

УДК 635.64:631.551

Сєвідов В. П.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри плодоовочівництва і зберігання продукції рослинництва,
Державний біотехнологічний університет
Харків, Україна
E-mail: sevidov.vp@gmail.com
ORCID: 0000-0002-3826-5149

Алфьоров О. І.

доктор технічних наук,
в. о. директора інституту,
Інститут овочівництва і багаторічності
Національної академії аграрних наук України
с. Селекційне, Україна
E-mail: ovoch.iob@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0357-3141

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПЛОДІВ ПОМІДОРА ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ЗБЕРІГАННЯ

Анотація

Помідор – це культура світового значення, яка цінується за свої поживні властивості та кулінарну універсальність, плоди помідора вживаються у свіжому та переробленому вигляді. У статті проаналізовано шляхи підвищення ефективності дозарювання плодів гібридів помідора різних груп стиглості в разі закладення на короткочасне зберігання. Експериментальні дослідження проводились протягом трьох років (2020–2022 роки). Найважливішим показником якості плодів помідора була перевірка впливу умов зберігання дозрівання плодів томата.

Для короткострокового зберігання плодів останнього збору, які збирають найчастіше зеленими чи стадії воскової стиглості, важливою характеристикою для реалізації продукції є одночасність дозрівання плодів. Під час організації дозарювання зібрану недозрілу продукцію за визначених умов доводять до біологічної стиглості. У процесі дозарювання під дією фітогормону етилену зелені плоди помідора розм'якшуються і швидко дозрівають. Проте закладені без обробки на дозарювання плоди за найсприятливіших умов досягають дуже нерівномірно. Для збереження якості та кількості товарної продукції оптимальними є методи обробки плодів помідора за одну-дві доби до збору з використанням біопрепарату "Sweet" або розчину C_2H_5OH , що забезпечують стабільно високий рівень одночасного дозарювання за короткочасному зберіганню плодів помідора. Оптимальний строк короткострокового зберігання становить 20 діб, коли всі плоди дозрівають, а відсоток захворілих і пошкоджених плодів мінімальний.

У дослідженні підкреслено важливість оптимізації процесів дозрівання за короткострокового зберігання плодів помідора для збереження їхньої якості та продовження терміну придатності. Ці знання можуть допомогти в розробленні покращених методів післязбиральної обробки для підвищення конкурентоспроможності галузі овочівництва.

Ключові слова: помідори, гібриди, якість, зберігання, дозрівання.

Вступ. Продовження терміну придатності вирощеної продукції є однією з кінцевих цілей її післязбиральної обробки. Після збору врожаю дозрівання плодів помідора триває, адже вони є живою тканиною. Як результат, плоди можуть дуже швидко перезрівати за температури навколишнього середовища. Це може призвести до втрати якості, обмеження терміну придатності.

Для покращення потенціалу зберігання томатів після збирання врожаю в умовах контрольованої атмосфери необхідно правильно розуміти, як томати реагують і адаптуються до стресів, яким вони піддаються під час зберігання після збирання врожаю. Наприклад, вивчення метаболічних наслідків низького рівня кисню для клітин плодів помідора показує, що окислювальний стрес значно пригнічує центральні метаболічні процеси, тим самим покращує потенціал зберігання плодів помідора після збору врожаю в умовах контрольованої атмосфери [6].

Якість свіжих фруктів і овочів визначається за допомогою біометричних показників і органолептичними методами. Результати досліджень показують, що оброблені для уповільнення в'янення та продовження терміну придатності плоди помідора мають кращий зовнішній вигляд і поживну цінність, особливо ті, що були оброблені розчинами хітозану та $CaCl_2$ [8]. Що показує ефективність обробки для регулювання дозрівання й уповільнення втрачання якості плодів після збирання врожаю.

