

АНДРІЙ ДЗЕНДЗЕЛЬ, СВІТЛАНА ПИДА

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

Монографія

Тернопіль 2024

УДК 581.132+631.89+632.122

Ф 50

Рецензенти:

доктор біологічних наук, професор,
академік НАН України **Віктор ШВАРТАУ**
доктор біологічних наук, професор **Володимир КУР'ЯТА**
доктор біологічних наук, професор **Василь ГРУБІНКО**

*Затверджено до друку вченою радою
Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка,
протокол №15 від 25 червня 2024р.*

Фізіологічні основи регуляції росту та продуктивності помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) за впливу органо-мінеральних добрив :
Ф 50 моногр. / А. Ю. Дзендзель, С. В. Пида. Тернопіль : ФОП Осадца Ю. В., 2024. 146 с.

У монографії узагальнено літературні дані і результати власних досліджень щодо ефективності застосування органо-мінеральних добрив за показниками фізіологічних процесів, продуктивності та якості плодів помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Показано, що регулюючим чинником фізіологічних процесів, формування урожаю культури та якості її плодів можуть бути ОМД.

Книга розрахована на біологів, фізіологів рослин, спеціалістів сільського господарства, викладачів, аспірантів і студентів профільних вузів.

УДК 581.132+631.89+632.122

© Дзендзель А. Ю., 2024

© Пида С. В., 2024

© ФОП Осадца Ю.В., 2024

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	5
АНОТАЦІЯ.....	6
SUMMARY.....	11
ВСТУП.....	15
РОЗДІЛ 1. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР	18
1.1. Загальна характеристика сучасних орґано- мінеральних добрив та їхній вплив на родючість ґрунту	18
1.2. Вплив орґано-мінеральних добрив на морфо- фізіологічні процеси в рослинах помідора їстівного (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).....	25
1.3. Механізми формування продуктивності овочевих культур за використання орґано-мінеральних добрив.....	34
1.4. Якісний склад плодів помідора за різних систем виращування та їх лікувально-профілактична дія на орґанізм людини	40
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКУЛЬТИВАНТУ КОМПОЗИЦІЙНОГО TREVITAN® ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ СТОСОВНО ЗАСТОСУВАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ.....	50
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ РЕКУЛЬТИВАНТУ КОМПОЗИЦІЙНОГО TREVITAN® НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ, ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСНИЙ СКЛАД ПЛОДІВ ПОМІДОРА ЇСТІВНОГО	57
3.1. Вплив рекультиванту композиційного TREVITAN® на посівні якості насіння та ростові процеси проростків помідора їстівного	57

3.2. Ефективність застосування рекультиванту композиційного TREVITAN [®] за показниками росту рослин	61
3.2.1. <i>Вегетаційні дослідження</i>	62
3.2.2. <i>Польові дослідження</i>	67
3.3. Параметри флуоресценції хлорофілу в листках помідора їстівного за впливу рекультиванту композиційного TREVITAN [®]	78
3.4. Продуктивність та якісний склад плодів помідора їстівного за впливу рекультиванту композиційного TREVITAN [®]	83
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ	96
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	102
ДОДАТКИ	137

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АТФ	–	аденозинтрифосфат;
АФО	–	активні форми кисню;
ГАМК	–	γ-аміномасляна кислота;
ІФХ	–	індукція флуоресценції хлорофілу;
LEF	–	лінійний електронний транспорт;
КБП	–	коефіцієнт біологічного поглинання;
МДК	–	максимально допустима концентрація;
НАДФН	–	нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат;
ОМД	–	органомінеральне добриво;
ОМД SKM	–	органомінеральне добриво «SMART» композит Марцінішин®;
ППФ	–	первинні процеси фотосинтезу;
R	–	інтенсивність росту;
RKT	–	рекультивант композиційний TREVITAN® ;
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.

АНОТАЦІЯ

Андрій Дзендзель, Світлана Пида Фізіологічні основи регуляції росту та продуктивності помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) за впливу органо-мінеральних добрив.

Монографія присвячена дослідженню морфогенезу, особливостей процесів росту, водообміну, параметрів фотосинтезу, формування продуктивності та якісного складу плодів помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) за впливу органо-мінерального добрива рекультивант композиційний TREVITAN®.

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 монографії використано препарат органічного походження на основі гумінових кислот для регуляції фізіологічних процесів з метою підвищення продуктивності *L. esculentum*.

Розроблено препарат органічного походження рекультивант композиційний TREVITAN[®] (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 (P₂O₅), 0,2-0,9 % Калію (K₂O). 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.

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 РКТ за параметрами росту та фотосинтезу досліджували у вегетаційних умовах. Обробка насіння перед сівбою та двохразове позакореневе підживлення рослин *L. esculentum* сорту Волове серце РКТ впливали на морфогенез вегетативних органів і стимулювали їх ростові процеси. Висота стебла рослин сорту Волове серце за впливу РКТ зроста 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 РКТ 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 флуоресценції хлорофілу виокремлено групу параметрів флуоресценції хлорофілу *a*, які виявились чутливими до позакореневого підживлення рослин РКТ. Встановлено, що у вегетаційних умовах за впливу РКТ 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 РКТ 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 РКТ 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 РКТ 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 РКТ 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 %), знижувалась 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 РКТ в технології 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.

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

SUMMARY

Andrij Dzendzel, Svitlana Pyda Physiological basis of regulation of growth and productivity of edible tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under the influence of organo-mineral fertilizers.

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 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 (P₂O₅), 0.2-0.9% of Potassium (K₂O). 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.

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 Bora 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 Bora 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 ± 1.69 (2021) and 88.32 ± 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 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.

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

ВСТУП

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 (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 A. 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 листової 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 баштанної продукції й посідає третє місце в Європі за показниками їх загального виробництва, поступаючись лише Італії та Іспанії (Концепція..., 2020; Державна..., 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; Ху Х. 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; Скрильник Є., Артем'єва К., Колпаков Я., 2020).

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; Гаврилюк В. А., Демчук С. М., 2013; Василенко М. Г., 2015; Дзендзель А. Ю., Пида С. В., 2020; Дзендзель А. Ю., Марцінишин Ю. Д., Пида С. В., 2020; Марцінишин Ю. Д., Пида С. В., 2021; Дзендзель А. Ю., Пида С. В., Тригуба О. В., 2022; Дзендзель А. Ю., Пида С. В., 2024). 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.

РОЗДІЛ 1

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

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 (Tan K. H., 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 полютантів за внесення гуматів у забруднені ґрунти шляхом зв'язування іонів важких металів, переведення їх у нерухомі (водонерозчинні) форми, знешкодження органічних екоотоксикантів під час їх сорбції на гумінових матрицях (Kaschl A., Chen Y., 2005). Застосування добрив на основі гумінових речовин з метою мікробної та фіторемедіації 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; Feificova D. et al., 2005), що гумати здатні впливати на токсичність полютантів як неорганічної природи, передусім важких металів, так і деяких органічних сполук.

Однією з найважливіших характеристик якості добрив на основі гумінових речовин є ступінь екоотоксичності, 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 S. 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, порівняно з агрохімічними.

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 вільноіснуючих азотфіксувальних мікро-

організмів (*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 дослідження 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 CO₂. 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 дослідження 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. І., 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_{гк}/С_{фк} 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. 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 куціння-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; Стецишин П. О. та ін. 2011). Однак виробництво органічних овочів з інноваційною складовою обмежено через біологічні ліміти отримуваної продукції (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, В₁, В₂, В₃, 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.

