

РОЛЬ ІОНІВ МАГНІЮ ДЛЯ РОСТУ І РОЗВИТКУ ТОМАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Л.П. Морозова

кандидат хімічних наук, старший викладач

Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)

e-mail: lubovmorozova1982@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9284-7951>

Томат — одна з головних і популярних овочевих культур не тільки в Україні, але й усьому світі. За даними Food and Agricultural Organization (FAO), у світі томати займають перше місце за площами вирощування серед усіх овочів — понад 4 млн га. В Україні під цю культуру відводиться близько 93 тис. га — близько 24 % загальної площі під овочами. З появою високоінтенсивних технологій із застосуванням систем крапельного поливу стали реальними врожаї томата у відкритому ґрунті 120–140 т/га, а в захищеному — більше 50 кг/м². У наш час у тепличних господарствах усе більшого розповсюдження набуває метод малооб'ємної гідропоніки з використанням крапельного поливу. В якості субстрата використовують спеціальні матеріали — мінеральна вата, кокос, торф тощо. Обраний субстрат виконує функцію середовища для коренів, підживлення здійснюється за рахунок подачі розчину добрив. При вирощуванні на субстраті необхідно дуже точно дозувати добрива та забезпечувати рослини достатньою кількістю поживних речовин. У роботі досліджено вплив концентрації макроелементу магнію в субстраті з мінеральної вати на ріст і розвиток культури томата сорту Кампарі (коктейльні) в умовах захищеного ґрунту. Встановлено, що фотоелектроколориметричний метод визначення вмісту магнію у витяжках із мінеральної вати досить чутливий, простий і рекомендується до використання в серійних аналізах. Визначений вміст солей магнію (72,0 мг/л) виявився недостатнім для вирощування томатів у період масового плодоношення. Контроль вмісту магнію дозволяє значною мірою попередити хлороз томатів і отримувати високоякісні врожаї.

Ключові слова: теплиця, гідропоніка, поживний розчин, хлорофіл, хлороз, фотоелектроколориметрія.

ВСТУП

Культура томата (*Solanum lycopersicum* L.) має велике значення у світі. Томат сьогодні — одна з найпопулярніших культур завдяки своїм цінним поживним і дієтичним якостям, великій різноманітності сортів, високим відгукам на застосовувані прийоми вирощування. Плоди його споживають як у свіжому вигляді, так і у вигляді різних харчових продуктів. Плоди томата вживають в їжу свіжими, вареними, смаженими, консервованими, в'яленими; з них готують томат-пасту, томат-пюре, томатний сік, кетчуп та інші соуси, лечо тощо. Причому на частку переробленого томата припадає понад 65 % світового виробництва. Така популярність плодів томата передусім пов'язана з приємним гармонійним смаком, обумовленим оптимальним співвідношенням цукрів і органічних кислот [1; 2]. Відомо, що смак плодів визначається насамперед кількістю сухої речовини і співвідношенням кислот і цукрів у клітинному соку. У червоних томатів вміст сухої речовини становить у середньому від 3,5–5,5 %, у жовтих і помаранчевих — 5,5–7 %. Рожеві томати в по-

рівнянні з червоними накопичують більше сухої речовини, пігментів, провітаміну А, пектинів, аскорбінової кислоти, вміст лікопіну в них досягає 8,5 мг % [3]. Медики встановили, що лікопін і провітамін А (бета-каротин) стримують ріст ракових клітин і запобігають розвитку серцево-судинних захворювань [2].

Рейтинг сортів і гібридів томата, представлених на ринку в наш час, невисокий, незважаючи на те що в останні роки з'явилося багато новинок. Переважно це сорти і гібриди іноземної селекції, багато з яких недостатньо пристосовані до природно-кліматичних умов України. Водночас сорти вітчизняної селекції не завжди мають високу якість плодів і хорошу врожайність, до того ж, як правило, непридатні для транспортування на далекі відстані. Тому виробництво високопродуктивних гібридів томата, що відповідають запитам сучасного ринку, вельми актуально [4].

