



# Дихання зелені петрушки під час зберігання

**О. Прісс**, канд. с.-г. наук

**А. Кулик**, аспірант

Таврійський державний агротехнологічний університет

**Анотація.** Встановлено тісний зворотний зв'язок між інтенсивністю дихання та загальним вмістом сухих речовин. Виявлено, що в першому періоді зберігання субстратом дихання виступають органічні кислоти, в другому – органічні кислоти, цукри та фенольні речовини.

**Ключові слова:** петрушка, зберігання, гідрогель, фенольні речовини, сухі речовини, титрована кислотність, цукри.

**Respiration rate of parsley during storage.** OLESIA P. PRISS, ALINA S. KULIK (Tavria State Agrotechnological University, Melitopol).

**Abstract.** It is revealed inverse relationship between the intensity of respiration and total dry matter content in parsley. Was established that in the first phase of storage substrate respiration serve organic acids on the second is sugars, acids and phenolic compounds.

**Key words:** parsley, storage, hydrogel, phenolic compounds, dry matter, titribare acidity, total sugars.

Після збору рослинної продукції в ній продовжують протікати метаболічні процеси, одним із яких є дихання. Процес дихання визначається як окисна деструкція складних органічних молекул (цукри, крохмаль, органічні кислоти) у вуглекислий газ, воду та енергію, яку клітини використовують у 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 рослинних тканини, зниження якості та харчової цінності продукції.

Термін зберігання, фізіологічні

розлади, зниження якості продукції через витрати субстратів прямо пропорційні активності дихальних процесів. Тож, під час зберігання рослинної продукції важливо гальмувати інтенсивність дихання, щоб зменшити 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 тощо [9, 12, 13]. Однак при зберіганні зеленних культур, які характеризуються високим рівнем виділення  $\text{CO}_2$ , застосування бага-

тьох післязбиральних заходів є неможливим чи недоцільним [1, 4, 5, 14]. Тож пошук нових способів зберігання зеленних культур, що дадуть змогу ефективно гальмувати респіраторний метаболізм та підтримувати високу товарну якість протягом тривалого періоду є актуальним завданням.

Сповільнити інтенсивність дихання зеленних овочів вдається зниженням температури. Однак, такий метод є дієвим лише на початкових етапах зберігання (до 10-15 доби). У подальшому, інтенсивність дихання зростає внаслідок старіння листя [7]. Іншим способом сповільнення інтенсивності дихання є використання контрольованої або модифікованої атмосфери, що допомагає відсутності прояви пожовтіння та гниття на 2 тижні [6].

Були спроби знизити дихальну активність шляхом використання пі-

Рецензенти: **Загорко Н. П.** канд.тех.наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет; **Григоренко О. В.** канд.тех.наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет

берелінової кислоти та нанорозчину міді [16]. Такі способи дають змогу зберегти високу кількість біологічно активних речовин, однак тривалість зберігання становить лише 14 діб. Відомо зниження інтенсивності дихання зеленних овочів використанням 1-МЦП у поєднанні з хлоридом натрію [11]. Але тривалість зберігання при цьому не більше 2 тижнів. Істотно гальмувати інтенсивність дихання допомагають речовини антиоксидантної дії [3]. Однак екзогенне використання будь-яких покриттів для зеленних культур є ускладненим. Для розв'язання цієї проблеми запропоновано спосіб зберігання зеленних культур у живильному се-

близько 15 км, витримували в камері попереднього охолодження впродовж 6 год. за температури 2–3 °С. Далі зелень петрушки розфасовували у пучки по 150 г та вкладали стеблами у поліетиленові пакети розміром 80×30 мм, попередньо наповненими розчинами гідрогелю аграрного з додаванням антиоксидантів. Пакетик з упакованою зеленню вкладали в пластмасові ящики по 3 кг у кожний, як показано на рис. 1.

За контроль приймали зелень петрушки, котра зберігалася в холодильнику в тих же умовах.

На початкових етапах зберігання спостерігається істотне зниження інтенсивності дихання в усіх варіан-

ті дихання. Проте впродовж усього періоду зберігання кількість виділеного CO<sub>2</sub> у дослідних зразках (в середньому по сезонах збору) була на 48,7% нижчою, ніж у контрольних. Таке зниження інтенсивності дихання допомагає істотно подовжити термін зберігання зелені (72-96 діб). Крім того, сповільнення дихальної активності, сприятливо впливає на вміст сухих речовин під час зберігання зелені петрушки (рис. 4).

