

3. Bloomberg, G. Proteins destaging proteins as emulsions [Text] / G. Bloomberg // Food Market and technol. – 1991. – Vol. 1. – P. 10–15.
4. Glagoleva, L. E. Calculation of amount natural enterosorbent in food compositions on a dairy basis [Electronic resource] / L. E. Glagoleva // Bulletin NCSTU. S. Foodstuffs, 1993. – Available at: <http://www.ncstu/bulletin/foodstuffs>
5. Masakazu, S. Inheritance of “group A saponin” in soybean seed [Text] / S. Masakazu, Y. Fumio, H. Kyuya, O. Kazuyoshi // Agricultural and Biological Chemistry. – 1990. – Vol. 54, Issue 6. – P. 1347–1352. doi: 10.1271/abb1961.54.1347
6. Murphy, P. Masgeschneiderte Fettersatzstoffe [Text] / P. Murphy // Ernährungsindustrie. – 1998. – Vol. 7. – P. 22–24.
7. Никифоров, Р. П. Технологія напівфабрикатів для збитої десертної продукції на основі нежирної молочної сировини [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Р. П. Никифоров. – Д.: ДонНУЕТ, 2010. – 220 с.
8. Юдина, Т. И. Низкокалорийные майонезы функционального назначения [Текст] / Т. И. Юдина // Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини. – 2009. – С. 150–152.
9. Surh, J. Influence of pH and pectin tyre on properties and stability of sodium-caseinate stabilized oil-in-water emulsions [Text] / J. Surh, E.A. Decker, D. J. McClements // Food Hydrocolloids. – 2006. – Vol. 20, Issue 5. – P. 607–618. doi: 10.1016/j.foodhyd.2005.07.004
10. Ключникова, Л. В. Сывороточные протеины в производстве майонезов и спредов [Текст] / Л. В. Ключникова // Масла и жиры. – 2005. – № 9. – С. 2–3.
11. Наймушина, Е. Г. Разработка технологии майонеза повышенной пищевой и биологической ценности [Текст] / Е. Г. Наймушина, Г. М. Зайко, И. Я. Аминев // Известия вузов. Пищевая технология, – 2004. – № 2. – С. 55–56.
12. Жаринов, А. И. Экспериментально-компьютерное моделирование рецептур майонезов, обогащенных йодом [Текст] / А. И. Жаринов, М. Ю. Попова, М. А. Никитин и др. // Масложировая промышленность. – 2008. – № 1. – С. 34–37.
13. Скрябина, Н. М. Исследование механизма эмульгирования пищевых продуктов [Текст] / Н. М. Скрябина, Ю. В. Боголюбская, В. Х. Паронян // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 4. – С. 22–23.
14. Кравченко, М. Ф. Технологія соусів на основі дієтичних добавок [Текст] / М. Ф. Кравченко, А. В. Антоненко // Актуальні проблеми безпеки харчування. – 2010. – С. 29.
15. Sonntag, H. Beitrage zur Wechselwirkung ungleichartiger Teilchen in Flussigkeiten [Text] / H. Sonntag, N. Ruske // Colloid Zeitschrift und Zeitschrift fur Polymere. – 1971 – Vol. 2. – P. 700–703.

Досліджено вплив теплової обробки комплексною антиоксидантною композицією на інтенсивність та субстрати дихання плодів огірка. Встановлено, що застосування теплової обробки антиоксидантами відсуває початок нарощення інтенсивності дихання огірків на 7 діб порівняно з контрольними плодами. Така післязбиральна обробка огірків сповільнює темпи витрачання сухих речовин, сухих розчинних речовин, цукрів та наростання титрованої кислотності

Ключові слова: огірки, зберігання, антиоксиданти, інтенсивність дихання, сухі речовини, цукри, титровані кислоти

Исследовано влияние тепловой обработки комплексной антиоксидантной композицией на интенсивность и субстраты дыхания огурцов. Установлено, что применение тепловой обработки антиоксидантами отодвигает начало наращивания интенсивности дыхания огурцов на 7 суток по сравнению с контрольными плодами. Такая послеуборочная обработка огурцов замедляет темпы расходования сухих веществ, сухих растворимых веществ, сахаров и нарастание титруемой кислотности

Ключевые слова: огурцы, хранение, антиоксиданты, интенсивность дыхания, сухие вещества, сахара, титруемые кислоты

УДК 664.8.038:678.048[635.63]

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.44240

ВПЛИВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ АНТИОКСИДАНТАМИ НА СУБСТРАТИ ДИХАННЯ ОГІРКІВ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

О. П. Прісс

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Кафедра технології переробки і зберігання
продукції сільського господарства
Таврійський державний
агротехнологічний університет
пр. Б. Хмельницького, 18,
м. Мелітополь, Україна, 72312
E-mail: olesyapriess@gmail.com

1. Вступ

У післязбиральний період плоди та овочі підтримують процеси, характерні для всіх живих об'єктів. Більшість фізико-хімічних змін, які відбуваються в плодах

відокремлених від материнської рослини, пов'язані з окисним метаболізмом, включаючи дихання. Процес дихання визначається як окисна деструкція складних органічних молекул (цукри, крохмаль, органічні кислоти) у вуглекислий газ, воду та енергію, яку клітини

використовують в наступних реакціях, або виділяють у вигляді тепла. Першою причиною важливості дихальних процесів у післязбиральний період є активне витрачання субстратів. Це може призвести до втрати резервів живлення плодівих тканини, зниження якості та харчової цінності продукції.

