин затримує формування бутонів і призводить до опадання зав'язі (Божко Л. Ю., 2010). Тому наступним етапом наших досліджень було встановлення показників водообміну листків за впливу ОМД.

Зміна клімату, яка протягом останніх десятиліть відбувається на планеті, спостерігається й в Україні загалом і Тернопільській області зокрема. У регіоні суттєво змінився термічний режим, режим зволоження,

вітру тощо. До середини ХХІ ст. за збалансованого розвитку суспільства в області можна очікувати подальше підвищення мінімальної, середньої, та максимальної температур протягом усього року, збільшення числа спекотних днів з температурою більше 20 та 25 °С та тривалості спекотного періоду (Балабух В. О., 2014).

Обов'язковою умовою росту та розвитку рослин, стійкості до впливу несприятливих чинників навколишнього середовища є їхня здатність підтримувати певний рівень водного балансу (Кушниренко М. Д., 1989). Рослини реагують на дефіцит вологи комплексною відповіддю, яка включає сприйняття дії стресора, ініціацію сигнальних трансдукційних шляхів і фізіолого-біохімічні зміни в клітині (Bray A. E., 1993). За впливу посухи в хлоропластах і мітохондріях посилюється утворення АФК. Тому екзогенні впливи, що індукують антиоксидантну систему, розглядаються як прийоми підвищення посухостійкості рослин (Колупаев Ю. Е., Карпец Ю. В., 2019). Навіть за незначного напруження водного балансу рослин, спричиненого посухою, порушується нормальний перебіг метаболічних процесів, у результаті чого знижується продуктивність рослин (Кушниренко М. Д., 1989). Наслідками порушення водного режиму є зниження вмісту води в тканинах рослин, втрата ними мінеральних речовин, гальмування ростових процесів, побуріння, засихання й опадання листків тощо (Григорюк І. П., Мусієнко М. М., 2001). Отже, будь-які зміни середовища відображають показники водного статусу рослинних клітин.

Обводненість тканин рослинного організму являє собою одну з важливих умов нормального росту та розвитку рослин. Як зазначає П. Г. Таргон (1980), вода в організмі утримується різними силами, тобто є більш або менш активною.

Результати досліджень, що наведені у табл. 3.2.1 свідчать про те, що більш обводненими були листки помідора їстівного у фазі бутонізації, під час цвітіння та бурі стиглості плодів загальний вміст води поступово знизився.

Таблиця 3.2.1. Вплив ОМД SKM на вміст загальної води в листках помідора їстівного,  $M \pm m$ ,  $n=12$ , середнє за 2019-2021 рр.

Варіант	Фаза бутонізації	Фаза цвітіння	Фаза бурої стиглості плодів
Контроль	83,2±0,3	82,1±1,4	80,7±0,3
Дослід	86,1±0,4*	84,8±0,6	84,5±0,5*

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

За впливу ОМД SKM вміст загальної води в листках зріс на 3,5 (фаза бутонізації), 3,3 (цвітіння) та 4,7 % (бурої стиглості плодів). Під час цвітіння листки помідора їстівного контрольного та дослідного варіантів за вмістом загальної води статистично достовірно не відрізнялися. Ростові процеси рослин тісно пов'язані з оводненням їх тканин. Відомо, що в основі первинного процесу розтягування є активація осмосу (Терек О. І., Пацула О. І., 2011). Найбільш активними ростовими процесами, як показали дослідження (див. підрозділ 3.1), характеризувалися рослини на ювенільному етапі онтогенезу. У генеративних фазах розвитку знижувалась інтенсивність ростових процесів Як відзначає Л. С. Літвінов (1951), вміст загальної води у посухостійких рослин вищий. Таким чином, можна вважати, що застосування ОМД в технології вирощування помідора підвищує його посухостійкість.

Процес формування урожаю, стійкість до абіотичних та біотичних факторів доквілля істотно пов'язані з транспірацією (Григорюк І. П., Мусієнко М. М., 2001). Транспірація – складний фізіологічний процес, завдяки якому вода надходить у рослину та рухається висхідним шляхом по судинах ксилеми до наземних органів, оскільки виконує функцію верхнього рушія води та мінеральних речовин. Зміни інтенсивності випаровування води надземними органами рослини, що зумовлені внутрішніми і зовнішніми чинниками, позначаються на низці фізіологічних процесів. Транспірацію переважно здійснюють листки (продихову і кутикулярну). Продихи є тим утвором, через який виділяється водяна пара, вуглекислий газ під час

дихання, кисень – під час фотосинтезу та поглинається кисень для окиснення органічних речовин, вуглекислий газ – для синтезу вуглеводів у процесі фотосинтезу. Тому стан продихового апарату впливає на інтенсивність процесу фотосинтезу й, відповідно, продуктивність рослин. Транспірація також забезпечує надходження від кореневої системи до зелених органів рослини води, макро- і мікроелементів, необхідних для утворення Оксигену, формування фотосинтетичного апарату, що позначається на продуктивності.

Практичні знання про параметри транспірації овочевих культур дають змогу чітко оцінити потребу рослини у воді за певної фази її розвитку та оптимізувати процес управління водним режимом (Ромащенко М. І. та ін., 2012).

Експериментальні дослідження показали, що застосування ОМД SKM протягом онтогенезу рослин істотно впливало на інтенсивність випаровування води з поверхні листків помідора їстівного. Згідно з даними про добову періодичність руху продихів, вони відкриті з 6:00 до 12:00 і з 16:00 для більшості видів рослин (Макрушин М. М. та ін., 2006). Дослідження, проведені об 11:00 годині під час фази бутонізації за використання ОМД SKM, показали приріст показника інтенсивності транспірації. За результатами досліджень встановлено, що найбільшу кількість води на транспірацію рослини помідора витрачають у міжфазний період цвітіння – буро стиглість. Зокрема, у фазу бутонізації показник інтенсивності транспірації листків помідора їстівного за застосування ОМД SKM зріс на 31,2 % порівняно з контролем (табл. 3.2.2).

У фазі цвітіння виявлено аналогічну закономірність порівняно із фазою бутонізації, але інтенсивність транспірації листків помідора їстівного за використання ОМД SKM істотно зростала на 29,4 %. У фазі цвітіння листки помідора випаровували на 86,6 % (контроль) та 83,6 % (дослід) більше води порівняно з фазою бутонізації. За використання ОМД SKM у фазі бурої стиглості плодів також виявлено істотне зростання показника інтенсивності транспірації на 40,1 %. Під час фази бурої стиглості плодів, порівняно з



фазою бутонізації та цвітіння, інтенсивність транспірації зросла на 78,3 та знизилася на 4,3 % у контрольному варіанті й підвищилася на 90,3 % та 3,6 % за використання ОМД SKM.

Таблиця 3.2.2. Вплив ОМД SKM на інтенсивність транспірації листків помідора їстівного,  $M \pm m$ ,  $n=12$ , середнє за 2019-2021 рр.

Варіант	Інтенсивність транспірації, г·м <sup>2</sup> /год		
	Фаза бутонізації, t пов.=25°C	Фаза цвітіння, t пов.=28°C	Фаза бурі стиглості плодів, t пов.=27°C
Контроль	101,9±6,2	189,9± 7,3	181,7 ± 5,8
Дослід	133,8±9,1*	245,7 ±4,4*	254,6±7,2*

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Зростання інтенсивності транспірації свідчить про захист рослин від підвищеної температури повітря та інтенсивне надходження в надземні органи води і поживних речовин з ґрунту. За дослідженнями І. Сенчишиної (2005), динаміка інтенсивності транспірації та водоутримувальної здатності листків рослин пов'язана з динамікою вологості ґрунту. Варто зазначити, що липень і серпень 2019 р. та серпень 2020 р. характеризувалися нижчими показниками відносної вологості повітря порівняно з середньобагаторічними (рис. 2.2.2).

Отже, застосування позакореневих підживлень рослин помідора гібрида F1 Талент ОМД SKM збільшує інтенсивність транспірації листків, тим самим захищає листки від руйнування за підвищених температур навколишнього середовища.

У регулюванні процесу водообміну рослин значну роль виконує водоутримувальна здатність (втрата води листками за певний проміжок часу), здебільшого зумовлена вмістом у клітинах осмотично активних речовин і здатністю колоїдів до набухання. За зазначеним вище показником

оцінюють втрату води через 2, 4, 6, 24 години від початкової сирової маси листків у процесі в'янення.

У фазі бутонізації виявлено (табл. 3.2.3) статистично вірогідні показники водоутримуючої здатності листків помідора за впливу технології з використанням ОМД SKM (через 2, 4 та 6 год). Через 2 год після зрізування листки дослідного варіанта втратили на 16,5 % менше води порівняно з контролем. Аналогічні результати отримано також через 4 та 6 год. Кількість втраченої води листками рослин контрольного варіанта була більшою на 18,1 та 17,5 % порівняно з дослідом. Очевидно, в листках рослин дослідного варіанта в результаті позакореневого підживлення накопичувалось більше осмотично активних речовин. Варто зазначити, що до складу ОМД SKM входить Калій, який є осмотично активним катіоном (Коць С. Я., Петерсон Н. В., 2005). Через 24 год листки втратили значну кількість води і вірогідної різниці між контролем та дослідним варіантом не визначено. За впливу ОМД SKM листки менше втрачали воду порівняно з контролем.

Таблиця 3.2.3. Вплив ОМД SKM на водоутримуючу здатність листків (кількість втраченої води у %) помідора їстівного гібрида Талент у фазу бутонізації,  $M \pm m$ ,  $n=12$ , середнє за 2019-2021 рр.

Час через:	Фаза бутонізації	
	Контроль	Дослід
2 год	34,01±1,56	28,39±2,07*
% до контролю	100	83,5
4 год	49,24±2,46	40,28±2,42*
% до контролю	100	81,8
6 год	60,55±2,19	49,94±2,82*
% до контролю	100	82,5
24 год	75,24±1,89	75,13±0,87
% до контролю	100	99,8

Примітка \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Дослідженнями встановлено, що у фазі цвітіння помідора їстівного втрата води листками за впливу ОМД SKM була на 2,7 % нижчою порівняно з контролем через 2 години, на 3,6 % – через 4 години, на 2,8 % – через 6 годин та на 3,9 % – через 24 години (табл. 3.2.4). За загальним вмістом води в зазначену вище фазу листки контрольних та дослідних рослин істотно не відрізнялися між собою.

Таблиця 3.2.4. Вплив ОМД SKM на водоутримуючу здатність листків (кількість втраченої води у %) помідора їстівного гібрида Талент у фазу цвітіння,  $M \pm m$ ,  $n=12$ , середнє за 2019-2021 рр.

Час через:	Фаза цвітіння	
	Контроль	Дослід
2 год	23,07±1,09	22,44±1,83
% до контролю	100	97,3
4 год	40,58±1,32	39,11±3,17
% до контролю	100	96,4
6 год	55,69±1,21	54,11±3,23
% до контролю	100	97,2
24 год	96,03±0,48	92,31±1,33*
% до контролю	100	96,1

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Зазначені вище результати дослідження водоутримуючої здатності листків помідора за використання ОМД SKM порівняно з контролем є статистично достовірними лише через 24 години. Через 2, 4 та 6 годин після зривання листків виявлено тенденцію більшої водоутримуючої здатності колоїдів їхніх тканин, через 24 години листки помідора їстівного втратили понад 90 % води.

У фазі бурої стиглості плодів встановлено (табл. 3.2.5) статистично вірогідні показники водоутримуючої здатності листків помідора їстівного за впливу технології з використанням ОМД SKM (через 6 та 24 год). Через 2 та

4 год листки дослідних рослин втратили на 15,6 та 6,4 % меншу кількість води, але вірогідної різниці між контролем та дослідним варіантом не виявлено.

Таблиця 3.2.5. Вплив ОМД SKM на водоутримуючу здатність листків (кількість втраченої води у %) помідора їстівного гібрида Талент у фазу бурої стиглості плодів,  $M \pm m$ ,  $n=12$ , середнє за 2019-2021 рр.

Час через:	Фаза бурої стиглості плодів	
	Контроль	Дослід
2 год	19,12±1,23	16,14±1,83
% до контролю	100	84,4
4 год	34,35±1,43	32,16±2,14
% до контролю	100	93,6
6 год	52,69±1,21	47,17±1,12*
% до контролю	100	89,5
24 год	77,48±1,14	72,06±1,13*
% до контролю	100	93,0

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Помідор їстівний є вимогливим до вологи. Особливо негативно на рослини впливає як ґрунтова, так і атмосферна посуха. Вона призводить до порушення низки фізіологічних процесів у тканинах рослин. Для характеристики водообміну помідора їстівного за впливу ОМД SKM визначено ще один показник – водний дефіцит листків. Водним дефіцитом вважають ту недостачу води, яку рослина не може відновити навіть у нічний час. Зазначений кількісний показник характеризує стійкість рослин до посухи. Дефіцит води в листках виникає за недостатньої кількості її в ґрунті. Недостатня кількість води в ґрунті та повітрі призводить до порушення водного метаболізму рослин. За великого дефіциту вологи різко знижується інтенсивність фотосинтезу, відбувається призупинення процесів росту та накопичення врожаю (Кушніренко М. Д., 1970, И. А. Григорюк та ін., 2003).

За стресових умов рослина як саморегулююча система перерозподіляє фонди води, яка надходить через кореневу систему. Насамперед забезпечується оводнення тканини, а решта використовується на процеси транспірації (Кушниренко М. Д., 1989).

Дослідження (табл. 3.2.6) показали, що у фазі бутонізації за впливу ОМД SKM (дослід) порівняно з контролем кількісний показник дефіциту води листків помідора знизився на 16,7 %. Зазначений показник водного дефіциту листків помідора їстівного дослідного варіанта статистично достовірно відрізняється від контролю.

У фазі цвітіння температура повітря була вищою на 2 °С, але вологість ґрунту теж була вищою, що відповідно вплинуло на показники водного дефіциту листків помідора їстівного. У дослідному варіанті за впливу ОМД SKM показник водного дефіциту листків помідора їстівного порівняно з контролем зменшився на 8,3 %, але зазначений вище показник статистично не відрізняється від контролю.

Таблиця 3.2.6. Вплив ОМД SKM на показник водного дефіциту листків помідора їстівного,  $M \pm m$ ,  $n=12$ , середнє за 2019-2021 рр.

Варіант	Фаза бутонізації, $t= 23\text{ }^{\circ}\text{C}$	Фаза цвітіння, $t= 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	Фаза бурої стиглості плодів, $t= 26\text{ }^{\circ}\text{C}$
Контроль	25,35±1,14	22,58±1,36	26,25±1,12
Дослід	21,12±1,06*	20,72±0,57	21,23±0,78*

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

У фазі бурої стиглості плодів за впливу ОМД SKM показник водного дефіциту помідора їстівного знизився на 19,1 %, що свідчить про те, що ОМД SKM знижує водний дефіцит листків. Варто зазначити, що температура повітря під час дослідження була вищою, порівняно з фазами бутонізації та цвітіння, відповідно на 3 і 1 градуси (табл. 3.2.6). Результати наших досліджень підтверджують думку вчених про вплив забезпечення рослин

водою на величину показника дефіциту води у рослині. Показник водного дефіциту залежить також від транспірації: вищий рівень водного дефіциту характерний для листків з інтенсивнішою транспірацією (Сенчишина І., 2005).

Показано, що обробка озимої пшениці саліциловою кислотою у фази колосіння–цвітіння сприяла підвищенню вмісту води і водного потенціалу в листках рослин, а також зниженню їх водного дефіциту за дії посухи, що зумовило зменшення втрати зернової продуктивності озимої пшениці (Маменко Т. П., Ярошенко О. А., Якимчук Р. А., 2009). Під впливом екзогенних поліамінів (путресцин і спермін) також встановлений ефект підвищення посухостійкості рослин пшениці за умов, наближених до природних. Поліаміни впливали на водний обмін, зокрема зменшували водний дефіцит, очевидно, за рахунок зниження продихової провідності та стану антиоксидантної та до певної міри осмопротекторної систем (Кокорев О. І. та ін., 2020). В умовах стресу, зумовленого кадмієвим забрудненням, розвивається водний дефіцит, і на 14 добу експозиції показники водного дефіциту дослідних рослин зеленого салату зростали до 33 % (Хоменко І., Косик О., Таран Н., 2018).

### **Підсумки до підрозділу 3.2**

Отже, використання ОМД SKM протягом онтогенезу рослин шляхом позакореневого підживлення істотно впливає на показники водообміну листків гібрида першого покоління Талент помідора їстівного в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України (Тернопільська область). У результаті аналізу вмісту загальної вологи в листках помідора їстівного встановлено, що до кінця вегетаційного періоду її рівень знижується. За впливу 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 та бурої стиглості плодів – 40,1 %, водоутримуючої здатності листків у фазах бутонізації (через

2, 4 та 6 год) та бруї стиглості плодів (через 6 та 24 год) і знизилися – водного дефіциту листків помідора їстівного на 16,7 і 19,1 % у фазах бутонізації та бруї стиглості плодів.

### **3.3. Продуктивність рослин помідора їстівного за впливу органіно-мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин®**

Для отримання високого урожаю овочевих культур із хорошою якістю їхніх плодів, створення найкращих умов для нормального росту і розвитку необхідно рослини забезпечити оптимальною кількістю елементів живлення. Внесення мінеральних і органічних добрив сприяє підвищенню продуктивності та поліпшенню якості сільськогосподарських культур (Корсун С. Г., Клименко І. І., 2018).

У літературі наявні результати ґрунтовних досліджень щодо ефективності застосування біологічних препаратів «Агрофілу», «Фосфоентерину», «Біополіциду» та «Азотобактерину» на овочевих культурах, у тому числі томатах. Біоагенти зазначених вище препаратів впливають на мікробні угруповання ґрунту ризосфери, епіфітну мікрофлору, поліпшують живлення рослин, продукують рістстимулюючі речовини, що в кінцевому рахунку підвищує продуктивність ранньої овочевої продукції. Підвищення продуктивності овочевих культур та поліпшення якості їхніх плодів зі зниженням хімічного навантаження на ґрунт є актуальною сучасною проблемою. Використання інтенсивних технологій у сільському господарстві сприяє значному підвищенню врожайності культурних рослин, але негативно впливає на агроєкосистеми. Альтернативою індустріальним методам ведення сільського господарства є органічне виробництво. Важливими вимогами світових стандартів щодо органічного землеробства є мінімальний обробіток ґрунту, відсутність у технологіях хімічних добрив, засобів захисту рослин, генетично-модифікованих організмів. Згідно з даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), Міжнародної федерації органічного руху та Дослідного інституту

органічного сільського господарства, у світі площі земель під органічним сільським господарством безперервно зростають, особливо це стосується країн-членів ЄС (Wilier, Lemoud, 2017; The World of Organic Agriculture is launched, 2018; Zeman, Hron 2018).

На сьогодні Україна також має значний потенціал для розвитку виробництва органічної продукції, яка стає дедалі більш затребуваною для європейського та привабливою для національного споживачів (Степасюк, Борисенко, 2019). За посівними площами вона входить до ТОП-10 світових виробників органічних зернових, олійних та овочевих культур, а також органічної картоплі. Зокрема, наша країна в рейтингу виробників овочевих культур є десятою (Україна – 20-та у світі за органічними угіддями, 2017).

Органічне землеробство може слугувати одним із засобів покращення економічного, соціального та екологічного стану в Україні, підвищення якості та безпечності харчування населення (Ярошенко, Мірзоєва, 2019).

Вагомим чинником підвищення продуктивності агроecosystem, потенціал яких на сьогодні повністю не використовують, є застосування екологічно безпечних комплексних препаратів органічного походження. Одним зі шляхів підвищення продуктивності *Lycopersicum esculentum* Mill. є впровадження в технологію вирощування органо-мінеральних добрив, які є елементом органічного землеробства. Урожайність є основним показником за вдосконалення технології.

Продуктивність культури характеризує успішність застосованого елемента технології. Фенологічні спостереження показали, що за кількістю суцвіття рослини контрольного та дослідного варіантів помідора їстівного істотно відрізнялися між собою. Хоч у суцвіттях 1-3-їх порядків головного стебла як контрольного так і дослідного варіантів формувалося 6-9 квіток, 1-2-го порядків бічних пагонів – 5-6 квіток, але кількість закладок генеративних органів у дослідних рослин була вищою. На контрольних рослинах значна кількість квіток після цвітіння всихала і зав'язувалося менше плодів. Продуктивність помідора за впливу технології з



використанням ОМД SKM була значно вищою, що пов'язано із поліпшенням мінерального живлення. Встановлено статистично достовірний приріст урожаю плодів за впливу ОМД SKM протягом усіх трьох років дослідження (табл. 3.3.1), який становив 24,0 (2019 р.), 22,4 (2020 р.) та 24,6 %. Найвищий урожай рослини помідора їстівного сформували у 2021 р., дещо нижчий – у 2020 р. та 2019 р., що очевидно пов'язано із кількістю опадів (рис. 2.2.2). Відносна вологість повітря протягом досліджуваного періоду становила 72,2, 74,0 та 73,8 % відповідно. За використання ОМД SKM урожай плодів помідора їстівного зріс порівняно з контролем у середньому на 14,94 т/га (22,1 %).

Таблиця 3.3.1. Вплив ОМД SKM на продуктивність помідора їстівного F1 Талант в умовах польового дослідження,  $M \pm m$ ,  $n=12$

Варіант /рік	Продуктивність, т/га			Середнє значення
	2019 р.	2020 р.	2021 р.	
Контроль (без добрив)	61,54±1,17	63,47±1,21	64,18±1,34	63,06±0,78
Дослід (ОМД SKM)	76,34±1,26*	77,68±1,43*	79,97±1,47*	78,00±1,09
Приріст до контролю, т/га	14,8	14,21	15,79	14,94
Приріст до контролю, %	24,0	22,4	24,6	22,1

Примітка \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Вагомим показником, що характеризує структуру урожаю помідора їстівного, є кількість плодів на одному куці. Протягом періоду дослідження за використання ОМД SKM їх чисельність зросла на 19,0, 15,0 та 24,6 % (табл. 3.4.2). За три роки дослідження приріст середньої кількості плодів на одному куці до контролю становив 22,1 %. Це пояснюється тим, що в результаті поліпшення мінерального живлення рослин у куці формувалося більше пагонів першого та другого порядків (див. підрозділ 3.1) та в суцвіттях зав'язувалось більше плодів.

Таблиця 3.3.2. Вплив ОМД SKM на показники структури урожаю помідора їстівного,  $M \pm m$ ,  $n=40$

Варіант /рік	Кількість плодів на одному кущі, шт.			
	2019 р.	2020 р	2021 р.	Середнє значення
Контроль (без добрив)	32,14±1,01	34,23±1,13	36,14±1,41	34,17
Дослід (ОМД SKM)	38,26±1,12*	39,38±1,11*	42,19±1,26*	39,94
Приріст до контролю, шт.	6,12	5,15	6,05	5,77
Приріст до контролю, %	19,0	15,0	24,6	22,1

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Розмір ягід помідора їстівного також істотно впливає на продуктивність культури. Він визначає не лише зовнішній вигляд, а й товарність, привабливість та, через окомірну оцінку споживача, реалізаційну цінність. Встановлено, що протягом періоду дослідження за впливу технології з використанням ОМД SKM маса одного плоду статистично достовірно була вищою порівняно з контролем на 8,3, 13,2 та 11,5 % (табл. 3.4.3). На формування вищої маси плодів дослідного варіанта також вплинуло поліпшення мінерального живлення рослин впродовж онтогенезу. За впливу ОМД SKM рослини були більш облиствленими (див. підрозділ 3.1), що сприяло перерозподілу пластичних речовин від донорної сфери (листки) до акцепторів, якими виступають плоди. Більша кількість плодів на рослині дослідного варіанта та статистично вища маса одного плоду відповідно вплинули на показник маси плодів з однієї рослини. Виявлено, що за впливу ОМД SKM маса плодів з одного куща помідора їстівного F1 Таленд зростала на 28,6 (2019 р.), 30,3 (2020 р.) та 30,8 % (2021 р.) (табл. 3.4.4.).

Таблиця 3.3.3. Вплив ОМД SKM на показник маси одного плоду рослин помідора їстівного,  $M \pm m$ ,  $n=40$

Варіант /рік	Маса одного плоду, г			
	2019 р.	2020 р	2021 р.	Середнє значення
Контроль (без добрив)	50,18±1,02	49,17±1,03	50,43±1,14	49,9
Дослід (ОМД SKM)	54,36±1,01*	55,68±1,14*	56,23±1,17*	55,4
Приріст до контролю, г	4,18	6,51	5,8	5,5
Приріст до контролю, %	8,3	13,2	11,5	11,0

Примітка \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Таблиця 3.3.4. Вплив ОМД SKM на показники структури врожаю помідора їстівного,  $M \pm m$ ,  $n=40$

Варіант /рік	Маса плодів з одного куща, кг			
	2019 р.	2020 р	2021 р.	Середнє значення
Контроль (без добрив)	1,68±0,02	1,75±0,03	1,88±0,04	1,77
Дослід (ОМД SKM)	2,16±0,03*	2,28±1,11*	2,46±1,26*	2,30
Приріст до контролю, т/га	0,48	0,53	0,58	0,53
Приріст до контролю, %	28,6	30,3	30,8	29,9

Примітка \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

### Підсумки до підрозділу 3.3

Отже, застосування ОМД SKM під час вирощування помідора їстівного F1 Талент поліпшувало мінеральне живлення рослин і позитивно впливало на структуру урожаю, зокрема підвищувало масу одного плоду в середньому на 11,0 %, масу та кількість плодів з одного куща, відповідно, на 29,9 та 22,1 % та на продуктивність культури загалом. Вищий урожай рослин дослідного варіанта сформувався за рахунок більшої кількості плодів на рослині та їх вищої маси. Результати польових досліджень підтверджують,

що з метою формування високої продуктивності помідора їстівного F1 Талент у Західному Лісостепу України доцільно використовувати в технології вирощування культури ОМД SKM, що забезпечує врожайність товарних плодів на рівні 78 т/га.

#### **3.4. Якісний склад плодів помідора їстівного за використання органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин®**

Актуальною проблемою сьогодення є забезпечення населення якісними продуктами харчування. Вони мають не лише задовольняти потреби людини в поживних речовинах та енергії, а й виконувати профілактичні та лікувальні функції. Помідор їстівний є культурою з поліфункціональними властивостями, його свіжі плоди містять у своєму складі вуглеводи, органічні кислоти, ароматичні речовини, є джерелом вітамінів С, В<sub>1</sub>, В<sub>12</sub>, Р, РР, каротину тощо (Гаврись І. Л., 2007; Барабаш О. Ю., Хареба В. В., Гутиря С. Т., 2001), тому їх широко використовують у лікувальному харчуванні при порушенні обміну речовин, хворобах серця, цукровому діабеті, атеросклерозі та ожирінні (Гаврись І. Л., 2007).

Одним із шляхів вирішення цього питання є впровадження нових сортів культурних рослин та вдосконалення технології їх вирощування шляхом поліпшення мінерального живлення. Згідно з даними літератури, (Виродов О. С., Яременко С. С., 2013), поліпшення умов живлення за рахунок внесення мінеральних добрив впливало на показники хімічного складу плодів помідора їстівного. Зі збільшенням дози внесення в ґрунт основних елементів мінерального живлення від N<sub>85</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> до N<sub>230</sub>P<sub>180</sub>K<sub>270</sub> вміст сухих речовин у плодах знизився на 0,49-0,53 %, клітковини – збільшився на 0,12-0,13 %, цукрів та аскорбінової кислоти – на 0,05-0,08 % і 1,1-1,5 мг/100 г, зольність підвищилася на 0,05-0,07 %, проте кількість нітратів підвищилася на 22,3-27,7 мг/кг (Виродов О. С., Яременко С. С., 2013), що негативно впливає на якість плодів.