Для отримання хорошого урожаю культури необхідне збалансоване її живлення (Ramesh E. et al., 2023). 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 – органічно-мінеральним, а у фазу масового дозрівання плодів краще зовсім відмовитися від застосування добрив.

Використання препарату MOF-5, синтезованого сольвотермальним методом з композитом цеолітового ядра показало, що препарат MOFZ-композит з хітозановим покриттям поглинав 94% сечовини та зумовлював повільне її вивільнення, що задовільняло потреби рослин *L. esculentum* у Нітрогені. На основі результатів дослідження методом електронної мікроскопії виявлено специфічну взаємодію препарату з коренем, що сприяло його накопиченню на поверхні кореневої системи, виконуючи функцію резервуару поживних речовин. Одноразова доза підтримувалася більше 9 днів (Bindra P. et al., 2023).

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 органічного 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, органо-мінеральне добриво – добриво, отримане фізичною та/чи хімічною взаємодією органічних і мінеральних складників.

Встановлено, що гумінові речовини істотно впливають на ріст і розвиток рослин. У досліджах 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). Використання композицій рідких органічних добрив, регуляторів росту рослин і NPK на ґрунтах Індонезії в умовах посухи поліпшувало ростові процеси і сприяло формуванню врожаю томатів (Khairi A. et al., 2023).

Досліджено, що овочеві рослини досить добре реагують на підживлення добривами на основі гуматів (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). Варто зазначити, що на параметри водообміну впливають видові та сортові особливості рослин (Лихолат Ю. В. та ін., 2020).

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., 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 листової 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 листової поверхні – на 7-45 %, чиста продуктивність фотосинтезу збільшилась на 20-88 %.

Використання органічного добрива дигестат у 50% розведенні ефективно впливало на ростові процеси (висоту рослин, формування фотосинтетичної поверхні листків), продуктивність помідора та ґрунт (Effa Effa B.W. et al., 2022).

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. 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. 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 рази, тоді як сума хлорофілів «(a+b)» – у 7,8 рази.

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 B., Becker H. C., 2011). Органічні овочі мають у середньому на 20 % нижчу врожайність порівняно з вирощеними за традиційного землеробства (Rembialkowska 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. V., 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 В., Martensson А., 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 Р., 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., 2013). 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 зрошуваного 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 (Погорєлова 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; 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'якшувало 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 – β -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, В₁ – 1,3-1,6 мг, В₂ – 1,6-2 мг, В₃ – 16-22 мг, В₆ – 1,8-2 мг, В₉ – 200-250 мкг, В₁₂ – 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 В₁ (тіамін), 0,05-0,06 мг вітаміну В₂ (рибофлавін), 0,04-0,05 мг вітаміну РР (нікотинова кислота), а також у невеликих кількостях вітаміни В₉ (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 В₁ (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 В₂ (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 В₃ (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. Необхідно враховувати, що організм людини не накопичує вітаміну С, тому його варто приймати систематично, не боятись 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 кислоті (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 β -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 β -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).

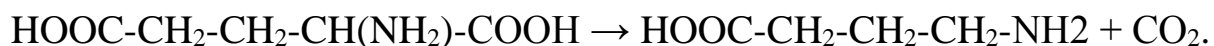
Томатний сік цінний продукт харчування, оскільки містить у своєму складі вітаміни, макро- та мікроелементи, необхідні для нормальної життєдіяльності людини (Козярін І. П., 2003; Одарченко А. М. та ін., 2012).

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 γ -аміномасляна кислота (ГАМК) (Melius P., 1966), яка одночасно є природною амінокислотою та нейромедіатором. Під впливом глутаматдекарбоксилази підвищується вміст γ -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 глутаматдекарбоксілази переходить у γ -аміномасляну:



Досліджено, що в 100 г помідорів міститься 0,9 мг γ -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 γ -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. B. et al., 2013; Lahoz I. et al., 2016; Kataok K. et al., 2017; Oliveira R. C. et al., 2020).

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.

РОЗДІЛ 2

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКУЛЬТИВАНТУ КОМПОЗИЦІЙНОГО TREVITAN® ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ СТОСОВНО ЗАСТОСУВАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ

Вміст органічної речовини є важливим показником родючості ґрунту. Вчені зазначають, що нинішня структура посівних площ, кількість внесених органічних і мінеральних добрив, поживні 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» 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, рис. 1), 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 В). Препарат виготовляють у рідкому агрегатному стані шляхом диспергації розчинів вихідної сировини (складові відповідно до рецептури) в реакторі та додавання розчинника.



Рис. 2. 1. Зовнішній вигляд фасування рекультиванту композиційного

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 (P₂O₅), 0,2-0,9 % Калію (K₂O). 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 Д).

За фізико-хімічними властивостями рекультивант композиційний TREVITAN® (РКТ) – 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/см³ (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 безпеки (речовини малонебезпечні). Під час роботи з препаратом необхідно дотримуватися правил особистої безпеки. Варто зазначити, що РКТ не є шкідливим для бджіл. Гострі отруєння препаратом малоймовірні 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., Польчина 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. 2.1), 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 2.1.

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 Ж).

За використання для обробки насіння та посадкового матеріалу РКТ 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 3). 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. РКТ 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).

РКТ 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.

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.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ РЕКУЛЬТИВАНТУ КОМПОЗИЦІЙНОГО TREVITAN® НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ, ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСНИЙ СКЛАД ПЛОДІВ ПОМІДОРА ЇСТІВНОГО

3.1. 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 агроecosystem, потенціал яких на сьогодні повністю не використовують, є застосування екологічно безпечних препаратів органічного походження (Пономаренко С. П., 2003; Яворська В. К. та ін., 2006).

На продуктивність рослин суттєво впливають посівні якості насіння. Показано, що їх урожай залежить від якості насіння на 30 % (На замітку..., 2023). Проростання насіння є одним із найбільш відповідальних етапів в онтогенезі рослини, який

залежить від низки чинників довкілля, що не завжди є оптимальними (Дзендзель А. Ю., Пида С.В., 2024)..

Посівні якості насіння помідора їстівного за впливу РКТ для обробки насіння й посадкового матеріалу досліджували на зазначених сортах: 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 Барао червоний (120-125 днів) та Волове серце (125-130 днів) української селекції. Схожість насіння та енергію проростання визначали за ДСТУ 4138-2002 (ДСТУ 4138:2002..., 2003). 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. 3.1.1). 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 середньопізнього сорту Де Барао червоний.

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.

Таблиця 3.2.1.

**Вплив RKT на посівні якості насіння помідора їстівного,
M±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				
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 $p < 0,05$

Після проростання насіння спостерігається ріст зародкового корінця та бруньки за рахунок наявності апікальних меристем. Відомо, що БАР інтенсифікують ростові процеси рослин (Пономаренко С. П., 2003, Яворська В. К. та ін., 2006; Грицаєнко З. М. та ін., 2005). Виявлено (табл. 3.1.2), що обробка насіння досліджуваних сортів помідора RKT інтенсифікувала ростові процеси вегетативних органів проростків. Показано, що насіння з високими посівними якостями здатне оптимально забезпечувати ростові процеси проростків і рослин, зменшувати вплив шкочинних організмів, а, відтак, збільшувати урожайність культур та поліпшувати якість продукції без застосування добрив, пестицидів тощо (Новак Ж. М., Коцюба С. П., Полянецька І. О., 2020).