Томат — тепловимоглива культура, оптимальна температура для росту і розвитку рослин становить +22...+25 °С, при температурі нижче 15 °С не цвіте, гине при замерзанні нижче 0 °С,

при температурі нижче $+10^{\circ}\text{C}$ припиняється ріст рослин, пилок у квітці не дозріває і незапліднена зав'язь відпадає. Томат погано переносить підвищену вологість повітря, але вимагає багато води для росту плодів. Рослини томата вимогливі до світла. При його недостатці затримується розвиток рослин, листя бліднуть, утворені бутони опадають, стебла сильно витягуються. Досвічування в розсадний період покращує якість розсади та підвищує продуктивність рослин.

Плоди томата відрізняються високими поживними, смаковими і дієтичними якостями. Калорійність стиглих плодів (енергетична цінність) — 19 ккал. Вони містять 4,5–8,1% сухої речовини, в якій половину становлять цукри, переважно глюкоза і фруктоза, а також органічні кислоти (3,5–8,5%), клітковина (0,87–1,7%). Плоди також містять білки (0,6–1,1%), пектинові речовини (до 0,3%), крохмаль (0,07–0,3%), мінеральні речовини (0,6%). У плодах томата високий вміст каротиноїдів (фітоен, неуроспорин, лікопін, неалікопін, каротин (0,8–1,2 мг/100 г сирої маси), лікосантін, лікофіл), вітамінів (B_1 , B_2 , B_3 , B_5), фолієвої та аскорбінової кислот (15–45 мг/100 г сирої маси), органічних (лимонна, яблучна, щавлева, винна, бурштинова, гліколева), високомолекулярних жирних (пальмітинова, стеаринова, лінолева) і фенолкарбонових (п-кумарова, кавова, ферулова) кислот. У плодах знайдені антоціани, стеарин, тритерпенові сапоніни, абсцизова кислота. Найявний у томатах холін знижує вміст холестерину в крові, попереджає жирове переродження печінки, підвищує імунні властивості організму, сприяє утворенню гемоглобіну. У шкірці томатів виявлений флавоноїд нарингенін, що володіє протизапальною дією. Вміст мікроелементів в 1 кг плодів: натрій — 40 мг, калій — 2680 мг, кальцій — 110 мг, магній — 120 мг, залізо — 6 мг, міді — 0,97 мг, фосфор — 270 мг, сірка — 140 мг, хлор — 400 мг, марганець — 1,89 мг [5; 6].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Одним із основних напрямів овочівництва є інтенсифікація вирощування плодів томата з одночасним підвищенням їх якості за скорочення енерговитрат [7; 8]. Під час вирощування томатів краще використовувати розсадний спосіб, який прискорює дозрівання плодів на 15–20 діб порівняно з безрозсадним [9]. Перевагами цього способу вирощування є також економія насіння, можливість висаджувати рослини в точно заплановані строки з оптимальною кількістю на площі, покращення товарності плодів [10].

Використання високопродуктивних сортів і гібридів томата вітчизняної селекції, їх

постійне оновлення забезпечить можливість систематичного підвищення врожайності цієї культури [11; 12].

У роботах [13; 14] досліджено роль макроелементів калію та кальцію для росту і розвитку томатів при вирощуванні їх в умовах захищеного ґрунту, що спонукало до подальшого вивчення ролі інших хімічних елементів на різні фізіологічні процеси в рослинному організмі.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом дослідження були обрані томати сорту Кампарі (коктейльні) у період масового плодоношення (після 12 китиці). Підживлення томатів здійснювали згідно з рецептом, наведеним у таблиці 1.