Для збереження післязбиральної якості плодів використовуються різні методи продовження терміну придатності завдяки уповільненню швидкості фізіологічних процесів із мінімальним погіршенням стану плодів [2; 4; 10]. Дослідження, проведене в Китаї, показало, що післязбиральна обробка значно впливає на метилювання ДНК

і транскриптом плодів помідора. Результати показують, що умови зберігання за температури 12,5 °C специфічно впливають на патерни метилювання й експресії генів фруктів, унаслідок чого їхні фізіологічні властивості на краще відрізняються від плодів за інших умов зберігання [11].

Незрілі, зелені помідори характеризуються підвищеною щільністю та стійкістю до механічних пошкоджень, що забезпечує їхню збереженість під час збору врожаю. У регіонах із ризиком ранніх осінніх заморозків, зокрема в північних частинах країни, їх збирання до повного дозрівання є доцільним агротехнічним заходом. Такий підхід дозволяє мінімізувати втрати врожаю та забезпечити подальше дозрівання плодів у контрольованих умовах. Оптимальний час для збирання залежить від сортових особливостей рослин, адже різні сорти демонструють специфічні темпи дозрівання та фізіологічні характеристики, що впливають на якість плодів і можливість їх тривалого зберігання [1].

Отже, актуальним питанням за тепличного вирощування помідора є вивчення ефективності різних способів стимуляції плодів помідора на прискорене й одночасне дозрівання за мінімальних втрат продукції.

Мета роботи. Дослідження вивчення впливу умов короткочасного зберігання для забезпечення дозрівання на стан плодів гібридів F1 помідора, визначення оптимальних строків зберігання та методів обробки плодів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для оцінювання будь-якого гібрида помідора важливими критеріями є біометричні та смакові показники свіжих плодів [9]. У процесі зберігання у плодах відбуваються складні фізико-хімічні та біохімічні процеси, які приводять до зміни біометричних, біохімічних і органолептичних характеристик. У дослідженні використовувалися такі гібриди F1 помідорів, вирощених у плівковій теплиці, як: Берберана, Панекра, Матіас, Белфорт, Зульфія, Сігнора, Ронда, Мохітос, Бостіна, Аламіна, Ярина, Тойво.

Масове плодоношення в умовах Лівобережного Лісостепу України починалося у третій декаді липня і тривало до другої декади жовтня, коли відбувався останній збір. Плоди за варіантами досліду за дві доби до збору обробляли розчином C_2H_5OH та біопрепаратом "Sweet". Збір плодів і закладка плодів на короткочасне зберігання та дозарювання відбувалися у другій половині дня за ясної погоди та температури повітря +22–25 °C. Збиралися суцільно всі плоди. Для закладки на зберігання відбирались проби по 20 кг кожного гібрида. Усього по варіантах досліду на короткочасне зберігання і дозарювання закладено 2 160 кг плодів без плодоніжки за трьома групами: контроль (без обробки), з обробкою розчином C_2H_5OH та з обробкою біопрепаратом "Sweet". Та таку ж кількість плодів, зібраних із плодоніжкою, за такими ж варіантами обробки.

Біохімічні процеси у плодах помідора уповільнюються за низьких температур і відсутності світла. Зберігання плодів помідора за низької температури в холодильних камерах подовжує термін використання плодів, але не дозволяє досягти дружності виходу товарної продукції [7]. Водночас бажані споживчі властивості помідора більшою мірою губляться. Тривале зберігання може призвести до змін текстури й органолептичних властивостей, а це призводить до псування плодів після досягнення ними технічної зрілості [5]. Тривалий вплив зниженої температури спричиняє деструктивні зміни внутрішньої структури плодів. Окрім того, як показують дослідження [3], шкірка плодів помідора в разі тривалого зберігання стоншується та стає більш сприйнятливою до пошкоджень. Саме тому у приміщенні для зберігання витримувалася температура від +14,5 до +15,0 °C і відносна вологість повітря 80–90%. Плоди помідора для зберігання акуратно, без ушкоджень, укладалися в ящики. Плоди розміщувалися в паперових ящиках у два шари в шаховому порядку. Плоди під час зберігання укривалися від світла, затінення становило до 90%.