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 3.1.2.

**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).

Отже, 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 зроста 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.

3.2. 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 рослини 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 оболонки, і сприяють диференціації тканин.

3.2.1. 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).

Важливим етапом досліджень було встановлення ефективності застосування РКТ за показниками ростових процесів помідора їстівного сорту української селекції Волове серце (тривалість вегетаційного періоду – 125-130 днів) у контрольованих вегетаційних умовах. Вегетаційні дослідні заклади закладали 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 РКТ для прискорення росту і розвитку рослин у фазах 7-9 та 8-10 листків з інтервалом 14 діб.

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. Через 10 діб визначено польову схожість, яка в контрольному варіанті становила 78,3 %, а в

дослідному – 84,4 %. Через 15 діб кількість пророслих насінин зростає 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 зростає на 42,6 % (табл. 3.2.1). 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 3.2.1.

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

Вік рослин, доба	Контроль (без добрив)	Дослід (РКТ)	Приріст до контролю, см	Приріст до контролю, %
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

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

Розрахувавши 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. 3.2.2). 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 RKT 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.

Після ліквідації дослідів на 63-тю добу визначено ще низку показників, які характеризують ріст і продукційний процес. Встановлено, що маса сирої речовини пагона за впливу RKT істотно зростала порівняно з контролем (табл. 3.2.3). Приріст зазначеного вище показника становив 30,7 %. На 42,8 % збільшилася маса сирої речовини листків у рослин помідора їстівного дослідного варіанта. Дослідні рослини характеризувалися інтенсивнішим ротом стебла, більшим облиствленням, що відповідно вплинуло на показники маси сирої 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 3.2.2.

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

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

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

У складі РКТ 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 РКТ.

Таблиця 3.2.3.

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

Варіант	Маса сирої речовини надземних органів, г	Маса сирої речовини листків, г	Діаметр стебла біля кореневої шийки, мм
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
Приріст до контролю в см	2,77	1,86	0,4
Приріст до контролю у %	30,7	42,8	8,9

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

Оскільки листки є донором пластичних речовин, то їх фотосинтетична поверхня суттєво впливає на процес фотосинтезу і продуктивність культури. Встановлено, що за впливу РКТ площа листків однієї рослини зросла на 83,4 см², або 33,1 % (табл. 3.2.4).

Таблиця 3.2.4.

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

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

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

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.

3.2.2. Польові дослідження

Ефективність застосування РКТ за показниками ростових процесів помідора їстівного F1 Талент досліджували в польових умовах 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. Італійський (виведений спеціалістами фірми «Esasem») гібрид першого покоління (F1) Талент (рис. 3.2.1) 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. 3.2.1 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).

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). Ґрунт дослідних ділянок характеризувався зазначеними нижче показниками (табл. 3.2.5).

Таблиця 3.2.5.

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

Агрохімічний показник	Значення	Оптимальний показник, МДК
pH _{вод.}	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	
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 ²⁺)	41,52±0,81	
Магній (Mg ²⁺)	2,42±0,07	
Натрій (Na ⁺)	0,19±0,01	
Калій (K ⁺)	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

Результати проведених аналізів свідчать, що зразок ґрунту згідно з ДСТУ 4362:2004 (ДСТУ 4362:2004..., 2006) має нейтральну реакцію середовища, яка є сприятливою для багатьох овочевих культур, у тому числі томатів, що віддають перевагу слабокислим або нейтральним ґрунтам (Божко Л. Ю, 2010).

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.

Ґрунт характеризується низьким вмістом рухомого Фосфору, рухомого Калію та мінерального Нітрогену, високим – обмінного катіону Кальцію, низьким – обмінних катіонів Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , рухомих форм Феруму, Мангану, Купруму та Цинку. Вміст Магнію, залежно від типу ґрунту, коливається від 0,5 г/кг до 5,0 г/кг (Коць С. Я., Перерсон Н. В., 2005).

Кліматичні умови вегетаційних періодів загалом сприяли оптимальному росту і розвитку помідора їстівного. (рис. 3.2.2).

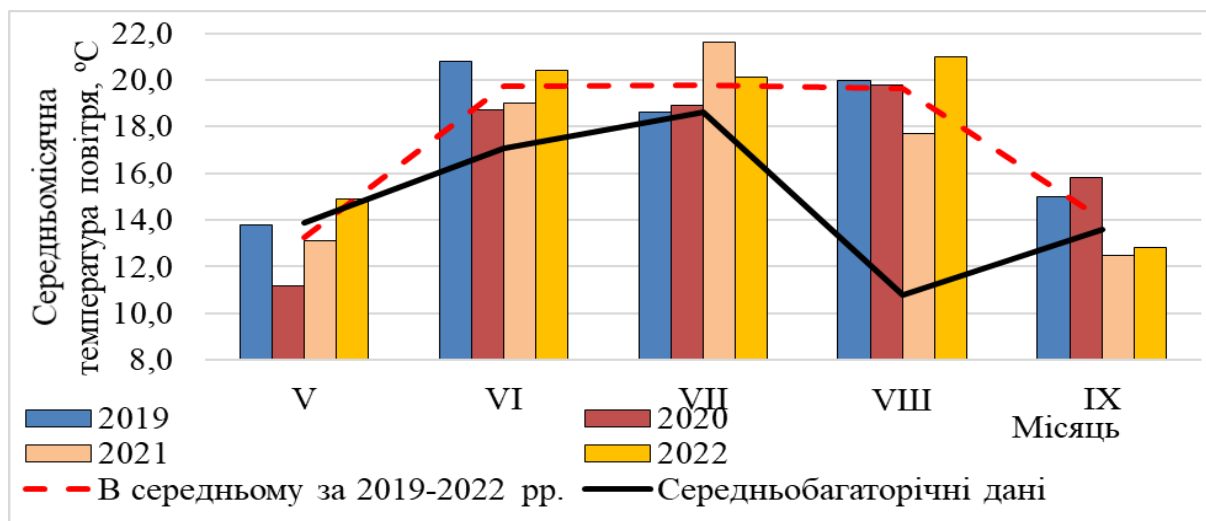


Рис. 3.2.2. Середньомісячна температура повітря в роки досліджень (за даними метеостанції м. Тернопіль) (Архів погоди в м. Тернопіль..., 2022)

Вміст рухомих форм важких металів не перевищує максимально допустимих концентрацій (МДК), тому небезпеки забруднення ними продукції немає (табл. 3.2.6). Загалом ґрунт за якісними показниками придатний для вирощування помідора їстівного.

Таблиця 3.2.6.

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)
0-25	0,04	0,24	0,22	0,13	0,54
ГДК рухомих форм важких металів у ґрунтах	-	5	6	6	4

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

Середньоденна температура повітря у квітні-травні відповідала нормі – +12-22°C; у червні – +19-26°C; у липні-серпні – +25-30°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. 3.2.3).

Помідор їстівний вирощували розсадним способом. Розсаду вирощували в теплиці (рис. 3.2.4), висаджували у відкритий ґрунт у третій декаді травня за схемою 60x40 см. Площа облікової ділянки 25 м², повторність чотириразова.