Як видно з рис.2, на кінець зберігання контрольного зразку (48 діб) втрати сухих речовин становили 27,2%. У дослідному варіанті на цей час вміст сухих речовин залишився практично незмінним. При подальшому зберіганні дослідних зразків кількість сухих речовин поступово знижувалась, і на кінець зберігання їх вміст склав 74,7% від початкового значення.

Упродовж зберігання також знижується вміст сухих розчинних речовин. На кінець зберігання контрольних зразків він становить, залежно від сезону збору, 62,7-64,4% від початкових значень, у дослідних варіантах – на 28,1-34,5% більше що, ймовірно, пояснюється значно нижчою інтенсивністю протікання метаболічних процесів.

Важливим дихальним субстратом в рослинній клітині під час зберігання слугують цукри [15]. У результаті дихання вуглеводи витрачаються на підтримання нормального метаболізму клітин та цілісності клітинних мембран, тому впродовж зберігання кількість цукрів стабільно знижується. Зелень петрушки осіннього збору накопичила 1,45 мг/100 г цукрів, весняного – 0,96 мг/100 г (рис. 5 а). Втрати цукрів у контрольних варіантах становили в зелені весняного збору 41,8%, осіннього – 59% від початкової кількості. Використання живильного середовища із додаванням антиоксидантів гальмує втрати цукрів при зберіганні петрушки в середньому на 36,6%. Зелень петрушки дослідних зразків за увесь період зберігання (72-96 діб) втратила на 12,7% цукрів менше, ніж контрольних за 30-35 діб.

Така висока збереженість загаль-

**М**етою роботи було з'ясування динаміки інтенсивності дихання зелені петрушки та витрачання субстратів дихання під час зберігання з використанням живильного середовища на основі аграрного гідрогелю та антиоксидантів.

редовищі на основі аграрного гідрогелю та антиоксидантів [2]. Проте відомостей щодо його впливу на дихальний метаболізм тканин зеленних овочів недостатньо.

Тож метою роботи було з'ясування динаміки інтенсивності дихання зелені петрушки та витрачання субстратів дихання під час зберігання з використанням живильного середовища на основі аграрного гідрогелю та антиоксидантів.

Дослідження проводили у 2012–2013 рр. на базі лабораторії технології первинної обробки і зберігання продуктів рослинництва НДІ «Агротехнологій та екології» Таврійського державного агротехнологічного університету м. Мелітополя. Для тривалого зберігання відбирали петрушку сорту Новас, вирощену навесні та восени в умовах відкритого ґрунту згідно з ДСТУ 6010.

Зелень петрушки транспортували до місця зберігання на відстань

тах (рис. 2), що пояснюється впливом низьких температур [10]. При аналогічній динаміці інтенсивності дихання, петрушка весняного збору інтенсивніше виділяла CO<sub>2</sub>, ніж зелень від осіннього збору.

Зелень петрушки контрольних варіантів характеризувалася зниженням інтенсивності дихання до 12 доби. Надалі, після короткого періоду стабілізації дихальної активності, посилюється виділення CO<sub>2</sub>, яке призводить до інтенсифікації процесів дозрівання та старіння, появи в контрольних зразках пожовклого листя і неможливості подальшого зберігання. Тож контрольні зразки знімали зі зберігання на 48 добу (рис. 3).

Застосування живильного розчину із додатковим внесенням до його складу антиоксидантної композиції сприяє зниженню рівня дихання і стабілізації його протягом майже 20 діб. Подальше зберігання веде до зростання інтенсивнос-

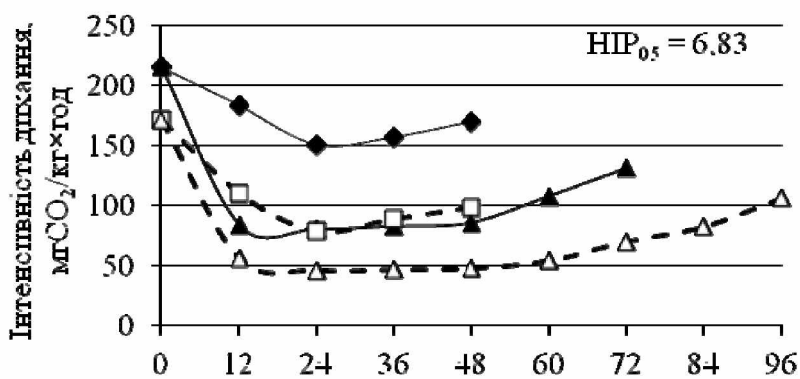


а

б

**Рис. 1. Зелень петрушки під час зберігання:**

а – пучок петрушки під час зберігання з використанням аграрного гідрогелю та антиоксидантів; б – загальний вигляд.