Результати досліджень показують, що спосіб зберігання впливає на дозрівання та збереження помідорів. Плоди помідора закладені на короткочасне зберігання та дозарювання без плодоніжки суттєво відрізнялись за біометричними показниками від плодів, закладених із плодоніжкою (табл. 1).

За короткострокового зберігання досліджені гібриди F1 демонструють різну динаміку виходу товарної продукції залежно від методу обробки та строку зберігання. За відсутності обробки на п'яту добу вихід товарної продукції варіюється від 0,0 до 6,3%, більше 90% становлять зелені плоди. На десятю добу цей показник зростає до 29,7–48,0%, а до п'ятнадцятої доби спостерігається значне підвищення рівня – 41,0–70,3%. На двадцятю добу зберігання обсяг товарної продукції досягає максимуму в межах 87,0–92,2% у різних гібридів, до 5% плодів залишилися зеленими, відходи становили 6,2–10,8%.

За умови обробки розчином C_2H_5OH на п'яту добу зберігання кількість товарної продукції становить від 5,5 до 16,5%, водночас зелені плоди становлять частку ~85–95%. На десятю добу зберігання показник товарної продукції зростає до 54,0–71,5%. До п'ятнадцятої доби продуктивність досягає значень у межах 91,7–96,2%, а на двадцятю добу дещо знижується – до рівня 90,8–94,0%, завдяки збільшенню частки пошкоджених плодів порівняно з попереднім періодом. Відходи на 20 добу за обробки спиртовим розчином становлять 6,0–9,2%.

Використання біопрепарату "Sweet" забезпечує найвищі показники збереженості плодів і дружності дозарювання: на п'яту добу вихід товарної продукції становив 8,8–18,7%, на десятю добу показник підвищився до 61,3–75,7%. На п'ятнадцятю добу зберігання обсяг товарної продукції зростає до 92,5–97,0%, практично всі плоди є червоними, нетоварну частку продукції становлять лише захворілі під час зберігання плоди. На двадцятю добу частка товарної продукції дещо знижується – до рівня 91,2–94,7%, також завдяки збільшенню частки пошкоджених плодів порівняно з попереднім періодом. Відходи на 20 добу за обробки біопрепаратом "Sweet" становили 5,3–8,8%.

Таблиця 1. Динаміка формування товарної продукції за зберігання плодів без плодоніжки, середнє за 2020–2022 рр., у % від загального обсягу

Варіант обробки	Строк зберігання	Берберана	Панекра	Матіас	Белфорт	Зульфя	Сігнора	Ронда	Мохітос	Бостіна	Аламіна	Ярина	Тойво
без обробки (контроль)	5 діб	6,3	4,8	0,0	1,8	2,2	3,7	0,0	0,5	0,0	3,3	0,0	0,0
	10 діб	48,0	44,3	41,2	41,5	42,7	43,7	37,8	36,0	36,8	46,0	34,2	29,7
	15 діб	41,0	56,3	70,3	56,3	59,8	60,8	60,5	65,0	68,2	67,7	59,2	54,7
	20 діб	91,0	92,2	89,2	89,5	88,5	90,3	92,2	88,2	87,0	89,8	88,8	88,7
розчин C_2H_5OH	5 діб	16,5	15,8	11,0	11,3	14,2	11,7	11,5	11,8	8,3	8,3	5,5	8,3
	10 діб	71,2	71,5	63,5	60,7	62,7	63,3	59,7	62,7	56,0	60,8	54,0	56,7
	15 діб	95,8	91,7	96,2	93,7	93,5	95,0	91,8	95,7	92,2	95,0	93,0	95,2
	20 діб	93,0	91,0	92,0	94,0	93,3	93,8	93,5	92,7	90,8	92,3	92,5	93,8
біопрепарат "Sweet"	5 діб	17,3	18,7	12,8	12,8	14,3	13,8	13,3	14,0	11,2	9,8	8,8	11,3
	10 діб	75,5	75,7	69,2	67,8	68,5	69,7	67,8	68,3	63,0	67,2	61,3	64,0
	15 діб	96,0	92,5	97,0	95,5	95,8	96,0	94,8	95,8	94,2	96,0	94,0	95,0
	20 діб	94,0	91,2	93,3	93,7	93,0	93,7	94,7	91,5	91,7	93,7	92,7	93,5