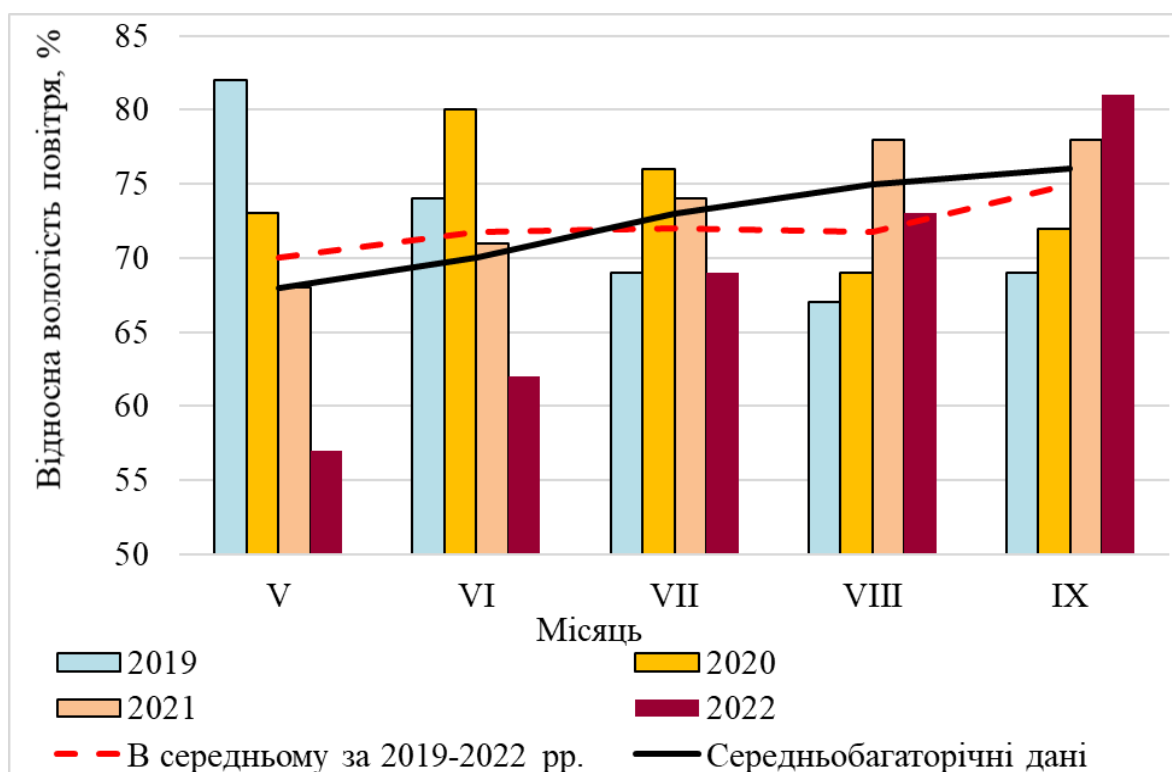


Рис. 3.2.3. Середньомісячна відносна вологість повітря в роки досліджень (за даними метеостанції м. Тернопіль) (Архів погоди в м. Тернопіль..., 2022)

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 досліді 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.



Рис. 3.2.4. Зовнішній вигляд розсади помідора їстівного

Встановлено, що в результаті передпосівної обробки насіння RKT для обробки насіння та посадкового матеріалу і шестикратного позакореневого підживлення RKT для прискорення росту і розвитку рослин підвищилась інтенсивність ростових процесів дослідних рослин за рахунок поліпшення мінерального живлення. Ґрунт дослідних ділянок, на яких закладали польові досліді 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., 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. 3.2.7).

Таблиця 3.2.7.

**Вплив РКТ на висоту рослин помідора їстівного F1 Талант,
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
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 – бура 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 бруї 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. 3.2.8). 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.

Таблиця 3.2.8.

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	%
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 – бура 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. 3.2.9). Середня кількість листків на дослідних рослинах була вищою на 5,5 (фаза бутонізації) – 12,2 (бура 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. 3.2.10).

Таблиця 3.2.9.

**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 – бура 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 $p < 0,05$

За впливу РКТ їх кількість у фазі бурої стиглості плодів зросла 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 3.2.10.

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

Варіант	Фенологічна фаза розвитку – бура 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 $p < 0,05$

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 сирової речовини надземних органів – 30,7 %, маса сирової 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.

3.3. 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 (Ф_{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 ґрунту 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 елемента 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). На 37 та 58 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: ϕII – квантова ефективність ФСII; NPQt – нефотохімічне гасіння, оцінене без темної адаптації; ϕNPQ – квантовий вихід NPQ; ϕNO – 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). Описову статистику проведено з використанням програмного забезпечення RStudio (version 1.4.1103, R Studio PBC, 2021) та бібліотек psych та multcomp.

Методом індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) виокремлено групу параметрів флуоресценції хлорофілу а, зокрема квантовий вихід NPQ (ϕNPQ), частка світлової енергії, що поглинається ФС II та втрачається через нерегульовані процеси (ϕNO), 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 (Φ_{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. 3.3.1).

Враховуючи те, що флуоресценція хлорофілу є обернено пропорційною до фотосинтетичної активності листків (Kalaji N.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).

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. 3.3.1, 3.3.2).

Таблиця 3.3.1.

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

Параметри	Контроль	Дослід
01.07. 2022 р.(37 день)		
Φ_{PSII}	0,64 ±0,05	0,66 ±0,04
ϕNPQ	0,20±0,02	0,18±0,02
ϕNO	0,16±0,01	0,16±0,01
Fv'/Fm'	0,68 ±0,03	0,69 ±0,02
NPQt	1,23±0,33	1,12±0,31
qL	0,82±0,10	0,85±0,10
LEF	2,66±0,55	2,33±0,56
SPAD	43,46±5,27	47,52±4,37*
22.07.2022 р. (58 день)		
Φ_{PSII}	0,68 ±0,04	0,69 ±0,04
ϕNPQ	0,19±0,04	0,17±0,03*
ϕNO	0,13±0,01	0,14±0,01
Fv'/Fm'	0,66 ±0,0*	0,69 ±0,02*
NPQt	1,42±0,40	1,16±0,22*
qL	0,99±0,10	0,93±0,11*
LEF	3,12±1,21	3,59±1,01*
SPAD	51,57±6,53	55,35±5,08*

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем; Φ_{PSII} – квантова ефективність ФС II, NPQt – нефотохімічне гасіння, оцінене без темної адаптації, ϕNPQ – квантовий вихід NPQ, ϕNO – 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.

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 деепоксидації пігментів ксантофілового циклу (Kalaji H.M. et al., 2017).

Отже, за впливу РКТ, 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 3.3.2.

Стан ФС I за дії добрива РКТ, 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

Отже, методом ІФХ виокремлено групу параметрів флуоресценції хлорофілу а, які є чутливими до чинників зовнішнього середовища, в тому числі позакореневого

підживлення рослин ОМД. Встановлено, що позакореневе підживлення РКТ 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.

3.4. 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 (β -каротин), 0,04-0,16 мг вітаміну В₁ (тіамін), 0,05-0,06 мг вітаміну В₂ (рибофлавін), 0,04-0,05 мг вітаміну РР (нікотинова кислота), а також у невеликих кількостях вітаміни В₉ (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. 3.4.1, 3.4.2.). 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 кущі за використання препарату було більше пагонів, то це вплинуло, відповідно, на показники кількості суцвіть і плодів на рослині. Встановлено, що за впливу РКТ на кущі 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 3.4.1.