Таблиця 1

Маточний розчин для поливу томатів у період масового плодоношення

Бак А (кг/1м ³)	Бак Б (кг/1м ³)
Ca(NO ₃) ₂ — 95,0	HNO ₃ (57%) — 31,0 л
KNO ₃ — 30,0	pH=5,5
HNO ₃ — 1,0 л	KNO ₃ — 12,9
Хелат Fe (11%) — 0,76	KH ₂ PO ₄ — 17,0
	K ₂ SO ₄ — 43,5
	MgSO ₄ — 46,7
	Мікроелементи: г/м ³
	MnSO ₄ (32%) — 174
	ZnSO ₄ (23%) — 92
	Бупа (15%) — 135
	CuSO ₄ (25%) — 14
	Молибдат Na (40%) — 12

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень.

Відбір проб на вміст поживних елементів відбувався протягом тижня (щодня, шість днів поспіль).

Кількісний вміст магнію визначали у витяжках із мінеральної вати за допомогою методу фотоелектроколориметрії згідно з методикою, наведеною в [19].

Для проведення експерименту були використані наступні необхідні реактиви і прилади:

1. Фотоелектроколориметр КФК-3.
2. Розчин гідроксиламіну солянокислого. 5 г сахарози розчиняють у 50 мл дистильованої води й додають 80 мг гідроксиламіну солянокислого. Розчин доводять до 100 мл і перемішують.
3. Розчин титанового жовтого 0,05%. На торсійних вагах зважують 25 мг титанового жовтого, переносять у колбу на 50 мл і доводять до мітки дистильованою водою.

4. 16%-й розчин їдкою калі (їдкою натру). 16 г їдкою калі (їдкою натру) розчиняють в 100 мл дистильованої води.

5. Стандартний розчин Mg^{2+} 0,05 мг/мл.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Магній (Mg) — це макроелемент, який за кількісним показником у рослинному організмі знаходиться на четвертому місці (після азоту, калію, кальцію), потрібен для утворення структури молекули хлорофілу (магнію 10% від загальної кількості), який є невід'ємним елементом при проходженні процесу фотосинтезу — акумулює енергію (є істотним компонентом листової зеленої маси), прискорює ферментативні процеси, утворення вуглеводів, виступає складовою частиною рибосом, які беруть участь у процесі біосинтезу білків, прискорює ріст кореневої системи в рослин, пришвидшує засвоєння поживних речовин із ґрунту (зокрема азоту), каталізує синтез аденозинтрифосфатів із нуклеозиддифосфатів, має високу рухомість у органах сільськогосподарських культур (повторне використання елементу рослиною, а саме зі старих листків переходить у в молоді, після цвітіння — в насіння). Магній є важливим елементом живлення для рослини (особливо в молодих частинах) під час цвітіння, плодоношення та дозрівання насіння. Велика кількість вмісту магнію і фосфору є в дозрілому насінні, а в зеленому — у 3 рази більше, ніж кальцію. Магній взаємодіє з такими елементами, як калій, кальцій, натрій, а з фосфором блокують дію один одного.

Магній належить до основних елементів живлення. Середній вміст магнію в рослинах —

0,5–1%. Фізіологічна роль магнію пов'язана з впливом на активність багатьох ферментів. Він виконує важливу роль у процесі фотосинтезу — активує фермент, який каталізує участь CO_2 у фотосинтезі. Магній активує такі ферменти, як ДНК-і РНК-полімерази, аденозинтрифосфатазу, глютаматсинтетазу; ферменти, що катализують перенесення карбоксильної групи — реакції карбоксилування і декарбоксилування; ферменти гліколізу і циклу Кребса, молочнокислого і спиртового бродіння. У низці випадків вплив магнію на роботу ферментів визначається тим, що він реагує з продуктами реакції, зрушуючи рівновагу в бік їх утворення. Магній може також інактивувати ряд інгібіторів ферментативних реакцій.