Виявлено вплив біодобрив «Агро-Бак Плюс», «Рост Концентрат»

(«Велес-БІО», ТОВ «СПГ») і «Екстрасол» (ТОВ «Бісолбі-Інтер») за обробки насіння на органогенез розсади, ріст і розвиток рослин, поліпшення харчової якості плодів помідора шляхом зниження в них вмісту нітратів та підвищення – сухої речовини, сумарних цукрів, вітаміну С (Коломієць Ю. В, Григорюк І. П., Буценко Л. М., 2017).

Препарати на основі гумінових речовин, внесені позакоренево, також характеризуються високою ефективністю. Застосування органічного добрива «Ріверм» (розробник Міжнародний Екологічний Фонд «AQUA-VITAE» і Національний Аграрний Університет) у технологіях вирощування перцю, баклажанів та помідора підвищувало вміст вітаміну С, каротиноїдів, Феруму і Цинку, порівняно з традиційними технологіями вирощування, які передбачають застосування різноманітних мінеральних добрив і пестицидів (Дейниченко Г. В., Юдічева О. П., 2012).

Результати дослідження біохімічного складу томатів за впливу технології з використанням ОМД SKM показали, що у плодах *L. esculentum* за період вирощування накопичувалося від 6,82 до 7,44 % сухої речовини (табл. 3.4.1). У дослідному варіанті цей показник на 9,1 % був вищим порівняно з контролем, а кількість сухих розчинних речовин на 10,7 % відповідно. Вміст сухих, у тому числі сухих розчинних речовин відповідає середнім значенням для плодів томату, що свідчить про настання технічної стиглості плодів. Менша кількість сухих речовин у плодах контрольного варіанта свідчить про дещо нижчу якість і більшу схильність до механічного пошкодження та втрати форми.

Здорові зрілі томати містять від 0,3 до 0,5 % яблучної та лимонної кислот, а також невелику кількість винної, янтарної та щавлевої, які зумовлюють їх кислотність (Schindler M., Solar S., Sontag G., 2005). Встановлено, що кислотність плодів F1 Талент за впливу ОМД SKM була на 6,2 % меншою контролю. Більш вітамінними були плоди рослин дослідного варіанта, вміст аскорбінової кислоти в них на 6,5 % вищий, порівняно з контролем. У плодах дослідного варіанта на 28,6 % зросла кількість

каротиноїдів та на 8,3 % – флавоноїдів. Вивчаючи вплив генетичних і екологічних факторів на вміст каротиноїдів у плодах помідора, показано, що більший вплив на їхній вміст має генотип (Goodwin T., Jamikorn M. , 1952). Вони також необхідні для людини, зокрема, росту клітин, шкіри, волосся, зубів, нормальної роботи органів зору, мають захисну дію при злоякісних процесах (Heber D, Qing-Yi Lu , 2002).

Таблиця 3.4.1. Вплив ОМД на біохімічний склад плодів помідора їстівного,  $M \pm m$ ,  $n=4$ , середнє 2019-2021 рр.

Показник	Варіант	
	Контроль (без добрив)	Дослід (ОМД SKM)
Масова частка сухих речовин, %	6,82±0,08	7,44±0,09
Масова частка сухих розчинних речовин, %	4,66±0,06	5,16±0,07
Вміст аскорбінової кислоти, мг/кг	20,70±0,6	22,04±0,4*
Масова частка каротиноїдів, мг/100 г	0,14±0,01	0,18±0,01*
Масова частка флавоноїдів, мг/100 г у перерахунку на кверцетин	12,1±0,38	13,2±0,43*
Кислотність, %	0,51±0,02	0,48±0,01*

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Загальний вміст цукрів у плодах залежав також від технології вирощування рослин помідора їстівного. За впливу ОМД SKM загальна кількість цукрів у плодах зросла на 13,8 %. Для створення 1 % молочної кислоти, консерванта солоних томатів, потрібно не менше 2 % цукру в плодах (Завадська О. В., Пархомук Я., 2019). За цим показником плоди помідора їстівного F1 Талент були придатними для соління. Варто зауважити, що в плодах контрольного варіанта не виявлено дисахаридів, а кількість моносахаридів була на 38,2 % вищою порівняно з дослідним варіантом. Плоди накопичили достатній резерв вуглеводів, необхідний для

забезпечення підтримки їх післязбиральної якості та товарного вигляду. За позакореневого застосування ОМД SKM поліпшується мінеральне живлення рослин, що відповідно вплинуло на якісний склад плодів помідора їстівного.

Таблиця 3.4.2. Вплив ОМД SKM на накопичення вуглеводів у плодах помідора їстівного,  $M \pm m$ ,  $n=4$ , середнє 2019-2021 рр.

Показник	Варіант	
	Контроль (без добрив)	Дослід (ОМД SKM)
Масова частка моносахаридів, %	3,98±0,02	2,46±0,05
Масова частка дисахаридів, %	–	2,07±0,01*
Масова частка загального вмісту моно-і дисахаридів, %	3,98	4,53

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Мінеральні елементи є обов'язковим компонентом рослинного організму й необхідні для його нормального росту та розвитку, оскільки виконують структурну, каталітичну (підвищують ефективність ферментів, є активними каталізаторами) та електрохімічну функції (Коць С.Я., Петерсон Н.В., 2005; Санін Ю. В., Санін В. А., Санін О. Ю, 2016). Йони металів беруть участь у формуванні стійкості рослин до несприятливих чинників різної природи (Колупаєв Ю. А., Акініна Г. Є., 2005). Відомо, що в тканинах рослин виявлено понад 60 елементів мінерального живлення, однак лише частина з них є необхідними для забезпечення життєдіяльності. Інші, абіогенні, надходять до рослин суто випадково, пасивно й фактично не є життєво необхідними (Гументик М.Я., Гончарук Г.С., Гументик В.М., 2020). Дослідження елементного складу вегетативних і генеративних органів є актуальною проблемою з погляду вивчення механізмів фізіологічних процесів у рослинах (Virginia Fernández-Ruiz et al., 2011). В організм людини значна кількість мінеральних речовин надходить з овочевою продукцією.

В Україні серед овочів *L. esculentum* – найпоширеніша культура. У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, на 2021 рік зареєстровано 518 сортів і з них лише 80 – вітчизняної селекції (Державний реєстр..., 2021). Культура є екологічно пластичною та високоврожайною з універсальним використанням плодів.

Встановлено, що плоди *L. esculentum* містять низку поживних речовин, які широко вивчають на предмет їх потенційного впливу на здоров'я людини, включно з клітковиною, мінералами, вітамінами С і Е, каротиноїдами, хлорофілами, (полі)фенолами, глікоалкалоїдами та органічними кислотами (Álvaro Cruz-Carrión et al., 2022). Мінімальна рекомендована норма споживання помідорів в Україні для працездатного населення становить 25 кг на рік – 0,068 кг на добу (Сич З. Д., Сич І. М., 2005). В організмі людини мінеральні елементи входять до складу речовин, зокрема вітамінів, ферментів і білків, впливають на білковий, вуглеводневий, жировий, водний та мінеральний обміни.

Отримані експериментальні дані щодо елементного складу плодів *L. esculentum* свідчать про наявність у них макро- (Нітроген, Кальцій, Магній, Калій, Фосфор) та мікроелементів (Ферум, Цинк, Купрум, Манган, Бор) (табл. 3.4.3). Встановлено, що за використання ОМД SKM в технології вирощування помідора істивного кількість Нітрогену та Фосфору плодах збільшилась на 68,5 та 85,2 %. Варто зазначити, що вміст рухомого Фосфору в ґрунті дослідних ділянок був у межах оптимального показника. Загалом ґрунт за якісними показниками придатний для вирощування помідора істивного, оскільки помідор істивний є вимогливим до поживних речовин (див. розділ 2).

У результаті досліджень виявлено високий вміст Кальцію в плодах контрольного і дослідного варіантів. За впливу ОМД SKM його кількість зросла на 12,6 %. Надлишок Кальцію може блокувати надходження в рослини низки елементів, з яким Кальцій має антагоністичні відносини (насамперед це стосується Калію). Плоди помідора F1Талент



характеризуються середньою кількістю Калію, незважаючи на високий уміст обмінного К та низький – обмінного катіону  $K^+$  у ґрунті. Плоди дослідного варіанта акумулюють на 28,3 % елемента більше порівняно з контролем.

За впливу ОМД SKM не виявлено статистично достовірної різниці за кількістю Магнію у плодах. Варто зазначити, що сума обмінних катіонів  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$  у ґрунті була більшою порівняно з оптимальним показником, однак домінантним катіоном серед зазначених вище виявився  $Ca^{2+}$ .

Загалом, ряди макроелементів, розташованих у порядку зменшення їхніх концентрацій у тканинах плодів помідора їстівного гібрида F1 Талент контрольного та дослідного варіантів, мають такий вигляд:  $K > N > Ca > Mg > P$  та  $K > N > P > Ca > Mg$ .

Концентраційні ряди розташування мікроелементів у плодах помідора їстівного гібрида F1 Талент контролю та дослідю мають відповідно таку послідовність:  $Fe > Cu > B > Zn > Mn$  та  $Fe > Cu > Zn > B > Mn$ . Зазначені вище ряди відображають й функціональну роль кожного з досліджених хімічних елементів у забезпеченні процесів життєдіяльності помідора їстівного.

На накопичення елементів мінерального живлення у рослинах впливає кількість їх рухомих форм у ґрунті. Збільшення вмісту макро- (Нітрогену, Фосфору, Калію та Кальцію) та мікроелементів (Цинку, Купруму та Мангану) у плодах помідора їстівного дослідного варіанта вказує також на поліпшення мінерального живлення рослин за використання ОМД SKM. Відомо (Скрильник Є. В., 2009; Шувар І. А., Гнидюк В. С., Сендецький В. М., 2016; Кисель В. И., 2000), що внесення твердих ОМД сприяло підвищенню вмісту лабільної органічної речовини в чорноземі типовому у 2,2-2,4 разу порівняно з контролем, також зростав ступінь гуміфікації, спостерігалось збагачення Нітрогеном органічної речовини ґрунту. Вміст рухомих фосфатів в орному шарі ґрунту збільшувався на 14-23 % за умов внесення органо-мінеральних добрив уроzkид, за локального внесення – на 20-44 %, вміст обмінного Калію збільшувався на 23 та 70 % відповідно. Таким чином,

внесення ОМД добрив забезпечує культуру оптимальним живленням макроелементами впродовж вегетації.

Таблиця 3.4.3. Вміст мінеральних елементів у плодах (*L. esculentum*) гібрида першого покоління Талент за впливу ОМД СКМ, середнє 2019–2021рр.

№	Назва елемента	Символ елемента	Кількість, мг/кг	
			Контроль	Дослід
1	Нітроген	N	1490,0±12	2510,0±14*
2	Кальцій	Ca	382,2±4,84	430,4±3,76*
3	Магній	Mg	361,4±3,92	356,2±3,86
4	Калій	K	1980,6±13	2540,8±16*
5	Фосфор	P	232,5±1,86	430,7±1,78*
6	Ферум	Fe	2,14±0,04	1,92±0,03*
7	Цинк	Zn	0,89±0,01	1,12±0,01*
8	Купрум	Cu	1,29±0,03	1,40±0,04
9	Манган	Mn	0,16±0,01	0,25±0,01*
10	Бор	B	1,04±0,04	0,99±0,03

Примітка: \* – дані статистично значущі за t-критерієм Стьюдента ( $P \leq 0,05$ ).

На основі розрахунку коефіцієнтів біологічного поглинання Нітрогену (КБП=41,0), Фосфору (КБП=1,29) і Калію (КБП=5,82) встановлено, що зазначені вище макроелементи акумулюються в плодах помідора їстівного.

Нітроген, Фосфор і Калій є концентраторами, оскільки, згідно з класифікацією А. І. Перельмана, за КБП > 1 елементи накопичуються в рослинах і їх можна віднести до концентраторів, а за КБП < 1 – тільки захоплюються, а отже, належать до деконцентраторів (Перельман А. И., 1989).

КБП Феруму (0,97 (контроль) та 0,87 (дослід)), Цинку (0,078 та 0,098) та Мангану (0,004 та 0,007) вказують на те, що зазначені вище мікроелементи не накопичуються в плодах, а рослини томатів належать до їх деконцентраторів. Помідор їстівний акумулює в плодах Купрум. КБП Си контрольного та дослідного варіантів становлять відповідно 4,3 та 4,7, що характеризує томати як концентратора зазначеного вище елемента за вирощування в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України (Тернопільська обл.).

Лежкість плодів помідора їстівного оцінюється за співвідношенням кількості в них основних макроелементів. Співвідношення  $(K+Mg)/Ca$ ,  $N/Ca$  та  $Ca/Mg$  в плодах дослідного варіанта порівняно з контролем зросло на 9,8, 48,7 та 14,1 %, але не перевищило допустимого рівня (табл. 3.4.4).

Таблиця 3.4.4. Результати обчислення співвідношення основних макроелементів плодів помідора їстівного за впливу ОМД SKM, середнє 2019-2021рр.

<b>Співвідношення:</b>	<b>Контроль</b>	<b>Дослід</b>	<b>Оптимум або допустимий рівень</b>
$(K+Mg)/Ca$	6,1	6,7	<5–20
$N/Ca$	3,9	5,8	$\leq 10$
$Ca/Mg$	1,06	1,21	$\geq 1$

Встановлено, що вміст макроелемента Нітрогену не перевищує допустимий рівень, оскільки це важливо для якості плодів томатів. У сухій масі рослин міститься від 1 до 5 %. Нітроген є одним з основних елементів живлення, необхідних для росту та розвитку рослин (Коць, Петерсон, 2005), але його підвищений вміст у післязбиральний період не лише є негативним фактором з точки зору надлишку азотовмісних речовин (зокрема нітратів), а й може знизити стійкість плодів до грибкових захворювань та підвищити прояви фізіологічних розладів. Водночас значне відхилення вмісту Нітрогену

від оптимуму може свідчити про нестачу елемента для рослин упродовж вегетації та зумовити недоотримання маси плодів. Другим за вагомістю ключовим макроелементом після Нітрогену, що істотно впливає на процеси росту та розвитку рослин, є Фосфор (Ávila-Juárez L. et al., 2017). Його кількість у плодах, аналогічно до Калію, істотно зростала за використання в технології вирощування ОМД SKM. Очевидно, це пов'язано з достатньою кількістю зазначених вище макроелементів у ґрунті.

Серед факторів, що визначають якість плодів, Кальцій вважають одним із найважливіших мінеральних елементів (El-Badawy H. E. M., 2012). Варто зазначити, що його концентрація в плодах є важливою характеристикою післязбиральної якості. З нестачею зазначеного елемента безпосередньо пов'язаний ризик прояву фізіологічних хвороб томату (верхівкова (апикальна) гниль плодів томатів, внутрішній некроз томатів, золотиста плямистість томатів тощо). Високий вміст Кальцію в плодах, найвірогідніше, є наслідком впливу ґрунтових умов, оскільки в ґрунті дослідних ділянок визначено високий вміст обмінного катіону  $\text{Ca}^{2+}$  (див. розділ 2). Антагоністом Кальцію в рослинах є Магній. Відомо, що його концентрація в них може коливатися від 0,5 до 1 % (Лихочвор В., Демчишин А., 2016). Основну його кількість зосереджено в хлоропластах, зокрема в складі хлорофілів (Коць С. Я., Петерсон Н. В., 2005). Низький вміст Магнію в плодах контрольного і дослідного варіантів можна пояснити тим, що для експериментів використовували дозрілі плоди, у яких хлоропласти перетворилися на хромопласти.

Аналіз результатів співвідношення основних макроелементів плодів помідора їстівного показав, що застосування ОМД SKM підвищує лежкість плодів.

У тканинах рослин виявлено понад 60 мікроелементів, але тільки 8 (Fe, Cu, Mn, Mo, B, Zn, Cl) з них є життєво необхідними. Кількість мікроелементів у рослинах залежить від їх фізіологічних потреб та екологічних умов вирощування (Швартау В. В., Михальська Л. М.,

Маковейчук Т. І., 2018). Мікроелементи входять в активні центри ферментів, беруть участь у метаболізмі, впливають на процеси росту, розвитку, розмноження, стійкість до несприятливих умов (Коць, С.Я., Петерсон Н.В., 2005).

Аналіз концентрацій мікроелементів (Fe, Zn, Mn, Cu, B) у сухій речовині плодів рослин помідора їстівного показав, що найвищим у них є вміст Феруму. Використання ОМД SKM у технології вирощування культури знижувало його кількість у плодах на 10,3 %, сприяло акумуляції Цинку та Мангану, що на 25,8 та 56,2 % більше порівняно з контролем. Не виявлено статистично достовірної різниці в значеннях концентрацій Купруму та Бору.

У ґрунті валовий вміст Феруму коливається від 1 до 10 %, а в рослинах – від 0,02 до 0,08 %, тому він перебуває на межі макро- та мікроелементів. Ферум (Fe) є найважливішим мікроелементом, що відповідає за нормальний ріст рослин, і структурним компонентом низки ензимів і пігментів Ávila-Juárez L. et al., 2017). У рослинах Ферум також виконує дуже важливі функції, зокрема перенесення електронів у процесах дихання, фотосинтезу, відновлення Нітрогену, Сульфуру (Коць С. Я., Петерсон Н. В., 2005).

На кількість мікроелементів у сухій речовині плодів впливає вміст у ґрунті їх рухомих сполук та антагоністичні відносини між елементами Кальцієм і Манганом (Лихочвор В. В., Демчишин А., 2017), Ферумом і Манганом, Цинком і Манганом.

За дослідженнями вчених (Валько М. І. та ін., 2018), на елементний склад плодів впливають також сортові особливості рослин помідора. Показано, що дослідні зразки помідорів відрізнялися значним вмістом мінеральних речовин. Вміст калію коливався в межах від 275 мг/100 г у сорті F4 (Геркулес Dark Green) до 300 мг/100 г у сортах Карась та Іскорка. Значний вміст кальцію та заліза виявлено в сорті Іришка (16 мг/100 г та 95 мг/100 г відповідно). Максимальний вміст магнію – у сорті Лагоранж (22 мг/100 г), мінімальний – у сортах Чайка та Малинове Віконте (18 мг/100 г). Значний вміст натрію виявлено в сорті Аміко та Карась (41 мг/100 г).

Мінеральні речовини виконують важливі функції в організмі людини, але не синтезуються. Збалансоване харчування з достатньою кількістю рослинних продуктів може задовольнити потребу в мінеральних речовинах і допомагає уникнути наслідків їх нестачі (Шиморова Ю. Є., Кисличенко В. С., Кузнєцова В. Ю., 2017).

Вміст мінеральних елементів у плодах помідора перебуває в межах гранично допустимих концентрацій для сировини та харчових продуктів (Про затвердження Державних..., 2013). Незважаючи на їх важливість та поживну цінність, у разі накопичення у високих концентраціях мікроелементи проявляють токсичні властивості важких металів.

#### **Підсумки до підрозділу 3.4**

Отже, дослідження біохімічного складу томатів свідчать про доцільність вирощування гібрида Талент у Західному Лісостепі України за застосування ОМД SKM з метою отримання харчових продуктів, збагачених цукрами, флавоноїдами, каротиноїдами та вітаміном С для покращення показників здоров'я населення.

Агрохімічні показники лучно-чорноземного середньосуглинкового на лесоподібних суглинках ґрунту дослідних ділянок сприяють формуванню плодів помідора їстівного хорошої якості. Вміст рухомих форм важких металів не перевищує максимально допустимих концентрацій.

На основі проведених польових досліджень встановлено, що використання ОМД SKM в технології вирощування *L. esculentum* F1 Талент підвищувало вміст у плодах на 68,5 % Нітрогену, 12,6 % Кальцію, 28,3 % Калію, 85,2 % Фосфору, 25,8 % Цинку та 56,2 % Мангану, знижувало на 10,3 % Феруму. Кількість Купруму та Бору в плодах контрольного та дослідного варіантів перебувала на одному рівні, що вказує на індиферентний вплив ОМД SKM на зазначені вище показники. Вміст мікроелементів не перевищує гранично допустимих концентрацій, та вони не проявляють властивостей важких металів, оскільки перебувають у межах норми.

За величиною КБП рослини помідора їстівного належать до концентраторів Нітрогену, Фосфору, Калію та Купруму, деконцентраторів – Феруму, Цинку та Мангану.

За впливу ОМД SKM не знижується лежкість ягід, плоди контрольного та дослідного варіантів помідора їстівного F1 Талент, вирощеного в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України (Тернопільська область) мають потенційну придатність до після знімального зберігання.

Дослідження елементного складу рослин за впливу ОМД SKM можуть пояснювати механізми фізіологічних процесів, метаболізму та акумуляції органічних речовин у плодах помідора їстівного, оскільки макро- та мікроелементи є їх складовими компонентами.

### **Підсумок до розділу 3.**

Отже, позакореневе підживлення помідора їстівного ОМД SKM упродовж вегетації поліпшувало мінеральне живлення рослин, що відповідно позначилося на інтенсивності фізіологічних процесів, які сприяли формуванню урожаю помідора їстівного F1 Талент. За технології з використанням ОМД SKM статистично достовірно підвищувалися параметри ростових процесів, водообміну (знижувався водний дефіцит листків), поліпшувалася структура урожаю, біохімічний та елементний склад плодів. За впливу ОМД SKM у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України у середньому за три роки сформувався урожай плодів  $78,00 \pm 1,09$  т/га, що на 14,94 т/га (22,1 %) більше порівняно з контролем.

### **Представлені в розділі 3 результати опубліковано в статтях:**

Дзендзель А. Ю., 2021а; Дзендзель А. Ю., Пида С. В., 2022а;

Дзендзель А. Ю., Пида С. В., Тригуба О. В., 2022; . Dzendzel A. Yu., Pyda S. V., Tryhuba O. V., 2022.

## **РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ РЕКУЛЬТИВАНТУ КОМПОЗИЦІЙНОГО TREVITAN® НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ, ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСНИЙ СКЛАД ПЛОДІВ ПОМІДОРА ЇСТІВНОГО**

### **4.1. Загальна характеристика та рекомендації стосовно застосування рекультиванту композиційного TREVITAN® у рослинництві**

Вміст органічної речовини є важливим показником родючості ґрунту. Вчені зазначають, що нинішня структура посівних площ, кількість внесених органічних і мінеральних добрив, пожнивні та кореневі рештки культурних рослин не забезпечують достатнього надходження органічної речовини в ґрунт і відновлення гумусу (Основні шляхи підвищення..., 2016). Внесення мінеральних і органічних добрив сприяє підвищенню продуктивності та поліпшенню якості сільськогосподарських культур (Корсун С. Г., Клименко І. І., 2018). За умов недостатнього внесення органічних добрив, великих цін на мінеральні, які за високих норм забруднюють навколишнє середовище, актуальною проблемою є пошук шляхів підвищення родючості ґрунту й, відповідно, урожайності сільськогосподарських культур. Зниження запасів органічної речовини і мінеральних елементів у ґрунті веде до погіршення живлення та зниження їхньої продуктивності.

Водночас одним із ключових напрямків Європейського зеленого курсу (European Green Deal) є стійка аграрна політика, спрямована на вирощування екологічно безпечної рослинної продукції, підвищення врожайності сільськогосподарських культур, поліпшення їхньої якості, зменшення забруднення природного навколишнього середовища. Застосування екологічно безпечних добрив органічного походження є одним із засобів підвищення продуктивності агроecosystem, потенціал яких повністю не використовують (Пономаренко С. П., 2003; Яворська В. К. та ін., 2006).

Товариство з обмеженою відповідальністю «ТРЕВІТАН УКРАЇНА», директором якого є здобувач, розробило згідно з ТУ У 20.1-44141048-



002:2021 «Рекультивант композиційний TREVITAN™» для швидкої регенерації ґрунту, обробки насіння і посадкового матеріалу та для прискорення росту і розвитку різноманітних сільськогосподарських культур (ТУ У 20.1-44141048-002:2021..., 2021, Додаток Е), зареєструвало в державній санітарно-епідеміологічній службі України (Висновок... № 12.2-18-1/6845 від 02.04.2021 р., Додаток А ) та в Канаді (Request ID\*, CAS-2021-27356, CAS-2021-27455, CAS-2021-27457, Додаток Б), а в лютому 2022 року «Рекультивант композиційний» було зареєстровано під торговельною маркою «TREVITAN®» (Свідоцтво про торговельну марку № 314559 від 16.02.2022 р., додаток К). Препарат виготовляють у рідкому агрегатному стані шляхом диспергації розчинів вихідної сировини (складові відповідно до рецептури) в реакторі та додавання розчинника.

До складу препарату входять органічні речовини, масова частка яких 55,0-75,0 % (ДСТУ ISO 7827), частка гумінових органічних речовин становить 2,0-7,0 % на суху речовину препарату, частка екстракту фульвових речовин – 0,8-3,0 %. У складі препарату міститься 0,1-0,7 % загального Нітрогену (N), 0,01-0,5 % Фосфору ( $P_2O_5$ ), 0,2-0,9 % Калію ( $K_2O$ ). Масова частка водорозчинних солей (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Co) становить 0,3-1,0 %, сухого залишку – 1,0-2,5 %. Препарат має лужне середовище, водневий показник рН розчину – 8,0-10,9 % (ДСТУ Б В. 2.7.–273, ДСТУ EN 13037) (ТУ У 20.1-44141048-002:2021..., 2021, Додаток Л).

За фізико-хімічними властивостями рекультивант композиційний TREVITAN® (RKT) – рідина у вигляді есенції, або суспензії, або водного розчину емульсії темно-коричневого кольору (ДСТУ 7099), без запаху або з незначним специфічним (ДСТУ 7099), продукт органічного походження. За температури 20° С він має густину 0,85-1,75 г/см<sup>3</sup> (ДСТУ 7261).

Препарат не вважається небезпечним згідно зі стандартом OSHA Hazard Communication Standard 2012 (29 CFR 1910.122), речовини, що містяться в складі суміші, не підлягають класифікації згідно з Європейським законодавством – не класифікуються як небезпечні речовини. Згідно з ГОСТ

12.1.007, належить до малонебезпечних речовин, IV клас небезпеки (речовини малонебезпечні). Під час роботи з препаратом необхідно дотримуватися правил особистої безпеки. Варто зазначити, що РКТ не є шкідливим для бджіл. Гострі отруєння препаратом малоімовірні через його нетоксичний склад. У процесі застосування препарату варто уникати контакту з очима, шкірою. У випадку потрапляння препарату на шкіру рекомендовано промити її водою з милом; у разі потрапляння в очі – промити великою кількістю води. За необхідності – звернутися до лікаря.

Препарат пожежно- та вибухобезпечний. За взаємодії з водою, киснем повітря та іншими речовинами не горить і не вибухає. Продукт стабільний, за стандартних умов зберігання (температура від +5° С до +20°) не окиснюється, не полімеризується, не фотодеструктується, не гідролізується.

Рекомендовано зберігати РКТ в оригінальній упаковці виробника у прохолодному, сухому, добре вентильованому місці, захищеному від атмосферних опадів, подалі від прямих сонячних променів, окислювальних або лужних агентів та харчових продуктів. Термін придатності препарату становить 5 років від дати виробництва.

Застосування РКТ забезпечує швидке відновлення та сприяє формуванню родючого шару ґрунту на фізичному, хімічному, біологічному та енергоінформаційному хвильовому рівнях (TREVITAN agro..., 2022). Препарат поліпшує структуру ґрунту, оскільки за оструктуреності маса ґрунту розподілена на агрегати (відмінності) тієї чи іншої форми та величини. У безструктурному ґрунті окремі механічні елементи, що входять до його складу, не з'єднані між собою, можуть існувати окремо або утворювати суцільну зцементовану масу (Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А., 2008).