**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 кущі, 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.).

Показано, що застосування ОМД SKM під час вирощування помідора їстівного F1 Талент у результаті поліпшення мінеральне живлення рослин, 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 % і продуктивність культури – на 22,1% або 14,94 т/га і забезпечило врожайність товарних плодів на рівні 78 т/га (Dzendzel A.Ya., Pyda S.V., Tryhuba O.V., 2022).

Полеві дослідження врожайності двох сортів томатів Рома В.Ф. і Барі 15 на садівничій фермі Бангладешського сільськогосподарського університету за використання неорганічних добрив, біогумусу (12 т/га); компосту (10 т/га); інтегрованої системи живлення рослин, яка поєднувала 2/3 частини органічних та 1/3 – неорганічних добрив, показали найвищу продуктивність за інтегрованої системи живлення рослин (20,8 т/га). Рослини зазначеного варіанту були вищими (73,5 см) і формували більшу кількість плодів на кущі (Islam M.A. et al., 2017).

Значний вплив комбінованих органо-мінеральних добрив на продуктивність рослин томатів виявлено на дослідницькій станції Фарако-Ба в Буркіна-Фасо (Західна Африка). Показано, що застосування макухи та мінеральних добрив підвищувало урожайність на 53% та 40% у 2019 році відповідно. У 2020 році приріст урожайності склав 32 та 85% для біовугілля та біозолу відповідно. Внесення органо-мінеральних добрив покращило органічний і поживний статус ґрунту, що в кінцевому підсумку сприяло формуванню врожаю томатів (Traore A. et al., 2022).

Таблиця 3.4.2.

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, В₁, В₂, В₃, 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.

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; Cu, Fe, Mn, B, Zn – атомно-абсорбційним методом на Сатурн 4-ПАВ після сухого озоління за Сухаревою (Методи аналізів ґрунтів, 1999).

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. 3.4.3). 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.

Таблиця 3.4.3.

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 $p < 0,05$

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.

Показано, що застосування біогумусу на фоні мінеральних добрив у технології вирощування помідора їстівного сприяло отриманню плодів з вищою поживною якістю порівняно із застосуванням лише мінеральних добрив. Підвищений вміст лікопену в товарній продукції томатів пов'язаний із тим, що за внесення біогумусу в ґрунті підвищується вміст гумінової кислоти, яка опосередковано стимулює вторинний метаболізм у рослинах (Carricondo-Martinez I. et al., 2022).

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.

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. 3.4.4).

Таблиця 3.4.4.

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

Показник	Варіант	
	Контроль (без добрив)	Дослід (RKT)
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 $p < 0,05$

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 RKT. За технічної стиглості томатів плоди накопичують певний резерв вуглеводів, що є достатнім для забезпечення підтримки їхньої післязбиральної якості та товарного вигляду.

Хімічний склад плодів помідорів істотно пов'язаний з генотипом і сортовими особливостями (Дущак О. В. та ін., 2021), однак застосування RKT в технології вирощування також впливало на показники вмісту макро- та мікроелементів, переважно збільшуючи їхню кількість (табл. 3.4.5).

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, що, очевидно, і вплинуло на його показники в плодах.

Таблиця 3.4.5.

**Вплив РКТ 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 (РКТ)
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 РКТ знижувало концентрацію Кальцію в плодах помідора майже у два рази порівняно з контролем, однак його вміст залишався вищим за оптимальні значення. Очевидно, РКТ 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 SKM в технології вирощування помідора 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 ≥ 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 > V > Cu > Zn > Mn та Fe > Cu > Zn > V > Mn. Аналогічну закономірність кількісного складу мікроелементів у плодах помідора виявлено за впливу ОМД SKM . 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. 3.4.6). За впливу рекультиванту зростали показники співвідношення (K+ Mg)/Ca та N/Ca та знижувалися Ca/Mg.

Отже, застосування РКТ 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.

Таблиця 3.4.6.

**Результати обчислення співвідношення основних
макроелементів плодів помідора їстівного за впливу ОМД**

Співвідношення:	Контроль	Дослід	Оптимум або допустимий рівень
(K+ Mg)/Ca	1,81	5,2	<5–20
N/Ca	1,18	3,10	≤10
Ca/Mg	12,0	3,86	≥1

За впливу РКТ 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 РКТ 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.

Отже, 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 РКТ 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

РКТ 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.

РОЗДІЛ 4

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. 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, 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 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 (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. 4.1).



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 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 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, облиствленні 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., Киризія 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 потенційним регулятором фотосинтетичного транспорту електронів.

Продукційний процес рослин істотно залежить від їх водозабезпечення, особливо в критичні періоди вегетації (Божко Л. Ю., 2010). Отже, поліпшення мінерального живлення рослин помідора їстівного в результаті застосування технологій з

використанням РКТ 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 РКТ на структуру урожаю. У результаті поліпшення мінерального живлення на дослідних рослинах зав'язувалась більша кількість плодів, які характеризувалися вищою масою. РКТ виявився ефективним препаратом за показниками врожайності в умовах Західного Лісостепу України.

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 РКТ 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 досліджено стосовно елементного складу плодів *L. esculentum*. виявлено макро- (Нітроген, Кальцій, Магній, Калій, Фосфор) та мікроелементи (Ферум, Цинк, Купрум, Манган, Бор). На елементний склад плодів вплинуло поліпшене живлення рослини за рахунок РКТ та кількість мінеральних речовин у ґрунті. За використання РКТ в технології вирощування помідора їстівного 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. У результаті дослідження поглиблено вчення про залежність елементного складу рослини від мінерального живлення.

Отже, результати польових досліджень показують, що, незважаючи на дефіцит елементів мінерального живлення в ґрунті, використання РКТ в технології 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 в умовах Західного Лісостепу України за показниками урожаю плодів є високою.

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. 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.

4. 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.

5. Артем'єва К. С. Зміни азотного режиму чорнозему типового за умов внесення рідких органо-мінеральних добрив. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2016. №85. С. 120-124.

6. Артем'єва К. С. Наукові підходи до отримання рідких органо-мінеральних добрив. *Вісник аграрної науки*. 2018. №1. С. 83-86.

7. *Архів погоди в м. Тернопіль*. URL: https://gp5.ru/Архів_погоди_в_Тернополі

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

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

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

14. 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.

15. Божко Л. Ю. Клімат і продуктивність овочевих культур в Україні : монографія. Одеса : Екологія, 2010. 368 с.

16. 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.

17. Векірчик К. М. Фізіологія рослин : навч. посіб. Київ : Вища школа, 1984. 240 с.

18. Виродов О. С., Яременко С. С. Якість переробленої овочевої продукції залежно від різних систем удобрення. *Рослинництво*. 2013. №17. С. 50-54.

19. 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.

20. 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[®]». 2016.

21. Вітанов О. Органічні овочі. *Плантатор*, 2017. № 4. С. 20–22.

22. Вітанов О. Д. Розвиток інтенсивних систем вирощування землеробства на зрошуваних землях України: науково-технологічне забезпечення: методичні рекомендації / за ред. чл.-кор. НААН Р. А. Вожегової. Херсон : «ОЛДІ-ПЛЮС», 2020. 254 С.

23. Вітанов О. Особливості живлення органічних овочів. *Плантатор*. 2013. №1. С. 34-35.