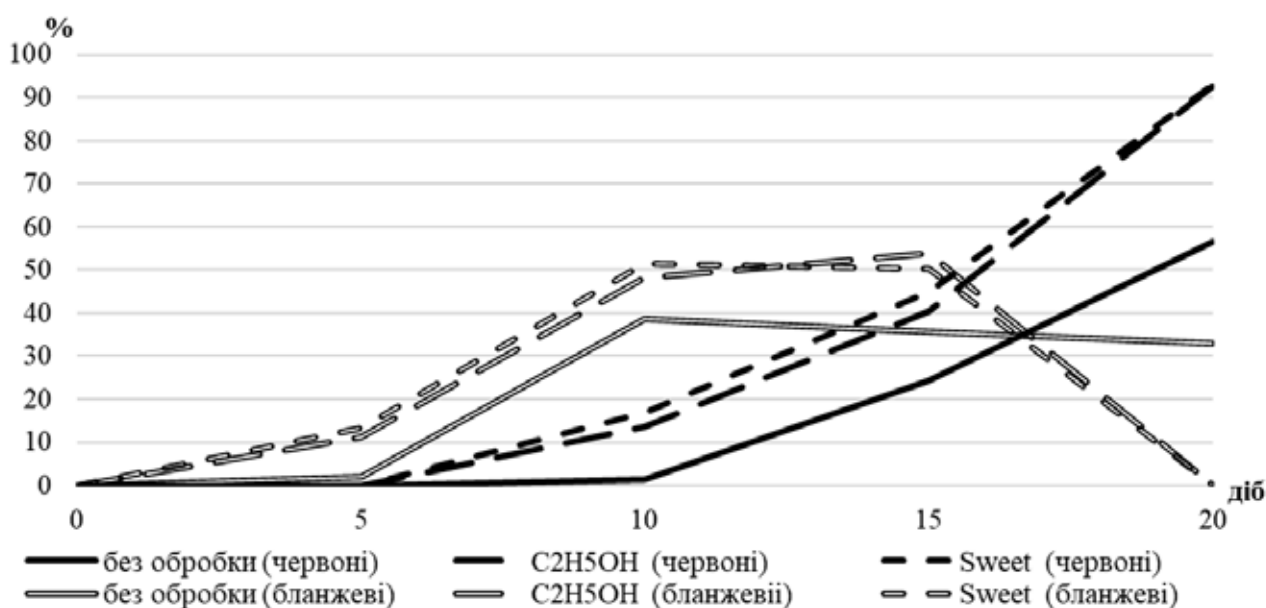
У досліді до товарної продукції за рівних строків зберігання відносили красні та бланжеві плоди, а до нетоварної – зелені та пошкоджені плоди (рис. 1).

Динаміка дозрівання плодів у разі зберігання плодів без плодоніжки показує, що найбільш ефективним є біопрепарат "Sweet", який забезпечує швидке та рівномірне дозрівання плодів, тоді як розчин C_2H_5OH також демонструє достойний результат, але поступається у тривалості підтримки дозрілих плодів. Контрольна група без обробки показує найгірші результати через повільний і нерівномірний перехід бланжевих плодів у червоні.

У варіанті досліді у разі закладання на короткострокове зберігання плодів із плодоніжкою отримані значно нижчі результати щодо дружності дозрівання плодів і загальних обсягів формування товарної частки продукції (табл. 2).

У контрольній групі без обробки відсоток готових плодів на 5 добу залишається на рівні 0%. На 10 добу спостерігається мінімальне збільшення обсягу продукції – до 3,2%, що демонструє слабку активність процесу дозрівання. У період 10–15 доби показники готовності товарної продукції варіюються в межах 20,3–44,5%, що свідчить про активізацію дозрівання. На 20-ту добу обсяг готової товарної продукції сягає 52,5–79,2%, хоча результати залишаються нестабільними в різних гібридів. Частка зелених плодів становила 9,2–19,8% від загального обсягу плодів, а захворілих – 11,7–30,5%.