Термін зберігання, фізіологічні розлади, зниження якості продукції через витрати субстратів прямо пропорційні активності дихальних процесів [1]. Тож, під час зберігання рослинної продукції, логічним є гальмувати інтенсивність дихання, тим самим зменшуючи втрати поживних речовин. Сповільнення дихання і збереження якості рослинної продукції відбувається при знижених температурах, регулюванні газового складу атмосфери, використанні модифікованих газових середовищ, нанесенні на продукцію покриттів різного складу, використання антиоксидантів [2–5].

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Після збирання врожаю, у клімактеричних овочів при дозріванні відбувається різке зростання дихальної активності. Це зростання, було предметом інтенсивного вивчення протягом багатьох років і розглядалось у зв'язку зі кількісними і якісними змінами субстратів [1, 6, 7]. Динаміка дихання неклімактеричних, а також незрілих овочів розглядалась менш докладно. Загалом відомо, що рівень дихання повільно знижується в неклімактеричних овочах та швидко у вегетуючих органах і незрілих плодах. Швидке зниження, ймовірно, відображає виснаження запасів дихальних субстратів, яких у цих тканинах мало [1].

Огірки відносять до неклімактеричних овочів, проте описано вибух продукування етилену, який передуює швидкій втраті хлорофілу в зрілому плоді [8], що може вказувати і на посилення респіраторного метаболізму. Деякі дослідники описують сплеск дихальної активності на третю добу зберігання огірків, що пов'язують з рівнем фосфорного живлення під час вегетації [9]. Рівень виробництва CO_2 при температурі 10°C близько $23\text{...}29 \text{ мг } \text{CO}_2/\text{кг}\times\text{год}$ [10]. Однак, інтенсивність продукування огірками вуглекислого газу під час зберігання залежить від сорту, умов і способів вирощування та зберігання, пошкодження холодом та інших факторів, і змінюється в значно ширших межах [9, 11–13]. Відомо, що теплові обробки та застосування антиоксиданту запобігає зростанню дихання при холодовому пошкодженні огірків [5]. Однак сумісний вплив цих факторів на витрати субстратів у дихальному метаболізмі при зберіганні огірків не розглядався. Тож вивчення впливу теплової обробки антиоксидантами на рівень продукування вуглекислого газу та зміни вмісту дихальних субстратів є актуальним.

3. Мета і завдання досліджень

Мета досліджень полягала у виявленні впливу теплової обробки розчинами антиоксидантних композицій на рівень продукування вуглекислого газу та використання дихальних субстратів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

– простежити динаміку інтенсивності дихання, сухих речовин, сухих розчинних речовин, цукрів та органічних кислот під час зберігання огірків;

– встановити залежності між інтенсивністю дихання та змінами компонентів хімічного складу під час зберігання огірків.

4. Матеріали і методи дослідження субстратів дихання огірків

4. 1. Умови і матеріали досліджень зберігання огірків

Дослідження проводили в 2005–2012 рр. на базі лабораторії технології переробки та зберігання продукції сільського господарства НДІ Агротехнологій та екології, Таврійського державного агротехнологічного університету, м. Мелітополь, Україна. В дослідженнях використовували огірки вирощені в умовах відкритого ґрунту двох гібридів – Афіна та Маша. Агротехнологія зальноприйнята для зони Сухого Степу.

На зберігання закладали неушкоджені плоди довжиною 11–14 см. Дослідні екземпляри обробляли шляхом занурення в антиоксидантний препарат з температурою 42°C на 10 хв. До складу комплексного антиоксиданту Хл+І+Л входили компоненти, що виявляють бактерицидний та антиоксидантний ефект [14]. Хлорофіліпт (Хл) це суміш хлорофілів а і b екстрагованих з листя евкалипту [15]. Іонол (І) та лецитин (Л) – харчові антиоксиданти, що мають статус харчових добавок (Е321 та Е322) [16].

Після висихання плоди вкладали в ящики, вистелені поліетиленовою плівкою (товщина 60 мкм), вкривали тією ж плівкою і зберігали при $8\pm 0,5^\circ\text{C}$ і відносній вологості $95\pm 1\%$. За контроль приймали необроблені плоди, що зберігались за тих же умов.

4. 2. Методики оцінювання фізіолого-біохімічних процесів

Інтенсивність дихання (ІД) визначали за кількістю виділеного вуглекислого газу, вміст сухих речовин (СР) термогравіметричним методом за ДСТУ ISO 751, вміст сухих розчинних речовин (СРР) рефрактометричним методом за ДСТУ ISO 2173, масову концентрацію цукрів за ДСТУ 4954 феріцианідним способом, масову концентрацію титрованих кислот за ДСТУ 4957.