24. Вітанов О. Технологія вирощування овочів для дитячого харчування. *Плантатор*. 2013. №3. С. 31-34.

25. Вітер А. В. Актуальні питання обміну речовин в екосистемах : монографія. Київ : Наук. думка, 2016. 240 с.

26. 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.

27. 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>.

28. 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.

29. 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>.

30. 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.

31. Гаврилук В. А., Демчук С. М. Органо-мінеральні добрива – комплексне вирішення використання сировинних ресурсів. *Агроекологічний журнал*. 2013. №4. С. 78-81.

32. Гавриць 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>.

33. 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.

34. 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.

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

36. Горова А., Скворцова Т. Роль фізіологічно активних речовин гумусової природи в адаптації рослинних організмів до генотоксичної дії пестицидів. *Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем* : матеріали III Міжнар. конф., 11 жовтня 2018 р.,

Дніпро / за ред. В. І. Чорної. Дніпро : Роял Принт, 2018. С. 173-176.

37. 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.

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

39. 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.

40. Гулиев Ш. Б., Солуянова Т. Г., Асадова А. Ш. Агрехимическое 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.

41. 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>.

42. 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>.

43. 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.

44. 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>

45. 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/reustr-sortiv-roslin>

46. 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. <https://drive.google.com/file/d/19RMgX6XWMHe3BAfloymYVjNJp0RQIFZy/view?usp=sharing>

47. 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.

48. 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>.

49. 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.

50. 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.

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

52. 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), 2022. С. 305-316.

doi: [10.52058/2695-1592-2022-7\(14\)-305-316](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2022-7(14)-305-316)

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

54. Дзендзель А. Ю., Пида С. В. Вплив рекультиванту композиційного TREVITAN® на посівні якості насіння та ростові процеси проростків пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.). *Acta*

Carpathica, 2024, №1 (41). С. 68-77. doi.org/10.32782/2450-8640.2024.1.8 <http://journals.dspu.in.ua/index.php/actacarpathica>

55. Державна цільова програма розвитку овочівництва на період до 2025 року / О. М., Могильна О. В. Куц, В. П. Рудь та ін. Селекційне : ІОБ НААН, 2020. 33 с.

56. 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.

57. 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.

58. ДСТУ 4138:2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.

59. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005–07–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.

60. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2005–07–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 14 с.

61. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. [Чинний від 2006–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 36 с.

62. 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.

63. 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.

64. 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.

65. 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.

66. 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.

67. 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.

68. 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.

69. 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.

70. 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.

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

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

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

74. 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.

75. ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначення рН ((ISO 10390:2005, IDT). [Чинний від 2009–10–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2012. 8 с.

76. 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.

77. 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.

78. ДСТУ ISO 4884:2007. Добрива органічні та органо-мінеральні. Терміни та визначення понять. [Чинний від 2009–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 34 с.

79. 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.

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. Закорчевний І. І., Михальська Л. М., Швартау В. В. Гумінові речовини і добрива на їх основі. *Ґрунтознавство*. 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>

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. Кисіль В. І. Біологічне землеробство в Україні : проблеми і перспективи. Харків : 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 біодобрих 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 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-p#Text>.

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. Казакова І. Вплив глобальних змін на ґрунтові ресурси та сільськогосподарське виробництво [Електронний ресурс]. *Agricultural and Resource Economics : International Scientific E-Journal*. 2016. Vol. 2. No. 1. С. 21-44.

106. Лаврова І. О. Слідами CHORNOBYL : навч. посіб. Харків : Мадрид, 2019. 112 с.

107. Лихочвор В., Демчишин А. Роль кальція и магния при интенсивном земледелии. *Пропозиція*. 2016. №1. URL: <https://propozitsiya.com/rol-kalciya-i-magniya-pri-intensivnom-zemledelii>.

108. Маменко 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.

109. 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.

110. Маркер загального стану здоров'я людини – вітамін С / О. К. Шульга, Т. А. Петухова, Г. М. Моїсеєва, А. С. Рижих. *Молодий вчений*. 2018. №2 (54). С. 56-62.

111. Мармуль Л. О., Новак Н. П. Розвиток органічного виробництва в Україні на засадах кооперації. *Економіка АПК*. 2016. №9. С. 26-32.

112. 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. - практич. 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.

113. Марцінишин Ю.Д., Пида С.В. Біохімічний склад зерна пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) за впливу добрив / *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2021. № 1-2 (81). С. 90-98 .

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

115. Мельниченко О. П., Якименко І. Л., Шевченко Р. Л. Статистична обробка експериментальних даних : навч. посіб. Біла Церква, 2006. 34 с.

116. Мельничук Я. П. Організаційні аспекти ведення органічного землеробства. *Економіка АПК*. 2015. №10. С. 97-103.

117. Методи аналізів ґрунтів і рослин : методичний посіб. / за ред. С. Ю. Булигіна та ін. Харків, 1999. С. 127-132.

118. 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.

119. На замітку аграріям: аналіз якісних показників насіння. Режим доступу: <https://www.fitolab.volyn.ua/informuiemo/314-100220201>

120. Новак Ж. М., Коцюба С. П., Полянецька І. О. Посівні якості насіння: методичні рекомендації. Умань: УНУС, 2020. 24 с.

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. Основи органічного виробництва: навч. посібник / Стецишин П. О., Пиндус В. В., Рекуненко В. В. та ін. Вінниця : Нава книга, 2011. 552 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. Особливості водообмінних процесів нетрадиційних малопоширених плодових рослин в умовах степового Придніпров'я як критерій розширення асортименту продукції з високою біологічною цінністю. / Ю. В. Лихолат та ін. *Екологічний вісник Криворіжжя*, 2020. 5, С. 112–126. doi.org/10.31812/eco-bulletin-krd.v5i0.4358

128. Осташко Т. Агропродовольчий ринок України в умовах СОТ: аналіз умов доступу, конкурентоспроможності товарів і засобів захисту. *Український соціум*. 2008. №1 (24). С. 121-130.

129. 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.

130. Перспективні сорти томату для консервної промисловості / М. В. Шотик та ін. *Овочівництво і багтанництво*. 2009. Вип. 55. С. 234-239.

131. 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.

132. 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.

133. Погорєлова В. Вплив живлення на врожайність томатів. *Плантатор*. 2020. №3 (51). С. 22-25.

134. Пономаренко С. П. Регуляторы роста растений. Киев : Институт биоорганической химии, 2003. 319 с.

135. Пономаренко С. П. Українські регулятори росту рослин. *Елементи регуляції в рослинництві* : зб. наук. праць 1998. С. 10-16.

136. Попроцька І. В. Зміни в полісахаридному комплексі клітинних стінок сім'ядолей проростків гарбуза за різної напруженості донорно-акцепторних відносин в процесі проростання. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2014. №3. С. 190-195.

137. Програма «Органічне виробництво овочевої продукції в Україні на період до 2025 року» (науково-технологічний супровід) / О. М. Могильна та ін.,. Селекційне : ІОБ НААН, 2020. 44 с.

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>.

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.

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

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>.

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

144. 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.

145. 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.

146. 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.

147. Ромащенко М. І. Шатковський А. П., Рябков С. В. Краплинне зрошення овочевих культур і картоплі в умовах Степу України. Київ : ДІА, 2012. 248 с.