Магній бере безпосередню участь у синтезі АТФ — носія енергії в рослинах. Унаслідок використання енергії молекули АТФ рослина з вуглекислого газу і води синтезує глюкозу — першу ланку складного ланцюга фотосинтезу. Магній впливає на всі процеси у клітинах рослин, де відбувається передавання хімічної енергії або її акумуляція (фотосинтез, дихання, гліколіз та ін.). Він не тільки бере участь у синтезі вуглеводів, а й забезпечує їхнє транспортування в підземну частину рослини, завдяки чому формується добре розвинена коренева система, а в озимих культур зростає також вміст цукрів та підвищується морозостійкість [15].

Магній — це важлива складова хлорофілу, який містить 15–20% усього магнію, що засвоюється рослиною (рис. 1).

Хлорофіл являє собою координаційну сполуку типу порфіринів, містить іон Mg^{2+} у складі порфіринового циклу. Завдяки системі чергувань одинарних зв'язків з подвійними хлорофіл інтенсивно поглинає видимі промені. Зелений колір хлорофілу обумовлений тим, що він поглинає червоне і синє випромінювання та відбиває зелене світло.

Окрім хлорофілу, магній у рослинах знаходиться в ефірно-зв'язаній формі у вигляді фосфатів у протоплазмі й у вигляді неорганічних солей у клітинному соці. Він приймає участь у підтриманні колоїдного стану організмів клітини. Важливу роль відіграє магній у накопиченні аскорбінової кислоти в рослинах шляхом стабілізації її молекул за рахунок зв'язування їх між собою через магнієвий місток — Mg—. При магнієвій нестачі в рослин підвищується окиснювальний потенціал, підсилюються окисні процеси, що призводять до руйнування хлорофілу. Магній посилює рухомість фосфатів у ґрунті та надходження їх до рослин. Він сприяє включенню фосфатів в органічні сполуки, що, в свою чергу, підвищує коефіцієнт використання

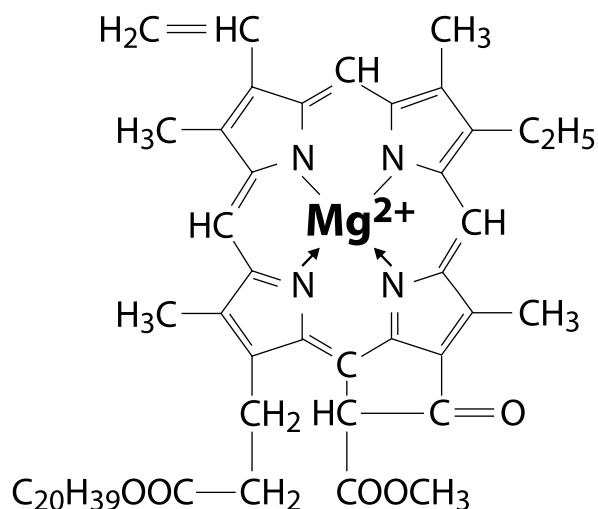


Рис. 1. Будова молекули хлорофілу

Джерело: [16].

фосфору з ґрунту й добрив, а також збільшує інтенсивність фосфорного обміну в рослинах. Під впливом магнієвих добрив прискорюється ріст і дозрівання, підвищується цукристість овочевих культур [16].

Магній входить до складу фітину та деяких інших органічних речовин. Магній у вигляді іонів у клітинному соку підтримує осмотичний потенціал клітин. Засвоюється магній тільки у формі іонів Mg^{2+} . Переважно магній разом із фосфором нагромаджується в молодих органах рослин і в насінні. На відміну від кальцію, він більш рухомий і може повторно використовуватися рослиною. Зі старих листків він надходить у молоді, а після цвітіння відбувається відтік магнію із листків у насіння — він концентрується в зародку. В насінні магнію більше, а в листках менше, ніж кальцію.