5. Фізіолого-біохімічні процеси під час зберігання огірків

5. 1. Інтенсивність дихання огірків

За результатами наших досліджень, чітко простежується сортова специфіка в інтенсивності дихання огірків Маша та Афіна. Під час закладання на зберігання, кількість виділеного вуглекислого газу огірками Афіна в середньому практично вдвічі вища, ніж у Маши: $31,73$ проти $16,75 \text{ мг } \text{CO}_2/\text{кг}\times\text{год}$ (табл. 1).

Помітні також істотні відмінності у коливаннях інтенсивності дихання (ІД) залежно від року досліджень. Варіативність у гібриду Афіна значна, $V=27,51\%$, а в Маши середня, $V=10,67\%$.

Таблиця 1

Інтенсивність дихання огірків до закладання на зберігання, мг CO₂/кг×год, $\bar{x} \pm s_x$, n=3

Рік досліджень	Афіна	Маша
2005	43,87±0,87	17,06±0,60
2006	30,97±0,29	16,89±0,19
2007	22,44±0,28	16,44±0,27
2008	20,10±0,96	15,02±0,04
2009	37,39±0,27	16,91±0,05
2010	32,95±0,67	17,67±0,11
2011	25,07±0,28	14,00±0,19
2012	41,01±1,35	20,02±0,16
середнє	31,73	16,75
V, %	27,51	10,67
НІР _{0,95}	2,35	0,75
Sx, %	2,44	1,48

Динаміка ІД підчас зберігання огірків незалежно від досліджуваного гібриду подібна. Відразу після охолодження (через 24 години після закладання у сховище), спостерігається сповільнення інтенсивності дихання в усіх досліджуваних зразках. Відтак у контрольних варіантах до 14 доби йде наростання виділення кількості CO₂, а далі різкий спад (рис. 1, а, б).

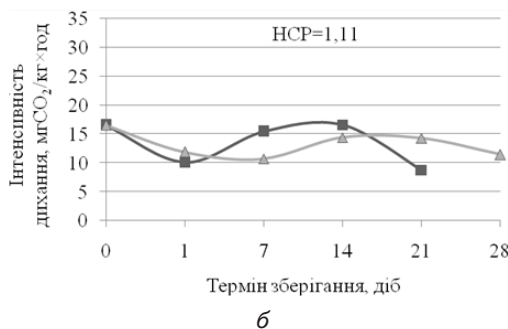
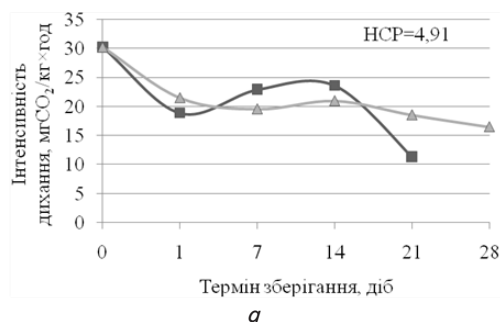


Рис. 1. Динаміка інтенсивності дихання огірків (середнє 2008–2010): а – Афіна; б – Маша; ■ – контроль; ▲ – теплова обробка Хл+І+Л

Характер динаміки ІД в дослідних варіантах дещо відрізняється. Мінімальне виділення вуглекислого газу, в огірках з тепловою обробкою комплексною антиоксидантною композицією Хл+І+Л, зафіксовано не відразу після охолодження, а на 7 добу зберігання. Далі спостерігається невеликий приріст кількості CO₂ до 14 доби та плавне сповільнення інтенсивності дихання у кінці зберігання.

5. 2. Сухі речовини у післязбиральному метаболізмі огірків

Залежно від умов вегетації, огірки досліджуваних гібридів містили 2,95...5,14 % сухих речовин. Плоди

гібриду Маша у середньому формували 4,17 %, а плоди Афіни 3,98 % СР, хоча статистична різниця між гібридами не достовірна (табл. 2).

Варіативність кількості СР за роками досліджень в обох гібридах середня. В огірках сухі розчинні речовини становлять більше ніж 80 % від СР. Вміст СРР в огірках Афіна та Маша коливався від 2,32 до 4,30 % з варіативністю близько 20 % по роках досліджень.

На першому тижні зберігання відбувається відносно концентрування сухих речовин в огірках обох гібридів і втрати сухих речовин видаються статистично незначимими. Проте, з перерахунком на початкову вагу, та з урахуванням втрат маси (або СР) через дихання у межах 5 % від загальних втрат маси [17], зниження кількості СР стає добре помітним (рис. 2, а, б).