**Рис. 2. Динаміка інтенсивності дихання зелені петрушки сорту Новас (середнє 2012-2013 рр.):**

весна: —◆— — контроль, —▲— — дослід;  
осінь: ---□--- — контроль, ---△--- — дослід.

ного вмісту цукрів петрушки пояснюється істотно нижчим рівнем дихання у варіантах з використанням живильного середовища порівняно з контролем.

За нашими даними, більш активно в дихальний метаболізм залучені кислоти. Динаміка титрованої кислотності при зберіганні зелені петрушки має сезонну специфіку. Титрована кислотність весняної зелені залишалася практично незмінною на початковому етапі зберігання (рис. 5 б). Після 24 доби спостерігається підвищення титрованої кислотності, що, згідно з даними одних учених, пояснюється накопиченням янтарної кислоти, за іншими даними – це результат впливу низької температури на сповільнення дихального процесу.

Для зелені петрушки осіннього збору характерним є зростання рівня титрованих кислот із самого початку зберігання, що є наслідком утворення протонуваних кислот з низькими константами кислотності та більш повільним залученням органічних кислот у дихальні процеси. Адже під час зберігання листя, яблучна кислота руйнується, а продукти її розпаду є метаболітами для утворення лимонної кислоти.

У подальшому відмічено поступове зниження титрованої кислотності до кінця зберігання. Зелень петрушки, яка зберігалась із використанням



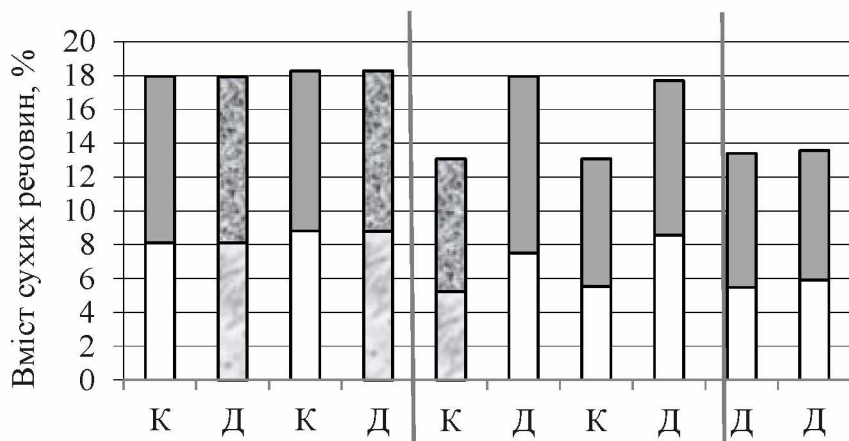
а

б

**Рис. 3. Загальний вигляд зелені петрушки на 45 добу зберігання:**  
а – контроль, б – дослід.

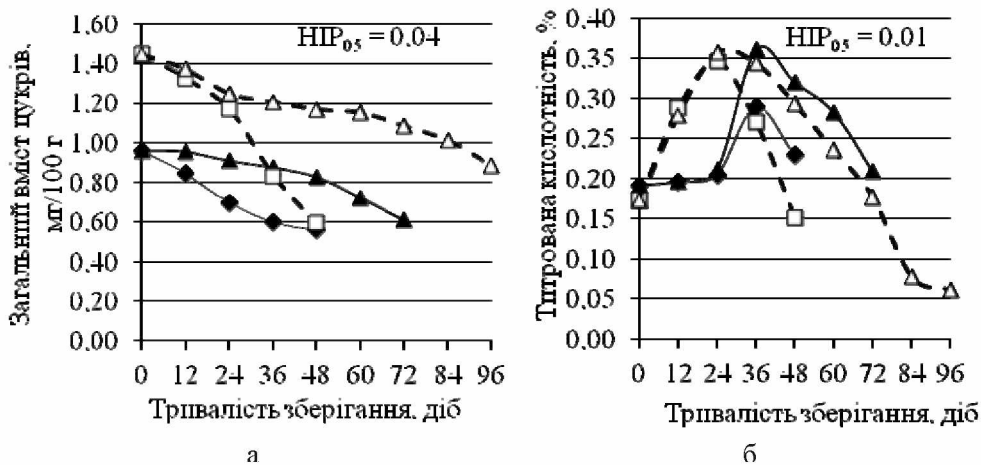
**Кореляція між інтенсивністю дихання та субстратами дихання під час зберігання зелені петрушки**