За дефіциту магнію в рослинах погіршується ріст і продукційний процес, уповільнюється синтез азотовмісних сполук, знижується якість продукції, зменшується вміст хлорофілу та стійкість проти хвороб. Проявляється це у вигляді своєрідного міжжилкового хлорозу (рис. 2). Листки стають плямистими (мармуровість), блідими, жовтуватими. Це починається з країв нижніх листків. У злаків з'являються хлорозні смугасті плями вздовж листової пластинки. Магній у рослині дуже мобільний (реутилізується), тому спочатку ці ознаки з'являються на старих листках. Пізніше між жилками на листку з'являються бурі плями, тоді як жилки залишаються зеленими, на відміну від проявів ознак дефіциту сірки. За сильного дефіциту магнію листки відмирають і опадають, рослина може не плодоносити. Ознаки нестачі магнію найчастіше проявляються у другій половині вегетації.

На сильнокислих ґрунтах у деяких рослин проявляються симптоми токсичності (надлишку) магнію. Подібну реакцію можна спостерігати в картоплі, буряка, яблуні та інших рослин. При надмірному надходженні цього елемента листки злегка темніють і незначно зменшуються.



Рис. 2. Хлороз у томатів

Джерело: [17].

Зрідка спостерігається зморщування молодого листя. На пізніх стадіях росту кінці молодих листочків втягуються. При ясній погоді вони відмирають [17].

Оптимальний вміст магнію в субстраті становить від 64,8 до 156,0 мг/л. Збереження його рівня у верхніх межах потребують сорти томатів із великими плодами. Згідно з літературними джерелами, дані щодо вмісту магнію в субстраті з мінеральної вати в різні періоди росту томата наведені в таблиці 2.

Під час проведення серії дослідів був визначений вміст магнію у витяжках із мінеральної вати.

Дані щодо вмісту магнію в субстраті з мінеральної вати наведені в таблиці 3.

Згідно з одержаними даними, загальна концентрація солей (E_c) та концентрація іонів магнію в досліджуваних витяжках виявилася в межах норми, що відповідає періоду росту "G" томата. Протягом проведення експерименту не було виявлено значних відхилень значень рН і E_c від допустимого рівня у витяжках. Високі значення рН були усунені шляхом збільшен-

Таблиця 2

Вимоги щодо вмісту магнію в субстраті з мінеральної вати в різні періоди росту томата

№	Показник	Період росту						
		A	B	C	D	E	F	G
1	E_c	2,44	2,38	2,57	2,54	2,55	2,56	2,59
2	pH	5,5	5,3	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
3	Mg^{2+} , мг/л	60	80	70	70	70	70	60

Джерело: сформовано автором на основі [18].

Примітка: А — стандарт; В — просочення матів; С — від 1 до 3 китиці; D — від 3 до 5 китиці; E — від 5 до 10 китиці; F — від 10 до 12 китиці; G — масове плодоношення.

Кількісний вміст магнію, мг/л для томата у витяжці з мінеральної вати

№	Показник	Допустимий рівень		Дата відбору проби						Середнє значення
		низький	високий	07.09	08.09	09.09	10.09	11.09	12.09	
1	pH	5,0	6,5	5,32	5,76	6,00	5,82	5,91	6,02	5,84
2	Ес, мСм/см	2,5	5,0	4,41	4,20	4,53	3,93	4,00	4,03	4,18
3	Mg ²⁺ , мг/л	64,8	156,0	80,0	77,0	83,0	60,0	65,0	67,0	72,0

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень.

ня кількості нітратної кислоти в поживному розчині. На момент проведення дослідження хлорозом були уражені приблизно 15% рослин у теплиці, що свідчить про порівняно низький вміст магнію в поживному розчині для поливу. Таким чином, регулюючи рівень магнієвого живлення томатів, можна значною мірою впливати на їх продуктивність та якість одержуваної продукції.

ВИСНОВКИ

Фотоелектроколориметричний метод для аналізу витяжок із мінеральної вати досить чутливий, простий і рекомендується до використання в серійних аналізах.