Таблиця 2

Кількість сухих речовин огірків, %, $\bar{x} \pm s_x$, n=5

Рік досліджень	Афіна		Маша	
	Сухі речовини	Сухі розчинні речовини	Сухі речовини	Сухі розчинні речовини
2005	4,59±0,05	3,98±0,04	4,85±0,09	4,08±0,05
2006	4,44±0,11	3,74±0,07	4,62±0,08	3,96±0,07
2007	3,69±0,07	3,08±0,04	3,87±0,07	3,30±0,04
2008	3,11±0,12	2,52±0,04	3,23±0,08	2,76±0,05
2009	3,84±0,14	3,52±0,07	4,07±0,06	3,52±0,04
2010	4,25±0,10	3,74±0,07	4,51±0,05	4,18±0,05
2011	2,95±0,05	2,32±0,04	3,10±0,06	2,52±0,05
2012	4,94±0,13	4,30±0,03	5,14±0,05	4,28±0,04
середнє	3,98	3,40	4,17	3,58
V, %	17,78	20,52	17,77	18,68
НІР _{0,95}	0,29	0,15	0,19	0,17
Sx, %	2,51	1,51	1,55	1,68

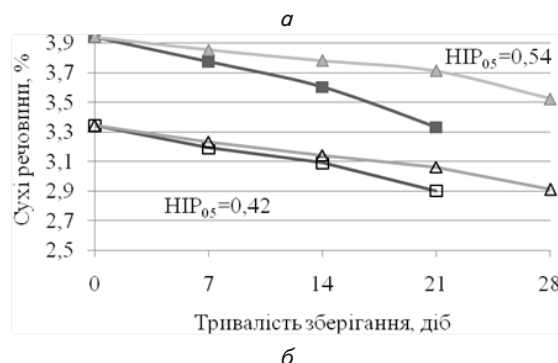
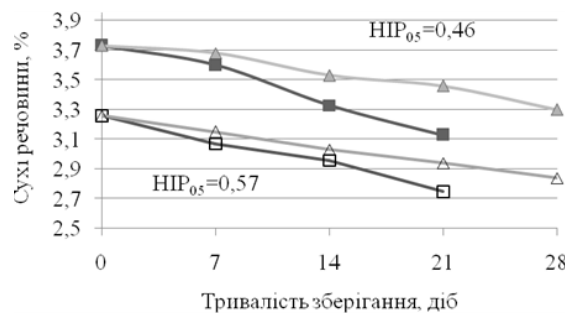


Рис. 2. Динаміка кількості сухих речовин (середнє 2008–2010): а – Афіна; б – Маша; ■ – СР контроль; □ – СРР контроль; ▲ – теплова обробка Хл+І+Л; ▲ – СРР теплова обробка Хл+І+Л

На 21 добу кількість СР в дослідних зразках вища у середньому на 11 % порівняно з контрольними плодами.

Під час зберігання огірків кількість СРР лінійно зменшується в контрольних та дослідних зразках. Витрати сухих розчинних речовин на підтримання процесів життєдіяльності досить істотні. Відразу після збору, співвідношення між СР та СРР в огірках в середньому становить 1,15, а після зберігання це значення зростає до 1,22 в контрольних та 1,19 в дослідних зразках.

Між динаміками ІД та сухих речовин в контролі встановлена висока корелятивність (табл. 3).

Таблиця 3

Кореляційні залежності між динаміками інтенсивності дихання і сухих речовин під час зберігання

Рік досліджень	Афіна		Маша	
	Контроль	Теплова обробка Хл+І+Л	Контроль	Теплова обробка Хл+І+Л
2008	0,81	0,62	0,72	0,53
2009	0,88	0,80	0,86	0,68
2010	0,94	0,84	0,87	0,59

Тісні залежності встановлені також між СРР та ІД: $r=0,86$ для Афіни та $r=0,89$ для Маші.

5. 2. 1. Цукри

За 2005...2012 роки, середній загальний вміст цукрів у гібриду Маша становив 3,04, а в гібриду Афіна 2,87 г/100 г з варіативністю близько 22 % (табл. 4).

Таблиця 4

Загальний вміст цукрів в огірках, г / 100 г, $\bar{x} \pm s_x$, n=5

Рік досліджень	Афіна	Маша
2005	3,33±0,06	3,52±0,07
2006	3,18±0,09	3,36±0,15
2007	2,55±0,09	2,71±0,11
2008	2,12±0,09	2,24±0,07
2009	2,86±0,13	3,05±0,07
2010	3,26±0,11	3,48±0,07
2011	1,87±0,12	2,00±0,10
2012	3,81±0,11	3,97±0,04
середнє	2,87	3,04
V, %	22,82	22,31
НІР _{0,95}	0,31	0,26
Sx, %	3,77	2,95

Під час зберігання огірків спостерігалось зниження вмісту цукрів в контрольних і дослідних варіантах обох гібридів (рис. 3, а, б).

Через 21 добу зберігання, в дослідних плодах гібриду Афіна загальна кількість цукрів у середньому вища на 12,3, а в огірках Маша на 42 відсотки порівняно з контрольними плодами.

Між динаміками ІД та загального вмісту цукрів встановлені прямі тісні кореляційні залежності (табл. 5).