Сезон збору	Періоди дихальної активності	Субстрат					
		Цукри		Кислоти		Фенольні сполуки	
		контроль	дослід	контроль	дослід	контроль	дослід
Весна	Повністю	-0,25	<b>-0,84</b>	-0,10	-0,36	-0,19	<b>-0,98</b>
	Період зниження	<b>0,71</b>	-0,08	<b>-0,72</b>	<b>-0,66</b>	<b>0,72</b>	<b>-0,71</b>
	Період підйому	<b>-0,91</b>	<b>-0,98</b>	0,11	-0,30	<b>-0,86</b>	<b>-0,98</b>
Осінь	Повністю	-0,49	<b>-0,85</b>	<b>-0,87</b>	<b>-0,90</b>	-0,39	<b>-0,96</b>
	Період зниження	<b>0,61</b>	0,50	<b>-0,79</b>	<b>-0,72</b>	<b>0,66</b>	<b>-0,94</b>
	Період підйому	<b>-0,96</b>	<b>-0,99</b>	<b>-1,00</b>	<b>-0,98</b>	<b>-0,99</b>	<b>-0,99</b>



**Рис. 4. Зміна вмісту сухих речовин під час зберігання зелені петрушки сорту Новас:**

□ – весна, ▨ – осінь; □ – із них сухі розчинні речовини; а – початок зберігання; б – зняття зі зберігання контролю; в – зняття зі зберігання досліді; К – контроль, Д – дослід

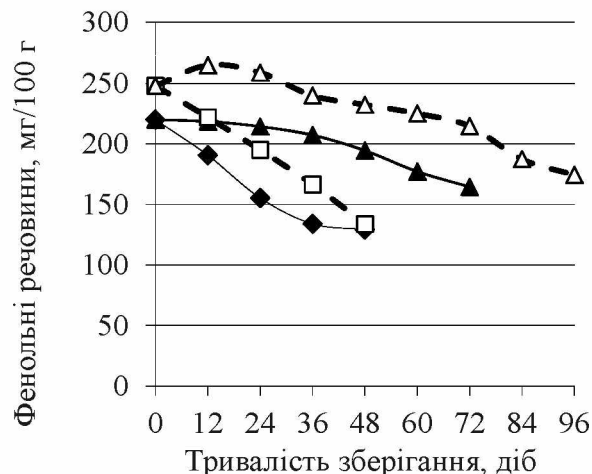


**Рис. 5. Динаміка загального вмісту цукрів та титрованої кислотності зелені петрушки сорту Новас під час зберігання (середнє 2012-2013 рр.):**  
а – цукри, б – кислоти: весна: ◆ – Контроль, ▲ – Дослід; осінь: □ – Контроль, ▨ – Дослід.

живильного середовища на основі аграрного гідрогелю та антиоксидантів, продемонструвала динаміку аналогічну контрольним зразкам, однак темпи зниження титрованої кислотності були повільнішими. Так, на 48 добу зберігання, вміст титрованих кислот перевищував цей показник у контролі в 1,4-1,9 рази залежно від сезону збору.

Як видно з аналізу кореляційних залежностей (табл. 1), між динаміками інтенсивності дихання та вмісту титрованих кислот до 36 доби – середній зворотній зв'язок ( $r = -0,66 - -0,79$ ), після 36 доби зв'язок слабшає в зелені весняного збору ( $r = -0,30-0,11$ ), ймовірно, починаючи з цього моменту в дихання активно залучаються цукри ( $r = -0,91 - -0,98$ ). В зелені осіннього збору на другому етапі активно беруть участь як кислоти ( $r = -0,96 - -0,99$ ), так і цукри ( $r = -0,98 - -1,00$ ).

У дихальний метаболізм також залучені фенольні речовини. На момент закладання на зберігання їх вміст в зелені весняного збору становив 219,9 мг/100 г, осіннього – 249,9 мг/100 г (рис. 6). Упродовж зберігання їх вміст по-



**Рис. 6. Динаміка фенольних речовин зелені петрушки сорту Новас під час зберігання (середнє 2012-2013 рр.):**

весна: ◆ — контроль, ▲ — дослід;  
осінь: □ — контроль, △ — дослід.