Контроль вмісту магнію дозволяє значною мірою знизити ураження рослин хлорозом і отримувати високоякісний врожай томатів. Визначений вміст солей магнію у витяжках із мінеральної вати (72,0 мг/л) виявився недостатнім для вирощування томатів у період масового плодоношення. Рекомендується збільшити вміст магнію сульфату в поливному розчині.

Шляхом регулярного проведення аналізів необхідно слідкувати за змінами вмісту елементів живлення. Якщо результати аналізу виявлять дефіцит або надлишок якогось елемента, тоді проводять коригування складу поживного розчину.

ЛІТЕРАТУРА

- Брежнев Д. Д. Томаты. 2 изд. Л.: Колос, 1964. 320 с.
- Ali M.Y., Sina A.A.I., Khandker S.S., Neesa L., Tanvir E.M., Kabir A. & Gan S.H. Nutritional Composition and Bioactive Compounds in Tomatoes and Their Impact on Human Health and Disease: A Review. *Foods*. 2021. № 10 (1). P. 45.
- Выродова А.П., Яновчик О.Е. Окраска плодов томата определяет их биологическую ценность. *Картофель и овощи*. 2009. № 2. С. 30.
- Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Формирование адаптивных реакций растений на действие К 61 абиотических стрессоров. К: Основа, 2010. 352 с.
- Алехина Н.Д. Физиология растений: учебник для студентов ВУЗов. Под ред. И.П. Ермакова. М.: Издательский центр "Академия", 2005. 640 с.
- Беликов П.С., Дмитриева Г.А. Физиология растений: учебное пособие. М.: Изд-во РУДН, 2002. 248 с.
- Капуста Л.С. Помідори для тривалого зберігання. *Дім, сад, город*. 2006. № 3. С. 12.
- Янчук А.С. Выращивание томатов в открытом грунте для потребления в свежем виде. *Овощеводство*. 2010. № 4. С. 45–47.
- Кравченко В.А. Общие подходы к технологии выращивания томатов в условиях защищенного грунта. *Овощеводство*. 2007. № 10. С. 58–59.
- Корогод С.А. Безразсадный способ выращивания томатов. *Огородник*. 2010. № 4. С. 14–15.
- Быханова К.Е. Раннеспелые сорта помидоров. *Картофель и овощи*. 2001. № 3. С. 40–41.
- Мирошниченко Е.В. Скороспелый помидор. *Овощи и фрукты*. 2010. № 10. С. 56.
- Morozova L. Control of potassium concentration in fertilizing tomatoes in protected soil. *Sciences of Europe*. 2021. № 64. V. 3. P. 21–26.
- Morozova L. The role of calcium ions in the prevention of riding mold of tomatoes in protected soil. *Sciences of Europe*. 2021. № 66. V. 2. P. 12–17.
- Лихочвор В., Демчишин А. Роль кальція і магнія при інтенсивном земледеліи. *Пропозиція*. 2016. № 1. URL: <https://propozitsiya.com/rol-kalciya-i-magniya-pri-intensivnom-zemledelii> (дата звернення: 22.10.2022).
- Карнаухов О.И., Мельничук Д.О., Чеботько К.О., Копілевич В.А. Загальна та біоорганічна хімія. К.: Фенікс, 2001. 578 с.
- Гиль Л.С. Пашковский А.И., Сулима Л.Т. Современное овощеводство закрытого и открытого грунта. Практическое руководство. Житомир: Рута, 2012. 468 с.
- Алиев Э.А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах. 2-е издание, дополненное и переработанное. Киев: Урожай, 1985. 160 с.

19. Найдун С.Н., Юрин В.М. Минеральное питание растений. Методические рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самостоятельной работы и контроля знаний студентов. М.: БГУ, 2004. 47 с.