Таблиця 5

Кореляційні залежності між динаміками інтенсивності дихання і загальним вмістом цукрів в огірках під час зберігання

Рік досліджень	Афіна		Маша	
	Контроль	Теплова обробка Хл+І+Л	Контроль	Теплова обробка Хл+І+Л
2008	0,72	0,80	0,68	0,60
2009	0,86	0,99	0,74	0,82
2010	0,85	0,94	0,68	0,77

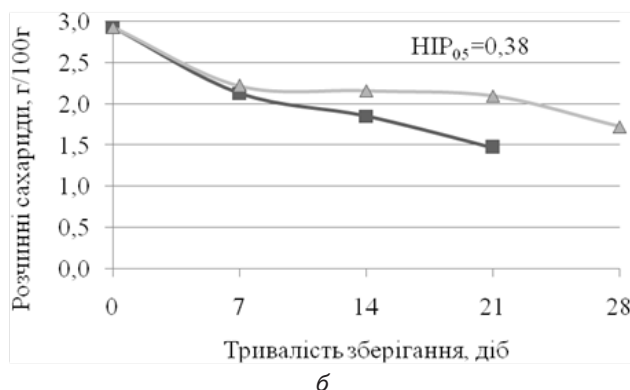
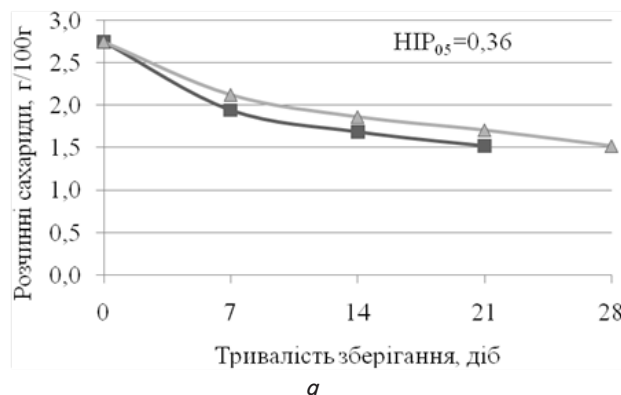


Рис. 3. Динаміка загальної кількості цукрів (середнє 2008—2010): а – Афіна; б – Маша; —■— — контроль; —▲— — теплова обробка Хл+І+Л

5. 2. 3. Титровані кислоти

За роки досліджень титрована кислотність огірків обох гібридів коливалась у межах 0,89...0,11 %. Під час зберігання контрольних та дослідних огірків Титрована кислотність зростала (рис. 4, а, б).

На другому тижні зберігання спостерігається деяке зниження титрованої кислотності, а відтак її наростання.

Характер впливу теплової обробки антиоксидантами на динаміку титрованих кислот у різних гібридів має свої особливості. Якщо для гібриду Афіна чітко простежується гальмування нарощування кислотності порівняно з контрольними плодами на всіх етапах зберігання, то для гібриду Маша таке сповільнення у дослідних плодах спостерігається лише на кінець зберігання контрольних зразків. При фактично однаковій початковій кислотності, через тиждень зберігання титрована кислотність в огірках Афіна зростає в 1,2 рази, а в Маші в лише 1,1 рази.

Між динаміками ІД та титрованої кислотності встановлено обернені кореляційні залежності (табл. 6).

Таблиця 6

Кореляційні залежності між динаміками інтенсивності дихання і титрованою кислотністю в огірках під час зберігання

Рік досліджень	Афіна		Маша	
	Контроль	Теплова обробка Хл+І+Л	Контроль	Теплова обробка Хл+І+Л
2008	-0,83	-0,90	-0,79	-0,91
2009	-0,62	-0,82	-0,65	-0,90
2010	-0,74	-0,98	-0,83	-0,95

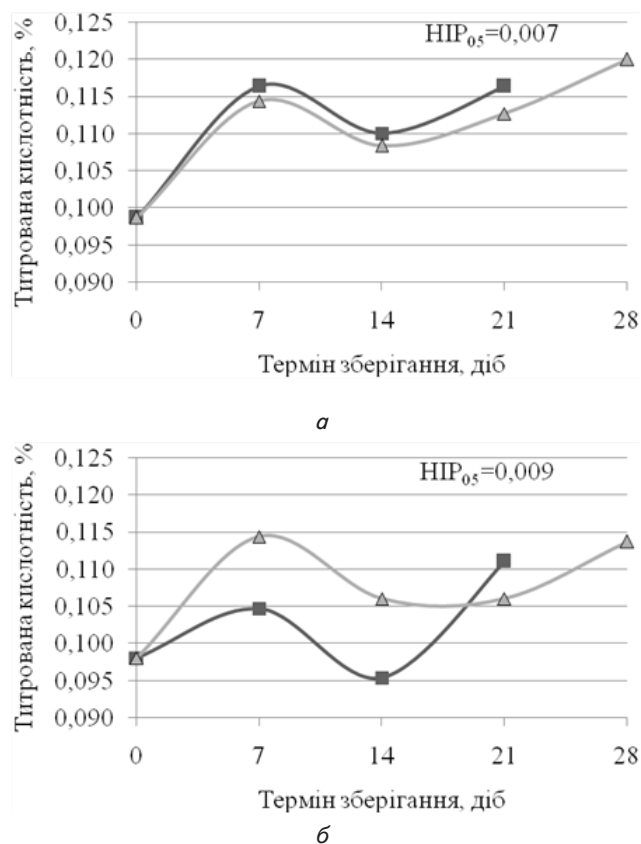


Рис. 4. Динаміка титрованої кислотності (середнє 2008–2010): а – Афіна; б – Маша; ■ – контроль; ▲ – тепла обробка Хл+І+Л

6. Обговорення результатів досліджень впливу теплової обробки антиоксидантами на субстрати дихального метаболізму

Отримані результати по інтенсивності дихання огірків є співставними з даними інших дослідників [12, 13]. Сповільнення інтенсивності дихання після охолодження є закономірною відповіддю плодових тканин на охолодження. Різкий спад ІД після 14 дб зберігання контрольних варіантів співпадає з втратою товарної якості, в'яненням і пожовтінням [18, 19]. Фактично, це термін закінчення зберігання контрольних груп.