РКТ покращує не лише агрегатний, а й колоїдний стан ґрунту, збільшує питому площу ґрунту та поліпшує його аерацію. Завдяки наявності пор, заповнених повітрям, значно меншою стає щільність ґрунту порівняно з щільністю твердої фази. Показник щільності ґрунту залежить від

мінералогічного та гранулометричного складу ґрунту, його структури, кількості органічних речовин та обробітку (Назаренко І. І., Польшина С. М., Нікорич В. А., 2008).

Препарат збільшує вміст органічних речовин у ґрунті, поліпшує процес гуміфікації органічних решток, сприяє синтезу гумусних речовин, підвищує біологічну активність і створює хороші умови для розвитку корисних мікроорганізмів. РКТ виконує також самоорганізуючу протекторну функцію для ґрунту щодо важких металів, залишків пестицидів і ґрунтових конгломератів, ремедіюючи (перетворюючи) їх на корисні елементи для ґрунту та рослин. Застосування препарату РКТ підвищує буферну здатність ґрунту, сприяє забезпеченню необхідного катіонного складу ґрунту, а також впливає на ґрунтову вологу, надаючи їй структури (TREVITAN agro..., 2022).

Залежно від класифікації ґрунтів щодо ступеня деградаційних процесів у них (табл. 4.1.1), використовують від 0,5 до 2,0 л препарату, розчинивши його в 5-50 л води (для внесення за допомогою дронів, малої авіації) або в 50-200 л (для наземних обприскувачів, авіації) і здійснюючи розпилення на площу 1 га.

Таблиця 4.1.1. Рекомендовані дози застосування препарату РКТ для швидкої регенерації ґрунту

Дози внесення РКТ, л/га		
виснажений ґрунт	деградований ґрунт	хімічно забруднений ґрунт
0,5–1,0	1,0–1,5	1,5–2,0

Обробку поверхні ґрунту необхідно проводити після завершення збору врожаю до сівби наступних сільськогосподарських культур або після сівби до моменту проростання насіння в ґрунті. Рекомендовано застосовувати рекультивант композиційний для технології No-Till (TREVITAN agro..., 2022).

До складу препарату для обробки насіння та посадкового матеріалу входять органічні речовини, масова частка яких 55,0 – 75,0 %, гумінові та фульвокислоти, Нітроген, Фосфор, Калій та водорозчинні солі (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Co), масова частка яких становить 0,4 – 1,0 % (Додаток М).

За використання для обробки насіння та посадкового матеріалу RKT виконує самоорганізуючу протекторну функцію пролонгованої дії, активує фітогормони групи гіберелінів, покращує синтез необхідних ферментів для проростання насіння та підвищує його метаболічну активність.

Доза внесення препарату, залежно від посівного матеріалу, становить від 2 до 50, 50 до 500 кг/га (1 л, 0,3-0,8 л на 1 т насіння), 0,5 до 4 т/га (0,2 л на 1 т насіння). Норма виливу робочого розчину – 3-250 л/га. Замочування кореневої системи посадкового матеріалу здійснюється безпосередньо перед висадкою в ґрунт (0,1 л/100 л води) (TREVITAN agro..., 2022).

До складу препарату для прискорення росту і розвитку сільськогосподарських культур входять органічні речовини, масова частка яких становить 55,0-75,0 %, гумінові та фульвокислоти, Нітроген, Фосфор, Калій та водорозчинні солі (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Co), масова частка яких становить 0,5-1,0 %. Сухий залишок становить 1,2-2,7 %, рН розчину – 8,2-10,9 % (Додаток Н).

Доза внесення препарату для прискорення росту і розвитку сільськогосподарських культур залежить від видових особливостей рослин, зокрема для зернових і зернобобових культур – 0,25-0,5 л/га, олійних і прядивних – 0,5-1,0 л/га, плодових і декоративних – 1,0-1,5 л/га. RKT забезпечує потреби рослин в елементах живлення, регулює та стимулює ріст рослин, є активатором імунної системи та твірних тканин. Рекультивант композиційний запускає процес самозрошення рослин, підвищує ефективність фотосинтезу та їхню продуктивність (TREVITAN agro..., 2022).

RKT можна застосовувати в єдиних бакових сумішах разом з агрохімікатами. За сумісного застосування його завжди додають першим до води, що дає змогу отримати максимальний ефект під час використання.

Обробку здійснюють методом наземного або повітряного обприскування рослин. Норма виливу робочого розчину становить від 2 до 800 л бакової суміші на 1 га. Рекомендовано проводити двократну обробку рослин протягом вегетації з інтервалом 14-28 днів.

#### **Підсумки до підрозділу 4.1**

Отже, Товариство з обмеженою відповідальністю «ТРЕВІТАН УКРАЇНА» розробило та зареєструвало в державній санітарно-епідеміологічній службі України та в Канаді «Рекультивант композиційний TREVITAN®» для швидкої регенерації ґрунту, обробки насіння і посадкового матеріалу та для прискорення росту і розвитку різноманітних сільськогосподарських культур. Розробка, виробництво та використання препаратів органічного походження під час вирощування культурних рослин знижуватиме забруднення природного навколишнього середовища, а також сприятиме відновленню родючості ґрунтів, підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур (оскільки забезпечуватиме рослини необхідними умовами росту і розвитку), поліпшенню мінерального живлення та екологічній стабільності агроєкосистем, що відповідає тенденціям сільськогосподарської політики Європейського зеленого курсу.

#### **4.2. Вплив рекультиванту композиційного TREVITAN® на посівні якості насіння та ростові процеси проростків помідора їстівного**

Серед овочевих культур помідору їстівному належить особливе місце. Культуру вирощують у багатьох країнах світу. У зв'язку зі зміною клімату посівні площі в Україні зростають швидкими темпами. Помідор є одним з основних овочів в Україні та світі. Тому актуальною проблемою є пошук шляхів підвищення продуктивності культури на всіх етапах онтогенезу й отримання екологічно безпечної продукції.

Одним із ключових напрямків біологізації землеробства є стійка аграрна політика, спрямована на вирощування екологічно безпечної рослинної продукції, підвищення врожайності сільськогосподарських

культур, поліпшення їх якості, зменшення забруднення природного навколишнього середовища. Вагомим чинником підвищення продуктивності агроєкосистем, потенціал яких на сьогодні повністю не використовують, є застосування екологічно безпечних комплексних препаратів органічного походження (Пономаренко С. П., 2003; Яворська В. К. та ін., 2006).

Проростання насіння є одним із найбільш відповідальних етапів в онтогенезі рослини, який залежить від низки чинників довкілля, що не завжди є оптимальними.

Встановлено, що обробка насіння РКТ для обробки насіння й посадкового матеріалу впливала на енергію проростання та схожість насіння різних за тривалістю вегетаційного періоду сортів помідора їстівного (табл. 4.2.1). Варто зазначити, що група стиглості, до якої належали досліджувані сорти помідора, впливала на час появи сходів. Найшвидше (уже на 3-тю добу) з'явилися сходи в надраннього сорту Яна за обробки насіння препаратом та контрольного і дослідного варіантів середньораннього сорту Шапка Мономаха. У середньостиглого сорту Космонавт Волков сходи виявлено на 4-ту добу. Найповільніше проростало насіння середньопізннього сорту Де Барао червоний.

Таблиця 4.2.1. Вплив РКТ на посівні якості насіння помідора їстівного,  $M \pm m$ ,  $n=4$

Варіант	Енергія проростання, %	% до контролю	Схожість, %	% до контролю
Сорт Яна				
Контроль	37,5±0,6	100,0	81,3±0,5	100,0
Дослід	38,3±0,4	102,1	87,5±0,6*	107,6
Сорт Шапка Мономаха				
Контроль	93,9±0,5	100,0	94,1±0,6	100,0
Дослід	98,6±0,8*	105,0	98,8±0,7*	105,0
Сорт Космонавт Волков				

Варіант	Енергія проростання, %	% до контролю	Схожість, %	% до контролю
Контроль	54,6±0,4	100,0	75,1 ±0,6	100,0
Дослід	75,9±0,7*	139,1	89,8±0,9*	119,6
Сорт Де Барао червоний				
Контроль	49,7±0,8	100,0	64,1±0,9	100,0
Дослід	63,8±0,*	128,4	78,9±0,8*	123,1

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Обробка насіння досліджуваних сортів помідора РКТ підвищувала енергію проростання на 2,1 (сорт Яна), 5,0 (сорт Шапка Мономаха), 39,1 (сорт Космонавт Волков) та 28,4 % (сорт Де Барао червоний). Аналогічну закономірність виявлено і за показником схожість насіння. Приріст показника до контролю в дослідних варіантах становив відповідно 7,6, 5,0, 19,6 та 23,1 %. Це пов'язано з тим, що до складу РКТ для обробки насіння і посадкового матеріалу входять гумінові та фульвокислоти, а також макро- та мікроелементи, які поліпшували посівні якості насіння і відповідно вплинули на ростові процеси проростків.

Після проростання насіння спостерігається ріст зародкового корінця та бруньки за рахунок наявності апікальних меристем кореня та стебла. З літератури відомо, що біологічно активні речовини інтенсифікують ростові процеси рослин (Пономаренко С. П., 2003, Яворська В. К. та ін., 2006; Грицаєнко З. М. та ін., 2005). Виявлено (табл. 4.2.2), що обробка насіння досліджуваних сортів помідора РКТ інтенсифікувала ростові процеси вегетативних органів проростків. Залежно від сортових особливостей помідора, розміри їх кореневої системи коливалися від 18,4 мм (сорт Яна) до 60,0 мм (сорт Шапка Мономаха) у контрольному варіанті та від 22,2 мм (сорт Яна) до 68,6 мм (сорт Шапка Мономаха) – у дослідному. Найменшими розмірами кореневої системи характеризувалися проростки сорту Яна, а максимальними – сорту Шапка Мономаха. Два інших сорти займали

проміжне значення за розмірами коренів. Приріст показників довжини кореня за впливу РКТ порівняно з контролем – 20,6 (сорт Яна), 14,3 (сорт Шапка Мономаха), 8,9 (сорт Космонавт Волков) та 8,4 % (сорт Де Барао червоний).

Таблиця 4.2.2. Вплив РКТ на ростові процеси проростків помідора їстівного,  $M \pm m$ ,  $n=40$

Варіант	Довжина кореня, мм	% до контролю	Висота пагона, мм	% до контролю
Сорт Яна				
Контроль	18,4±0,4	100,0	27,3±0,4	100,0
Дослід	22,2±0,3*	120,6	30,8±0,3	112,8
Сорт Шапка Мономаха				
Контроль	60,0±0,6	100,0	36,8±0,6	100,0
Дослід	68,6±0,4*	114,3	43,2±0,5*	117,4
Сорт Космонавт Волков				
Контроль	35,9±0,4	100,0	45,1 ±0,6	100,0
Дослід	39,1±0,6	108,9	56,8±0,5*	125,9
Сорт Де Барао червоний				
Контроль	38,1±0,5	100,0	35,4±0,6	100,0
Дослід	41,3±0,6	108,4	45,6±0,7*	128,8

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Висота пагона проростків не була таким мінливим показником, залежно від сортових особливостей, як довжина кореневої системи. За обробки насіння помідора РКТ виявлено приріст показників висоти пагона проростків 12,8 (сорт Яна), 17,4 (сорт Шапка Мономаха), 25,9 (сорт Космонавт Волков) та 28,8 % (сорт Де Барао червоний).

#### Підсумки до підрозділу 4.2



Встановлено, що обробка РКТ насіння, різних за тривалістю вегетаційного періоду сортів помідора їстівного, поліпшувала його посівні якості, зокрема підвищувала енергію проростання на 5,0–39,1 %. Найефективніший вплив за зазначеним вище показником виявлено в середньостиглого сорту Космонавт Волков та середньопізнього сорту Де Барао червоний. Аналогічну закономірність виявлено і за показником схожість насіння. Відсоток схожості насіння підвищився у дослідних варіантах порівняно з контролем на 5,0–23,1. Найвищою схожістю за впливу РКТ також характеризувалися зазначені вище сорти помідора їстівного. За впливу РКТ інтенсифікувалися ростові процеси вегетативних органів проростків. Довжина кореневої системи в проростків дослідних варіантів зросла на 8,4–20,6 % (сорт Яна). Найдовшими були корені проростків середньораннього сорту Шапка Мономаха, найкоротшими – у надраннього сорту Яна. Найвищі пагони за впливу РКТ для обробки насіння і посадкового матеріалу визначено в проростків середньостиглого сорту Космонавт Волков. Мінливість показників ростових процесів вегетативних органів різних за тривалістю вегетаційного періоду сортів помідора їстівного пов'язана з передпосівною обробкою насіння РКТ, що містить гумінові речовини, макро- та мікроелементи, і сортовими особливостями. Отже, РКТ є перспективним препаратом для поліпшення посівних якостей насіння та ростових процесів проростків помідора їстівного.

#### **4.3. Ефективність застосування рекультиванту композиційного TREVITAN® за показниками росту рослин**

До найважливіших агробіологічних властивостей сільськогосподарських культур, які відтворюють залежність спадкової основи рослинного організму від умов і технології їх вирощування, належать такі біологічні процеси, як ріст і розвиток, що супроводжують онтогенез рослин та продуктивність як результат. В основі росту рослинного організму впродовж вегетаційного періоду, який описує велика крива росту, є єдиний біохімічний механізм,

пов'язаний із забезпеченням клітин та цілого організму поживними речовинами (Терек О. І., Пацула О. І., 2011). Збалансоване мінеральне живлення рослин є важливим елементом технологічних заходів, які сприяють посиленню ростових процесів опосередковано, викликаючи зміни в цитоплазмі молодих клітин, інтенсифікуючи їх поділ та ріст клітинних оболонок, і сприяють диференціації тканин рослинного організму.

#### ***4.3.1. Вегетаційні дослідження***

Рослина має здатність рости протягом усього онтогенезу, але розміри рослинного організму та межі мінливості показників запрограмовані на рівні генотипу (Терек О. І., Пацула О. І., 2011). Ріст рослин тісно пов'язаний з процесами живлення. Показано, що використання ОМД впливає на фотосинтез, ростові процеси та формування генеративних органів рослин (Калитка В. В., Карпенко К. М., 2013; Kataoka K. et al., 2017).

Наступним етапом наших досліджень було встановлення ефективності застосування РКТ за показниками ростових процесів у контрольованих вегетаційних умовах. Насіння контрольного (без обробки насіння, змочене водою) та дослідного (оброблене РКТ для обробки насіння та посадкового матеріалу) варіантів помідора сорту Волове серце висіяно в касети 15 травня 2022 р. Через 10 діб визначено польову схожість, яка в контрольному варіанті становила 78,3 %, а в дослідному – 84,4 %. Через 15 діб кількість пророслих насінин зроста в обох варіантах і відсоток польової схожості становив відповідно 92,2 та 96,8. За використання РКТ підвищився показник польової схожості, відповідно, на 6,1 (10-та доба) та 4,6 % (15-та доба). Фенологічні спостереження показали, що проростки, які з'явилися на 15 добу, були дещо меншими за висотою травостою впродовж досліджуваного періоду.

Встановлено, що на 10-ту добу вегетації висота стебла дослідних рослин зроста на 42,6 % (табл. 4.3.1). Аналогічну тенденцію виявлено впродовж досліджуваного періоду. Приріст стебла рослин помідора їстівного через кожних 10 днів порівняно з контролем становив, відповідно, 43,6, 33,3,

35,6, 20,4 та 20,8 %. Морфометричні зміни рослин дослідного варіанта були зумовлені поліпшенням мінерального живлення. Інтенсивний ріст проростків на початку вегетації пов'язаний із передпосівною обробкою насіння РКТ для обробки насіння та посадкового матеріалу, у складі якого наявні органічні речовини, гумінові та фульвокислоти, а також Нітроген, Фосфор, Калій та водорозчинні солі Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Co. Підвищення інтенсивності ростових процесів рослин на 40-ву та 63-тю доби пов'язане з позакореневим підживленням рослин РКТ для прискорення росту і розвитку сільськогосподарських культур (16.06 – перше позакореневе підживлення та 6.07 – друге позакореневе підживлення), який також містить зазначені вище речовини.

Відомо, що гумінові речовини підвищують проникність мембран (Nardi S. et al., 2002; Ящук В. У. та ін., 2016; Цмур Ю. Ю., 2010) і сприяють активному надходженню в клітини макро- і мікроелементів. ОМД інтенсифікують процеси мітозу (Abdelhamid M. T. et al., 2011; Rose M. T. et al., 2013), що відповідно впливає на активність апікальних меристем і стимулює первинний ріст, наслідком є збільшення розмірів стебла дослідних рослин.

Таблиця 4.3.1. Вплив РКТ на висоту стебла (см) рослин помідора їстівного сорту Волове серце, вегетаційний дослід,  $M \pm m$ ,  $n=20$

<b>Вік рослин, доба</b>	<b>Контроль (без добрив)</b>	<b>Дослід (РКТ)</b>	<b>Приріст до контролю, см</b>	<b>Приріст до контролю, %</b>
10-та, 4.06	6,8±0,28	9,7±0,42*	2,9	42,6
20-та, 14.06	9,4±0,34	13,5±0,63*	4,1	43,6
30-та, 24.06	12,6±0,52	16,8±0,48*	4,2	33,3
40-ва, 4.07	17,4±0,83	23,6±0,66*	6,2	35,6
50-та, 14.07	22,5±1,44	27,1±1,06*	4,6	20,4
63-тя, 27.07	31,3±1,89	37,8±1,44*	6,5	20,8

Розраховувавши показники інтенсивності росту (R) стебла рослин контрольного та дослідного варіантів, виявлено аналогічну закономірність, що, очевидно, пов'язано з генетичними особливостями виду. R росту стебла помідора їстівного через кожних 10 днів, починаючи з десятої доби вегетації, у контрольному варіанті – 38,2, 34,0, 38,1, 29,3, 39,1, у дослідному – 39,2, 24,4, 40,5, 14,8, 39,5.

Важливим показником, що характеризує інтенсивність ростових процесів за впливу певних елементів технології, є облиствлення рослини, оскільки листок є донором пластичних речовин, які сприяють формуванню генеративних органів, що виступають їх акцепторами. Від кількості листків на рослині та їх фотосинтетичної поверхні залежить інтенсивність фотосинтезу та, у кінцевому рахунку, їх урожай, оскільки морфогенез, фотосинтез і продукційний процес тісно взаємопов'язані та залежать один від одного (Рогач В. В., Кірізій Д. А., Кур'ята В. Г., Рогач Т. І., 2022).

Результати дослідження показали, що застосування РКТ також істотно впливало на процес формування листків на рослинах помідора їстівного (табл. 4.3.2). Статистично достовірний приріст кількості листків на стеблі дослідних рослин виявлено впродовж періоду дослідження, крім 50-ї доби вегетації, 14.07. 2022 р. Приріст показника облиствлення рослин за впливу РКТ становить, відповідно 26,5 (10-та доба), 34,8, 22,6, 19,7, 10,8 та 19,6 % (63-тя доба). Оскільки листки ростуть з маргінальної (крайової меристеми) (Терек О. І., Пацула О. І., 2011), то зазначені вище показники вказують на підвищення її активності в дослідних рослинах.

Таблиця 4.3.2. Вплив РКТ на облиствлення рослин (штук листків) помідора їстівного сорту Волове серце, вегетаційний дослід,  $M \pm m$ ,  $n=20$

<b>Вік рослин, доба</b>	<b>Контроль (без добрив)</b>	<b>Дослід (РКТ)</b>	<b>Приріст до контролю, шт. листків</b>	<b>Приріст до контролю, %</b>
10-та, 4.06	3,4±0,21	4,3±0,24*	0,9	26,5

<b>Вік рослин, доба</b>	<b>Контроль (без добрив)</b>	<b>Дослід (РКТ)</b>	<b>Приріст до контролю, шт. листків</b>	<b>Приріст до контролю, %</b>
20-та, 14.06	4,6±0,27	6,2±0,28*	1,6	34,8
30-та, 24.06	6,2±0,32	7,6±0,29*	1,4	22,6
40-ва, 4.07	7,1±0,36	8,5±0,33*	1,4	19,7
50-та, 14.07	8,3±0,61	9,2±0,66	0,9	10,8
63-тя, 27.07	9,2±0,36	11,0±0,59*	1,8	19,6

Після ліквідації дослідів на 63-тю добу визначено ще низку показників, які характеризують ріст і продукційний процес. Встановлено, що маса сирової речовини пагона за впливу РКТ істотно зростала порівняно з контролем (табл. 4.3.3). Приріст зазначеного вище показника становив 30,7 %. На 42,8 % збільшилася маса сирової речовини листків у рослин помідора їстівного дослідного варіанта. Дослідні рослини характеризувалися інтенсивнішим ростом стебла, більшим облиствленням, що відповідно вплинуло на показники маси сирової речовини пагона та листків. Виявлено тенденцію до збільшення діаметра стебла біля кореневої шийки в дослідних рослин. Приріст вищезазначеного показника порівняно з контролем становить 8,9 %.

Таблиця 4.3.3. Маса надземних органів рослин помідора їстівного сорту Волове серце за впливу РКТ, вегетаційний дослід, 27.07. 2022 р. (63 доба),  $M \pm m$ ,  $n=10$

<b>Варіант</b>	<b>Маса сирової речовини надземних органів, г</b>	<b>Маса сирової речовини листків, г</b>	<b>Діаметр стебла біля кореневої шийки, мм</b>
Контроль (без добрив)	9,01±0,34	4,34±0,33	4,5±0,17
Дослід (РКТ)	11,78±0,66*	6,20±0,32*	4,9±0,18
<i>Приріст до контролю в см</i>	2,77	1,86	0,4
<i>Приріст до контролю у %</i>	30,7	42,8	8,9

У складі RKT наявні гумінові кислоти. Гумінові кислоти за фізіологічною активністю вчені прирівнюють до стимуляторів росту рослин (Nardi S. et al., 2002; Ящук В. У. та ін., 2016; Цмур Ю. Ю., 2010). Відомо, що стимулятори росту впливали на морфогенез томатів сорту Бобкат, підвищували показники висоти, облиствлення рослин, маси сирої речовини листків та маси сухої речовини цілої рослини (Rohach V. V. et al., 2020). Отримані експериментальні дані є наслідком поліпшення мінерального живлення проростків та рослин помідора їстівного в результаті обробки насіння та позакореневого підживлення RKT.

Оскільки листки є донором пластичних речовин, то їх фотосинтетична поверхня суттєво впливає на процес фотосинтезу і продуктивність культури. Встановлено, що за впливу RKT площа листків однієї рослини зростає на 83,4 см<sup>2</sup>, або 33,1 % (табл. 4.3.4).

Таблиця 4.3.4. Фотосинтетична поверхня листків помідора їстівного сорту Волове серце та їх питома маса за впливу RKT, вегетаційний дослід, 27.07. 2022 р. (63 доба),  $M \pm m$ ,  $n=10$

<b>Варіант</b>	<b>Площа листків 1-ї рослини, см<sup>2</sup></b>	<b>Питома маса листка, мг/см<sup>2</sup></b>
Контроль (без добрив)	252,1±10,3	17,2±0,24
Дослід (RKT)	335,5±11,6*	18,5±0,26*
<i>Приріст до контролю в см<sup>2</sup></i>	83,4	1,3
<i>Приріст до контролю у %</i>	33,1	7,7

Варто зазначити, що питома маса листка також була більшою на 7,7 % порівняно з контролем. Це вказує на кращий розвиток асиміляційної паренхіми мезофілу листка дослідного варіанта. Рослини зазначеного вище варіанта були більш облиствленими, що відповідно вплинуло на показник фотосинтетичної поверхні листків.

### 4.3.2. Польові дослідження

Ефективність застосування РКТ за показниками ростових процесів помідора їстівного F1 Талент досліджували в польових умовах. Встановлено, що в результаті передпосівної обробки насіння РКТ для обробки насіння та посадкового матеріалу і шестикратного позакореневого підживлення РКТ для прискорення росту і розвитку рослин підвищилась інтенсивність ростових процесів дослідних рослин за рахунок поліпшення мінерального живлення. Ґрунт дослідних ділянок, на яких закладали польові дослід у 2021–2022 рр., переважно характеризувався низьким вмістом поживних речовин. Погодні умови 2022 р. були більш сприятливими для вирощування помідора їстівного, оскільки середньомісячна температура повітря травня, червня і серпня була вищою порівняно з аналогічними місяцями 2021 р., вологість повітря у червні – серпні була нижчою порівняно з 2021 р. (див. розділ 2), а томати реагують на зазначений кліматичний фактор (Божко Л. Ю., 2010). Очевидно, це також позначилося на інтенсивності ростових процесів. Травостій рослин протягом вегетаційного періоду 2021 р. був нижчим порівняно з 2022 р. (табл. 4.3.5).

Таблиця 4.3.5. Вплив РКТ на висоту рослин помідора їстівного F1 Талент, польовий дослід,  $M \pm m$ ,  $n=40$

Варіант	Висота рослин, см		Середнє значення, см	Приріст до контролю	
	2021 р	2022 р.		см	%
Фенологічна фаза розвитку – бутонізація					
Контроль	22,4±1,2	24,7±0,8	23,6	-	-
Дослід	27,5±0,9*	29,6±1,1*	28,6	5,0	21,2
Фенологічна фаза розвитку – цвітіння					
Контроль	34,5±1,2	36,2±1,4	35,4	-	
Дослід	39,7±1,3*	42,6±1,2*	41,2	5,8	16,4

Варіант	Висота рослин, см		Середнє значення, см	Приріст до контролю	
	2021 р.	2022 р.		см	%
Фенологічна фаза розвитку – початок плодоношення					
Контроль	38,3±1,4	41,2±2,3	39,8	-	-
Дослід	45,6±2,5*	47,5±1,4	46,6	6,8	17,1
Фенологічна фаза розвитку – буро стиглість плодів					
Контроль	45,6±1,6	48,8±1,5	47,2	-	-
Дослід	51,8±1,7*	56,7±1,7*	54,3	7,1	15,0

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

За впливу технології з використанням РКТ висота стебла рослин дослідного варіанта у фазі бутонізації зросла на 22,8 (2021 р.) та 19,8 % (2022 р.), під час цвітіння – відповідно на 15,1 та 17,7 %, на початку плодоношення – 19,1 та 15,3 %, а у фазі бурої стиглості плодів – 13,6 та 16,2 %. Це підтверджує дані літератури про стимуляцію ростових процесів ОМД, оскільки гумінові речовини, що входять до їх складу за активністю прирівнюються до біологічно активних речовин (Ящук В. У. та ін., 2016).

Рослини дослідного варіанта характеризувалися товстішим стеблом біля кореневої шийки (табл. 4.3.6). Середній приріст зазначеного показника протягом двох вегетаційних періодів становив 16,0–20,9 %. Поліпшення мінерального живлення впливало на активність не лише апікальних, а й латеральних меристем, про що свідчать прирости висоти стебла та його товщини біля кореневої шийки. Аналогічні результати отримано за використання ОМД SKM (див. підрозділ 3.1).