У разі обробки плодів розчином C_2H_5OH уже до 5 доби спостерігається помітне підвищення зрілості – у діапазоні 4,0–14,0%, що значно перевищує контрольні значення. Станом на 10 добу обсяг зрілих плодів зростає

**Рис. 1. Динаміка дозрівання плодів за зберігання плодів без плодоніжки**

Таблиця 2. Динаміка формування товарної продукції в разі зберігання плодів із плодоніжкою, середнє за 2020–2022 рр., у % від загального обсягу

Варіант обробки	Строк зберігання	Берберана	Панєкра	Магіас	Белфорт	Зульфія	Сігнора	Ронда	Мохітос	Бостіна	Аламїна	Ярина	Тойво
без обробки (контроль)	5 діб	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	10 діб	0,2	2,7	0,3	1,7	0,7	3,2	0,0	0,3	0,0	1,5	0,0	0,0
	15 діб	35,7	31,5	37,0	41,0	36,7	44,5	27,8	36,7	29,5	34,5	20,3	28,3
	20 діб	67,7	68,0	69,3	71,0	79,2	67,8	62,8	61,2	52,5	55,8	56,5	62,3
розчин C_2H_5OH	5 діб	14,0	13,7	8,0	12,5	13,3	9,7	8,7	9,8	6,2	6,8	4,0	6,3
	10 діб	59,7	72,7	42,5	50,0	53,2	54,3	56,8	50,5	42,7	44,8	32,3	42,7
	15 діб	73,7	64,3	69,7	61,2	61,2	70,7	64,8	75,5	77,3	69,7	76,0	78,2
	20 діб	71,0	62,2	62,2	70,8	64,7	66,7	64,7	67,8	69,0	57,5	70,0	72,3
біопрепарат "Sweet"	5 діб	18,0	16,5	10,0	15,0	14,7	11,0	13,0	11,7	9,5	9,8	9,0	11,5
	10 діб	73,3	76,5	54,5	60,8	62,0	64,7	70,3	63,7	55,8	56,3	46,3	53,8
	15 діб	76,2	71,8	72,0	74,7	75,5	79,2	72,2	76,0	77,8	75,0	81,2	82,2
	20 діб	73,3	70,3	68,8	75,7	73,0	76,0	70,5	70,7	72,3	66,3	74,5	77,0

до 32,3–72,7%, демонструє значний ефект прискорення дозрівання. На 15 добу досягається найвищий рівень – у межах 61,2–78,2%, що свідчить про ефективність методу для середньострокового зберігання. Надалі спостерігається стабільність із показниками 57,5–72,3%, що підтверджує довготривалий вплив обробки. Рівень захворювань і некондиційних плодів на 20 добу за обробки спиртовим розчином становив 27,7–42,5%.

Обробка біопрепаратом "Sweet" показує найвищу ефективність серед досліджуваних методів. На 5 добу обсяг зрілих плодів становить 9,0–18,0%, що демонструє активний початок процесу дозрівання. На 10 добу показники зростають до 46,3–76,5%, забезпечують високі значення продуктивності. У межах 10–15 доби фіксується пік ефективності методу – 71,8–82,2%, що вказує на максимальне прискорення дозрівання. На 20-ту добу результати залишаються досить високими – 66,3–77,0%, що свідчить про стабільність і тривалий позитивний вплив препарату. Обсяг некондиційних плодів на 20 добу за обробки біопрепаратом "Sweet" становив 23,0–33,7%.

З урахуванням того, що бланжеві плоди у процесі зберігання дозрівають і стають червоними, аналіз графіка свідчить про значну перевагу за короткострокового зберігання для дозрівання варіантів із попередньою обробкою плодів (рис. 2).