ступово знижувався і на 48 добу в контрольних варіантах, дорівнював 54-58,8% від початкового вмісту, що на 29,6-39,7% менше, ніж у дослідних зразках на ту ж саму добу. Таким чином, використання живильного середовища із додаванням антиоксидантів, призводить до сповільнення руйнації поліфенольних сполук.

Фенольні речовини зелені петрушки дослідних зразків залучені в дихальні процеси постійно, на що вказує високий коефіцієнт кореляції  $r = -0,96 - -0,98$ . У контроль-

них варіантах фенольні речовини включаються в дихання з 24-ї доби.

В цілому, в дослідних варіантах між інтенсивністю дихання та динамікою зміни його основних субстратів встановлені вірогідно сильніші кореляційні зв'язки, що доводить позитивний вплив способу зберігання на основі аграрного гідрогелю та антиоксидантів на

узгодженість між вказаними показниками.

Таким чином, використання живильного середовища на основі аграрного гідрогелю та антиоксидантів допомагає підвищити узгодженість процесів дихання з витратою цукрів, кислот та фенольних речовин, що дає змогу подовжити термін якісного зберігання зелені пе-

## Література

1. Гудковський В.А., Кожина Л.В., Балакиреєв А.Е. *Современные и новейшие технологии хранения плодов (физиологические основы, преимущества и недостатки)* // Труды Всероссийского научно-исследовательского института садоводства им. И.В. Мичурина. Научные основы садоводства: Сб. науч. трудов. — Воронеж: Кварта, 2005. — С. 309–325
2. Калитка В.В., Прісс О.П., Кулик А.С., Жукова В.Ф. *Спосіб підготовки зелених овочів до зберігання: пат. 85031 Україна: МПК А 23 В 7/14. / заявник і власник охоронного документа Таєрійський державний аграрно-технологічний університет. — № u201305153; заявл. 22.04.2013; опубл. 11.11.2013, Бюл. №21. — 4с.*
3. Прісс О.П., Жукова В.Ф. *Активність дихальних процесів у плодах томата при зберіганні за дії антиоксидантів* // Збірник наукових праць Уманського НУС. — Умань, 2011. — Вип. 76., Ч.1: Агрономія. — С. 148–155.
4. Cruz-Álvarez O., Martínez-Damián M. T., Beryl Colinas-León M. T. et al. *Cambios de calidad en poscosecha de menta (Mentha x piperita L.) almacenada en refrigeración* // Revista Chapingo Serie Horticultura. — 19(3). — 2013. — P. 287–299.
5. Dhali R.K. *Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review* // Critical reviews in food science and nutrition. — Vol. 53(5). — P. 435–450.
6. Finger F.L., Endres L., Mosquim P.R. et al. *Physiological changes during postharvest senescence of broccoli* // Pesq. agropec. bras., Brasília. — 1999. — V.34, №9. — P.1565–1569.
7. Kim J., Tao Y., Luo Y. *Effect of the combination treatment of 1-methylcyclopropene and acidified sodium chlorite on microbial growth and quality of fresh-cut cilantro* // Postharvest Biology and Technology. — 2007. — V. 46, Issue 2. — P. 144–149.
8. Luo Y., Mcevoy J.L., Wachtel M.R. et al. *Package film oxygen transmission rate affects postharvest biology and quality of fresh-cut cilantro leaves* // HortScience. — 2004. — Vol. 39(3). — P. 567–570.
9. Nei D., Uchino T., Sakai N. et al. *Prediction of sugar consumption in shredded cabbage using a respiratory model* // Postharvest Biology and Technology. — 2006. — № 41. — P. 56–61.
10. Ouzounidou G., Papadopoulou K.K., Asfi M. et al. *Efficacy of different chemicals on shelf life extension of parsley stored at two temperatures* // International Journal of Food Science & Technology. — 2013. — Vol. 48.8. — P. 1610–1617.
11. Saltveit M.E. *Fresh-cut vegetables. Postharvest physiology and pathology of vegetables. — In 6 parts. — Parts 6: Storage characteristics of different categories of vegetables. — New York, 2003. — Vol. 6-5. — P. 691–712.*
12. Gross K.C., Wang C.Y., Saltveit M. et al. *Respiratory metabolism [Electronic resource]* // Agricultural handbook number 66 : The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks US Dept. Agr., Washington, DC. May 2007. — Available at: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/respiratoryMetab.pdf>