Таблиця 4.3.6. Вплив РКТ на товщину стебла біля кореневої шийки рослин помідора їстівного, польовий дослід,  $M \pm m$ ,  $n=40$

Варіант	Діаметр стебла, мм		Середнє значення, мм	Приріст до контролю	
	2021 р.	2022 р.		мм	%



Варіант	Діаметр стебла, мм		Середнє значення, мм	Приріст до контролю	
	2021 р.	2022 р.		мм	%
Фенологічна фаза розвитку – бутонізація					
Контроль	4,8 ± 0,2	5,2 ± 0,1	5,0	-	-
Дослід	5,4 ± 0,3	6,2 ± 0,1*	5,8	0,8	16,0
Фенологічна фаза розвитку – цвітіння					
Контроль	6,8 ± 0,1	7,1 ± 0,2	7,0	-	-
Дослід	7,9 ± 0,2*	8,4 ± 0,1*	8,2	1,2	17,1
Фенологічна фаза розвитку – початок плодоношення					
Контроль	8,4 ± 0,3	8,8 ± 0,5	8,6	-	-
Дослід	9,7 ± 0,3*	11,1 ± 0,4*	10,4	1,8	20,9
Фенологічна фаза розвитку – буре стиглість плодів					
Контроль	12,4±0,6	13,6±0,5	13,0	-	-
Дослід	14,5±0,5*	15,8±0,6*	15,2	2,2	16,9

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

За впливу технології з використанням РКТ рослини помідора їстівного були більш облиствленими (табл. 4.3.7). Середня кількість листків на дослідних рослинах була вищою на 5,5 (фаза бутонізації) – 12,2 (буре стиглість плодів) штук, або 21,2–28,9 %. Найбільшу кількість листків на рослині виявлено у фазі бурої стиглості плодів, найефективніший вплив РКТ на цей показник відзначено під час цвітіння. Хороший розвиток листкового апарату як донора пластичних речовин у процесі фотосинтезу впливатиме на формування плодів помідора їстівного й, відповідно, їх урожай. На рясніше облиствлення рослин вплинуло збільшення показників висоти стебла та кількості пагонів 1-го порядку в кущі (табл. 4.3.8).

За впливу РКТ їх кількість у фазі бурої стиглості плодів зростає на 24,6 %. Виявлено зростання висоти пагонів 1-го порядку на 7,1 %, але показник не є вірогідним порівняно з контролем. Варто зазначити, що за

впливу РКТ довжина листка середнього ярусу рослини (листок біля 4-го ярусу суцвіття) зросла на 28,6 %.

Таблиця 4.3.7. Вплив РКТ на облиствлення рослин помідора їстівного, польовий дослід,  $M \pm m$ ,  $n=40$

Варіант	Кількість листків на рослині, шт.		Середнє значення	Приріст до контролю	
	2021 р.	2022 р.		шт.	%
Фенологічна фаза розвитку – бутонізація					
Контроль	18,3±1,9	21,4±1,3	19,9	-	-
Дослід	23,6±1,8	27,2±1,2*	25,4	5,5	27,6
Фенологічна фаза розвитку – цвітіння					
Контроль	26,4±1,2	30,5±1,6	28,5	-	-
Дослід	34,7±1,8*	38,8±1,2*	36,8	8,3	28,9
Фенологічна фаза розвитку – початок плодоношення					
Контроль	41,5±2,4	43,4±2,6	42,5	-	-
Дослід	51,2±1,8*	56,6±2,4*	53,9	11,4	26,8
Фенологічна фаза розвитку – буре стиглість плодів					
Контроль	51,6±3,1	63,4±2,6	57,5	-	-
Дослід	67,8±2,5*	71,6±3,2	69,7	12,2	21,2

Примітка \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Таблиця 4.3.8. Вплив РКТ на ростові процеси помідора їстівного, польовий дослід, середнє за 2021–2022 рр.,  $M \pm m$ ,  $n=40$

Варіант	Фенологічна фаза розвитку – буре стиглість плодів		
	Кількість пагонів 1-го порядку в кущі, шт.	Висота бічного пагону, см	Довжина листка, см
Контроль	6,1±0,5	48,2±1,6	18,2±0,6
Дослід	7,6±0,4*	51,6±1,5	23,4±1,2*

Примітка \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

**Підсумок до підрозділу 4.3**

На основі проведених досліджень у вегетаційних та польових умовах виявлено стимулювальний вплив РКТ на ростові процеси помідора їстівного сорту Волове серце та F1 Талент, що пов'язано з поліпшенням мінерального живлення рослин за рахунок їх позакореневого підживлення. Оскільки компоненти РКТ, зокрема гумінові сполуки, впливають на проникність мембран (Nardi S. et al., 2002; Ящук В. У. та ін., 2016; Цмур Ю. Ю., 2010), у результаті цього пришвидшується надходження інших компонентів РКТ (макро- і мікроелементів) і поліпшується живлення клітин надземних органів. ОМД також підвищують активність твірних тканин шляхом впливу на мітоз (Abdelhamid M. T. et al., 2011). Встановлено, що у вегетаційних умовах за впливу РКТ висота стебла рослин сорту Волове серце зросла на 20,4–42,6 %, кількість листків – 10,8–42,6 %, маса сирої речовини надземних органів – 30,7 %, маса сирої речовини листків – 42,8 %. Аналогічні результати отримано і в польових умовах. Шестикратне підживлення РКТ для прискорення росту і розвитку сільськогосподарських культур F1 Талент інтенсифікувало ріст стебла у висоту (на 15,0–21,2 %), сприяло потовщенню його біля кореневої шийки на 16,0–20,9 %, формуванню пагонів у кущі та наростанню листків. Їх кількість на дослідних рослинах була на 21,2–28,9 % більшою порівняно з контролем.

Отже, застосування РКТ для обробки насіння та позакореневого підживлення рослин помідора їстівного впливає на морфогенез вегетативних органів і стимулює їх ростові процеси.

#### **4.4. Параметри флуоресценції хлорофілу в листках помідора їстівного за впливу рекультиванту композиційного TREVITAN®**

Фотосинтез є складним фізіологічним процесом утворення органічних речовин із мінеральних за участі енергії сонця, який лежить в основі накопичення біологічної маси рослинами, а отже і формування урожаю сільськогосподарськими культурами (Стасик О.О., Кірізій Д.А., Прядкіна Г.О., 2021).

Адаптація рослин до умов навколишнього середовища, а відтак підтримка гомеостазу між вуглецевмісними (вуглеводи, ліпіди), азотовмісними сполуками (нуклеїнові кислоти, амінокислоти, білки) та вторинними метаболітами (терпени, алкалоїди, фенольні сполуки) відбувається через зміну засвоєння, розподілу вуглецю і поживних речовин. Такі зміни, у більшості випадків, підтримують ріст і розвиток рослин, впливають на стан фотосинтетичного апарату (ФА), зокрема, на перебіг первинних процесів фотосинтезу (ППФ). Останні, як правило, оцінюються через явище флуоресценції хлорофілу *a* та описуються біофізичними параметрами (Герц А. І., Конончук О. Б., 2017).

Відомо, що позакоренева обробка мікродобривами впливає на величину антени світлозбиральних комплексів (СЗК), на кількість активної форми хлорофілу в СЗК фотосистеми II (ФС II),  $Q_b$  невідновлювальних комплексів (Богдан М. М., 2016) та на квантову ефективність фотохімічного перетворення енергії ( $\Phi_{PSII}$ ) загалом. Існуючий зв'язок між ефективністю фотохімії ФС II та активністю рибулозобісфосфаткарбоксилази (РБФК), як ключового ферменту темної фази фотосинтезу, обумовлює зміни продуктивності фотосинтезу загалом (Kalaji H.M. et al., 2017).

Отже, фотосинтез залежить від багатьох чинників, у тому числі і від мінерального живлення, яке дає рослинам необхідні хімічні елементи, включає їх до обміну речовин та є одним із основних факторів регулювання їх росту, розвитку і продуктивності. Крім того, сам фотосинтез є необхідною умовою ефективного використання елементів мінерального живлення, адже постачає цьому процесу енергію (Коць С. Я., Петерсон Н. В., 2009; Санін Ю. В., Санін В. А., 2012).

Переважну кількість мінеральних елементів живлення поглинає із ґрунту кореневою системою, а також здатна засвоювати їх надземними органами, тобто позакоренево. Тому, дуже часто для усунення недоліків ґрунтового живлення, застосовують швидке і дієве позакореневе підживлення, яке компенсує обмежене надходження мінеральних речовин з

грунту через їх нестачу чи за зниженої активності кореневої системи рослин. Необхідно зазначити, що ефективність дії позакореневого підживлення залежить від багатьох чинників, таких як фенологічна стадія росту рослини, дефіцит певного елементу мінерального живлення у ґрунті, погодних умов тощо (Санін Ю. В., Санін В. А., 2012).

Одним із ефективних шляхів виявлення раннього стресу в рослин є метод індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ). Аналіз даних ІФХ дає можливість оцінити критичні параметри та з'ясувати зміни у функціональній активності фотосинтетичного апарату за дії позакореневої обробки добривами. Зміни флуоресценції хлорофілу є відображенням окисно-відновлювального стану реакційних центрів (РЦ) ФС II (Kalaji H.M. et al., 2017).

Методом індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) виокремлено групу параметрів флуоресценції хлорофілу а, зокрема квантовий вихід NPQ ( $\phi$ NPQ), частка світлової енергії, що поглинається ФС II та втрачається через нерегульовані процеси ( $\phi$ NO), що можуть обумовлювати відмінності у продуктивності помідора їстівного, позаяк є чутливими до позакореневого внесення ОМД.

Дослідження реакції фотосинтетичної системи рослин помідора їстівного сорту Волове серце на позакореневе підживлення РКТ виявило відсутність прямого впливу використаного мінерального добрива на квантовий вихід фотохімії ФС II ( $\Phi_{PSII}$ ). Водночас, відносний вміст хлорофілу (SPAD), який корелює із загальним вмістом азоту в листках рослин (Coste S. et al., 2010), статистично значимо зростає як на 37, та і 58 доби (табл. 4.4.1).

Враховуючи те, що флуоресценція хлорофілу є обернено пропорційною до фотосинтетичної активності листків (Kalaji H.M. et al., 2017) та конкурує із фотохімічним (qP) та нефотохімічним гасінням хлорофілу (NPQ) (Kanazawa A. et al., 2017), спостерігається підвищення рівня останнього у дослідному варіанті, що був оцінений за відсутності темної адаптації рослин (NPQt).

Таблиця 4.4.1. Флуоресцентні параметри та відносний вміст хлорофілів у листках помідора їстівного сорту Волове серце за впливу RKT, в.о.,  $M \pm SD$ ,  $n=25$

Параметри	Контроль	Дослід
01.07. 2022 р.(37 день)		
$\Phi_{PSII}$	0,64 $\pm$ 0,05	0,66 $\pm$ 0,04
$\phi NPQ$	0,20 $\pm$ 0,02	0,18 $\pm$ 0,02
$\phi NO$	0,16 $\pm$ 0,01	0,16 $\pm$ 0,01
$Fv'/Fm'$	0,68 $\pm$ 0,03	0,69 $\pm$ 0,02
NPQt	1,23 $\pm$ 0,33	1,12 $\pm$ 0,31
qL	0,82 $\pm$ 0,10	0,85 $\pm$ 0,10
LEF	2,66 $\pm$ 0,55	2,33 $\pm$ 0,56
SPAD	43,46 $\pm$ 5,27	47,52 $\pm$ 4,37*
22.07.2022 р. (58 день)		
$\Phi_{PSII}$	0,68 $\pm$ 0,04	0,69 $\pm$ 0,04
$\phi NPQ$	0,19 $\pm$ 0,04	0,17 $\pm$ 0,03*
$\phi NO$	0,13 $\pm$ 0,01	0,14 $\pm$ 0,01
$Fv'/Fm'$	0,66 $\pm$ 0,0*	0,69 $\pm$ 0,02*
NPQt	1,42 $\pm$ 0,40	1,16 $\pm$ 0,22*
qL	0,99 $\pm$ 0,10	0,93 $\pm$ 0,11*
LEF	3,12 $\pm$ 1,21	3,59 $\pm$ 1,01*
SPAD	51,57 $\pm$ 6,53	55,35 $\pm$ 5,08*

*Примітка:* \* –  $p < 0,05$  різниця вірогідна порівняно з контролем;  $\Phi_{PSII}$  – квантова ефективність ФС II, NPQt – нефотохімічне гасіння, оцінене без темної адаптації,  $\phi NPQ$  – квантовий вихід NPQ,  $\phi NO$  – частка світлової енергії, що поглинається ФС II та втрачається через нерегульовані процеси;  $Fv'/Fm'$  – максимальний квантовий вихід ФС II, оцінений без темної адаптації; qL –

частка відкритих реакційних центрів ФС II, LEF – лінійний електронний транспорт, SPAD – відносний вміст хлорофілу.

Ймовірно, це може бути обумовлено не лише різними рівнями фотохімічного розділення зарядів у РЦ дослідних та контрольних рослин, а і різною інтенсивністю лінійного транспорту електронів (LEF). Окисно-відновний стан  $Q_A$  (первинний хіноновий акцептор електронів ФС II), оцінка якого здійснювалась за показником  $qL$  (кількість відкритих РЦ у ФС II) і лінійний електронний транспорт (LEF) контрольної та дослідної груп суттєво відрізнялись на 58 добу (табл. 4.4.1, 4.4.2).

Застосоване позакореневе підживлення RKT знижує теплову дисипацію надлишкової світлової енергії у РЦ ФС II на 58 добу та статистично значимо впливає на LEF.

Відомо, що за умов, коли активність світлових реакцій значно перевищує інтенсивність ензиматичних процесів у циклі Кальвіна, який утилізує АТФ і НАДФН, відбувається зниження  $pH$  люмена тилакоїда (Kanazawa A. et al., 2017). Такий дисбаланс світлової і темної стадій фотосинтезу запускає ланцюг процесів, які призводять до виникнення теплової дисипації квантів. При цьому, основний внесок у процес нефотохімічного гасіння має  $qE$  (Kanazawa A. et al., 2017), що залежить від трансмембранного градієнту протонів і ступеня деепоксидзації пігментів ксантофілового циклу (Kalaji H.M. et al., 2017).

Отже, за впливу RKT, на рослини помідора їстівного, на фоні зростання швидкості лінійного електронного транспорту порівняно з контрольною групою, знижується рівень  $NPQt$ . Водночас, на 58 день вегетації спостерігається тенденція до збільшення загальної кількості активних РЦ ФС I ( $p < 0,05$ ) (табл. 4.4.2), а відтак спостерігається тенденція до збільшення частки відкритих та окислених РЦ ФС I, що, можливо, у кінцевому результаті призведе до корекції рівня АТФ (через циклічний транспорт електронів) та кількості відновлених еквівалентів НАДФН.

Таблиця 4.4.2. Стан ФС I за дії добрива RKT, у.о.,  $M \pm SD$ ,  $n=25$ 

Параметри	Контроль	Дослід
01.07. 2022 р. (37 день)		
загальна к-ть активних центрів ФС I	1,39±0,27	1,19±0,33*
частка відкритих центрів ФС I	0,24±0,14	0,34±0,27
частка центрів ФС I в окисленому стані	0,04±0,14	0,005±0,20
22.07.2022р. (58 день)		
загальна к-ть активних центрів ФС I	1,23±0,82	1,26±0,40
частка відкритих центрів ФС I	0,13±0,15	0,21±0,19*
частка центрів ФС I в окисленому стані	0,21±0,35	0,24±0,31

*Примітка:* \* –  $p < 0,05$  різниця вірогідна порівняно з контролем

#### Підсумок до підрозділу 4.4

Отже, методом ІФХ виокремлено групу параметрів флуоресценції хлорофілу *a*, які є чутливими до чинників зовнішнього середовища, в тому числі позакореневого підживлення рослин ОМД. Встановлено, що позакореневе підживлення RKT рослин помідора їстівного сорту Волове серце у вегетаційних умовах знижує теплову дисипацію надлишкової світлової енергії у РЦ ФС II на 58 добу вегетації та статистично значимо впливає на LEF. Виявлено також статистично достовірне зростання SPAD на 37 і 58 доби вегетації помідора їстівного. Зазначені вище параметри флуоресценції хлорофілу *a* можуть обумовлювати відмінності у формуванні врожаю культурою.

#### 4.5. Продуктивність та якісний склад плодів помідора їстівного за впливу рекультиванту композиційного TREVITAN®

Проблема отримання екологічно безпечної продукції овочівництва є особливо актуальною, оскільки цінність овочів полягає в можливості їх споживання у свіжому та переробленому вигляді. Серед овочевих культур



України та світу помідору їстівному належить провідне місце в забезпеченні населення якісною овочевою продукцією. Приблизно 75 % плодів помідора, що вирощують у світі, використовують для споживання у свіжому вигляді, а 25 % – переробляють на томатну пасту, кетчупи, соуси, консервують тощо (Скалецька Л. Ф., Подпрятков Г. І., Завадська О. В., 2014).

У зв'язку зі зміною клімату посівні площі культури зростають. За даними Державної служби статистики України, у 2021 році зібрано врожай з 75,8 тис. га, при цьому обсяг виробництва плодів помідора в господарствах усіх категорій становив 2444,88 тис. т за середньої врожайності – 321,6 ц/га (Площі, валові збори ..., 2022). Варто зазначити, що цінність плодів помідора пов'язана з їхнім якісним складом. Зрілі плоди містять від 4,3 до 12 % сухої речовини (Скалецька Л. Ф., Подпрятков Г. І., Завадська О. В., 2014), значну кількість цукрів (2,5-4,2 %) (Федоров, Шкабара, Федорова, 2013; Combining Ability Analysis, 2017) (2-6 %) (Скалецька Л. Ф., Подпрятков Г. І., Завадська О. В., 2014), органічних кислот (0,4-0,9 %), мінеральних, ароматичних сполук, вітамінів, лікопіну (0,3 %), клітковини (0,3-0,9 %).

Плоди помідорів у 100 г містять 15-45 мг аскорбінової кислоти (вітамін С), 0,5-2,2 мг провітаміну А ( $\beta$ -каротин), 0,04-0,16 мг вітаміну В<sub>1</sub> (тіамін), 0,05-0,06 мг вітаміну В<sub>2</sub> (рибофлавін), 0,04-0,05 мг вітаміну РР (нікотинова кислота), а також у невеликих кількостях вітаміни В<sub>9</sub> (фолієва кислота) і Н (біотин) (Федоров, Шкабара, Федорова, 2013; Combining Ability Analysis, 2017). При цьому біохімічний склад плодів змінюється залежно від особливостей сорту, гібрида й умов вирощування (Скалецька Л. Ф., Подпрятков Г. І., Завадська О. В., 2014).

РКТ є екологічно безпечним препаратом органічного походження нового покоління, застосування якого сприятиме біологізації агротехнологій вирощування овочевих культур. Вплив зазначеного вище препарату на фізіологічні процеси в рослинах помідора їстівного, формування урожаю плодів та їхні якісні показники потребує досліджень.

Результати наших досліджень показали, що застосування РКТ для осінньої обробки ґрунту перед оранкою, обробки посівного матеріалу та надземної маси рослин під час вегетації істотно впливає на продуктивність помідора їстівного гібрида першого покоління Талент (табл. 4.5.1, 4.5.2.). За використання РКТ продуктивність культури зросла на 28,5 % (2021 р.) та 29,4 % (2022 р.), порівняно з контролем. Погодні умови 2022 р. були більш сприятливими для ростових процесів та формування врожаю (див. підрозділи 2. 2 та 4.1). На підвищення врожаю плодів у 2022 р. вплинуло збільшення розмірів та маси плодів. Оскільки в куші за використання препарату було більше пагонів, то це вплинуло, відповідно, на показники кількості суцвіть і плодів на рослині. Встановлено, що за впливу РКТ на куші сформувалося в дослідному варіанті на 29,9 % (2021 р.) та 29,1 % (2022 р.) суцвіть більше порівняно з контролем, також на 36,1 % (2021 р.) та 37,1 % (2022 р.) більше виявилось плодів на одній рослині.

Таблиця 4.5.1. Вплив РКТ на продуктивність та структуру урожаю помідора їстівного F1 Талент,  $M \pm m$ ,  $n=12$ , 2021 р.

Показник	Варіант	
	Контроль (без добрив)	Дослід(РКТ)
Продуктивність, т/га	67,66±1,71	86,98±1,69*
Кількість суцвіть на рослині, шт.	22,13±0,43	28,75±0,87*
Маса плодів з одного куща, кг	2,016±0,038	2,963±0,043*
Кількість плодів на одному куші, шт.	61±0,4	80±0,6*
Довжина плода, см	6,8±0,1	8,5±0,1*
Маса одного плода, г	33,1±0,31	39,5±0,28

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Варто зазначити, що за використання препарату поліпшилось живлення рослин – як кореневе, так і позакореневе, що в кінцевому рахунку вплинуло

на продуктивність культури і на структурні елементи урожаю. За використання РКТ зросли розміри плода помідора їстівного, зокрема його довжина на 22,1 % (2021 р.) та 25,0 % (2022 р.), маса – на 10,4 % (2021 р.) та 19,3 % (2022 р.). Завдяки збільшенню кількості плодів на рослині та їх розмірів виявлено відповідно зростання маси плодів з одного куща на 45,0 % (2021 р.) та 46,9 % (2022 р.).

Таблиця 4.5.2. Вплив РКТ на продуктивність та структуру урожаю помідора їстівного F1 Талент,  $M \pm m$ ,  $n=12$ , 2022 р.

Показник	Варіант	
	Без добрив (контроль)	Дослід (РКТ)
Продуктивність, т/га	68,23±1,82	88,32±1,71*
Кількість суцвіть на рослині, шт.	22,47±0,51	29,87±0,89*
Маса плодів з одного куща, кг	2,158±0,042	3,528±0,056*
Кількість плодів на одному кущі, шт.	62±1,2	85±1,4*
Довжина плода, см	7,2±0,2	9,5±0,3*
Маса одного плода, г	36,6±0,64	44,6±0,57*

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Отже, використання РКТ для відновлення родючості ґрунтів, який поліпшує їхню структуру, гранулометричний і колоїдний стани, фізичні властивості, біологічну активність та забезпечує рослини необхідними умовами росту і розвитку (Дзендзель А. Ю., Пида С. В., 2021б) сприяє формуванню високої продуктивності помідора їстівного. Застосування РКТ для обробки насіння та надземної маси рослин під час їх вегетації також поліпшує живлення помідора їстівного, інтенсифікує фізіологічні процеси, підвищує стійкість до несприятливих умов середовища (Дзендзель А. Ю.,

Пида С. В., 2021а; Дзендзель А. Ю., 2021), що в підсумку статистично достовірно збільшує продуктивність культури та поліпшує морфометричні показники плодів.

Плоди помідора їстівного є джерелом різноманітних вітамінів (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, РР, С), органічних кислот (яблучна і лимонна кислота), мінеральних солей (Калію, Натрію) та макроелементів (Магнію, Кальцію, Фосфору, Феруму) (Скалецька Л. Ф., Подпрятів Г. І., Завадська О. В., 2014). Усі ці сполуки необхідні для оптимізації обміну речовин в організмі людини та збереження її життєдіяльності.

Маркером загального стану здоров'я людини називають вітамін С – він має антиоксидантну, антитоксичну, гіпосенсибілізуючу, протизапальну, антигіалуронідазну, антиатеросклеротичну дію, зменшує потребу в тіаміні, рибофлавіні, ретинолі, токоферол ацетаті, фолієвій та пантотеновій кислотах (Маркер загального стану, 2018). Він необхідний для синтезу колагену і проколагену, сприяє всмоктуванню заліза в шлунково-кишковому тракті, завдяки чому в організмі нормально синтезується гемоглобін. В організмі людини вітамін С не утворюється, на його нестачу вказує постійна втомлюваність і слабкість, дратівливість, відсутність апетиту та втрата ваги.

Відомо, що хімічний склад плодів помідорів значною мірою визначає їхню якість, тривалість зберігання та стійкість до хвороб під час зберігання, середньодобові втрати вологи та маси як показники в'янення (всихання) та загалом їхня здатність до зберігання та подальшої схожості в разі використання на насіння. Встановлено, що застосування РКТ впливає на якісні характеристики плодів помідора їстівного (табл.4.5.3). Виявлено тенденцію до збільшення відсотків масової частки сухих і сухих розчинних речовин на 2,5 та 0,8 % у плодах рослин дослідного варіанта. Це свідчить про дещо кращу їх споживчу якість, оскільки плоди, що містять більше сухих речовин, менше схильні до механічного пошкодження та втрати форми.

Показники кількісного вмісту вітаміну С та каротиноїдів відрізняються між досліджуваними зразками томатів, але перебувають у межах

фізіологічної норми для цієї культури. Результати математичного аналізу показали статистично достовірні відмінності за зазначеними вище показниками.

Таблиця 4.5.3. Вплив РКТ на якісний склад плодів помідора їстівного F1 Талент,  $M \pm m$ ,  $n=4$ , 2021 р.

Показник	Варіант	
	Контроль (без добрив)	Дослід (РКТ)
Масова частка сухих речовин, %	6,70±0,21	6,87±0,13
Масова частка сухих розчинних речовин, %	5,13±0,11	5,17±0,12
Вміст аскорбінової кислоти, мг/кг	22,0±0,8	26,4±0,6*
Масова частка каротиноїдів, мг/100 г	0,12±0,01	0,17±0,01*
Масова частка флавоноїдів, мг/100 г в перерахунку на кверцетин	11,0±0,44	13,0±0,41*
Кислотність, %	0,38±0,02	0,19±0,01*

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

За використання РКТ виявлено зростання вмісту аскорбінової кислоти в плодах помідора їстівного на 20 %, масової частки каротиноїдів та флавоноїдів – 41,7 та 18,2 %. Варто зазначити, що за впливу РКТ у 2 рази знижується кислотність плодів.

Важливими речовинами, що характеризують якість плодів помідора, є вуглеводи, зокрема моно- і дисахариди. Вони добре розчиняються у воді та солодкі на смак, утворюються в процесі фотосинтезу. Дослідження показали, що за використання РКТ вміст дисахаридів збільшувався порівняно з контролем на 57,3 % (табл. 4.5.4).

За вмістом моносахаридів плоди помідора їстівного контрольного і дослідного варіантів істотно не відрізнялися між собою. Проте масова частка загального вмісту цукрів у плодах рослин дослідного варіанта була вищою

порівняно з контролем на 8,8 %, що вказує на інтенсифікацію процесів синтезу, відтоку та акумуляції вуглеводів за впливу РКТ. За технічної стиглості томатів плоди накопичують певний резерв вуглеводів, що є достатнім для забезпечення підтримки їхньої післязбиральної якості та товарного вигляду.

Таблиця 4.5.4. Вплив РКТ на накопичення вуглеводів у плодах помідора їстівного F1 Талент, 2021 р.  $M \pm m$ ,  $n=4$

Показник	Варіант	
	Контроль (без добрив)	Дослід (РКТ)
Масова частка моносахаридів, %	4,06±0,02	4,02±0,01
Масова частка дисахаридів, %	0,82±0,01	1,29±0,01*
Масова частка загального вмісту моно-і дисахаридів, %	4,88	5,31

*Примітка* \* – різниця вірогідна порівняно з контролем при  $p < 0,05$

Хімічний склад плодів помідорів істотно пов'язаний з генотипом і сортовими особливостями (Дущак О. В. та ін., 2021), однак застосування РКТ в технології вирощування також впливало на показники вмісту макро- та мікроелементів, переважно збільшуючи їхню кількість (табл. 4.5.5). Зокрема, вміст Нітрогену, Калію і Магнію в плодах дослідних рослин збільшився на 21,0, 31,6 і 43,3 % відповідно, порівняно з контролем. Кількість Нітрогену в плодах як контрольного, так і дослідного варіантів не перевищувала допустимого рівня, що є важливою характеристикою якості плодів. Вміст Фосфору був нижчим порівняно з контрольним варіантом на 17,6 % та оптимальними показниками. Можливо, це пов'язано з тим, що макроелементи перебувають в організмі рослини в тісній взаємодії та між елементами виникають антагоністичні або синергічні прояви. У нашому випадку підвищений вміст Нітрогену призводив до зниження накопичення Фосфору плодами помідора. Варто зазначити, що застосування РКТ знизило також вміст Кальцію в плодах помідора на 53,9 %, Показник вмісту Кальцію,

визначений титрометричним методом, свідчить про надлишкову концентрацію зазначеного вище елемента в плодах помідора. Ґрунт дослідних ділянок характеризувався високим вмістом обмінного катіону Кальцію (див. підрозділ 2.2), що, очевидно, і вплинуло на його показники в плодах.