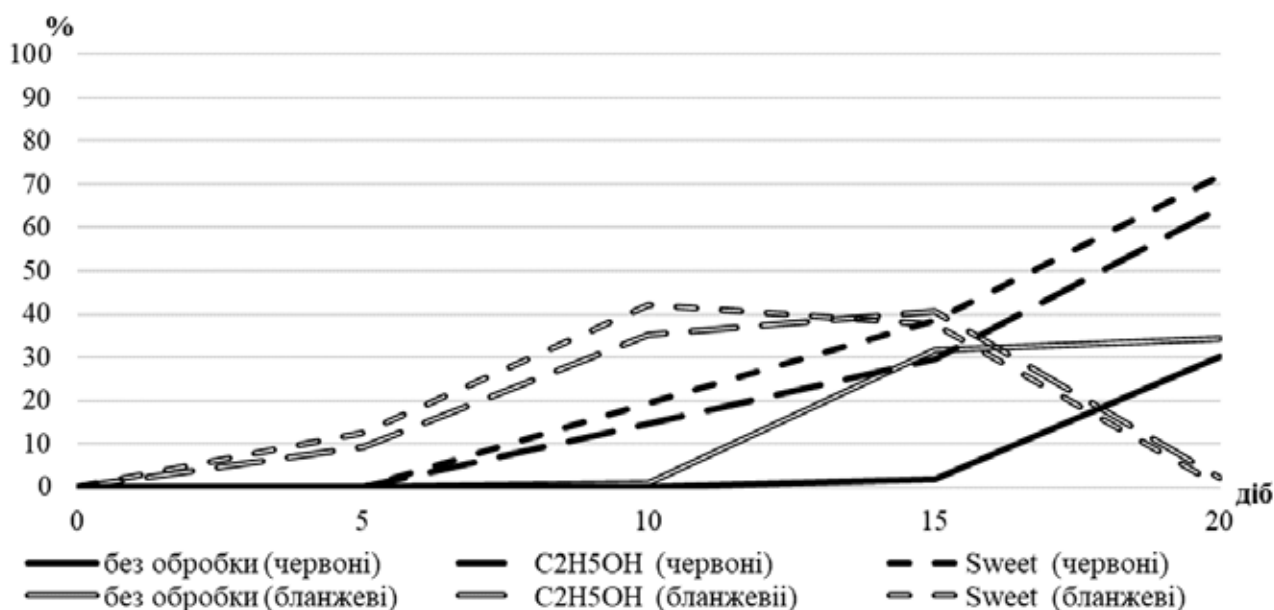


Рис. 2. Динаміка дозрівання плодів у разі зберігання плодів із плодоніжкою

У контрольному варіанті без обробки цей процес відбувається повільно: до 10 доби плоди майже не дозрівають, а зростання відсотка червоних плодів помітно лише після 15 діб зберігання. Це свідчить про занижку ефективності природного дозрівання без додаткових обробок у разі закладення плодів із плодоніжкою.

Обробка розчином C_2H_5OH значно прискорює перехід бланжевих плодів у червоні. Уже на 5 добу відзначається помітний відсоток дозрілих плодів, який досягає піку на 15 добу. Після цього спостерігається незначне зниження кількості червоних плодів, що свідчить про завершення дозрівання та початок втрати якості.

Обробка біопрепаратом “Sweet” забезпечує найвищу ефективність у дозріванні. Уже на 5 добу спостерігається активне зростання частки червоних плодів, яка стабільно збільшується до 15 доби, де досягає піку, та залишається на високому рівні до кінця періоду зберігання.

Висновки. Рослини помідорів вирощувалися в теплиці Державного біотехнологічного університету у 2020–2022 рр. Закладку на короткострокове зберігання для дозарювання було проведено на здорових плодах, вибраних випадковим чином із загального врожаю. Проби в 5 кг для кожного гібрида були вибрані випадково та вибрані разом для формування одного біологічного повтору. Були включені три повтори (контроль, обробка розчином і біопрепаратом) у двох варіантах (із плодоніжкою та без плодоніжки) та чотири технічні повтори.