THE ROLE OF MAGNESIUM IONS FOR THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF TOMATOES WHEN GROWING IN PROTECTED SOIL CONDITIONS

Morozova L.

Candidate of Chemical Sciences, Senior Lecturer
Vinnytsia National Agrarian University (Vinnytsia, Ukraine)
e-mail: lubovmorozova1982@gmail.com;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9284-7951>

Tomato is one of the main and popular vegetable crops not only in Ukraine, but throughout the world. According to the Food and Agricultural Organization (FAO), tomatoes occupy the first place in the world in terms of cultivated areas among all vegetables — more than 4 million hectares. In Ukraine, about 93,000 hectares — about 24% of the total area under vegetables — are devoted to this culture. With the advent of high-intensity technologies with the use of drip irrigation systems, tomato yields of 120–140 t/ha in open ground, and more than 50 kg/m² in sheltered ground, became real. Nowadays, the method of small-volume hydroponics with the use of drip irrigation is becoming more and more widespread in greenhouse farms. As a substrate, special materials are used — mineral wool, coconut, peat, etc. The selected substrate functions as a medium for the roots, feeding is carried out by supplying a fertilizer solution. When growing on a substrate, it is necessary to dose fertilizers very accurately and provide plants with a sufficient amount of nutrients. The paper investigates the effect of the concentration of the macroelement magnesium in the mineral wool substrate on the growth and development of the Campari (cocktail) tomato culture in protected soil conditions. It was established that the photoelectrocolorimetric method for determining the magnesium content in mineral wool hoods is quite sensitive, simple, and recommended for use in serial analyses. The determined content of magnesium salts (72.0 mg/l) turned out to be insufficient for growing tomatoes in the period of mass fruiting. Controlling the magnesium content allows you to significantly prevent tomato chlorosis and obtain high-quality crops.

Keywords: greenhouse, hydroponics, nutrient solution, chlorophyll, chlorosis, photoelectrocolorimetry.

REFERENCES

- Brezhnev, D.D. (1964). *Tomaty [Tomatoes]*. 2 edition. L.: Kolos [in Russian].
- Ali, M.Y., Sina, A.A.L., Khandker, S.S., Neesa, L., Tanvir, E.M., Kabir, A. & Gan, S.H. (2021). Nutritional Composition and Bioactive Compounds in Tomatoes and Their Impact on Human Health and Disease: A Review. *Foods*, 10 (1), 45 [in English].
- Vyrodova, A.P., Yanovchik, O.E. (2009). Okraska plodov tomata opredelyaet ikh biologicheskuyu tsennost [The color of tomato fruits determines their biological value]. *Kartofel i ovoshchi — Potatoes and vegetables*, 2, 30 [in Russian].
- Kolupaev, Yu.Ye., Karpets, Yu.V. (2010). *Formirovanie adaptivnykh reaktivnykh rasteniy na deystvie K 61 abioticheskikh stressorov [Formation of adaptive responses of plants to the action of K 61 abiotic stressors]*. K: Osnova [in Russian].
- Alekhina, N.D., Yermakov, I.P. (Ed.). (2005). *Fiziologiya rasteniy: uchebnik dlya studentov VUZov [Plant Physiology: textbook for university students]*. M.: Izdatelskiy tsentr “Akademiya” [in Russian].
- Belikov, P.S., Dmytrieva, G.A. (2002). *Fiziologiya rasteniy: uchebnoe posobie [Plant Physiology: textbook]*. M.: Izd-vo RUDN [in Russian].
- Kapusta, L.S. (2006). Pomidory dlia tryvaloho zberihannia [Tomatoes for long-term storage]. *Dim, sad, horod — House, garden, vegetable garden*, 3, 12 [in Ukrainian].
- Yanchuk, A.S. (2010). Vyrashchivanie tomatov v otkrytom grunte dlya potrebleniya v svezhem vyde [Growing tomatoes outdoors for fresh consumption]. *Ovoshchevodstvo — Vegetable growing*, 4, 45–47 [in Russian].
- Kravchenko, V.A. (2007). Obshchie podkhody k tekhnologii vyrashchyvaniya tomatov v usloviakh zashchishchennogo grunta [General approaches to the technology of growing tomatoes in greenhouse conditions]. *Ovoshchevodstvo — Vegetable growing*, 10, 58–59 [in Russian].
- Korogod, S.A. (2010). Bezrazsadnyi sposob vyrashchyvaniya tomatov [The seedless way to grow tomatoes]. *Ogorodnik — Gardener*, 4, 14–15 [in Russian].
- Bykhanova, K.E. (2001). Rannespele sorte pomidorov [Early ripe varieties of tomatoes]. *Kartofel i ovoshchi — Potatoes and vegetables*, 3, 40–41 [in Russian].
- Miroshnichenko, E.V. (2010). Skorospelyy pomidor [Early ripening tomato]. *Ovoshchi i frukty — Vegetables and fruits*, 10, 56 [in Russian].
- Morozova, L. (2021). Control of potassium concentration in fertilizing tomatoes in protected soil. *Sciences of Europe*, 64 (3), 21–26 [in English].
- Morozova, L. (2021). The role of calcium ions in the prevention of riding mold of tomatoes in protected soil. *Sciences of Europe*, 66 (2), 12–17 [in English].