Таблиця 4.5.5. Вплив RKT на хімічний склад плодів помідора їстівного F1 Талент, 2021 р.,  $M \pm m$ ,  $n=3$

№	Назва елемента	Символ елемента	Кількість, мг/кг	
			Контроль (без добрив)	Дослід (RKT)
1	Нітроген	N	951±16	1151±14*
2	Кальцій	Ca	804±9	371±6*
3	Магній	Mg	67±0,9	96±0,8*
4	Калій	K	1392±11	1832±17*
5	Фосфор	P	375±8	309±7*
6	Ферум	Fe	1,83±0,03	1,75±0,03
7	Цинк	Zn	0,93±0,01	1,16±0,01*
8	Купрум	Cu	1,17±0,02	1,52±0,02*
9	Манган	Mn	0,18±0,01	0,24±0,01*
10	Бор	B	1,95±0,04	1,04±0,02

Примітка: \* – дані статистично значущі за t-критерієм Стьюдента ( $P \leq 0,05$ )/

Хоч застосування RKT знижувало концентрацію Кальцію в плодах помідора майже у два рази порівняно з контролем, однак його вміст залишався вищим за оптимальні значення. Очевидно, RKT впливав на активність поглинання  $Ca^{2+}$  кореневою системою, оскільки в ґрунті наявний високий вміст обмінного катіону Кальцію, що потребує досліджень. Найменшу кількість макроелемента в плодах помідора виявлено для Магнію,

як у контрольному варіанті, так і із застосуванням РКТ. Загалом, ряди макроелементів, розміщених у порядку зменшення їхніх концентрацій у плодах помідора F1 Талент контрольного та дослідного варіантів, мають такий вигляд:  $K > N > Ca > P > Mg$ . За застосування ОМД в технології вирощування помідора (див. розділ 3) ряди макроелементів також мали подібний вигляд, лише в плодах контрольного варіанта виявлено найменшу кількість Фосфору, а дослідного – Магнію. Однак на показник співвідношення  $Ca/Mg$ , який не має обмеження, якщо значення  $\geq 1$ , низький вміст Магнію не мав негативного впливу. Результати наших досліджень узгоджуються з даними літератури щодо сортових особливостей елементного складу рослин (Дущак О. В. та ін., 2021) та впливу на нього поживного режиму ґрунту.

На основі розрахунку коефіцієнтів біологічного поглинання Нітрогену (КБП=37,7 (контроль) і 45,7 (дослід), Фосфору (КБП=4,2 і 3,4) і Калію (КБП=26,3 і 34,6) встановлено, що зазначені вище макроелементи акумулюються в плодах помідора їстівного.

Таким чином, кількість Калію в плодах помідора не відповідає оптимальному рівню вмісту макроелементів. Тому для корекції оптимальному вмісту зазначеного вище елемента в плодах помідора необхідні додаткові дослідження з регулюванням калійного режиму живлення протягом вегетації, а також необхідні додаткові способи управління ґрунтовим середовищем для запобігання надмірного поглинання Кальцію рослинами помідора.

Мікроелементний склад плодів помідора характеризувався оптимальними значеннями. Застосування РКТ підвищувало вміст мікроелементів у плодах помідора, окрім Бору та Феруму. Плоди контрольного та дослідного варіантів за кількістю вищезазначених мікроелементів істотно не відрізнялися між собою. Зокрема, вміст Мангану підвищився на 33,3 %, Купруму – на 29,9 %, Цинку – на 24,7 % порівняно з контрольним варіантом. Таким чином, застосування РКТ підвищує



біологічну цінність плодів помідора, збільшуючи вміст Мангану, Купруму та Цинку, важливих у профілактиці лікування функції залоз внутрішньої секреції людини. Концентраційні ряди розташування мікроелементів у плодах помідора їстівного гібрида F1 Талент контролю та досліду мають відповідно таку послідовність:  $Fe > B > Cu > Zn > Mn$  та  $Fe > Cu > Zn > B > Mn$ . Аналогічну закономірність кількісного складу мікроелементів у плодах помідора виявлено за впливу ОМД SKM (див. розділ 3). КБП Мангану (0,02 та 0,03) та Cu (0,63 і 0,83) вказують на те, що зазначені вище мікроелементи не накопичуються в плодах, а рослини томатів належать до їх деконцентраторів. КБП Цинку в рослин контрольного варіанта становить 0,81, а дослідного – 1,02, що вказує на тенденцію до накопичення зазначеного мікроелемента за впливу РКТ. Помідор їстівний акумулює в плодах Ферум. КБП Fe контрольного та дослідного варіантів становлять відповідно 2,0 та 1,9, що характеризує томати як концентратора зазначеного вище елемента за вирощування в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України (Тернопільська обл.).

Оскільки макроелементи в організмі рослин перебувають у тісній взаємодії, показники їх співвідношення свідчать про збалансованість хімічного складу товарної продукції. У наших дослідженнях співвідношення  $(K+Mg)/Ca$ ,  $N/Ca$  та  $Ca/Mg$  відповідали оптимальним значенням без істотних відхилень, як на контрольному варіанті, так і на варіанті із застосуванням РКТ (табл. 4.5.6). За впливу рекультиванту зростали показники співвідношення  $(K+ Mg)/Ca$  та  $N/Ca$  та знижувалися  $Ca/Mg$ .

Таблиця 4.5.6. Результати обчислення співвідношення основних макроелементів плодів помідора їстівного за впливу ОМД

<b>Співвідношення:</b>	<b>Контроль</b>	<b>Дослід</b>	<b>Оптимум або допустимий рівень</b>
$(K+ Mg)/Ca$	1,81	5,2	<5–20
$N/Ca$	1,18	3,10	$\leq 10$
$Ca/Mg$	12,0	3,86	$\geq 1$

### **Підсумок до підрозділу 4.5.**

Отже, застосування RKT в технології вирощування помідора їстівного гібрида F1 Телент у ґрунтово-кліматичних умовах Тернопільської області (Західний Лісостеп України) підвищує врожай плодів у середньому за два роки на 28,95 %, порівняно з контролем, поліпшує морфометричні показники плодів та їхню харчову цінність шляхом накопичення вітаміну С, каротиноїдів, флавоноїдів, дисахаридів та загального вмісту цукрів, зниження кислотності.

За впливу RKT в плодах збільшувався вміст Нітрогену, Калію і Магнію, Мангану, Купруму та Цинку, знижувалася кількість Кальцію, не змінювалася – Бору та Феруму, порівняно з контролем. На основі розрахунку КБП рослини помідора їстівного належать до концентраторів макроелементів Нітрогену, Фосфору і Калію та мікроелемента Феруму.

Застосування RKT для швидкої регенерації ґрунту, обробки насіння та посадкового матеріалу різноманітних сільськогосподарських культур, прискорення росту і розвитку рослин (розробник ТОВ «ТЕВІТАН УКРАЇНА») під час вирощування помідора їстівного сприятиме отриманню органічної продукції хорошої якості та екологічній стабільності агроєкосистем.

### **Підсумок до розділу 4**

Розроблено та зареєструвало в державній санітарно-епідеміологічній службі України та в Канаді «Рекультивант композиційний TREVITAN®» для швидкої регенерації ґрунту, обробки насіння і посадкового матеріалу та для прискорення росту і розвитку різноманітних сільськогосподарських культур та досліджено його ефективність у польових і вегетаційних умовах. Встановлено, що RKT статистично достовірно впливає на посівні якості насіння різних за тривалістю вегетаційного періоду сортів, ростові процеси помідора їстівного сорту Волове серце та параметри фотосинтезу у вегетаційних умовах. Застосування RKT в технології вирощування помідора їстівного гібрида F1 Телент у ґрунтово-кліматичних умовах Тернопільської

області (Західний Лісостеп України) статистично достовірно підвищує інтенсивність ростових процесів, сприяє формуванню хорошого врожаю плодів ( $86,98 \pm 1,69$  т/га, 2021 р.;  $88,32 \pm 1,71$  т/га, 2022 р.), що на 28,5 та 29,4 % більше порівняно з контролем; забезпечує поліпшення їх біохімічного та елементного складу.

**Представлені в розділі 4 результати опубліковано в статтях:**

Дзендзель А. Ю., 2022; Дзендзель А. Ю., Пида С. В., 2022б;

## РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Підвищення урожаю культурних рослин є актуальною проблемою біології та сільськогосподарської практики (Михальська Л. М., Маковейчук Т. І., Швартау В. В., 2019; Карпенко К. М., 2019; Кур'ята В. Г., Кравець О. О., 2018; Погорелова В., 2020; Рогач В. В., Кірізій Д. А., Кур'ята В. Г. Рогач Т. І., 2022), а отже, пошук шляхів вирішення проблеми має вагомим практичне значення. У роботі досліджено вплив технологій з використанням ОМД на фізіологічні процеси, які сприяють формуванню врожаю помідора їстівного. У результаті досліджень поглиблено уявлення про фізіологічні основи формування продуктивності овочевих культур. Відомо, що застосування добрив, біологічно активних речовин, мікробних препаратів впливає на формування урожаю культурних рослин (див. розділ 1). Інтенсивне застосування пестицидів і мінеральних добрив, зокрема азотних, підвищує їх урожайність. Варто зазначити, що технологія виробництва азотних добрив є високоенергетичним процесом, вартість енергоносіїв зростає, що відповідно впливає на собівартість рослинної продукції. У разі внесення їх у ґрунт у підвищених нормах спостерігається значний екологічний дисбаланс, забруднення ґрунтів, істотне зростання кількості небілкового азоту, переважно нітратного, який погіршує якість овочів і завдає великої шкоди тваринам, людям і навколишньому середовищу та є причиною гальмування розвитку органічного сектору аграрного виробництва України (Мельничук Я. П., 2015).

Альтернативою багатьом мінеральним добривам з економічними та екологічними перевагами є рідкі та тверді ОМД. Вони слугують джерелом поживних речовин для рослини, позитивно впливають на агрохімічні показники ґрунту та не забруднюють природне навколишнє середовище. Ефективність рідких і твердих ОМД встановлено на багатьох сільськогосподарських культурах з подальшим визнанням на ринку добрив (Goncalves C. A. et al., 2021).

У літературі обмежені відомості стосовно ефективності застосування ОМД за параметрами ростових процесів, водообміну, фотосинтезу, якісного складу плодів помідора їстівного. Особливої уваги заслуговують ОМД, що містять у своєму складі гумінові речовини, і оскільки їхня роль у поліпшенні поживного режиму ґрунту та регуляції продукційного процесу досліджувалася низкою вчених (див. розділ 1), але зазначені вище аспекти потребують системного підходу у вивченні фізіологічних процесів, які прямо чи опосередковано впливають на формування урожаю з хорошою якістю екологічно безпечних плодів. У контексті нашого дослідження системний підхід дає змогу виявити різноманітні зв'язки на фоні впливу ОМД між процесами мінерального живлення, росту, водообміну, фотосинтезу та продуктивності. Нами удосконалено технологію із застосуванням ОМД SKM, яке містить у своєму складі гумінові речовини, в агротехніці вирощування помідора їстівного, розроблено РКТ для швидкої регенерації ґрунту, обробки насіння та посадкового матеріалу різноманітних сільськогосподарських культур, прискорення росту та розвитку рослин і технологію його застосування.

У результаті проведення лабораторних досліджень встановлено, що РКТ для обробки насіння та посадкового матеріалу поліпшує посівні якості насіння різних за тривалістю вегетаційного періоду сортів помідора їстівного, зокрема підвищує енергію проростання та його схожість, інтенсифікує ростові процеси проростків. Це пов'язано з хімічним складом препарату, оскільки його складові компоненти (гумінові речовини) активують ферменти і підвищують проникність мембран (Антонова О. И. и др., 2000; Сахарчук Т. Н. и др., 2012; Тернавський А. Г., Накльока О. П., 2013).

На основі літературних даних та власних досліджень, що стосуються впливу РКТ для обробки насіння та посадкового матеріалу на енергію проростання, схожість та ростові процеси проростків, запропоновано схему, що пояснює механізм впливу РКТ на посівні якості насіння (рис. 5.1).



Рис. 4.1. Схема впливу компонентів РКТ на процес проростання насіння

На процес формування врожаю помідора їстівного впливають розміри зелених надземних органів, які слугують донором пластичних речовин. Дослідження впливу ОМД SKM та РКТ в польових та вегетаційних умовах показало істотне зростання параметрів процесу росту впродовж онтогенезу гібрида першого покоління Талент та сорту Волове серце. За позакореневого підживлення рослин протягом вегетації поліпшувалось мінеральне живлення культури, що суттєво впливало на морфогенез. Одним із механізмів, що, на нашу думку, пояснює підвищення інтенсивності ростових процесів вегетативних органів помідора їстівного, є збільшення проникності мембран під впливом гумінових речовин добрив. У результаті зазначеного вище до клітин стебел і паренхіми листків інтенсивно надходили макро- та мікроелементи, які включалися в метаболізм і використовувалися в біосинтетичних процесах, що сприяло росту вегетативних органів. За даними літератури (Abdelhamid M. T. et al., 2011; Rose M. T. et al., 2013), іншим механізмом, що пояснює інтенсивніші ростові процеси за впливу ОМД SKM та РКТ, є стимуляція діяльності твірних тканин. Компоненти добрив підвищували мітотичний поділ клітин апікальної, латеральної та маргінальної меристем. У результаті цього в особин дослідних варіантів були вищі й товстіші стебла, облиственні кущі з більшою масою сирої речовини надземних органів, краще розвинений листковий апарат. У вегетаційних умовах сорту Волове серце за впливу РКТ виявлено статистично достовірне

збільшення показника питома маса листка, що вказує на потужніший розвиток клітин його мезофілу.

Продуктивність культур тісно пов'язана зі структурою та механізмами функціонування ФА (Стасик О. О., Киризіт Д. А., Прядкіна Г. О., 2021). Методом ІФХ оцінено критичні параметри та з'ясовано зміни в його функціональній активності за впливу позакореневої обробки РКТ. Визначено статистично достовірне збільшення SPAD на 37 та 58 доби вегетації помідора їстівного сорту Волове серце у вегетаційних умовах. Враховуючи отримані результати, що характеризують стан ФСІ, припускаємо, що РКТ може запобігати надмірному відновленню реакційних центрів ФСІ (P700), а відтак зменшуватиме ймовірність утворення АФК. На 58 добу у дослідних рослин ФСІ перебувала у більш окисленому стані, а частка відкритих РЦ ФСІ статистично значимо зростала. Беручи до уваги те, що, існує кілька основних шляхів запобігання надвідновленню РЦ ФС I (Wada S. et al; 2019), на нашу думку, саме нефотохімічне гасіння хлорофілу на рівні ФСІІ, що зменшувалося на 58 добу, було однією з причин корекції потоку електронів на P700.

Отже, РКТ статистично значимо не впливаючи на квантову ефективність ФСІІ здатен запобігати фотоінгібуванню P700. Впливаючи на підкислення просвіту тилакоїдів, може виступати потенційними регулятором фотосинтетичного транспорту електронів.

Продукційний процес рослин істотно залежить від їх водозабезпечення, особливо в критичні періоди вегетації (Божко Л. Ю., 2010). Аналіз показників параметрів водообміну (загальний вміст води, інтенсивність транспірації, водоутримуюча здатність та водний дефіцит) листків помідора їстівного F1 Талент за впливу ОМД SKM показав їх мінливість порівняно з контролем. Листки дослідних рослин характеризувалися більшим вмістом загальної води, рівень якої під час досягання плодів знижувався, вищими показниками інтенсивності транспірації та водоутримуючої здатності. Це свідчить про те, що в результаті позакореневого підживлення ОМД SKM, у

складі якого є Калій, клітини мезофілу акумулювали його. Очевидно, зазначений осмотично активний катіон сприяв утримуванню води в клітинах паренхіми й підвищенню водоутримуючої здатності листків у фазах бутонізації та бурій стиглості плодів. Завдяки вищій водоутримуючій здатності колоїдів цитоплазми, листки помідора їстівного у вищезазначених фазах характеризувалися нижчими показниками водного дефіциту.

Отже, поліпшення мінерального живлення рослин помідора їстівного в результаті застосування технологій з використанням різних марок ОМД SKM та RKT для швидкої регенерації ґрунту, обробки насіння та посадкового матеріалу різноманітних сільськогосподарських культур, прискорення росту і розвитку рослин збільшувало показники параметрів росту впродовж вегетаційного періоду, регулювало морфогенез, впливало на процеси водного режиму рослин та параметри флуорисценції хлорофілу, а відтак у кінцевому підсумку збільшило врожай плодів у середньому на 22,1 % та 28,9 %.

Підвищення продуктивності помідора їстівного пов'язане із впливом ОМД SKM та RKT на структуру урожаю. У результаті поліпшення мінерального живлення на дослідних рослинах зав'язувалась більша кількість плодів, які характеризувалися вищою масою. Ефективнішим препаратом за показниками врожайності в умовах Західного Лісостепу України виявився RKT.

Важливими фізіологічними показниками та споживчою характеристикою плодів помідора є їх якісний склад, оскільки вони є джерелом вуглеводів, вітамінів, біологічно активних речовин, макро- і мікроелементів для людини. Саме запровадження органічного землеробства, елементом якого є застосування ОМД, є одним з інноваційних шляхів біофортифікації продукції рослинництва корисними мікронутрієнтами (Vallverdu-Queralt A. et al., 2012; Дейниченко Г. В., Юдічева О. П., 2012; Drakou M. et. al., 2015). Мінеральні речовини, що містяться в овочах, виконують важливі функції в організмі людини, забезпечують білковий, вуглеводневий, жировий, водний та мінеральний метаболізм, є



компонентами вітамінів, ферментів і білків тощо. Встановлено, що за впливу ОМД SKM та RKT виявлено тенденцію до збільшення в плодах вмісту сухих речовин, що вказує на кращу лежкість плодів дослідних варіантів. Плоди помідора дослідних варіантів були солодшими, оскільки акумулювали більше розчинних вуглеводів і характеризувалися нижчою кислотністю. За поліпшеного мінерального живлення рослин також накопичували в плодах більшу кількість каротиноїдів, аскорбінової кислоти та флавоноїдів.

У результаті експериментальних досліджень стосовно елементного складу плодів *L. esculentum*. виявлено макро- (Нітроген, Кальцій, Магній, Калій, Фосфор) та мікроелементи (Ферум, Цинк, Купрум, Манган, Бор). Встановлено, що за позакореневого підживлення ОМД SKM помідора істотно статистично достовірно збільшувалась у плодах кількість Нітрогену, Фосфору, Калію, Кальцію (макроелементи) та Цинку, Мангану (мікроелементи). За вмістом Магнію, Купруму і Бору плоди контрольного та дослідного варіантів істотно не відрізнялися між собою. Відомо, що основна кількість Магнію міститься в хлоропластах, а для дослідження відбирали стиглі плоди, у яких у результаті перетворення наявні хромопласти. Кількість елементів у рослинах залежить також від їх вмісту в ґрунті. Плоди контрольного варіанта, порівняно з дослідним, містили більше Феруму.

На елементний склад плодів вплинуло поліпшене живлення рослини за рахунок ОМД SKM та кількість мінеральних речовин у ґрунті. Ґрунт ділянок, на яких закладали польові дослідні варіанти характеризувався високим вмістом органічних речовин, мінерального Нітрогену, рухомих форм Фосфору та обмінного Калію, підвищеним – обмінного  $\text{Ca}^{2+}$ , низьким – обмінних катіонів  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , рухомих форм Феруму, Мангану, Купруму, Цинку та Кобальту. Тобто, у результаті дослідження поглиблено вчення про залежність елементного складу рослини від мінерального живлення.

За використання RKT в технології вирощування помідора істотно статистично достовірно збільшувалась у плодах кількість Нітрогену, Калію, Магнію, Цинку, Купруму та Мангану. Плоди дослідного варіанта

характеризувалися істотно нижчим, порівняно з контролем, вмістом Фосфору і Кальцію, кількість Феруму і Бору в них була майже однакова. Варто зазначити, що ґрунт дослідних ділянок, на яких вирощували помідор їстівний за технологією з використанням РКТ, характеризувався низьким вмістом органічних речовин, рухомих форм Фосфору, Калію та мінерального Нітрогену, обмінних катіонів  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ , рухомих форм Феруму, Мангану, Купруму та Цинку, високим – обмінного катіону Кальцію.

Отже, результати польових досліджень показують, що, незважаючи на дефіцит елементів мінерального живлення в ґрунті, використання ОМД SKM та РКТ в технологіях вирощування помідора їстівного корегує живлення культури, регулює інтенсивність фізіологічних процесів, які впливають на продуктивність, сприяють формуванню вищого урожаю плодів та поліпшують їхню якість. Ефективність РКТ порівняно з ОМД SKM в умовах Західного Лісостепу України за показниками урожаю плодів є вищою.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено фізіологічне обґрунтування застосування органо-мінеральних добрив «SMART» композит Марцінишин<sup>®</sup> та рекультиванту композиційного TREVITAN<sup>®</sup> у технологіях вирощування помідора їстівного як засобу підвищення продуктивності та встановлено ефективність їх використання.

1. Органо-мінеральні добрива «SMART» композит Марцінишин<sup>®</sup> та рекультивант композиційний TREVITAN<sup>®</sup> поліпшують мінеральне живлення культури, регулюють морфогенез помідора їстівного F1 Талент, підвищують параметри ростових процесів: висоту стебла на 13-25 % та 15-21 %, облиствлення рослин на 30 % та 27-29 %, діаметр стебла біля кореневої шийки на 20 % та 16-21 %. У вегетаційних умовах за впливу рекультиванту композиційного TREVITAN<sup>®</sup> висота стебла рослин сорту Волове серце зростає на 20,4 – 42,6 %, кількість листків – 10,8 – 42,6 %, маса сирої речовини надземних органів – 30,7 %, маса сирої речовини листків – 42,8 %.

2. Розроблено згідно ТУ У 20.1-44141048-002:2021 «Рекультивант композиційний TREVITAN<sup>™</sup>» для швидкої регенерації ґрунту, обробки насіння і посадкового матеріалу та для прискорення росту і розвитку різноманітних сільськогосподарських культур та технологію його застосування. Зареєстровано «Рекультивант композиційний» в державній санітарно-епідеміологічній службі України, Канаді, Українському інституті інтелектуальної власності під торговельною маркою «TREVITAN<sup>®</sup>»

3. Обробка насіння різних за тривалістю вегетаційного періоду сортів помідора їстівного рекультивантом композиційним TREVITAN<sup>®</sup> для обробки насіння і посадкового матеріалу підвищує енергію проростання на 5,0 – 39,1 %, схожість на 5,0 – 23,1 %, інтенсифікує ростові процеси вегетативних органів проростків.

4. За впливу позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом «SMART» композит Марцінишин<sup>®</sup> рослин помідора F1 Талент

зростають показники загального вмісту води у листках, інтенсивність їх транспірації, водоутримуюча здатність у фазах бутонізації та бурої стиглості плодів та знижуються у зазначених фазах – водного дефіциту.

5. Методом індукції флуоресценції хлорофілу встановлено, що обробка насіння та дворазове позакореневе підживлення рекультивантом композиційним TREVITAN<sup>®</sup> помідора їстівного сорту Волове серце у вегетаційних умовах знижує рівень теплової дисипації надлишкової світлової енергії у реакційних центрах ФС II, збільшує загальну кількість активних реакційних центрів ФС I на 58 добу вегетації та активує лінійний транспорт електронів. Виявлено статистично достовірне зростання відносного вмісту хлорофілу на 37 і 58 доби вегетації помідора їстівного.

6. У ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України за впливу органо-мінерального добрива «SMART» композит Марцінішин<sup>®</sup> та рекультиванту композиційного TREVITAN<sup>®</sup> підвищується урожай плодів помідора їстівного гібриду F1 Телент в середньому на 22,1 та 28,9 %, поліпшуються морфометричні показники та біохімічний склад плодів шляхом накопичення аскорбінової кислоти, каротиноїдів, флавоноїдів, дисахаридів та загального вмісту цукрів, зниження кислотності.

7. Використання органо-мінеральних добрив «SMART» композит Марцінішин<sup>®</sup> в технології вирощування *Lycopersicon esculentum* Mill. F1 Талент підвищує вміст у плодах Нітрогену, Кальцію, Калію, Фосфору, Цинку та Мангану, знижує – Феруму. Кількість Купруму та Бору у плодах контрольного та дослідного варіантів знаходилась на одному рівні. За впливу рекультиванту композиційного TREVITAN<sup>®</sup> у плодах збільшується вміст Нітрогену, Калію і Магнію, Мангану, Купруму та Цинку, знижується кількість Кальцію, не змінюється – Бору та Феруму порівняно з контролем. Вміст мікроелементів не перевищує гранично допустимих концентрацій, вони не проявляють властивостей важких металів.

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Для підвищення врожайності та поліпшення якості плодів помідора їстівного в умовах Західного Лісостепу України на ґрунтах з високим вмістом поживних речовин доцільно застосовувати в технології вирощування культури позакореневе підживлення органо-мінеральним добривом «SMART» композит Марцінішин<sup>®</sup>».

2. З метою активізації фізіологічних процесів, які забезпечують формування високої продуктивності з хорошою якістю плодів на ґрунтах з низьким вмістом поживних речовин, рекомендовано застосовувати технологію з використанням рекультиванту композиційного TREVITAN<sup>®</sup> для швидкої регенерації ґрунту (1 л препарату на 200 л води на 1 га), обробки насіння та посадкового матеріалу (1 % розчин) та для прискорення росту і розвитку різноманітних сільськогосподарських культур (0,5 л препарату на 200 л води на 1 га).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Амеліна Ю. С. Модель переходу на органічне виробництво овочів відкритого ґрунту. *Бізнес Інформ*. 2014. № 5. С. 183-188.
2. Аналіз невизначеностей в задачах оцінки кліматичних змін на регіональному рівні за даними супутникових спостережень парникових газів / В. І. Лялько та ін. *Космічна наука і технологія*. 2013. Т. 19. № 6. С. 67-75.
3. Антонова О. И., Крапивина М. В., Третьякова М. Н. Применение гуминовых удобрений в сельском хозяйстве. Бийск, 2000. 112 с.
4. Артем'єва К. С. Агрохімічне обґрунтування процесів розроблення рідких органо-мінеральних добрив та встановлення ефективності їхньої дії в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Раціональне використання земельних ресурсів, збереження і підвищення родючості ґрунтів* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. мол. уч., 27 черв. 2014 р. Рівне, 2014. С. 78-79.
5. Артем'єва К. С. Зміна вмісту легкогідролізованого азоту в чорноземі типовому під впливом удобрення рідкими органо-мінеральними добривами. *Агрохімія і ґрунтознавство. Спец. вип. до XI з'їзду ґрунтознавців та агрохіміків*, 17-21 верес. 2018 р. Харків, 2018. Кн. 2. С. 135-136.
6. Артем'єва К. С. Зміни азотного режиму чорнозему типового за умов внесення рідких органо-мінеральних добрив. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2016. № 85. С. 120-124.
7. Артем'єва К. С. Наукові підходи до отримання рідких органо-мінеральних добрив. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 1. С. 83-86.
8. Артемьева Е. С. Гуминовые препараты – составляющие органического земледелия. *Молодежь и инновации-2017* : материалы Междунар. науч.-практ. конф. мол. уч., 1-3 июня 2017 г. Горки, 2017. С. 273-276.

9. Артемьева Е. С. Оценка применения жидкого органоминерального удобрения в посевах ячменя ярового. *Воспроизводство плодородия почв и их охрана в условиях современного земледелия* : материалы Междунар. науч.-практ. конф. и V съезда почвоведов и агрохимиков, 22-26 июня 2015 г. Минск, 2015. Ч. 2. С. 12-14.

10. *Архів погоди в м. Тернопіль*. URL: [https://rp5.ru/Архів\\_погоди\\_в\\_Тернополі](https://rp5.ru/Архів_погоди_в_Тернополі) (дата звернення: 01.10.2022).