Визначено, що обробка плодів за одну-дві доби до збору розчином C_2H_5OH чи біопрепаратом “Sweet” значно прискорює дозрівання плодів у червоні, що є бажаним результатом. Найкращий ефект досягається за умови обробки біопрепаратом “Sweet”, як у разі закладення на зберігання оброблених плодів із плодоніжкою, так і без неї, оскільки він забезпечує швидке та тривале дозрівання без значної втрати якості плодів.

Список використаних джерел

1. Жук О.Я., Сиворака О.А., Гончар О.М. Вплив строків дозарювання зелених плодів помідора на якість насіння. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2002. Вип. 47. С. 146–148.
2. Al-Dairi M., Pathare P.B., Al-Yahyai R. Effect of postharvest transport and storage on color and firmness quality of tomato. *Horticulturae*. 2021. Vol. 7. № 7. P. 163. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7070163>.
3. Ciupak A., Gładyszewska B. Właściwości mechaniczne skórki owoców pomidora w różnych temperaturach przechowywania. *Acta Agrophysica*. 2010. Vol. 15. № 1. P. 45–54.
4. Liu Y., Sun Y., Ye M., Zhu L., Zhang L., & Zhu S. Improvement in storage quality of postharvest tomato fruits by nitroxyl liposomes treatment. *Food chemistry*. 2021. № 359. P. 129933. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129933>.
5. Luengwilai K., Beckles D., & Saltveit M. Chilling-injury of harvested tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Micro-Tom fruit is reduced by temperature pre-treatments. *Postharvest Biology and Technology*. 2012. № 63. P. 123–128. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.06.017>.
6. Mahomud M.S., Islam M.N., & Roy J. Effect of low oxygen stress on the metabolic responses of tomato fruit cells. *Helicon*. 2024. Vol. 10. № 3. P. e24566. <https://doi.org/10.1016/j.helicon.2024.e24566>.
7. Rai A., Kumari K., & Vashistha P. Umbrella review on chilling injuries: Post-harvest issue, cause, and treatment in tomato. *Scientia Horticulturae*. 2022. Vol. 293. P. 110710. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110710>.
8. Shehata S.A., Abdelrahman S.Z., Megahed M.M., Abdeldaym E.A., El-Mogy M.M., & Abdelgawad K.F. Extending shelf life and maintaining quality of tomato fruit by calcium chloride, hydrogen peroxide, chitosan, and ozonated water. *Horticulturae*. 2021. Vol. 7. № 9. P. 309. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7090309>.
9. Sievidov V. Morphological characteristics and productivity of indeterminant tomato hybrids. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2022. № 82. P. 4–7.
10. Tsaniklidis G., Charova S.N., Fanourakis D., Tsafouros A., Nikoloudakis N., Goumenaki E., Delis C. The role of temperature in mediating postharvest polyamine homeostasis in tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 2021. № 179. P. 111586. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111586>.
11. Zhou J., Zhou S., Chen B., Sangsoy K., Luengwilai K., Albornoz K., Beckles D.M. Integrative analysis of the methylome and transcriptome of tomato fruit (*Solanum lycopersicum* L.) induced by postharvest handling. *Horticulture research*. 2024. Vol. 11. № 6. P. uhae095. <https://doi.org/10.1093/hr/uhae095>.

Sievidov V. P.

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Horticulture and Storage of Plant Products,
State Biotechnological University
Kharkiv, Ukraine
E-mail: sevidov.vp@gmail.com
ORCID: 0000-0002-3826-5149

Alferov O. I.

Doctor of Technical Sciences,
Acting Director of the Institute,
Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
Selektsiynе village, Ukraine
E-mail: ovoch.iob@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0357-314

EVALUATION OF TOMATO FRUIT QUALITY DEPENDING ON STORAGE CONDITIONS

Abstract

Tomato is a crop of global importance, valued for its nutritional properties and culinary versatility, tomato fruits are consumed fresh and processed. The article analyzes ways to increase the efficiency of ripening of tomato hybrids of different ripeness groups when stored for short-term storage. Experimental studies were conducted over three years (2020–2022). The most important indicator of tomato fruit quality was testing the effect of storage conditions on the ripening of tomato fruits.