15. Likhochvor, V., Demchishin, A. (2016). Rol kaltsiya i magniya pri intensivnom zemledelii [The role of calcium and magnesium in intensive farming]. *Propozytsiia – Offer, 1*. URL: <https://propozitsiya.com/rol-kalciya-i-magniya-pri-intensivnom-zemledelii> [in Russian].
16. Karnaukhov, O.I., Melnychuk, D.O., Chebotko, K.O. & Kopilevych, V.A. (2001). *Zahalna ta bioneorhanichna khimiia [General and bioinorganic chemistry]*. K.: Feniks [in Ukrainian].
17. Gil, L.S. Pashkovskiy, A.Y. & Sulima, L.T. (2012). *Sovremennoe ovoshchevodstvo zakrytogo i otkrytogo grunta. Prakticheskoe rukovodstvo [Modern vegetable growing of closed and open ground. Practical guide]*. Zhytomyr: Ruta [in Russian].
18. Aliev, E.A. (1985). *Vyrashchivanie ovoshchey v gidroponnykh teplitsakh [Growing vegetables in hydroponic greenhouses]*. 2nd edition, supplemented and revised. Kyev: Urozhai [in Russian].
19. Naydun, S.N., Yurin, V.M. (2004). *Mineralnoe pitanie rasteniy. Metodicheskie rekomendatsii k laboratornym zanyatiyam, zadaniya dlya samostoyatelnoy raboty i kontrolya znaniy studentov [Mineral nutrition of plants. Guidelines for laboratory classes, assignments for independent work and control of students' knowledge]*. M.: BHU [in Russian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Морозова Любов Петрівна, кандидат хімічних наук, старший викладач, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008; e-mail: lubovmorozova1982@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9284-7951>)

НОВИНИ

НОВИНИ

НОВИНИ • НОВИНИ • НОВИНИ

Концентрація парникових газів на Землі та рівень світового океану досягли своїх історичних максимумів у 2021 році. Повідомляється, зокрема, що концентрація парникових газів в атмосфері в 2021 році становила 414,7 частки на мільйон, що на 2,3 частки вище, ніж було у 2020 році. У звіті також зазначено, що рівень світового океану на планеті піднімається 10-й рік поспіль, досягнувши в минулому році нового рекорду у 97 міліметрів над середнім рівнем світового океану за підсумками 1993 року, коли почалися супутникові вимірювання. Крім того, минулий рік став одним з шести найтепліших за всю історію спостережень, що ведуться з середини XIX століття.