Подовження періоду гальмування ІД на першому етапі і повільні темпи нарощування дихання в дослідних плодах свідчить про більш збалансоване протікання метаболічних процесів. Це дає змогу подовжити період зберігання до 28 дб.

Зниження вмісту СР і СРР в процесі зберігання є закономірним, адже для підтримання життєдіяльності плоду у післязбиральний період відбувається постійний катаболізм запасних речовин, що пов'язане зі залученням їх в процеси метаболізму. Відносно концентрування сухих речовин на початку зберігання в огірках відбувається внаслідок інтенсивної транспірації вологи, що є характерним для огірків [17]. Швидкість зниження вмісту сухої речовини відображає інтенсивність протікання біохімічних реакцій в

плодах під час зберігання. Як видно з рис. 2, катаболізм сухих речовин в огірках, оброблених комплексним антиоксидантом, протікає повільніше, ніж в плодах контрольних зразків. Різниця у сповільненні темпів витрати СР між контрольними та дослідними плодами стає достовірною на вже на 7 добу і надалі не тільки зберігається, але й зростає.

У дослідних плодах спостерігається зменшення тісноти зв'язку між СР та ІД, що пояснюється сповільненням процесів метаболізму за дії антиоксидантів та змінами умов випаровування вологи плодами, завдяки утвореному на їх поверхні захисному покриттю [20]. Дещо нижчі коефіцієнти кореляції встановлені у 2008 році, коли гідротермічний коефіцієнт періоду вегетації рослин був максимальним і наближався до оптимального (0,91). Такі умови вегетації стимулювали зростання незв'язаної вологи та посилену транспірацію вологи в огірках, що позначилось і на динаміці сухих речовин під час зберігання. Встановлені тісні залежності між СРР та ІД підтверджують думку, що при легкодоступності дихальних субстратів дихання протікає посиленними темпами. Це свідчить про те, що процеси катаболізму торкаються насамперед сухих розчинних речовин. Як видно з рис. 2, застосування теплової обробки антиоксидантами гальмує темпи дисиміляції СРР на 12...14 %, залежно від гібриду огірків.

Зниження рівня розчинних сахаридів під час зберігання огірків збігається з результатами інших дослідників [21, 22]. Темпи витрощання цукрів у дослідних варіантах достовірно сповільнені.

Зважаючи на те, що цукри є одним з субстратів дихання, зниження їх концентрації під час зберігання є закономірним. Проте, прямі тісні кореляційні залежності між динаміками ІД та загального вмісту цукрів (табл. 5) дають підстави вважати що у дихальний метаболізм огірків більш активно залучені інші субстрати. За виключенням 2008 року, який характеризувався максимальним гідротермічним коефіцієнтом періоду вегетації і посиленою транспірацією, тіснота зв'язку в дослідних плодах істотно вища, ніж в контрольних. Якщо порівняти отримані кореляційні залежності зі кореляційними зв'язками між ІД та СР (табл. 3), видно, що там сильніші зв'язки притаманні саме контрольним плодам. Отже, огірки, оброблені антиоксидантами, у дихальний процес залучають цукри у меншій мірі. Це пояснює той факт, що кількість цукрів під час зберігання в огірках з тепловою обробкою антиоксидантами вища ніж в контрольних зразках.

Органічні кислоти разом з цукрами виступають субстратами і джерелами енергії для дихального газообміну. Початкова титрована кислотність в огірках невисока. Переважаючою кислотою в огірках є яблучна, її вміст коливається в 0,15...0,3 % і залежить від сорту та розміру плоду [23, 24]. За нашими даними, відмінності у титрованій кислотності різних гібридів огірків не істотні. На противагу цьому, в деяких дослідженнях спостерігали суттєву різницю у кислотності парникових гібридів, вирощених в різних регіонах [25].

Зниження титрованої кислотності під час зберігання огірків (рис. 4), співпадає з результатами інших дослідників [25]. Як відомо, в процесі дозрівання і зберігання огірків, вміст яблучної кислоти постійно знижується, а лимонної зростає [21–23]. Оскільки лимонна кислота має більше ступенів дисоціації (3) у

порівнянні з яблучною (2), то і зростання титрованої кислотності є закономірним. Аналогічне пояснення зростанню титрованої кислотності пропонують науковці, які вказують, що при дозріванні солодкого перцю, із перерозподілом органічних кислот в сторону збільшення високопротонованих кислот з низькими константами кислотності, підвищується титрована кислотність [26].