148. 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-pidzhivlennia-silskohospodarskykh-kultur-mikroelementamy.html

149. Санін Ю. В., Санін В. А., Санін О. Ю. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Агроном* 2016. URL: <https://www.agronom.com.ua/osoblyvostipozakorenevogo-pidzhivlennya-s-g-kultur-mikroelementamy>

150. Сенчишина І. Характеристика водного обміну у представників роду *Acer* L. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2005. Вип. 40. С. 166-173.

151. Сич З. Д., Сич І. М. Гармонія овочевої краси та користі. Київ : Арістей, 2005. 192 с.

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

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

154. Скрильник Є., Артем'єва К., Колпаков Я. Технологічні засади виробництва органо-мінеральних добрив із леонардиту. *Вісник аграрної науки*. 2020, 98. № 10 . С. 5–11. DOI: doi.org/10.31073/agrovisnyk202010-01

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. Агрономія*. 2008. №12 (1). С. 86-92.

161. Скрильник Є., Кутова А. Комплексна допомога рослинам. *The Ukrainian Farmer*. 2014. №3. С. 86-89.

162. Спосіб отримання рідких азотовмісних органо-мінеральних добрив : пат. 125036 Україна : МПК С05С13/00, С05F11/02, С05G1/00. №и 2017 12111; заявл. 08.12.2017 ; опубл. 25.04.2018, Бюл. №8.

163. 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.

164. 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>.

165. 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.

167. 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.

168. Талент F1 насіння помідора детермінантного (Esasem). *Супермаркет насіння* : веб-сайт. URL: <https://semena.cc/uk/5405-talent-f1-semena-tomata-det-esasem.html>.

169. Терек О. І., Пацула О. І. Ріст і розвиток рослин : навч. посіб. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 328 с.

170. Тернавський А. Г., Накльока О. П. Ефективність застосування біостимуляторів росту на рослинах огірка в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2013. №11 (104). С. 101-104.

171. 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.

172. Технічні умови ТУ У 20.1-44141048-002:2021. Рекультивант композиційний. [Чинні від 2021–04–12]. Житомир : Житомирстандартметрологія, 2021.

173. 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>.

174. Україна – 20-та в світі за органічними угіддями. *AgroPortal* : веб-сайт. URL: <https://agroportal.ua/news/ukraina/ukraina-20ya-v-mire-po-organicheskim-ugodiyam>.

175. 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.

176. Федоров А. О., Шкабара Т. Л., Федорова В. О. Споживча характеристика мікрокомпонентів харчових продуктів. *Технологія харчування і товарознавство*. 2013. №2. С. 367-374.

177. Федоров М. М., Ходаківська О. В., Корчинська С. Г. Розвиток органічного виробництва. Київ : ННЦ ІАЕ, 2011. 146 с.

178. Фізіологія рослин / М. М. Макрушин, Є. М. Макрушина, Н. В. Петерсон, М. М. Мельников. Вінниця : Нова Книга, 2006. 416 с.

179. Фотосинтез. Т. 2 : Ассимиляція CO₂ и механизмы ее регуляции / Д. А. Киризий, О. О. Стасик, Г. А. Прядкина, Т. М. Шадчина. Киев : Логос, 2014. 478 с.

180. 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.

181. 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.

182. Чайка Т. О. Ефективність органічного сільського господарства в Україні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. №4. С. 160-164.

183. Швартау В. В., Михальська Л. М., Маковейчук Т. І. Вміст мікроелементів у рослинах озимої пшениці за дії ретардантів. *Фізіологія рослин і генетика*. 2018. Т. 50. №6. С. 474-483.

184. 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.

185. Шиморова Ю. Є., Кисличенко В. С., Кузнєцова 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.

186. 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.

187. 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>.

188. Ярмольська О. Є. Мінливість урожаїв томатів в Україні. *Фізіологія рослин і генетика*. 2016. Т. 48. №1. С. 75-80. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR_2016_48_1_11.

189. Яровий В., Романов О., Романова Т. Дослід щодо застосування біостимулятора Вуксал БІО Аміноплант на капусті білоголовій. *Плантатор*. 2020. №3 (51). С. 58-59.

190. 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.

191. Ярошенко Р. Ю., Мірзоєва Т. В. Щодо проблем і перспектив розвитку органічного виробництва продукції

рослинництва. *Органічне виробництво і продовольча безпека*. Житомир : ЖНАЕУ, 2019. С. 124-126.

192. 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.

193. Adecolan O. F., Abdulrahaman A., Azeez G.A., Animasaun D.A. Effect of planting density and varying rates of organomineral fertilizer on growth, yield and nutritional quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Annals. Food Science and Technology*. 2020. 21. 373-382. URL: www.afst.valahia.ro

194. 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.

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

196. 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>.

197. 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.

198. *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>.

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

200. 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.

201. Bindra P., Sharma S., Sahu B.K., Bagdwal H., Shanmugam V., Singh M. Targeted nutrient application to tomato plant with MOF/Zeolite composite wrapped with stimuli-responsive biopolymer. *Materials Today Communications*, March 2023. 34. 105264. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2022.105264>

202. 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.

203. 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.

204. 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.

205. 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>.

206. Bray A. E. Molecular responses to water deficit. *Plant Physiology*. 1993. Vol. 103, №5. P. 1035-1040. DOI: 10.1104/pp.103.4.1035.

207. 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>.

208. 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>.

209. 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>.

210. Chen Y., Aviad T. Effects of humic substances on plant growth. *Humic Substances in Soil and Crop Sciences*. 1990. P. 161-186.

211. 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>.

212. 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](https://doi.org/10.1080/19315260.2017.1355864).

213. 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>.

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

215. 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.

216. 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.

217. 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. 2022. 23. 120-125. DOI: 10.30890/2567-5273.2022-23-01-013.

218. Effa Effa, B. W., Demikoyo, D. S., Mibemu Guibinga, S., Nguema Ndong, M., & Bagafou, Y. A. Effects of organic fertilizer digestate on the growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *bioRxiv*. 2022. 2022-03. doi: <https://doi.org/10.1101/2022.03.30.486395>

219. 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.

220. 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>.

221. 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.

222. 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>.

223. 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.

224. 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.

225. 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.

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

227. 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>.

228. 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.

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

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

231. Fertilizer type influences tomato yield and soil N₂O emissions / L. Vitale et al. *Plant Soil Environmental*. 2017. №63. P. 105-110. DOI: <https://doi.org/10.17221/678/2016-PSE>.

232. Fließbach A., Mader P. Niggli U. Mineralization and microbial assimilation of ¹⁴C-labeled straw in soils of organic and conventional agricultural systems. *Soil Biology & Biochemistry*. 2000. Vol. 32. P. 1131-1139.

233. 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>.

234. Friedlova M. The Influence of heavy metals on soil biological and chemical properties. *Soil and Water Research*. 2010. Vol. 5. P. 21-27.

235. George E. F., Hall M. A., Klerk G. D. Plant Growth Regulators. *Plant Propagation by Tissue Culture*. Dordrecht, 2008. C. 751-773.

236. Goodwin T., Jamikorn M. Biosynthesis of carotenes in ripening tomatoes. *Nature*. 1952. Vol. 170. P. 104-105. DOI: 10.1038/170104a0.

237. 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>.

238. Horneburg B., Becker H. Selection for Phytophthora field resistance in the F2 generation of organic outdoor tomatoes. *Euphytica*. 2011. №180. P. 357-367.