For short-term storage of the fruits of the last harvest, which are most often harvested green or at the stage of waxy ripeness, an important characteristic for the sale of products is the simultaneous ripening of fruits. When organizing ripening, the collected unripe products are brought to biological ripeness under certain conditions. In the process of ripening, under the action of the phytohormone ethylene, green tomato fruits soften and ripen quickly. However, fruits planted without treatment for ripening ripen very unevenly under the most favorable conditions. To preserve the quality and quantity of marketable products, the optimal methods of processing tomato fruits one or two days before harvest using the Sweet biopreparation or C_2H_5OH solution are those that provide a consistently high level of simultaneous ripening during short-term storage of tomato fruits. The optimal short-term storage period is 20 days when all fruits ripen, and the percentage of diseased and damaged fruits is minimal.

The study emphasizes the importance of optimizing ripening processes during short-term storage of tomato fruits to preserve their quality and extend their shelf life. This knowledge can help in the development of improved post-harvest processing methods to increase the competitiveness of the vegetable growing industry.

Key words: tomatoes, hybrids, quality, storage, ripening.

References

1. Zhuk, O.Ia., Syvoraksha, O.A., & Honchar, O.M. (2002). Vplyv strokiv dozariuvannia zelenykh plodiv pomidora na yakist nasinnia [The influence of ripening times of green tomato fruits on seed quality]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 47, 146–148 [in Ukrainian].
2. Al-Dairi, M., Pathare, P.B., & Al-Yahyai, R. (2021). Effect of postharvest transport and storage on color and firmness quality of tomato. *Horticulturae*, 7 (7), 163. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7070163>.
3. Ciupak, A., & Gładyszewska, B. (2010). Właściwości mechaniczne skórki owoców pomidora w różnych temperaturach przechowywania. *Acta Agrophysica*, 15 (1), 45–54.
4. Liu, Y., Sun, Y., Ye, M., Zhu, L., Zhang, L., & Zhu, S. (2021). Improvement in storage quality of postharvest tomato fruits by nitroxyl liposomes treatment. *Food Chemistry*, 359, 129933. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129933>.
5. Luengwilai, K., Beckles, D.M., & Saltveit, M.E. (2012). Chilling-injury of harvested tomato (*Solanum lycopersicum* L.) CV. micro-tom fruit is reduced by temperature pre-treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 63 (1), 123–128. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.06.017>.
6. Mahomud, Md.S., Islam, Md.N., & Roy, J. (2024). Effect of low oxygen stress on the metabolic responses of Tomato Fruit Cells. *Heliyon*, 10 (3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24566>.
7. Rai, A., Kumari, K., & Vashistha, P. (2022). Umbrella review on chilling injuries: Post-harvest issue, cause, and treatment in tomato. *Scientia Horticulturae*, 293, 110710. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110710>.
8. Shehata, S.A., Abdelrahman, S.Z., Megahed, M.M., Abdeldaym, E.A., El-Mogy, M.M., & Abdelgawad, K.F. (2021). Extending shelf life and maintaining quality of tomato fruit by calcium chloride, hydrogen peroxide, chitosan, and ozonated water. *Horticulturae*, 7 (9), 309. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7090309>.
9. Sievidov, V. (2022). Morphological characteristics and productivity of indeterminant tomato hybrids. *Norwegian Journal of Development of the International Science*, 82, 4–7.
10. Tsaniklidis, G., Charova, S.N., Fanourakis, D., Tsafouros, A., Nikoloudakis, N., Goumenaki, E., Tsantili, E., Roussos, P.A., Spiliopoulos, I.K., Paschalidis, K.A., & Delis, C. (2021). The role of temperature in mediating postharvest polyamine homeostasis in Tomato Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 179, 111586. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111586>.
11. Zhou, J., Zhou, S., Chen, B., Sangsoy, K., Luengwilai, K., Albornoz, K., & Beckles, D.M. (2024). Integrative analysis of the methylome and transcriptome of tomato fruit (*Solanum lycopersicum* L.) induced by Postharvest handling. *Horticulture Research*, 11 (6). <https://doi.org/10.1093/hr/uhae095>.