11. Балабух В. О Регіональні прояви глобальної зміни клімату в Тернопільській області та можливі їх зміни до середини XXI ст. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Географія*. 2014. № 1. С. 12-14.

12. Барабаш О. Ю., Хареба В. В., Гутиря С. Т. Помідор: поради, як зібрати високий урожай плодів, рецепти консервування, соління та приготування страв. Київ : Вища школа, 2001. 62 с.

13. Бацула О. О., Скрильник Є. В., Савенков П. Ф. Ефективність дії органо-мінеральних добрив на основі дефекату при вирощуванні сільськогосподарських культур. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 1992. Вип. 55. С. 71-77.

14. Безусов А. Т., Стельмашенко К. В., Верба О. В. Розробка технології отримання овочевих напоїв та нектарів лікувально-профілактичної дії. *Харчова наука і технологія*. 2010. № 4 (13). С. 14-17.

15. Біологічно активні речовини в рослинництві / З. М. Грицаєнко, С. П. Пономаренко, В. П. Карпенко, І. Б. Леонтюк. Київ : Нічлава, 2008. 352 с.

16. Біотехнологія ризосфери овочевих рослин : монографія / В. П. Патики та ін. ; за ред. В. П. Патики. Вінниця : Едельвейс і К. 2015. 266 с.

17. Богдан М. М. Фізіологічне обґрунтування застосування комплексних добрив у посівах пшениці озимої : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.12 / Уман. нац. ун-т садівництва. Умань, 2016. 23 с.

18. Божко Л. Ю. Клімат і продуктивність овочевих культур в Україні : монографія. Одеса : Екологія, 2010. 368 с.
19. Василенко М. Г. Органо-мінеральні добрива підвищують урожай і поліпшують якість продукції. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58 (1). С. 22–30. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt\\_2015\\_58%281%29\\_\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt_2015_58%281%29__7).
20. Векірчик К. М. Фізіологія рослин : навч. посіб. Київ : Вища школа, 1984. 240 с.
21. Виродов О. С., Яременко С. С. Якість переробленої овочевої продукції залежно від різних систем удобрення. *Рослинництво*. 2013. № 17. С. 50-54.
22. Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи від 02.04.2021 р. № 12.2-18-1/6845. Технічні умови ТУ У 20.1-44141048-002:2021. Рекультивант композиційний. 2021.
23. Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи від 27.01.2016 р. № 05.03.02-07/1689. Технічні умови ТУ У 20.1-2292002437-003:2016. Концентрована органічна добавка в над малих масштабах з функцією тунелювання і самоорганізації «SMART» композит Марцінішин<sup>®</sup>. 2016.
24. Витанов А. Д. Некоторые аспекты органического овощеводства (сообщение № 2). *Овощеводство*. 2014. № 2. С. 22-24.
25. Витанов А. Д. Некоторые аспекты органического овощеводства. *Овощеводство*. 2014. № 1. С. 48-51.
26. Вітанов О. Особливості живлення органічних овочів. *Плантатор*. 2013. № 1. С. 34-35.
27. Вітанов О. Технологія вирощування овочів для дитячого харчування. *Плантатор*. 2013. № 3. С. 31-34.
28. Вітер А. В. Актуальні питання обміну речовин в екосистемах : монографія. Київ : Наук. думка, 2016. 240 с.



29. Влияние препаратов гуминовой природы на прорастания семян и рост сеянцев томата / Т. Н. Сахарчук, В. Д. Поликсенова, Г. В. Наумова, Н. Л. Макарова. *Вестник Белорусского государственного университета. Сер. 2. Химия. Биология. География.* 2012. № 2 С. 53-57. URL: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/45350> (дата звернення: 09.01.2019).
30. Влияния препарата Амерол-2000 на морфологические параметры и холодоустойчивость растений томата / Н. В. Астахова, Т. А. Суворова, А. Н. Дерябин, Т. И. Трунова. *Агрехимия.* 2010. № 2. С. 21-25.
31. Вовкотруб М. П., Мулярчук І. Ф., Городній М. М. Виробництво мінеральних та органо-мінеральних добрив. *Науковий вісник НАУ.* 2005. № 87. С. 134-140. URL: <http://www.nauu.kiev.ua> (дата звернення: 26.01.2019).
32. Волкогон В. В., Британ Т. Ю., Пиріг О. В. Розвиток мікроорганізмів та спрямованість біологічних процесів у чорноземі вилуженому за моделювання дефіциту свіжої органічної речовини та впливу мінерального азоту. *Сільськогосподарська мікробіологія.* 2018. Вип. 28. С. 3-16.
33. Волкогон В. В., Пиріг О. В., Британ Т. Ю. Спрямованість ґрунтово-мікробіологічних процесів за впливу органічних і мінеральних добрив. *Вісник аграрної науки.* 2018. № 6 (783). С. 5-11. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201806-01>.
34. Вольнец А. П. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений. Минск : Белорус. наука, 2013. 283 с.
35. Вплив оксикоричних і оксибензойних кислот на синтез пластидних пігментів і фенольних сполук у листках винограду (*Vitis Vinifera*) *in vitro* / А. Ф. Ліханов та ін. *Физиология растений и генетика.* 2018. Т. 50. № 4. С. 331-343.
36. Гаврилюк В. А., Демчук С. М. Органо-мінеральні добрива – комплексне вирішення використання сировинних ресурсів. *Агроекологічний журнал.* 2013. № 4. С. 78-81.

37. Гаврись І. Л. Біохімічні показники плодів помідора за використання регуляторів росту рослин. *Наукові доповіді Національного Аграрного Університету*. 2007. № 1 (6). URL: <https://nd.nubip.edu.ua/2007-1/07giltgs.pdf> (дата звернення: 01.04.2019).

38. Герц А. І., Конончук О. Б. Зміна деяких фізіологічних показників рослин *Phaseolus vulgaris* L. за різної концентрації наномолібдену. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2017. № 1 (68). С. 106-115.

39. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності : ДСанПіН 8.8.1.002-98. [Затв. 1998–08–28]. Київ : М-во охорони здоров'я України, 1998. 20 с.

40. Глобальне розмаїття споживання фруктів та овочів / Дж. Н. Холл та ін. *Американський журнал профілактичної медицини*. 2009. № 36 (5). С. 402-409.

41. Горова А., Скворцова Т. Роль фізіологічно активних речовин гумусової природи в адаптації рослинних організмів до генотоксичної дії пестицидів. *Відновлення біотичного потенціалу агроecosистем* : матеріали III Міжнар. конф., 11 жовтня 2018 р., Дніпро / за ред. В. І. Чорної. Дніпро : Роял Принт, 2018. С. 173-176.

42. Григорюк І. П., Мусієнко М. М. Водний і високотемпературний стреси. Молекулярні та фізіологічні механізми стійкості рослин. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. Т. 2. С. 118-129.

43. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунту. Київ : Нічлава, 2003. 320 с.

44. Гудзь С. О. Особливості формування мікробіоценозу ґрунтів Лісостепу України за різного ступеня антропогенного навантаження короткоротаційних сівозмін : дис. .... канд. с.-г. наук : 03.00.07 /

Національний університет біоресурсів і природокористування. Київ, 2021. С. 206.

45. Гулиев Ш. Б., Солуянова Т. Г., Асадова А. Ш. Агрохимическое 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 овочівн. 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. Т. 2. С. 167-171.

46. Гументик М. Я., Гончарук Г. С., Гументик В. М. Продуктивність біомаси міскантусу залежно від густоти садіння ризомів в умовах Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2020. Вип. 116, Ч. 1. С. 64-70. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.1.4>.

47. Гумінові речовини – безпечні регулятори екосистем / В. У. Ящук та ін. Київ: Нац. акад. аграр. наук України, 2016. 89 с. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/28344> (дата звернення: 14.03.2020).

48. Дейниченко Г. В., Юдічева О. П. Використання традицій біофортифікації для регулювання хімічного складу томатних овочів. *Харчова наука і технологія*. 2012. № 2 (19). С. 42-45.

49. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні / М-во захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/content/derzhavniy-reestr-pesticidiv-i-agrohimikativ-dozvolenih-do-vikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007--1328.html> (дата звернення: 23.11.2019).

50. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік / М-во аграр. політики та продовольства України. URL:

[https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin\\_\\_\\_\\_\\_](https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin_____) (дата звернення: 18.12.2021).

51. Дзендзель А. Ю. Рекультивант композиційний Trevitan™ – новий комплексний препарат для прискорення росту і розвитку рослин. *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2021* : матер. Всеукр. наук.-практ. конф., присвяч. 50-річчю кафедри загал. біології та методики навчання природн. дисциплін і 100-річчю від дня народження д-ра біол. наук, проф. Шуста Івана Васильовича, (1-2 жовтня 2021 р., Тернопіль). Тернопіль : Вектор, 2021в. С. 76-77.

52. Дзендзель А. Ю., Пида С. В. Вплив рекультиванту композиційного Trevitan™ на продуктивність та якісний склад плодів помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Екологічні науки*. 2022. Вип. 4 (43). С. 107-112. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.17>.

53. Дзендзель А. Ю., Пида С. В. Рекультивант композиційний Trevitan™ – новий комплексний препарат для обробки насіння і посадкового матеріалу. *Еко Форум – 2021* : зб. тез доповідей V спеціалізованого міжнародного Запорізького еколог. форуму, 14-16 вересня 2021 р. Запоріжжя : Запорізька торгово-промислова палата, 2021а. С. 45-46.

54. Дзендзель А. Ю., Пида С. В. Рекультивант композиційний Trevitan™ – новий комплексний препарат для швидкої регенерації ґрунту. *Освітні та наукові виміри природничих наук* : зб. матеріалів II Всеукр. заочної наук. конф., 8 грудня 2021 р. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка; Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2021б. С. 51-53.

55. Діагностика вірусної інфекції смородини чорної та малини методом індукції флуоресценції хлорофілу листків / М. М. Кирик та ін. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 10. С. 26-28.

56. ДСТУ 4115-2002. Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2002. 9 с.
57. ДСТУ 4138:2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
58. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005–07–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.
59. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2005–07–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 14 с.
60. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. [Чинний від 2006–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 36 с.
61. ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського. [Чинний від 2008–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 14 с.
62. ДСТУ 4770.1:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 9 с.
63. ДСТУ 4770.2:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 13 с.
64. ДСТУ 4770.3:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 13 с.
65. ДСТУ 4770.4:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук заліза в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8

методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 10 с.

66. ДСТУ 4770.5:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кобальту в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 10 с.

67. ДСТУ 4770.6:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 13 с.

68. ДСТУ 4770.7:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук нікелю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 10 с.

69. ДСТУ 4770.9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 13 с.

70. ДСТУ 4954:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання цукрів. [Чинний від 2009–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. III, 17 с.

71. ДСТУ 4957:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності. [Чинний від 2009–07–01]. Київ : Держспоживстандарт, 2009. 14 с.

72. ДСТУ 7803:2015. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання вітаміну С. [Чинний від 2016–04–01]. Київ : УкрНДНЦ, 2016. IV, 19 с.

73. ДСТУ 8402:2015. Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначання вмісту розчинних сухих речовин. [Чинний від 2017–07–01]. Київ : УкрНДНЦ, 2017. III, 16 с.

74. ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначення рН ((ISO 10390:2005, IDT). [Чинний від 2009–10–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2012. 8 с.
75. ДСТУ ISO 11260-2001. Якість ґрунту. Визначання ємності катіонного обміну та насиченості основами з використанням розчину хлориду барію (ISO 11260:1994, IDT). [Чинний від 2003–07–01]. Київ : Держстандарт України. 2003. 19 с.
76. ДСТУ ISO 11464:2007. Якість ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу (ISO 11464:2006, IDT). [Чинний від 2008–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2012. 18 с.
77. ДСТУ ISO 4884:2007. Добрива органічні та органо-мінеральні. Терміни та визначення понять. [Чинний від 2009–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 34 с.
78. Дубініна А. А., Шапорова Т. М., Ольховська В. С. Проектування томатопродуктів з заданим комплексом показників харчової цінності. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2005. Вип. 38. С. 128-134.
79. Дудкина Е. Карбамидно-аммиачная смесь. *Агроном*. 2013. № 1. С. 20-22.
80. Душак О. В., Бессараб О. С. Шутюк В. В. Дослідження впливу хімічного складу нових сортів томатів на якісні характеристики концентрованих томатопродуктів. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. № 17 С. 65-71. DOI: <https://doi.org/10.31073/10.31073/foodresources2022-18>.
81. Єгоров Б., Мардар М. Стан харчування населення України. *Товари і ринки*. 2011. № 1. С. 140-147.
82. Завадська О., Пархомук Я. Якість плодів помідора залежно від сорту та ступеня стиглості. *Modern Scientific Researches*. 2019. Issue 9. Part 1. P. 88-91. DOI: 10.30889/2523-4692.2019-09-01-017.

83. Закорчевный И. И., Михальская Л. Н., Швартау В. В. Гуминовые вещества и удобрения на их основе. *Грунтознавство*. 2012. Т. 13, № 1-2. С. 60-78.

84. Заявка на випробування та державну реєстрацію добрива : Додаток 3 до наказу Мінприроди від 25.03.2008 № 149 до Порядку Державної реєстрації пестицидів і агрохімікатів. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0389-08#Text> (дата звернення: 11.10.2015).

85. Івашків Л. Я. Основні принципи оздоровчого харчування. *Вісник Львівського інституту економіки і туризму*. 2009. № 4. С. 18-23.

86. Індукція флуоресценції хлорофілу в листках рослин пажитниці багаторічної (*Lolium perenne* L.) / О. Ю. Лещенко та ін. *Біоресурси і природокористування*. 2015, т. 7, № 3-4. С. 11-15.

87. Калитка В. В., Карпенко К. М. Вплив різних концентрацій регулятора росту АКМ на посівні якості насіння та біометричні параметри розсади помідора. *Науковий вісник НУБіП. Сер. Агрономія*. 2011. Вип. 162. Ч. 1. С. 247-252.

88. Калитка В. В., Карпенко К. М., Вплив регулятора росту АКМ на пігментний комплекс та фотосинтетичну продуктивність рослин помідора. *Науковий вісник НУБіП. Сер. Агрономія*. 2013. Вип. 183. Ч. 1. С. 72-77.

89. 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.

90. Кисель В. И. Биологическое земледелие в Украине : проблемы и перспективы. Харьков : Штрих, 2000. 162 с.

91. Кисіль В. І. Агрохімічні аспекти екологізації землеробства. Харків : 13 типографія, 2005. 167 с.



92. Козярін І. П. Роль вітамінів у збереженні здоров'я людини. *Гігієна населених міст*. 2003. Вип. 42. С. 426-433.
93. Коломієць Ю. В., Григорюк І. П., Буценко Л. М. Індукуючий вплив біодобрив на продуктивність рослин томатів і формування мікробіоти ризосфери. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 1. С. 75-82.
94. Колориметричний аналіз якості томатних овочів і продуктів їх переробки / А. М. Одарченко та ін. *Товарознавство та інновації*. 2012. Вип. 4. С. 173-179.
95. Колупаєв Ю. Е., Карпец Ю. В. Активные формы кислорода, антиоксиданты и устойчивость растений к действию стрессоров. Киев, 2019. 277 с.
96. Колупаєв Ю. А., Акініна Г. Є. Вплив  $\text{Ca}^{2+}$  на компоненти системи антиоксидантного захисту в колеоптелях пшениці за умов теплового стресу. *Живлення рослин : Теорія і практика* : зб. наук. праць, присвяч. 100-річчю від дня нар. акад. АН УРСР та ВАСГНІЛ П. А. Власюка. Київ : Логос, 2005. С. 71-81.
97. 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-r#Text> (дата звернення: 14.12.2021).
98. Корсун С. Г., Клименко І. І. Екотоксикологічний статус систем удобрення культур зерно-просапної сівозміни : монографія. Вінниця : Твори, 2018. 212 с.
99. Коць С. Я., Маліченко С. М., Кругова О. Д. Фізіолого-біохімічні особливості живлення рослин біологічним азотом. Київ : Логос, 2001. 271 с.
100. Коць С. Я., Перерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ : Логос, 2005. 150 с.

101. Коць С. Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин : навч. посіб. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Київ : Логос, 2009. 184 с.
102. Кур'ята В. Г., Кравець О. О. Регуляція морфогенезу, перерозподілу асимілятів, азотовмісних сполук та продуктивності томатів за дії гібереліну й ретанданту фолікуру. *Физиология растений и генетика*. 2018. Т. 50. № 2. С. 95-104.
103. Кур'ята В. Г., Кравець О. О. Дія есфону на ростові процеси і морфогенез томатів. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2016. № 1 (65). С. 80-85.
104. Курбатов М. С., Назарова Н. И., Ясынов Р. Влияние гуминовых удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур в Киргизии. *Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения*. Киев, 1968. Ч. 3. С. 372-374.
105. Кушниренко М. Д. Водный обмен растений при различной водообеспеченности в связи с засухоустойчивостью и продуктивностью. *Водный обмен сельскохозяйственных растений* : материалы I республ. симпозиума физиологов и биохимиков Молдавии (25-27 мая 1988 г.). Кишинёв : Штиинца, 1989. С. 3-12.
106. Кушниренко М. Д., Гончарова Е. А., Бондарь Е. М. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости плодовых растений. Кишинев : АН Молдавской ССР, 1970. 80 с.
107. Кушниренко М. Д., Курчатова Г. П., Крюков Е. В. Методы оценки засухоустойчивости растений. Кишинев : Штиинца, 1975. 22 с.
108. Лаврова І. О. Слідами CHORNOBYL : навч. посіб. Харків : Мадрид, 2019. 112 с.
109. Литвинов Л. С. О почвенной засухе и устойчивости к ней растений. Львов : Изд-во Львов. ун-та, 1951. 143 с.

110. Лихочвор В., Демчишин А. Роль кальція и магнія при интенсивном земледелии. *Пропозиція*. 2016. № 1. URL: <https://propozitsiya.com/rol-kalciya-i-magniya-pri-intensivnom-zemledelii> (дата звернення: 05.10.2019).
111. Мащенко Т. П., Ярошенко О. А., Якимчук Р. А. Водний статус і продуктивність озимої пшениці за дії посухи та саліцилової кислоти. *Физиология и биохимия культ. растений*. 2009. Т. 41. № 5. С. 447-453.
112. Манько М. В., Олексійченко Н. О., Китаєв О. І. Особливості індукції флуоресценції хлорофілу в листках рослин культиварів *Acer Platanoides* L. в умовах міста Києва. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2016. Вип. 26. № 5. С. 102-109.
113. Маркер загального стану здоров'я людини – вітамін С / О. К. Шульга, Т. А. Петухова, Г. М. Моїсєєва, А. С. Рижих. *Молодий вчений*. 2018. № 2 (54). С. 56-62.
114. Мармуль Л. О., Новак Н. П. Розвиток органічного виробництва в Україні на засадах кооперації. *Економіка АПК*. 2016. № 9. С. 26-32.
115. Марцінишин Ю. Д., Дзендзель А. Ю. Вплив органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінишин® на ґрунтових черв'яків (*Eisenia foetida*). *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2019*: матеріали Всеукр. наук. - практ. конф. присвяченої 80-річчю від дня народження д.б.н., проф. Явоненка О. Ф. та 75-річчю від дня народження д.б.н., проф. Явоненка Б. В. (4-5 листопада 2019 р., Тернопіль). Тернопіль: Вектор, 2019а. С. 192-195.
116. Марцінишин Ю. Д., Дзендзель А. Ю. Токсикологічна характеристика органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінишин® *VinSmartEco* : зб. матеріалів I Міжнар. наук.-практ. конф. (Вінниця, 16-18 травня 2019 р.). Вінниця : КВНЗ Вінницька академія неперервної освіти, 2019б. Вип. №2 (25). С. 298-299.
117. Мельниченко О. П., Якименко І. Л., Шевченко Р. Л. Статистична обробка експериментальних даних : навч. посіб. Біла Церква, 2006. 34 с.

118. Мельничук Я. П. Організаційні аспекти ведення органічного землеробства. *Економіка АПК*. 2015. № 10. С. 97-103.
119. Методи аналізів ґрунтів і рослин : методичний посіб. / за ред. С. Ю. Булигіна та ін. Харків, 1999. С. 127-132.
120. Михальська Л. М., Маковейчук Т. І., Швартау В. В. Застосування добрива мегафол і ретардантів класу ацилциклогексадіонів на посівах пшениці озимої. *Фізіологія рослин і генетика*. 2019. Т. 51. № 6. С. 541-548.
121. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство : підруч. Чернівці : Книги ХХІ, 2008. 400 с.
122. Найдьонова О. Є. Застосування гумінового препарату «Humin Plus» в органічному землеробстві. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Сер. Ґрунтознавство*. 2015. № 2. С. 39-50.
123. Наказ про затвердження норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії № 272 від 18.11.99 / М-во охорони здоров'я України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0834-99#Text> (дата звернення: 18.10.2020).
124. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні : кол. Монографія / за ред. Я. М. Гадзала, В. Ф. Камінського. Київ : Аграрна наука, 2016. 596 с.
125. Органическое производство / Г. И. Богач, С. Р. Зубачев, П. А. Шаблин, А. С. Тertyшный. Донецк : Формат Плюс, 2007. 66 с.
126. Основні шляхи підвищення родючості ґрунтів, завдання та перспективи / Є. В. Ярмоленко та ін. *Вісник національного університету водного господарства та природокористування*. 2016. Вип. 1 (73). С. 39-48.
127. Осташко Т. Агропродовольчий ринок України в умовах СОТ: аналіз умов доступу, конкурентоспроможності товарів і засобів захисту. *Український соціум*. 2008. № 1 (24). С. 121-130.

128. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Димирієвич Л. Р. Основи фізіології, гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів : навч. посібник. Суми : Університетська книга, 2007. 441 с.
129. Перельман А. И. *Геохимия*. Москва : Высшая школа, 1989. 582 с.
130. Переменная и замедленная флуоресценция хлорофилла а – теоретические основы и практическое приложение в исследовании растений / В. Н. Гольцев, М. Х. Каладжи, М. А. Кузманова, С. И. Аллахвердиев. Москва – Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2014. 220 с.
131. Перспективні сорти томату для консервної промисловості / М. В. Шотик та ін. *Овочівництво і багтанництво*. 2009. Вип. 55. С. 234-239.
132. Плис Я. В. Вплив гумінових препаратів на продуктивність овочевих культур. *Актуальні проблеми та наукові звершення молоді на початку третього тисячоліття* : зб. матеріалів V наук.-прак. конф. студентів, магістрантів та аспірантів, 19 лист. 2020 р. Слов'янськ, 2020. С. 47-48.
133. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур, за їх видами та по регіонах у 2021 році. Державна служба статистики України. URL: [https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/sg/pvzu/arch\\_pvXu.htm](https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/sg/pvzu/arch_pvXu.htm) (дата звернення: 10.08.2022).
134. Погорелова В. Вплив живлення на врожайність томатів. *Плантатор*. 2020. № 3 (51). С. 22-25.
135. Пономаренко С. П. Регуляторы роста растений. Киев : Институт биоорганической химии, 2003. 319 с.
136. Пономаренко С. П. Українські регулятори росту рослин. *Елементи регуляції в рослинництві* : зб. наук. праць 1998. С. 10-16.
137. Попроцька І. В. Зміни в полісахаридному комплексі клітинних стінок сім'ядолей проростків гарбуза за різної напруженості донорно-акцепторних відносин в процесі проростання. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2014. № 3. С. 190-195.

138. Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини : Закон України від 2 серпня 2019 р. № 2496-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/425-18#Text> (дата звернення: 16.09.2020).

139. Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах» : наказ від 13 травня 2013 р. № 368 / М-во охорони здоров'я України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13#Text.2013> (дата звернення: 20.11.2019).

140. Про схвалення проекту Концепції Державної науково-технічної програми «Біофортифікація та функціональні продукти на основі рослинної сировини на 2012–2016 роки» : постанова Президії НАН від 8 червня 2011 року № 189. URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/MUS17448.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MUS17448.html) (дата звернення: 14.10.2020).

141. Прядкіна Г. О., Зборівська О. П., Рижикова П. Л. Депонувальна здатність стебла сучасних сортів озимої пшениці за змінних умов довкілля як фізіологічний маркер їх продуктивності. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2016. № 2. С. 44-50.

142. Пшиченко О. І. Формування продуктивності ячменю ярого в умовах органічного землеробства. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства 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: 13.12.2021).

143. Радов А. С., Пустовой И. В., Корольков А. В. Практикум по агрохимии / под ред. И. В. Пустового. Москва : Агропромиздат, 1985. 312 с.

144. Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві / В. К. Яворська та ін. Київ : Логос, 2006. С. 147-175.

145. Рогач В. В., Рогач Т. І. Вплив синтетичних стимуляторів росту на морфо-фізіологічні характеристики та біологічну продуктивність картоплі. *Вісник Дніпропетровського університету. Сер. Біологія, екологія.* 2015. № 2. С. 221-224.
146. Рогач В. В., Кірізій Д. А., Кур'ята В. Г. Рогач Т. І. Морфогенез, фотосинтез і продуктивність перцю (*Capsicum annuum* L.) за впливу регуляторів росту з різними напрямками та механізмами дії. *Фізіологія рослин і генетика.* 2022, Т. 54, № 3. С. 214-232.
147. Розроблення блок-схеми виробництва томатного кетчупу на основі концентрованих томатопродуктів / М. І. Валько та ін. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства.* № 1 (64), 2018. С. 103-108.
148. Ромащенко М. І. Шатковський А. П., Рябков С. В. Краплинне зрошення овочевих культур і картоплі в умовах Степу України. Київ : ДІА, 2012. 248 с.
149. Санін Ю. В., Санін В. А. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Агрономія Сьогодні.* 2012. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/218-osoblyvosti-pozakorenevoho-pidzhyvlennia-silskohospodarskykh-kultur-mikroelementamy.html> (дата звернення: 15.06.2019).
150. Санін Ю. В., Санін В. А., Санін О. Ю. Особливості позакореневого підживлення с/г культур мікроелементами. *Агроном* 2016. URL: [https://www.agronom.com.ua/osoblyvostipozakorenevogopidzhyvlennya-s-g-kultur-mikroelementamy\\_\(дата звернення: 11.06.2019\)](https://www.agronom.com.ua/osoblyvostipozakorenevogopidzhyvlennya-s-g-kultur-mikroelementamy_(дата звернення: 11.06.2019)).
151. Сенчишина І. Характеристика водного обміну у представників роду *Acer* L. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна.* 2005. Вип. 40. С. 166-173.
152. Сич З. Д., Сич І. М. Гармонія овочевої краси та користі. Київ : Арістей, 2005. 192 с.

153. Скалецька Л. Ф., Подпратов Г. І., Завадська О. В. Методи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва : навч. посібник. Київ : Компринт, 2014. 416 с.

154. Скляр В. Г., Злобін Ю. А. Екологічна фізіологія рослин. Суми : Університетська книга, 2015. 271 с.

155. Скрильник Є. В. Вплив органо-мінеральних добрив на агрохімічні та фізико-хімічні показники чорнозему типового. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Сер. Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство*. 2009. № 1. С. 137-141.

156. Скрильник Є. В. Вплив різних способів внесення органо-мінеральних добрив на продуктивність ланок сівозміни та баланс поживних речовин в умовах чорнозему типового Лісостепу України. *Вісник центру забезпечення АПВ Харківської області*. 2011. Вип. 11. С. 252-263.

157. Скрильник Є. В. Гумати: позакореневе живлення – доцільне. *Пропозиція*. 2016. № 5. С. 62-65.

158. Скрильник Є. В. Застосування органо-мінеральних добрив в умовах сучасного землеробства. *Вісник Харківського державного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Сер. Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство*. 1999. № 2. С. 141-147.