На другому тижні зберігання, спостерігається деяке зниження титрованої кислотності, що можна пояснити активним витрачанням кислот на дихання, адже на цьому етапі якраз відбувається підйом ІД (рис. 1). Як підтверджує аналіз кореляційних залежностей між динаміками ІД та титрованої кислотності, саме кислоти можуть бути основним субстратом дихання під час зберігання огірків (табл. 6). Це справедливо для контрольних і дослідних зразків. Проте сила зв'язку для плодів з екзогенною обробкою антиоксидантами зростає до $-0,83... -0,98$, що говорить про вищий ступінь залучення кислот у дихальний метаболізм. Як видно з рис. 4, через 21 добу зберігання в дослідних плодах титрована кислотність знаходиться на нижчому рівні, а це сприяє підвищенню органолептичної оцінки, адже саме низька кислотність сильно корелює з кращим смаком огірків [25].

Сортові особливості у впливі теплової обробки антиоксидантами на динаміку титрованої кислотності пояснюються різницею в інтенсивності дихання, адже рівень виділеного CO_2 у Маши вдвічі нижчий, ніж в Афіні (табл. 1), що потребує меншої витрати субстратів. Проте, оскільки екзогенні антиоксиданти дозволили більш істотно гальмувати витрати цукрів

саме в огірках гібриду Маша, то для збалансованого протікання метаболічних процесів, посилюється витрата кислот. Загалом, теплова обробка антиоксидантами гальмує нарощування титрованої кислотності на кінцевому етапі лише в незначній мірі (3...5 %, залежно від гібриду огірків).

7. Висновки

Застосування теплової обробки огірків комплексною антиоксидантною композицією, до складу якої входять хлорофіліпт, іонол та лецетин, відсуває початок нарощення інтенсивності дихання на 7 діб порівняно з контрольними плодами. Поєднання теплової обробки та антиоксидантів дозволяє на 21 добу зберігання отримати в середньому на 11 % більшу кількість сухих речовин та на 13 % більшу кількість сухих розчинних речовин. Через 21 добу зберігання, в дослідних плодах гібриду Афіна загальна кількість цукрів у середньому вища на 12, а в огірках Маша на 42 % порівняно з контрольними плодами.

Виходячи з прямих залежностей між інтенсивністю дихання та цукрами, вони залучаються у процес дихання огірків в меншій мірі. На основі парного кореляційного аналізу встановлено, що кислоти можуть бути основним субстратом дихання під час зберігання огірків.

Сполучення теплової обробки та антиоксидантів може стати ефективним інструментом для скорочення втрат поживних речовин при зберіганні огірків.

Література

1. Saltveit, M. E. Respiratory metabolism [Text] / M. E. Saltveit; K. C. Gross, C. Y. Wang, M. Saltveit (Eds.) // Agricultural handbook number 66 : The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. – US Dept. Agr., Washington, DC, 2007. – Available at: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/respiratoryMetab.pdf>
2. Peiris, K. H. S. Respiratory rate and vital heat of some specialty vegetables at various storage temperatures [Text] / K. H. S. Peiris, J. L. Mallon, S. J. Kays // HortTechnology. – 1997. – Vol. 7, Issue 1. – P. 46–49.
3. Lee, L. A review on modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables: Physiological basis and practical aspects. Part II [Text] / L. Lee, J. Arul, R. Lencki, F. Castaigne // Packaging technology and science. – 1996. – Vol. 9, Issue 1. – P. 1–17. doi: 10.1002/(sici)1099-1522(199601)9:1<1::aid-pts349>3.0.co;2-w
4. Dhall, R. K. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review [Text] / R. K. Dhall // Critical reviews in food science and nutrition. – 2013. – Vol. 53, Issue 5. – P. 435–450. doi: 10.1080/10408398.2010.541568
5. Laamim, M. Treatments to reduce chilling injury in harvested cucumbers [Text] // M. Laamim, Z. Lapsker, E. Fallik et al. // Advances in horticultural science. – 1998. – Vol. 12, Issue 4. – P. 175–178.
6. Archbold, D. D. Ripening pawpaw fruit exhibit respiratory and ethylene climacterics [Text] / D. D. Archbold, K. W. Pomper // Postharvest Biol. Technol. – 2003. – Vol. 30, Issue 1. – P. 99–103. doi: 10.1016/S0925-5214(03)00135-2
7. Chalmers, D. J. The climacteric in ripening tomato fruit [Text] / D. J. Chalmers, K. S. Rowan // Plant physiology. – 1971. – Vol. 48, Issue 3. – P. 235–240. doi: 10.1104/pp.48.3.235
8. Saltveit, M. E. Polygalacturonase activity and ethylene synthesis during cucumber fruit development and maturation [Text] / M. E. Saltveit, R. F. McFeeters // Plant physiology. – 1980. – Vol. 66, Issue 6. – P. 1019–1023. doi: 10.1104/pp.66.6.1019
9. Knowles, L. Phosphorus status affects postharvest respiration, membrane permeability and lipid chemistry of European seedless cucumber fruit (*Cucumis sativus* L.) [Text] / L. Knowles, M. R. Trimble, N. R. Knowles // Postharvest Biol. Technol. – 2001. – Vol. 21, Issue 2. – P. 179–188. doi: 10.1016/s0925-5214(00)00144-7
10. Saltveit, M. E. Cucumber [Text] / M. E. Saltveit, K. C. Gross, C. Y. Wang, M. Saltveit (Eds.) // Agricultural handbook number 66 : The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. – US Dept. Agr., Washington, DC, 2007. – Available at: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/cucumber.pdf>
11. Kang, H. M. Elevated growing temperatures during the day improve the postharvest chilling tolerance of greenhouse-grown cucumber (*Cucumis sativus*) fruit [Text] / H. M. Kang, K. W. Park, M. E. Saltveit // Postharvest Biology and Technology. – 2002. – Vol. 24, Issue 1. – P. 49–57. doi: 10.1016/S0925-5214(01)00129-6