239. 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.

240. 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.

241. 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>.

242. 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.

243. 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.

244. 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.

245. Islam M.A., Islam S., Akter A., Rahman Md H., Nandwani D. Effect of Organic and Inorganic Fertilizers on Soil Properties and the Growth, Yield and Quality of Tomato in Mymensingh, Bangladesh. *Agriculture* 2017. 7(3):18 DOI: 10.3390/agriculture7030018

246. Kalitka V. V., Karpenko K. M. Influence of growth regulator АКМ 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.

247. 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.

248. Khairi, A., Jayaputra, Padusung, Tejowulan, S., & Nurrachman. Combination of bio-organo-mineral fertilizers on optimizing the growth and production of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) in dryland environment. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 2023. 20(2), 127-138. <https://doi.org/10.31849/jip.v20i2.10901>

249. 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.

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

251. 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.

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

253. 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>.

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

255. 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.

256. 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.

257. 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.

258. 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.

259. 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.

260. Organically and conventionally managed soils: biochemical characteristics / R. Cardelli et al. *Journal of Sustainable Agriculture.* 2004. Vol. 25 (2). P. 63-74.

261. 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>.

262. 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](https://doi.org/10.2134/agronj2018.03.0152).

263. 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).

264. (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>.

265. 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](https://doi.org/10.2134/agronj2017.04.0206).

266. 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.

267. 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>.

268. 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.

269. Ramesh, E., Sikder, S., & Vandana, K. S. (). Effect of Integrated Nutrient Management for Growth, Yield and Post-harvest Quality of Tomato. *International Journal of Environment and Climate Change*, 2023. 13(5), 1–10. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i51736>

270. Rembialkowska E. Quality of plant products from organic agriculture. *Journal Science Food Agriculture*. 2007. Vol. 87. №15. P. 2757-2762.

271. 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.

272. 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.

273. 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.

274. Soil fertility and biodiversity in organic farming / P. Mader et al. *Science*. 2002. №29. P. 1694-1697.

275. Soil microbial activity in conventional and organic agricultural systems / S. F. A. Ademir et al. *Sustainability*. 2009. №1. P. 268-276.

276. Strategies to produce commercial liquid organic fertilizers from «alperujo» composts / G. Tortosa et al. *Journal of Cleaner Production*. 2014. Vol. 82. P. 37-44.

277. Tan K. H. Humic matter in soil and the environment: principles and controversies. CRC Press, 2003. 386 p.

278. 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>.

279. The World of Organic Agriculture is launched. URL: <http://www.ifoam.org/2018>.

280. 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.

281. Traoré A., Bandaogo A.A., Ouango Maurice Savadogo†, Saba F., Ouédraogo A.L., Sako Y., Sermé I., Ouédraogo S. Optimizing tomato (*Solanum lycopersicum* L.) growth with different combinations of organo-mineral fertilizers. *Front. Sustain. Food Syst.* 2022. 5. 1-7. DOI: 10.3389/fsufs.2021.694628.

282. TREVITAN agro. *Original.te.ua* : веб-сайт. URL: <https://original.te.ua/trevitan-agro>.

283. Vallverdu-Queralt A., Medina-Remon 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.

284. 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>

285. 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>.

286. 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.

287. Xu X., Wu H., Yuan Q., Wang J., Cui J., Lin A. Effects of selenium fertilizer application and tomato varieties on tomato fruit quality: A meta-analysis. *Scientia Horticulturae*. 2022. 304. 111242. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111242>.

288. Yuechen Y., Weihui X., Yunlong H., Renmao T., Zhigang W. *Bacillus velezensis* YYC promotes tomato growth and induces

resistance against bacterial wilt. *Biological Control*. 2022. 172. 104977. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022104977>

289. 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.

290. 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
Магалецька 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 ДКШ, 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, рекультивації 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 Україні: 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

Додаток Б



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

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):

- 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

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

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

CFIA-ACIA # 15942757

Додаток Б



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

Re:	Product Name	Request ID*
	TREVITAN COMPOSITE RECVLTIVANT - 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):

- The name of the fertilizer that contains any major plant nutrients 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.

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

CFIA-ACIA # 15943142



(190) UA

(111) 314559

- (181) Очікувана дата закінчення строку дії свідоцтва: 19.02.2030
- (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:
Дзендзель Андрій Юрійович;
- (540) Зображення торговельної марки:
TREVITAN

Додаток Д

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 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
Macronutrients				
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 ₂ O ₅)	0.00048 %	0,03 %	
3	Total phosphoric acid	0.007 %	0,44 %	
4	Soluble potash (K ₂ O)	0.0085 %	0,53 %	
Composition of organic matter				
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 ³	1.01 g/cm ³		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
Macro and micronutrients				
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 ₃ 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 %	
Metals				
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

Додаток Ж

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	
Macronutrients					
1	Total nitrogen (N)	0.025 %	1.42 %	Workshop on agrochemistry / Edited by V.G. Mineeva – M., 2001.– 688 p.	
2	Available phosphoric acid (P2O5)	0.00072 %	0.04 %		
3	Total phosphoric acid	0.0097 %	0.54 %		
4	Soluble potash (K2O)	0.0092 %	0.51 %		
Composition of organic matter					
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 ³	1.05 g/cm ³		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	
Macro and micronutrients					
12	Mass fraction of chlorine (Cl)	0.0090 %	0.56 %	DSTU 7908:2015	
13	Mass fraction of calcium (Ca)	0.0064 %	0.40 %		
14	Mass fraction of magnesium (Mg)	0.0043 %	0.24 %	DSTU 7945:2015	
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 ₃ 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 %		
Metals					
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

Додаток 3

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 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
Macronutrients				
1	Total nitrogen (N)	0.018 %	1,16 %	Workshop on agrochemistry / Edited by V.G. Mineeva – M., 2001.– 688 p.
2	Available phosphoric acid (P2O5)	0.00064 %	0,04 %	
3	Total phosphoric acid	0.007 %	0,44 %	
4	Soluble potash (K2O)	0.0088 %	0,55 %	
Composition of organic matter				
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 ³	1.02 g/cm ³		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
Macro and micronutrients				
12	Mass fraction of chlorine (Cl)	0.0045 %	0,28 %	DSTU 7908:2015
13	Mass fraction of calcium (Ca)	0.0032 %	0,20 %	
14	Mass fraction of magnesium (Mg)	0.0019 %	0,12 %	DSTU 7945:2015
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 ₃ 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 %	
Metals				
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

Наукове видання

АНДРІЙ ДЗЕНДЗЕЛЬ, СВІТЛАНА ПИДА

**ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РЕГУЛЯЦІЇ
РОСТУ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ
ПОМІДРА ЇСТІВНОГО
(*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.)
ЗА ВПЛИВУ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

Монографія

Підписано до друку 25.09.2024.

Формат 60x 84/16. Гарнітура Times New Roman.

Папір офсетний 80 г/м². Друк електрографічний.

Умов.-друк. арк. 8,49. Обл.-вид. арк. 6,59

Тираж 300 примірників. Замовлення №09/24/1-142.

Видавець та виготувач:

ФОП Осадца Ю. В.

м. Тернопіль, вул. 15 Квітня, 2Д/10

тел. (097) 988-53-23

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного
реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ТР №46 від 07 березня 2013 р.*