159. Скрильник Є. В., Бацула О. О., Розумна Р. А. Перспективи і напрямки виробництва та застосування органо-мінеральних добрив і біостимуляторів в землеробстві України. *Вісник аграрної науки Південного регіону*. 2000. Вип. 1. С. 223-228.

160. Скрильник Є. В., Галушка С. В. Ефективність дії нових органо-мінеральних добрив на урожай зеленої маси кукурудзи та елементи родючості чорнозему опідзоленого важкосуглинкового. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер. Агронімія*. 2008. № 12 (1). С. 86-92.



161. Скрильник Є., Кутова А. Комплексна допомога рослинам. *The Ukrainian Farmer*. 2014. № 3. С. 86-89.
162. Современные методы исследования и оценки засухо- и жароустойчивости растений : метод. пособие / И. А. Григорюк, В. И. Ткачев, С. В. Савниский, Н. Н. Мусяненко. Київ : Науковий світ, 2003. 139 с.
163. Спосіб отримання рідких азотовмісних органо-мінеральних добрив : пат. 125036 Україна : МПК C05C13/00, C05F11/02, C05G1/00. № u 2017 12111; заявл. 08.12.2017 ; опубл. 25.04.2018, Бюл. № 8.
164. Стасик О. О., Кірізій Д. А., Прядкіна Г. О. Фотосинтез і продуктивність: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. Т. 53. № 2. С. 160-184.
165. 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. Вип. 4 (63). № 2. С. 17-25. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/5113.pdf> (дата звернення: 01.04.2019).
166. Степасюк Л. М. Борисенко Н. П. Розвиток органічного виробництва в Україні. *Органічне виробництво і продовольча безпека*. Житомир : ЖНАЕУ, 2019. С. 110-115.
167. Стимулююча дія низьких концентрацій алюмінію на фізіологічний стан рослин гречки татарської (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) / О. Є. Смірнов та ін. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Сер. Біологія*. 2014. № 23. С. 107-116.
168. Стрес-протекторний вплив путресцину і сперміну на рослини пшениці за ґрунтової посухи / О. І. Кокорев, М. А. Шкляревський, М. В. Швиденко, Ю. Є. Колупаєв. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер. Біологія*. 2020. № 3 (51). С. 58-70.

169. Талент F1 насіння помідора детермінантного (Esasem). *Супермаркет насіння*: веб-сайт. URL: <https://semena.cc/uk/5405-talent-f1-semena-tomata-det-esasem.html> (дата звернення: 15.03.2019).
170. Таргон П. Г. Биологические особенности интродуцированных древесных растений в Молдавии. Кишинев : Штиинца, 1980. 154 с.
171. Терек О. І., Пацула О. І. Ріст і розвиток рослин : навч. посіб. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 328 с.
172. Тернавський А. Г., Накльока О. П. Ефективність застосування біостимуляторів росту на рослинах огірка в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2013. № 11 (104). С. 101-104.
173. Технічні умови ТУ У 20.1-2292002437-003:2016. Концентрована органічна добавка в над малих масштабах з функцією тунелювання і самоорганізації «SMART» композит Марцінішин®». [Чинні від 2016–02–04]. Тернопіль : Тернопільстандартметрологія, 2016.
174. Технічні умови ТУ У 20.1-44141048-002:2021. Рекультивант композиційний. [Чинні від 2021–04–12]. Житомир : Житомирстандартметрологія, 2021.
175. Транспіраційний коефіцієнт томата залежно від гранулометричного складу ґрунтів / О. В. Журавльов та ін. *Меліорація, землеробство, рослинництво*. 2021. С. 5-10. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.6.1>.
176. 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: 20.05.2019).
177. Ульянченко О. В., Безус Р. М. Проблеми та тенденції розвитку органічного овочівництва і плодівництва в Україні. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Сер. Економічні науки*. 2016. № 2. С. 23-32.

178. Федоров А. О., Шкабара Т. Л., Федорова В. О. Споживча характеристика мікрокомпонентів харчових продуктів. *Технологія харчування і товарознавство*. 2013. № 2. С. 367-374.
179. Федоров М. М., Ходаківська О. В., Корчинська С. Г. Розвиток органічного виробництва. Київ : ННЦ ІАЕ, 2011. 146 с.
180. Фізіологія рослин / М. М. Макрушин, Є. М. Макрушина, Н. В. Петерсон, М. М. Мельников. Вінниця : Нова Книга, 2006. 416 с.
181. Фотосинтез. Т. 2 : Ассимиляція CO<sub>2</sub> и механизмы ее регуляции / Д. А. Киризий, О. О. Стасик, Г. А. Прядкина, Т. М. Шадчина. Киев : Логос, 2014. 478 с.
182. Хоменко І., Косик О., Таран Н. Параметри водного обміну рослин салату посівного за дії іонів кадмію. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Сер. Біологія*. Вип. 2 (76). 2018. С. 20-25.
183. Цмур Ю. Ю. Наукові винаходи для сільського господарства з використанням бурого вугілля. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Сер. Хімія*. 2010. Вип. 24. С. 159-161.
184. Чайка Т. О. Ефективність органічного сільського господарства в Україні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 4. С. 160-164.
185. Швартау В. В., Михальська Л. М., Маковейчук Т. І. Вміст мікроелементів у рослинах озимої пшениці за дії ретардантів. *Фізіологія рослин и генетика*. 2018. Т. 50. № 6. С. 474-483.
186. Шевчук М. Й., Бортнік П. А., Бортнік Т. М. Технологічні підходи до виготовлення гумінових препаратів. *Актуальні проблеми ґрунтознавства, землеробства та агрохімії* : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет конф., присвяч. 95-річчю утворення каф. ґрунтознавства, землеробства та агрохімії ЛНАУ та Міжнародному Дню агрохіміка, 9-13 черв. 2014 р. Львів, 2014. С. 336-340.

187. Шиморова Ю. Є., Кисличенко В. С., Кузнецова В. Ю. Мінеральний склад коренеплодів та плодів пастернаку посівного (*Pastinaca sativa* L.). *Медична та клінічна хімія*. 2017. Т. 19. № 2. С. 101-104. DOI: 10.11603/mcch.2410-681X.2017.v0.i2.7976.
188. Шмаглий Е. Б. Плодоовощной сектор Украины: факторы развития и приоритеты роста. *Экономика Украины*. 2015. № 5 (634). С. 52-68.
189. Шувар І. А., Гнидюк В. С., Сендецький В. М. Поліпшення родючості ґрунтів застосуванням органічних добрив і комплексних гумінових препаратів, виготовлених за новітніми технологіями. *Посібник українського хлібороба*. 2016. Т. 1. С. 195-201.
190. Якушко С. І., Іванов В. П. Органо-мінеральні добрива: переваги та способи виробництва. *Хімічна промисловість України*. 2008. № 3 (86). С. 38-43. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/24159> (дата звернення: 22.07.2020).
191. Ярмольська О. Є. Мінливість урожаїв томатів в Україні. *Физиология растений и генетика*. 2016. Т. 48. № 1. С. 75-80. DOI: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKRR\\_2016\\_48\\_1\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKRR_2016_48_1_11).
192. Яровий В., Романов О., Романова Т. Дослід щодо застосування біостимулятора Вуксал БІО Аміноплант на капусті білоголовій. *Плантатор*. 2020. № 3 (51). С. 58-59.
193. Яровий Г. І., Кузьменко В. І. Ефективність застосування біопрепаратів і регуляторів росту рослин проти хвороб помідора. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Сер. Фітопатологія та ентомологія*. 2013. № 10. С. 187-191.
194. 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.
195. 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. *Journal of Agronomy*. 2011. № 10. P. 34-39. DOI: 10.3923/ja.2011.34.39.

196. Andersson C. Quality of organically and conventionally grown potatoes: four-year study of micronutrients, metals, secondary metabolites, enzymic browning and organoleptic properties. *Food Additives & Contaminants*. 2005. Vol. 22. № 6. P. 514-534.

197. Araujo A. S. F., Santos V. B., Monteiro R. T. R. Responses of soil microbial biomass and activity for practices of organic and conventional farming systems in Piauí state, Brazil. *European journal of soil biology*. 2008. Vol. 44. P. 225-230.

198. Assessing foliar chlorophyll contents with the SPAD-502 chlorophyll meter: a calibration test with thirteen tree species of tropical rainforest in French Guiana / S. Coste et al. *Annals of Forest Science*. 2010. Vol. 67. P. 607-611. URL: <https://doi.org/10.1051/forest/2010020> (Last accessed: 25.06.2019).

199. 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*). *Applied Tropical Agriculture*. 2017. № 22 (1). P. 111-116.

200. *Bacillus velezensis* YYC promotes tomato growth and induces resistance against bacterial wilt / Y. Yuechen et al. *Biological Control*. 2022. Vol. 172. Article № 104977. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.104977>.

201. Barrett D. M. Color quality of tomato products. *Color quality of fresh and processed foods. ACS Symposium Series*. 2008. P. 131-139.

202. Barrett D. M. Future innovations in tomato processing. *ISHS Acta Horticulturae 1081 : XIII International Symposium on Processing Tomato*. 2015. № 1081. P. 49-55. DOI: 10.17660/ActaHortic.2015.1081.3.

203. Biofertilizer in leaf and drip applications: an alternative to increase tomato productivity / R. C. Oliveira et al. *Horticultural Journal*. 2020. Vol. 11. P. 1-6. DOI: 10.14295/cs.v11i0.3376.

204. Biological significance of ascorbic acid (Vitamin C) in human health – a review / K. Iqbal et al. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2004. January. P. 5-13. DOI: 10.3923/pjn.2004.5.13. Source: DOAJ.
205. Bourn D., Prescott J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced. *Food Science & Nutrition*. 2002. Vol. 42. № 1. P. 1-34.
206. Brauer M. O., Barney D. L., Robbins J. A. Growing tomatoes in cool, shortseason locations. *University of Idaho Extension*. 2009. P. 864. URL: <http://www.cals.uidaho.edu> (Last accessed: 05.02.2020).
207. Bray A. E. Molecular responses to water deficit. *Plant Physiology*. 1993. Vol. 103, № 5. P. 1035-1040. DOI: 10.1104/pp.103.4.1035.
208. Carotenoid biofortification in tomato products along whole agro-food chain from field to fork / F. Meng et al. *Trends in Food Science & Technology*. Vol. 124, June 2022, P. 296-308. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.04.023>.
209. Carricondo-Martínez 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. P. 174-183. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12010174>.
210. Chemical and technological attributes of sugarcane as functions of organomineral fertilizer based on filter cake or sewage sludge as organic matter sources / C. A. Goncalves et al. *PLoS ONE*. 2021. № 16. P. 1-21. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236852>.
211. Chen Y., Aviad T. Effects of humic substances on plant growth. *Humic Substances in Soil and Crop Sciences*. 1990. P. 161-186.
212. Chloroplast ATP Synthase Modulation of the Thylakoid Proton Motive Force: Implications for Photosystem I and Photosystem II Photoprotection / A. Kanazawa et al. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. Article № 719. P. 1-12. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00719> (Last accessed: 02.04.2019).

213. Combining ability analysis for yield, quality, earliness, and yield-attributing traits in tomato / A. Agarwal et al. *International Journal of Vegetable Science*. 2017. № 23 (6). P. 605-615. DOI: 10.1080/19315260.2017.1355864.

214. Content of mineral N in soil and tomato yields considering fertigation and mulch / D. Jungić et al. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2017. № 82 (4). P. 361-365. URL: <https://hrcak.srce.hr/193523> (Last accessed: 02.10.2020).

215. De Vries P. F. W. T., Van Zaar H. H. Stimulation of plant growth and crop production. Wageningen ; Netherlands. 1982. P. 366.

216. Deficit irrigation based on drought tolerance and root signalling in potatoes and tomatoes / C. R. Jensen et al. *Agriculture Water Management*. 2010. № 98. P. 403-413.

217. Direct effects of humic-like substance on growth, water and mineral nutrition of various species / P. Morard, B. Eyheraguibel, M. Morard, J. Silvestre. *Journal of Plant Nutrition*. 2010. № 34:1. P. 46-59. DOI: 10.1080/01904167.2011.531358.

218. Effect of biostimulants to control the *Phelipanche ramosa* L. Pomel in processing tomato crop / G. Disciglio et al. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*. 2016. Vol. 10, № 4. P. 227-230. DOI: 10.5281/zenodo.1123783.

219. Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.) / S. Quaggiotti et al. *Journal of Experimental Botany*. 2004. Vol. 55. P. 803-813. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erh085>.

220. Effect of organic/inorganic-cation balanced fertilizers on yield and temporal nutrient allocation of tomato fruits under andosol soil conditions in Sub-Saharan Africa / L. B. Tonfack et al. *International Journal of Agricultural and Food Research*. 2013. Vol. 2. № 2. P. 27-37.

221. Effect of organo-mineral fertilizer on tomato fruit production and incidence of blossom-end rot under salinity / K. Kataoka et al. *The Horticulture*

*Journal*. 2017. № 3. Vol. 86. P. 357-364. DOI: <https://doi.org/10.2503/hortj.OKD-041>.

222. Effect of planting density and varying rates of organomineral fertilizer on growth, yield and nutritional quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) / O. F. Adecolan et al. *Annals. Food Science and Technology*. 2020. Vol. 21. P. 373-382. URL: [www.afst.valahia.ro](http://www.afst.valahia.ro) (Last accessed: 04.01.2022).

223. Effect of olive-mill wastewater application, organo-mineral fertilization, and transplanting date on the control of *Phelipanche ramosa* in open-field processing tomato crops / G. Disciglio et al. *Agronomy*. 2018. № 8. P. 1-13. DOI: [10.3390/agronomy8060092](https://doi.org/10.3390/agronomy8060092).

224. Effects of organic and conventional methods on mineral content and taste parameters in tomato fruit / N. Kapoulas et al. *Agriculture & Forestry*. 2013. Vol. 59. № 3. P. 23-34.

225. Effects of selenium fertilizer application and tomato varieties on tomato fruit quality: A meta-analysis / X. Xu et al. *Scientia Horticulturae*. 2022. Vol. 304. Article № 111242. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111242>.

226. Effects of two slow-release nitrogen fertilizers and irrigation on yield, quality, and water-fertilizer productivity of greenhouse tomato / Y. Li et al. *Agricultural Water Management*. 2017. Vol. 186. P. 139-146. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.02.006>.

227. El-Badawy H. E. M. Effect of chitosan and calcium chloride spraying on fruits quality of Florida prince. *Agric. Biol. Sci.* 2012. № 8. P. 272-281.

228. FAO. *The State of Food and Agriculture. Moving forward on food loss and waste reduction*. Rome : FAO, 2019. 182 p.

229. Fertilization systems in the tomato crop in the field / M. Heitz et al. *Bulletin UASVM Horticulture*. 2011. № 68. P. 235-237.

230. Fertilizer type influences tomato yield and soil N<sub>2</sub>O emissions / L. Vitale et al. *Plant Soil Environmental*. 2017. № 63. P. 105-110. DOI: <https://doi.org/10.17221/678/2016-PSE>.



231. Fließbach A., Mader P. Niggli U. Mineralization and microbial assimilation of <sup>14</sup>C-labeled straw in soils of organic and conventional agricultural systems. *Soil Biology & Biochemistry*. 2000. Vol. 32. P. 1131-1139.
232. Frequently asked questions about chlorophyll fluorescence, the sequel / H. M. Kalaji et al. *Photosynthesis research*. 2017. Vol. 132, Issue 1. P. 13-66. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27815801> (Last accessed: 02.04.2019).
233. Friedlova M. The Influence of heavy metals on soil biological and chemical properties. *Soil and Water Research*. 2010. Vol. 5. P. 21-27.
234. George E. F., Hall M. A., Klerk G. D. Plant Growth Regulators. *Plant Propagation by Tissue Culture*. Dordrecht, 2008. C. 751-773.
235. Goodwin T., Jamikorn M. Biosynthesis of carotenes in ripening tomatoes. *Nature*. 1952. Vol. 170. P. 104-105. DOI: 10.1038/170104a0.
236. Heber D, Qing-Yi Lu Overview of Mechanisms of Action of Lycopene. *Experimental Biology and Medicine*. 2002. Vol. 227, Issue 10. P. 920-923. DOI: <https://doi.org/10.1177/153537020222701013>.
237. Horneburg B., Becker H. Selection for Phytophthora field resistance in the F2 generation of organic outdoor tomatoes. *Euphytica*. 2011. № 180. P. 357-367.
238. Humic acid enhanced remediation of an emplaced diesel source in groundwater. 1. Laboratory\_based pilot scale test / D. R. Van Stempvoort et al. *Journal of Contaminant Hydrology*. 2002. Vol. 54. P. 249-276.
239. Iakimenko O. S. Commercial humates from coal and their influence on soil properties and initial plant development. *Science Series IV: Earth and Environmental Sciences*. 2005, Vol. 52. P. 365-378.
240. Influence of high lycopene varieties and organic farming on the production and quality of processing tomato / I. Lahoz et al. *Scientia Horticulturae*. 2016. № 204. P. 128-137. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.03.042>.

241. Influence of humic acids on the growth of the microorganisms utilizing toxic compounds (comparison between yeast and bacteria) / D. Feificova et al. *Chimia*. 2005. Vol. 59. P. 749-752.

242. Integrating plant nutrients and elicitors for production of secondary metabolites, sustainable crop production and human health : A review / L. Ávila-Juárez et al. *International Journal of Agriculture & Biology*. 2017. Vol. 19. № 3. P. 391-402. DOI: 10.17957/IJAB/15.0297.

243. Is there any difference between the phenolic content of organic and conventional tomato juices? / A. Vallverdu-Queralt et al. *Food chemistry*. 2012. Vol. 130. № 1. P. 222-227. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.07.017.

244. Kalitka V. V., Karpenko K. M. Influence of growth regulator AKM on biochemical composition of tomato fruit and its change during its storage. *Научный журнал Государственного аграрного университета Молдовы. Аграрные науки*. 2014. № 1. С. 30-34.

245. Kaschl A., Chen Y. Interaction of humic substances with trace metals and their stimulatory effects on plant growth. Use of Humic Substances to Remediate Polluted Environments : from Theory to Practice. *Science Series IV : Earth and Environmental Sciences*. 2005, Vol. 52. P. 268-271.

246. Kuryata V. G., Kravets O. O. Features of morphogenesis, accumulation and redistribution of assimilate and nitrogen containing compounds in tomatoes under retardants treatment. *Ukrainian journal of ecology*. 2018. Vol. 8 (1). С. 356-362.

247. Lundegardh B., Martensson A. Organically produced plant foods – evidence of health benefits. *Soil Plant Science*. 2003. № 53. P. 3-15.

248. Maize grain yield components and source-sink relationship as affected by the delay in sowing date / L. E. Bonelli et al. *Field Crops Res*. 2016. № 198. P. 215-225.

249. Marschner P. Mineral nutrition of higher plants. London : Acad. press, 2012. P. 138–160.

250. Melatonin : First-line soldier in tomato under abiotic stress current and future perspective / M. A. Altaf et al. *Plant Physiology and Biochemistry*. Vol. 185. P. 188-197. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.06.004>.

251. Melius P. Biochemistry. *Canadian Journal*. 1966. Vol. 44. P. 145-147.

252. Meta-Analysis and Review of Plant-Growth Response to Humic Substances : Practical Implications for Agriculture / M. T. Rose. *Advances in Agronomy*. 2014. Vol. 124. P. 37-89.

253. Metabolomic fingerprinting employing DART-TOFMS for authentication of tomatoes and peppers from organic and conventional farming / H. Novotna et al. *Food Additives & Contaminants*. 2012. Vol. 29. № 9. P. 1335-1346.

254. Microbial and biochemical soil quality indicators and their potential for differentiating areas under contrasting agricultural management regimes / G. D. Bending et al. *Soil Biology & Biochemistry*. 2004. Vol. 36. P. 1785-1792.

255. Mineral and trace elements content in 30 accessions of tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L.) and wild relatives (*Solanum pimpinellifolium* L., *Solanum cheesmaniae* L. Riley, and *Solanum habrochaites* S. Knapp & D.M. Spooner) / V. Fernández-Ruiz et al. *Biological Trace Element Research*. 2011. № 141. P. 329-339. DOI: 10.1007/s12011-010-8738-6. Epub 2010 Jun 5. PMID: 20526750.

256. Optimizing tomato (*Solanum lycopersicum* L.) growth with different combinations of organo-mineral fertilizers / A. Traoré et al. *Front. Sustain. Food Syst*. 2022. № 5. P. 1-7. DOI: 10.3389/fsufs.2021.694628.

257. Organically and conventionally managed soils: biochemical characteristics / R. Cardelli et al. *Journal of Sustainable Agriculture*. 2004. Vol. 25 (2). P. 63-74.

258. Peres L. A. C., Terra N. F., Rezende C. F. A. Productivity of industrial tomato submitted to organo-mineral fertilization in cover. *Brazilian Journal of*

*Development*. 2020. Vol. 6. № 3. P. 10586-10599. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n3-075>.

259. Phosphorus application rates affected phosphorus partitioning and use efficiency in tomato production / Q. Zhu et al. *Agronomy Journal*. 2018. № 110 (5). P. 2050–2058. DOI: 10.2134/agronj2018.03.0152.

260. Physiological effects of humic substances on higher plants (Review) / S. Nardi et al. *Soil Biology and Biochemistry*. 2002. Vol. 34. P. 1527-1536. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8).

261. (Poly)phenolic composition of tomatoes from different growing locations and their absorption in rats: A comparative study / Á. Cruz-Carrión et al. *Food Chemistry*. 2022. Vol. 388. Article 132984. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132984>.

262. Potassium rates affected potassium uptake and use efficiency in drip-irrigated tomato / Q. Zhu et al. *Agronomy Journal*. 2017. № 109 (6). P. 2945-2956. DOI: 10.2134/agronj2017.04.0206.

263. Prokhotskaya V. Yu., Steinberg C. E. W. Differential sensitivity of a coccal green algal and cyanobacterial species to dissolved organic matter. *Environmental Science and Pollution Research*. № 8. P. 1-8.

264. Rademacher W. Ñ. Hemical regulators of gibberellin status and their application in plant production. *Annual Plant Reviews*. 2016. Vol. 49. P. 359-403. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119312994.apr0541>.

265. 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.

266. Rembialkowska E. Quality of plant products from organic agriculture. *Journal Science Food Agriculture*. 2007. Vol. 87. № 15. P. 2757-2762.

267. Rootstock provides water conservation for a grafted commercial tomato (*Solanum lycopersicum* L.) line in response to mild-drought conditions / E. T. Nilsen et al. *PLoS One*. 2014. № 22. P. 9–12. DOI: 10.1371/journal.pone.0115380.eCollection 2014.

268. 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.
269. Schindler M., Solar S., Sontag G. Phenolik compounds in tomatoes. Natural variations and effect of gamma-irradiation. *European Food Research and Technology*. 2005. Vol. 221, Issue 3-4. P. 439-445. DOI: 10.1007/s00217-005-1198-0.
270. Soil fertility and biodiversity in organic farming / P. Mader et al. *Science*. 2002. № 29. P. 1694-1697.
271. Soil microbial activity in conventional and organic agricultural systems / S. F. A. Ademir et al. *Sustainability*. 2009. № 1. P. 268-276.
272. Strategies to produce commercial liquid organic fertilizers from «alperujo» composts / G. Tortosa et al. *Journal of Cleaner Production*. 2014. Vol. 82. P. 37-44.
273. Tan K. H. Humic matter in soil and the environment: principles and controversies. CRC Press, 2003. 386 p.
274. The impact of organic farming on quality of tomatoes is associated to increased oxidative stress during fruit development / A. B. Oliveira et al. *PLoS ONE*. 2013. № 8 (2). P. 56–64. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056354>.
275. The World of Organic Agriculture is launched. URL: <http://www.ifoam.org/2018> (Last accessed: 14.02.2020).
276. 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 / M. Drakou et al. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2015. Vol. 66. № 2. P. 197–202. DOI: 10.3109/09637486.2014.979320.
277. TREVITAN agro. *Original.te.ua* : веб-сайт. URL: <https://original.te.ua/trevitan-agro> (дата звернення: 23.08.2022).

278. Vallverdu-Queralt A., Medina-Reimon A., Casals-Ribes I. Is there any difference between the phenolic content of organic and conventional tomato juices? *Food chemistry*. 2012. Vol. 130. № 1. P. 222-227.

279. Wada S.; Takagi D.; Miyake C.; Makino A.; Suzuki Y. Responses of the Photosynthetic Electron Transport Reactions Stimulate the Oxidation of the Reaction Center Chlorophyll of Photosystem I, P700, under Drought and High Temperatures in Rice. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019, 20 (9), 2068. <https://doi.org/10.3390/ijms20092068>

280. 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. URL: <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2017.html> (Last accessed: 22.09.2018).

281. Woese K., Lange D., Boess C. A comparison of organically and conventionally grown foods – results of a review of the relevant literature. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1997. № 74. P. 281-293.

282. 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 (12). P. 844-857.

283. Zeman K., Hron J. The agricultural sector has the most efficient management of state receivables in the Czech Republic. *Agricultural Economics*. Czech. 2018. Vol. 64. P. 61-73. DOI: <https://doi.org/10.17221/257/2016-AGRICECON>.

## **ДОДАТКИ**



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З ПИТАНЬ  
БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ  
вул. Б. Грінченка, 1, м. Київ, 01001, тел. 279-12-70, 279-75-58, факс 279-48-83,  
e-mail: info@dpss.gov.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Держпродспоживслужби

Магалєцька В.В.

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

М.П.

ВИСНОВОК

державної санітарно-епідеміологічної експертизи

від 02.04.2021 р.

№ 12.2-18-1/ 6845

Об'єкт експертизи: Рекультивант композиційний

виготовлений у відповідності із технічними умовами ТУ У 20.1-44141048-002:2021 «РЕКУЛЬТИВАНТ КОМПОЗИЦІЙНИЙ». Технічні умови»

Код за ДКПШ, УКТЗЕД, артикул: 20.14.64-30.00

Сфера застосування та реалізації об'єкта експертизи: технічна розріджуюча добавка до розчинів агрохімікатів, в сільському господарстві, для регулювання кислотності, зниження в'язкості і статичного напруження розчинів та для регенерації, рекультивациі та розкислення ґрунту

Країна-виробник: ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ТРЕВІТАН УКРАЇНА», Україна, 47724, Тернопільська обл., Тернопільський район, смт. Велика Березовиця, вулиця Вишнева, будинок 45, кв.8, код за ЄДРПОУ: 44141048, адреса виробництва: 46016, м. Тернопіль, вул. Курбаса 5ч

(адреса, місцезнаходження, телефон, факс, E-mail, веб-сайт)

Заявник експертизи: ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ТРЕВІТАН УКРАЇНА», Україна, 47724, Тернопільська обл., Тернопільський район, смт. Велика Березовиця, вулиця Вишнева, будинок 45, кв.8, код за ЄДРПОУ: 44141048

(адреса, місцезнаходження, телефон, факс, E-mail, веб-сайт)

Дані про контракт на постачання об'єкта в Україну: Продукція вітчизняного виробника

Об'єкт експертизи відповідає встановленим медичним критеріям безпеки/показникам:

За результатами ідентифікації, оцінки ризику для здоров'я населення та результатами розгляду супровідних документів об'єкт експертизи Рекультивант композиційний виготовлений у відповідності із технічними умовами ТУ У 20.1-44141048-002:2021 «РЕКУЛЬТИВАНТ КОМПОЗИЦІЙНИЙ». Технічні умови за параметрами токсикометрії відноситься до 4 класу небезпечності (речовини малонебезпечні), згідно з гігієнічними регламентами допустимого вмісту хімічних та біологічних речовин в повітрі робочої зони, які затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 14.07.20 №1596 та зареєстровано в Міністерстві юстиції України 03 серпня 2020 року за №741/35024; чинить слабку подразнюючу дію на шкіру, помірний подразник слизових оболонок очей, не проявляє сенсibilізуючих властивостей. За рекомендованих умов застосування є безпечним для здоров'я людини та навколишнього природного середовища.