12. Moalemiyan, M. Quality retention and shelf-life extension in mediterranean cucumbers coated with a pectin-based film [Text] / M. Moalemiyan, H. S. Ramaswamy // *Journal of Food Research*. – 2012. – Vol. 1, Issue 3. – P. 159–168. doi: 10.5539/jfr.v1n3p159
13. Eaks, I. L. Respiration of cucumber fruits associated with physiological injury at chilling temperatures [Text] / I. L. Eaks, L. L. Morris // *Plant Physiology*. – 1956. – Vol. 31, Issue 4. – P. 308–313. doi: 10.1104/pp.31.4.308
14. Пат. 41177 UA, A23B 7/00, A23L 3/34. Речовина для обробки плодів овочів перед зберіганням [Текст] / О. П. Прісс, Т. Ф. Прокудіна, В. Ф. Жукова. – и 2008 13962; заявл. 04.12.2008; опубл. 12.05.09; Бюл. № 9.
15. Дикий, І. Л. Мікробіологічне обґрунтування придатності хлорофіліпту для створення м'якої лікарської форми антиінфекційного призначення [Текст] / І. Л. Дикий, В. М. Остапенко, Н. І. Філімонова та ін. // *Вісник фармації*. – 2005. – № 4 (44). – С. 73–76.
16. Санітарні правила і норми по застосуванню харчових добавок [Електронний ресурс] / Затв. МОЗ України 23.07.96 № 222. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0715-96>
17. Ben-Yehoshua, S. Transpiration and water stress [Text] / S. Ben-Yehoshua, V. Rodov, J. A. Bartz, J. K. Brecht (Eds.) // *Postharvest physiology and pathology of vegetables*. - New York.: Dekker, 2003. – P. 111–159.
18. Прісс, О. П. Скорочення втрат під час зберігання овочів чутливих до низьких температур [Текст]: зб. наук. пр. / О. П. Прісс, В. В. Калитка // *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. – 2014. – Вип. 1 (19). – С. 209–221.
19. Прісс, О. П. Стабілізація зеленого забарвлення при зберіганні овочів [Текст] / О. П. Прісс, А. С. Кулик // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2014. – Т. 4, № 10 (70). – С. 53–58. doi: 10.15587/1729-4061.2014.26231
20. Прісс, О. П. Пружність та втрати маси під час зберігання огірків і кабачків [Текст] / О. П. Прісс // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ», серія: «Нові рішення в сучасних технологіях»*. – 2015. – № 14 (1123). – С. 60–64.
21. Nakamach, A. Change and distribution of taste components during the storage of cucumber [Text] / A. Nakamach, M. Yoshikawa, M. Kasai, K. Hatae // *Journal of cookery science of Japan*. – 2002. – Vol. 35, Issue 3. – P. 234–241.
22. Handley, L. W. Carbohydrate changes during maturation of cucumber fruit implications for sugar metabolism and transport [Text] / L. W. Handley, D. M. Pharr, R. F. McFeeters // *Plant physiology*. – 1983. – Vol. 72, Issue 2. – P. 498–502. doi: 10.1104/pp.72.2.498
23. McFeeters, R. F. Malic and citric acids in pickling cucumbers [Text] / R. F. McFeeters, H. P. Fleming, R. L. Thompson // *Journal of food science*. – 1982. – Vol. 47, Issue 6. – P. 1859–1861. doi: 10.1111/j.1365-2621.1982.tb12899.x
24. Lu, Z. Effects of fruit size on fresh cucumber composition and the chemical and physical consequences of fermentation [Text] / Z. Lu, H. P. Fleming, R. F. McFeeters // *Journal of food science*. – 2002. – Vol. 67, Issue 8. – P. 2934–2939. doi: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb08841.x
25. Verheul, M. J. Physicochemical changes and sensory evaluation of slicing cucumbers from different origins [Text] / M. J. Verheul, R. Slimestad, L. R. Johnsen // *European journal of horticultural science*. – 2013. – Vol. 78, Issue 4. – P. 176–183.
26. Castro, S. M. Effect of thermal blanching and of high pressure treatments on sweet green and red bell pepper fruits (*Capsicum annum L.*) [Text] / S. M. Castro, J. A. Saraiva, J. A. Lopes-da-Silva et al. // *Food chemistry*. – 2008. – Vol. 107, Issue 143. – P. 1436–1449. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.09.074