Необхідними умовами використання/застосування, зберігання, транспортування, утилізації, знищення є: Використовувати у сільському господарстві згідно з призначенням з дотриманням





Plant Health and Biosecurity Directorate  
Fertilizer Safety Section  
59 Camelot Dr.  
Ottawa, Ontario  
K1A 0Y9

January 12, 2022

Mykola Budnyak  
Alpha Food Group Canada Inc.  
[alphafoodsinfo@gmail.com](mailto:alphafoodsinfo@gmail.com)

Re:	Product Name	Request ID*
	TREVITAN COMPOSITE RECULTIVANT - SEED	CAS-2021-27455

\*Please refer to this request ID in all future correspondence.

Dear Mykola Budnyak,

Effective October 26, 2020, the CFIA has updated the *Fertilizers Regulations* to reduce red tape and provide more flexibility to industry while focusing on product safety and environmental protection. While this product is regulated under the *Fertilizers Act* and regulations it is **exempt from registration** under the modernized *Fertilizers Regulations*. Exempt products must be safe and properly labeled. Therefore, prior to legal import or sale it is your responsibility to ensure the product label is compliant with the modernized regulations. Please consult the CFIA's [Fertilizer web page](#) to familiarize yourself with the requirements of the modernized regulations, including [T-4-130 Labeling requirements for Fertilizers and Supplements](#) which is a guidance document designed to help you prepare a compliant label.

Here is a list of the changes noted as a part of the first response that are required in order for your label to be compliant (this is not a complete label review):

- a) The name of the fertilizer that contains any major plant nutrient shall include the grade designation as a hyphenated numerical series (N-P-K).
- b) For products set out in the List of Materials, the active ingredients "derived from" statement must include the Term as it appears in the List of Materials.
- c) For products that contain micronutrients, a statement must also appear on the label indicating that the product should be used on the basis of a soil and/or tissue analysis.
- d) The weight is printed on the product label.
- e) If the active ingredient to be expressed in per cent, is present in a concentration of less than 0.001%, the guaranteed analysis may instead indicate its concentration, on a per gram basis, using another unit of measure.
- f) Where the product is represented to contain boron, copper, iron, manganese, molybdenum, zinc or supplemental metal, such as cobalt and/or selenium, the following cautionary statement is required:  
Caution: This fertilizer contains (specify name) and should be used only as recommended. It may prove harmful when misused.

Canada

1/2



This file is now closed and the registration will not continue.

Please feel free to contact me if you have any questions regarding this letter.

Sincerely,

Debbie Phelps, M.Sc.  
Senior Evaluation Officer  
Fertilizer Safety Section  
[Debbie.phelps@inspection.gc.ca](mailto:Debbie.phelps@inspection.gc.ca)

CFIA-ACIA # 15943110



Plant Health and Biosecurity Directorate  
Fertilizer Safety Section  
59 Camelot Dr.  
Ottawa, Ontario  
K1A 0Y9

January 12, 2022

Mykola Budnyak  
Alpha Food Group Canada Inc.  
[alphafoodsinfo@gmail.com](mailto:alphafoodsinfo@gmail.com)

Re:	Product Name	Request ID*
	TREVITAN COMPOSITE RECVLTIVANT - SOIL	CAS-2021-27356

\*Please refer to this request ID in all future correspondence.

Dear Mykola Budnyak,

Effective October 26, 2020, the CFIA has updated the *Fertilizers Regulations* to reduce red tape and provide more flexibility to industry while focusing on product safety and environmental protection. While this product is regulated under the *Fertilizers Act* and regulations it is **exempt from registration** under the modernized *Fertilizers Regulations*. Exempt products must be safe and properly labeled. Therefore, prior to legal import or sale it is your responsibility to ensure the product label is compliant with the modernized regulations. Please consult the CFIA's [Fertilizer web page](#) to familiarize yourself with the requirements of the modernized regulations, including [T-4-130 Labeling requirements for Fertilizers and Supplements](#) which is a guidance document designed to help you prepare a compliant label.

Here is a list of the changes noted as a part of the first response that are required in order for your label to be compliant (this is not a complete label review):

- The name of the fertilizer that contains any major plant nutrient shall include the grade designation as a hyphenated numerical series (N-P-K).
- For products set out in the List of Materials, the active ingredients "derived from" statement must include the Term as it appears in the List of Materials.
- For products that contain micronutrients, a statement must also appear on the label indicating that the product should be used on the basis of a soil and/or tissue analysis.
- The weight is printed on the product label.
- If the active ingredient to be expressed in per cent, is present in a concentration of less than 0.001%, the guaranteed analysis may instead indicate its concentration, on a per gram basis, using another unit of measure.
- Where the product is represented to contain boron, copper, iron, manganese, molybdenum, zinc or supplemental metal, such as cobalt and/or selenium, the following cautionary statement is required:  
Caution: This fertilizer contains (specify name) and should be used only as recommended. It may prove harmful when misused.

Canada

1/2



This file is now closed and the registration will not continue.

Please feel free to contact me if you have any questions regarding this letter.

Sincerely,

Debbie Phelps, M.Sc.  
Senior Evaluation Officer  
Fertilizer Safety Section  
[Debbie.phelps@inspection.gc.ca](mailto:Debbie.phelps@inspection.gc.ca)

CFIA-ACIA # 15942757



Plant Health and Biosecurity Directorate  
Fertilizer Safety Section  
59 Camelot Dr.  
Ottawa, Ontario  
K1A 0Y9

January 12, 2022

Mykola Budnyak  
Alpha Food Group Canada Inc.  
[alphafoodsinfo@gmail.com](mailto:alphafoodsinfo@gmail.com)

Re:	Product Name	Request ID*
	TREVITAN COMPOSITE RECULTIVANT - PLANTS	CAS-2021-27457

\*Please refer to this request ID in all future correspondence.

Dear Mykola Budnyak,

Effective October 26, 2020, the CFIA has updated the *Fertilizers Regulations* to reduce red tape and provide more flexibility to industry while focusing on product safety and environmental protection. While this product is regulated under the *Fertilizers Act* and regulations it is **exempt from registration** under the modernized *Fertilizers Regulations*. Exempt products must be safe and properly labeled. Therefore, prior to legal import or sale it is your responsibility to ensure the product label is compliant with the modernized regulations. Please consult the CFIA's [Fertilizer web page](#) to familiarize yourself with the requirements of the modernized regulations, including [T-4-130 Labeling requirements for Fertilizers and Supplements](#) which is a guidance document designed to help you prepare a compliant label.

Here is a list of the changes noted as a part of the first response that are required in order for your label to be compliant (this is not a complete label review):

- a) The name of the fertilizer that contains any major plant nutrients shall include the grade designation as a hyphenated numerical series (N-P-K).
- b) For products set out in the List of Materials, the active ingredients "derived from" statement must include the Term as it appears in the List of Materials.
- c) For products that contain micronutrients, a statement must also appear on the label indicating that the product should be used on the basis of a soil and/or tissue analysis.
- d) The weight is printed on the product label.
- e) If the active ingredient to be expressed in per cent, is present in a concentration of less than 0.001%, the guaranteed analysis may instead indicate its concentration, on a per gram basis, using another unit of measure.
- f) Where the product is represented to contain boron, copper, iron, manganese, molybdenum, zinc or supplemental metal, such as cobalt and/or selenium, the following cautionary statement is required:  
Caution: This fertilizer contains (specify name) and should be used only as recommended. It may prove harmful when misused.

Canada

1/2



This file is now closed and the registration will not continue.

Please feel free to contact me if you have any questions regarding this letter.

Sincerely,

Debbie Phelps, M.Sc.  
Senior Evaluation Officer  
Fertilizer Safety Section  
[Debbie.phelps@inspection.gc.ca](mailto:Debbie.phelps@inspection.gc.ca)

CFIA-ACIA # 15943142

### АКТ

**про впровадження наукових досліджень, представлених у дисертаційній роботі Дзендзеля Андрія Юрійовича «Фізіологічні основи регуляції росту та продуктивності помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) за впливу органо-мінеральних добрив»**

Ми, що нижче підписалися, агроном СФГ «ВЕСНА» Грех Олександр Андрійович з одного боку і аспірант кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка Дзендзель Андрій Юрійович з другого боку склали цей акт про впровадження завершеної наукової розробки «Ефективність застосування органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин® за показниками продуктивності помідора їстівного».

Результати наукової розробки було впроваджено у виробництво на лучно-чорноземних середньосуглинкових на лесоподібних суглинках ґрунтах із застосуванням органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин®.

Досліджувана культура – помідор їстівний гібрид першого покоління Талент.

Термін впровадження: 2021 р.

Обсяг впровадження: 5 га.

Результати, які характеризують ефективність розробки:

1) урожай плодів помідора їстівного гібриду першого покоління Талент в контролі (без застосування добрив) 50,41 т/га;

2) у результаті застосування в технології вирощування органо-мінерального добрива «Smart» композит Марцінішин® зібрано 59,48 т/га у гібриду першого покоління Талент;

3) приріст урожайності плодів порівняно з контролем становив відповідно 18 % і 9,07 т/га.

Результати впровадження підтверджують дані, отримані аспірантом в умовах довготривалого стаціонарного дослідження, проведеного у фермерському господарстві с. Курники Тернопільського району Тернопільської області, що дає можливість рекомендувати органо-мінеральне добриво «Smart» композит Марцінішин® для впровадження у виробництво в умовах Західного Лісостепу України.

Агроном



О.А. Грех

Аспірант кафедри ботаніки та зоології  
Тернопільського національного педагогічного  
університету ім. Володимира Гнатюка

А.Ю. Дзендзель

**АКТ**  
**про впровадження наукових досліджень, представлених у дисертаційній**  
**роботі Дзендзеля Андрія Юрійовича «Фізіологічні основи регуляції росту**  
**та продуктивності помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) за**  
**впливу органо-мінеральних добрив»**

Ми, що нижче підписалися, агроном СФГ «ВЕСНА» Грех Олександр Андрійович з одного боку і аспірант кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка Дзендзель Андрій Юрійович з другого боку склали цей акт про впровадження завершеної наукової розробки «Ефективність застосування рекультиванту композиційного Trevitan® за показниками продуктивності помідора їстівного».

Результати наукової розробки було впроваджено у виробництво на лучно-чорноземних середньосуглинкових на лесоподібних суглинках ґрунтах із застосуванням рекультиванту композиційного Trevitan®.

Досліджувана культура – помідор їстівний гібрид першого покоління Талент.

Термін впровадження: 2022 р.

Обсяг впровадження: 4 га.

Результати, які характеризують ефективність розробки:

- 1) Урожай плодів помідора їстівного гібриду першого покоління Талент в контролі (без застосування добрив) 56,37 т/га;
- 2) у результаті застосування в технології вирощування рекультиванту композиційного Trevitan® зібрано 68,21 т/га у гібриду першого покоління Талент;
- 3) приріст урожайності плодів порівняно з контролем становив відповідно 21 % і 11,84 т/га.

Результати впровадження підтверджують дані, отримані аспірантом в умовах стаціонарного дослідження, проведеного в 2021-2022 рр. у фермерському господарстві с. Курники Тернопільського району Тернопільської області, що дає можливість рекомендувати рекультивант композиційний Trevitan® для впровадження у виробництво в умовах Західного Лісостепу України.

Агроном



О. А. Грех

Аспірант кафедри ботаніки та зоології  
Тернопільського національного педагогічного  
університету ім. Володимира Гнатюка

А.Ю. Дзендзель

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Проректор з навчально-методичної роботи  
Тернопільського національного  
педагогічного університету  
імені Володимира Гнатюка  
проф. І. Гевко

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**

**Пропозиція для впровадження:** Вивчення ефективності застосування органо-мінеральних добрив як складової частини органічного землеробства за показниками водного режиму, продуктивності та якісного складу плодів помідора їстівного.

1. **Установа-розробник:** Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, кафедра ботаніки та зоології, м. Тернопіль, вул. М. Кривоноса, 2, 46027, Україна.

2. Розроблювач: **Дзендзель Андрій Юрійович.**

3. **Джерело інформації:**

**Дзендзель А. Ю.,** Марцінишин Ю. Д., Пида С. В. Ефективність використання органо-мінеральних добрив при вирощуванні помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія.* 2020. № 3–4 (80). С. 115-126.

**Дзендзель А. Ю.,** Пида С. В. Вплив рекультиванту композиційного Trevitan™ на продуктивність та якісний склад плодів помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Екологічні науки*, вип.4 (43), 2022. С. 107-142.

**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. № 4 (81). С. 72-81.

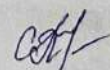
4. **Базова установа, яка проводить впровадження:** Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, кафедра ботаніки та зоології

5. **Результати застосування:** пропозиції на 2021–2022 та 2022-2023 навчальні роки. Матеріали використовуються в навчальному процесі кафедри ботаніки та зоології на лекціях і практичних заняттях з фізіології рослин, охорони природи, основ сільського господарства.

6. **Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації (п. 3):** Використання результатів наукових досліджень у навчальному процесі дозволяє розширити знання студентів щодо особливостей впливу органо-мінеральних добрив як складової частини органічного землеробства на показники водного режиму, якісний склад плодів та продуктивність помідора їстівного в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України.

7. **Зауваження, пропозиції:** не вносилися.

Відповідальний за впровадження:  
завідувач кафедри ботаніки та зоології  
Тернопільського національного педагогічного  
університету ім Володимира Гнатюка

 проф. С. Пида

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи  
Уманського національного  
університету садівництва

Михайло МАЗЬОВАНІЙ

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

**Пропозиція для впровадження:** Вивчення ефективності застосування орґано-мінеральних добрив як складової частини орґанічного землеробства за показниками водного режиму, продуктивності та якісного складу плодів помідора їстівного.

1. **Установа-розробник:** Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, кафедра ботаніки та зоології, м. Тернопіль, вул. М. Кривоноса, 2, 46027, Україна.

Розроблювач: Дзендзель Андрій Юрійович.

2. **Джерело інформації:**

Дзендзель А. Ю., Марцінишин Ю. Д., Пида С. В. Ефективність використання орґано-мінеральних добрив при вирощуванні помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія.* 2020. № 3–4 (80). С. 115-126.

Дзендзель А. Ю., Пида С. В. Вплив рекультиванту композиційного Trevitan™ на продуктивність та якісний склад плодів помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Екологічні науки*, вип.4 (43), 2022. С. 107-142.

Дзендзель А. Ю. Вплив орґано-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. № 4 (81). С. 72-81.

3. **Базова установа, яка проводила впровадження:** Уманський національний університет садівництва, кафедра біології.

4. **Результати застосування:** пропозиції на 2021–2022 та 2022-2023 навчальні роки. Матеріали використовуються в навчальному процесі кафедри біології на лекціях і практичних заняттях курсів: Біологічно активні речовини в рослинництві, Фізіологія польових і овочевих культур, Фізіологія рослин.

5. **Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації (п. 3):** Використання результатів наукових досліджень у навчальному процесі дозволяє розширити знання студентів щодо особливостей впливу орґано-мінеральних добрив як складової частини орґанічного землеробства на показники водного режиму, якісний склад плодів та продуктивність помідора їстівного в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України.

6. **Зауваження, пропозиції:** не вносилися.

Відповідальний за впровадження:

завідувач кафедри біології  
Уманського національного  
університету садівництва  
кандидат с.-г. наук, доцент



Лариса РОЗБОРСЬКА

ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор  
з наукової роботи  
Західноукраїнського національного  
університету  
проф. В. М. В. Задорожний



### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

**1. Пропозиція для впровадження:** Вивчення ефективності застосування органо-мінеральних добрив як складової частини органічного землеробства за показниками продуктивності та якісного складу плодів помідора їстівного.

**2. Установа-розробник:** Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, кафедра ботаніки та зоології, м. Тернопіль, вул. М. Кривоноса, 2, 46027, Україна.

Розроблювач: Дзендзель Андрій Юрійович.

**3. Джерело інформації:**

Дзендзель А. Ю., Марцінішин Ю. Д., Пида С. В. Ефективність використання органо-мінеральних добрив при вирощуванні помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія.* 2020. № 3–4 (80). С. 115-126.

Дзендзель А. Ю., Пида С. В. Вплив рекультиванту композиційного Trevitan™ на продуктивність та якісний склад плодів помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Екологічні науки*, вип. 4 (43), 2022. С. 107-142.

**4. Базова установа, яка проводить впровадження:** Західноукраїнський національний університет, кафедра екології та охорони здоров'я.

**5. Результати застосування:** пропозиції на 2021–2022 та 2022-2023 навчальні роки. Матеріали використовуються в навчальному процесі кафедри екології та охорони здоров'я на лекціях і практичних заняттях.

**6. Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації (п. 3):** Використання результатів наукових досліджень у навчальному процесі дозволяє розширити знання студентів щодо особливостей впливу органо-мінеральних добрив як складової частини органічного землеробства на якісний склад плодів та продуктивність помідора їстівного в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України.

**7. Зауваження, пропозиції:** не вносилися.

Відповідальний за впровадження:  
в.о. завідувача кафедри екології та охорони здоров'я  
Західноукраїнського національного університету,  
кандидат економічних наук

Л. О. Бицюра





Рис. 1. Зовнішній вигляд фасування рекультиванту композиційного



(190) UA

(111) 314559

(181) Очікувана дата закінчення строку дії свідоцтва:	19.02.2030	(540) Зображення торговельної марки:	<b>TREVITAN</b>
(210) Номер заявки:	m202003346		
(220) Дата подання заявки:	19.02.2020		
(450) Дата публікації та номер бюлетеня:	16.02.2022, Бюл. № 7		
(732) Ім'я або повне найменування та адреса власника (власників) свідоцтва:	Дзєндзель Андрій Юрійович;		

M.F. SYDORENKO MRGS OF IH NAAS  
**AGROCHEMISTRY LABORATORY**  
*Certificate of technical competence MB 09-2019 issued 26.09.2019*

Specimen name (sample)	COMPOSITIONAL RECVLTIVANT "TREVITAN soil"
Batch number of the goods:	№0001
Date of manufacture:	August 5, 2021.
Ordered by:	"TREVITAN UKRAINE" LLC
Samples taken by	Customer, October 20, 2021.
Dates of tests	25-27.10.2021
Sample tasted for	Chemical composition

**MINUTES OF TESTS No 244**

No	Index	Value		Index of measurement method
		% of preparation	% on the dry residue	
1	2	3		4
<b>Macronutrients</b>				
1	Total nitrogen ( N )	0.018 %	1,18 %	Workshop on agrochemistry / Edited by V.G. Mineeva – M., 2001.– 688 p.
2	Available phosphoric acid ( P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.00048 %	0,03 %	
3	Total phosphoric acid	0.007 %	0,44 %	
4	Soluble potash ( K <sub>2</sub> O )	0.0085 %	0,53 %	
<b>Composition of organic matter</b>				
5	Mass fraction of moisture	98.4 %		DSTU ISO 11465- 2001
6	Mass fraction of dry matter	1.6 %		
7	Hydrogen index (1:10) units ph	10.49 ph		DSTU ISO 10390:2001
8	Density, g/cm <sup>3</sup>	1.01 g/cm <sup>3</sup>		DSTU ISO 11272-2001
9	Mass fraction of organic matter	0.98 %	61,0 %	GOST 27980-88
10	Humic acids	0.27 %	16,7 %	DSTU 7083:2009
11	Fulvic acids	0.11 %	7,1 %	GOST R 54221-2010
<b>Macro and micronutrients</b>				
12	Mass fraction of chlorine ( Cl )	0.0090 %	0,56 %	DSTU 7908:2015
13	Mass fraction of calcium ( Ca )	0.0064 %	0,40 %	DSTU 7945:2015
14	Mass fraction of magnesium ( Mg )	0.0019 %	0,12 %	
15	Mass fraction of sulfur ( S )	0.0011 %	0,07 %	DSTU 7909:2015
16	Mass fraction of iron ( Fe )	0.00021 %	0,0131 %	precipitate in 1n. of HNO <sub>3</sub> with subsequent measurement of the element concentration of by atomic absorption After dissolving the ash
17	Mass fraction of manganese ( Mn )	0.00016 %	0,0103 %	
18	Mass fraction of boron ( B )	0.000062 %	0,0039 %	
<b>Metals</b>				
19	Mass fraction of arsenic ( As )	0	0	
20	Mass fraction of cadmium ( Cd )	0	0	
21	Mass fraction of cobalt ( Co )	0.0000016 %	0,0001 %	
22	Mass fraction of copper ( Cu )	0.00003 %	0,0019 %	
23	Mass fraction of chromium ( Cr )	0	0	
24	Mass fraction of mercury ( Hg )	0	0	
25	Mass fraction of molybdenum ( Mo )	0.000099 %	0,0062 %	
26	Mass fraction of nickel ( Ni )	0	0	
27	Mass fraction of lead ( Pb )	0	0	
28	Mass fraction of zinc ( Zn )	0.000035 %	0,0022 %	

Head of agrochemistry laboratory  
 Ph.D. (agriculture), Senior Research Fellow



*T.V. Maliuk*  
 T.V. Maliuk

M.F. SYDORENKO MRGS OF IH NAAS  
**AGROCHEMISTRY LABORATORY**  
*Certificate of technical competence MB 09-2019 issued 26.09.2019*

Specimen name (sample)	COMPOSITIONAL RECVLTIVANT "TREVITAN seeds"
Batch number of the goods:	№0001
Date of manufacture:	August 5, 2021.
Ordered by:	"TREVITAN UKRAINE" LLC
Samples taken by	Customer, October 20, 2021.
Dates of tests	25-27.10.2021
Sample tasted for	Chemical composition

**MINUTES OF TESTS No 245**

No	Index	Value		Index of measurement method
		% of preparation	% on the dry residue	
1	2	3		4
<b>Macronutrients</b>				
1	Total nitrogen ( N )	0.025 %	1,42 %	Workshop on agrochemistry / Edited by V.G. Mineeva – M., 2001.– 688 p.
2	Available phosphoric acid ( P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.00072 %	0,04 %	
3	Total phosphoric acid	0.0097 %	0,54 %	
4	Soluble potash ( K <sub>2</sub> O )	0.0092 %	0,51 %	
<b>Composition of organic matter</b>				
5	Mass fraction of moisture	98.2 %		DSTU ISO 11465- 2001
6	Mass fraction of dry matter	1.8 %		
7	Hydrogen index (1:10) units ph	10.01 ph		DSTU ISO 10390:2001
8	Density, g/cm <sup>3</sup>	1.05 g/cm <sup>3</sup>		DSTU ISO 11272-2001
9	Mass fraction of organic matter	1.18 %	65,9 %	GOST 27980-88
10	Humic acids	0.34 %	18,8 %	DSTU 7083:2009
11	Fulvic acids	0.18 %	10,1 %	GOST R 54221-2010
<b>Macro and micronutrients</b>				
12	Mass fraction of chlorine ( Cl )	0.0090 %	0,56 %	DSTU 7908:2015
13	Mass fraction of calcium ( Ca )	0.0064 %	0,40 %	DSTU 7945:2015
14	Mass fraction of magnesium ( Mg )	0.0043 %	0,24 %	
15	Mass fraction of sulfur ( S )	0.0010 %	0,06 %	DSTU 7909:2015
16	Mass fraction of iron ( Fe )	0.00022 %	0,0123 %	precipitate in 1n. of HNO <sub>3</sub> with subsequent measurement of the element concentration of by atomic absorption After dissolving the ash
17	Mass fraction of manganese ( Mn )	0.00014 %	0,0075 %	
18	Mass fraction of boron ( B )	0.000040 %	0,0022 %	
<b>Metals</b>				
19	Mass fraction of arsenic ( As )	0	0	
20	Mass fraction of cadmium ( Cd )	0	0	
21	Mass fraction of cobalt ( Co )	0	0	
22	Mass fraction of copper ( Cu )	0.000038 %	0,0021 %	
23	Mass fraction of chromium ( Cr )	0	0	
24	Mass fraction of mercury ( Hg )	0	0	
25	Mass fraction of molybdenum ( Mo )	0.000072 %	0,004 %	
26	Mass fraction of nickel ( Ni )	0	0	
27	Mass fraction of lead ( Pb )	0	0	
28	Mass fraction of zinc ( Zn )	0.000029 %	0,0016 %	

Head of agrochemistry laboratory  
 Ph.D. (agriculture), Senior Research Fellow



*T.V. Maliuk*  
 T.V. Maliuk

M.F. SYDORENKO MRGS OF IH NAAS  
**AGROCHEMISTRY LABORATORY**  
*Certificate of technical competence MB 09-2019 issued 26.09.2019*

Specimen name (sample)	COMPOSITIONAL RECULTIVANT "TREVITAN plants"
Batch number of the goods:	№0001
Date of manufacture:	August 5, 2021.
Ordered by:	"TREVITAN UKRAINE" LLC
Samples taken by	Customer, October 20, 2021.
Dates of tests	25-27.10.2021
Sample tasted for	Chemical composition

**MINUTES OF TESTS No 246**

No	Index	Value		Index of measurement method
		% of preparation	% on the dry residue	
1	2	3		4
<b>Macronutrients</b>				
1	Total nitrogen ( N )	0.018 %	1,16 %	Workshop on agrochemistry / Edited by V.G. Mineeva – M., 2001.– 688 p.
2	Available phosphoric acid ( P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.00064 %	0,04 %	
3	Total phosphoric acid	0.007 %	0,44 %	
4	Soluble potash ( K <sub>2</sub> O )	0.0088 %	0,55 %	
<b>Composition of organic matter</b>				
5	Mass fraction of moisture	98.4 %		DSTU ISO 11465- 2001
6	Mass fraction of dry matter	1.6 %		
7	Hydrogen index (1:10) units ph	10.09 ph		DSTU ISO 10390:2001
8	Density, g/cm <sup>3</sup>	1.02 g/cm <sup>3</sup>		DSTU ISO 11272-2001
9	Mass fraction of organic matter	0.99 %	61,6 %	GOST 27980-88
10	Humic acids	0.22 %	13,9 %	DSTU 7083:2009
11	Fulvic acids	0.12 %	7,5 %	GOST R 54221-2010
<b>Macro and micronutrients</b>				
12	Mass fraction of chlorine ( Cl )	0.0045 %	0,28 %	DSTU 7908:2015
13	Mass fraction of calcium ( Ca )	0.0032 %	0,20 %	DSTU 7945:2015
14	Mass fraction of magnesium ( Mg )	0.0019 %	0,12 %	
15	Mass fraction of sulfur ( S )	0.0011 %	0,07 %	DSTU 7909:2015
16	Mass fraction of iron ( Fe )	0.00017 %	0,0106 %	precipitate in 1n. of HNO <sub>3</sub> with subsequent measurement of the element concentration of by atomic absorption After dissolving the ash
17	Mass fraction of manganese ( Mn )	0.000082 %	0,0051 %	
18	Mass fraction of boron ( B )	0.000022 %	0,0014 %	
<b>Metals</b>				
19	Mass fraction of arsenic ( As )	0	0	
20	Mass fraction of cadmium ( Cd )	0	0	
21	Mass fraction of cobalt ( Co )	0.0000016 %	0,0001 %	
22	Mass fraction of copper ( Cu )	0.000026 %	0,0016 %	
23	Mass fraction of chromium ( Cr )	0	0	
24	Mass fraction of mercury ( Hg )	0	0	
25	Mass fraction of molybdenum ( Mo )	0.000064 %	0,00 %	
26	Mass fraction of nickel ( Ni )	0.00000016 %	0,00001 %	
27	Mass fraction of lead ( Pb )	0	0	
28	Mass fraction of zinc ( Zn )	0.000016 %	0,001 %	

Head of agrochemistry laboratory  
 Ph.D. (agriculture), Senior Research Fellow



*T.V. Maliuk*  
 T.V. Maliuk