

ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ТОВАРІВ

УДК 631.563:635.14

**Олеся ПРИСС,
Аліна КУЛИК**

АНТИОКСИДАНТНИЙ ЗАХИСТ ЗЕЛЕНІ ПЕТРУШКИ ДЛЯ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ

Доведено, що використання аграрного гідрогелю та антиоксидантів сприяє подовженню тривалості зберігання зелені петрушки на 40–55 діб, підвищує вихід товарної продукції на 26 % та максимально зберігає її біологічну цінність. Дослідженнями встановлено, що на перших етапах зберігання провідна роль у захисті зелені петрушки від стресу належить супероксиддисмутазі й каталазі, у подальшому – пероксидазі. Запропонований спосіб доповнює антирадикальне коло антиоксидантного захисту зелені петрушки та регулює нормальний метаболізм речовин при зберіганні.

Ключові слова: зберігання, зелень петрушки, гідрогель, супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза, малоновий діальдегід, антиоксиданти.

Присс О., Кулик А. Антиоксидантная защита зелени петрушки для длительного хранения. Доказано, что использование аграрного гидрогеля и антиоксидантов способствует продолжительности хранения зелени петрушки на 40–55 суток, повышает выход товарной продукции на 26 % и максимально сохраняет ее биологическую ценность. Исследованиями подтверждено, что на первых этапах хранения ведущая роль в защите зелени петрушки от стресса принадлежит супероксиддисмутазе и каталазе, в дальнейшем – пероксидазе. Предложенный способ дополняет антирадикальный круг антиоксидантной системы защиты зелени петрушки и регулирует нормальный обмен веществ при хранении.

Ключевые слова: хранение, зелень петрушки, гидрогель, супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза, малоновый диальдегид, антиоксиданты.

Постановка проблеми. Серед усіх зеленних овочів петрушка містить найбільше кальцію, заліза, фолієвої кислоти. Її цінність також

полягає у високому вмісті вітамінів (С, Е, тіаміну, рибофлавіну, нікотинової кислоти), β -каротину, хлорофілів, ефірних олій [1; 2].

Під час вегетації, після збирання, а особливо при зберіганні рослинна сировина піддається різноманітним стресам і реагує на це утворенням активних форм кисню, які можуть пошкоджувати клітини та призводити до втрат їх споживної цінності [3]. За нормальних умов у рослинах функціонує збалансована система антиоксидантного захисту, яка складається з низько- та високомолекулярних компонентів і здатна утилізувати надлишок активних форм кисню [4]. Найважливішими високомолекулярними антиоксидантами рослин є супероксиддисмутаза (СОД), пероксидаза й каталаза (КАТ) [5].

Проблемі зберігання зеленних овочів присвячено багато наукових праць [6–9], однак жоден із існуючих методів не дає змоги зберегти їх більше трьох тижнів. Одним із нових способів, який сприяє мінімальним втратам товарної якості та біологічної цінності зеленних овочів, є використання аграрного гідрогелю та антиоксидантів, тобто живильного розчину, який істотно подовжує тривалість зберігання [10]. Гідрогель – це гранули особливого полімеру, які поглинають до 250 разів більше води, ніж їхня власна маса, потім віддають її рослинам в міру необхідності. Однак механізм впливу живильного розчину на біохімічні процеси, які протікають в зелені петрушки, та вихід товарної продукції після зберігання не вивчався, що й стало *метою дослідження*.

Матеріали та методи. Дослідження проведено в 2012–2013 рр. на базі лабораторії технології первинної обробки й зберігання продуктів рослинництва НДІ "Агротехнологій та екології" Таврійського державного агротехнологічного університету м. Мелітополя та агропідприємствах Мелітопольського району Запорізької області.

Для тривалого зберігання відібрано петрушку сортів *Оскар* і *Новас*, внесених до державного реєстру сортів [11], вирощену в умовах відкритого ґрунту та якість якої відповідала вимогам ДСТУ 6010:2008 "Петрушка молода свіжа. Технічні умови" [12].

Дослідні варіанти зелені петрушки розфасовано в пучки по 150 г та вкладено стеблами в поліетиленові пакети розміром 80×30 мм, попередньо наповненими живильними розчинами. Основа останніх – 1%-ний аграрний гідрогель із додаванням речовин антиоксидантної дії: 0.25 % хлорофіліпту та різні концентрації іонолу – 0.012; 0.024 і 0.036 %. Контрольний варіант (К) – зелень петрушки без живильних розчинів. Температура зберігання 1 ± 0.5 °С, відносна вологість повітря – 95 ± 3 %.

Вихід товарної продукції після зберігання та природні втрати маси визначено за чинним стандартом [12] і рекомендаціями з досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва [13]; вміст хлорофілів – екстрагуванням пігментів ацетоном із наступним визначенням їх оптичної густини [14]; вміст аскорбінової кислоти – за від-

новленням реактиву Тільманса [15]. Активність ферментів зелені петрушки визначено: супероксиддисмутази – за її здатністю інгібувати реакцію аутоокислення адреналіну в лужному середовищі [16]; пероксидази – титруванням нерозкладеного залишку перекису водню при окисленні пірокатехіну [17]; каталази – титруванням нерозкладеного залишку перекису водню тіосульфатом натрію [18]. Концентрацію малонового діальдегіду визначено тіобарбітуровим методом [14]. Повторюваність дослідів – п'ятикратна. Математичну обробку результатів досліджень проведено за Б. О. Доспеховим [19] і комп'ютерними програмами *Microsoft Office Excel 2007*.

Результати досліджень. Після зберігання контрольних варіантів зелені петрушки сортів *Оскар* і *Новас* вихід стандартної продукції коливався в межах 70–75 % з урахуванням природної втрати маси. У варіантах із живильними розчинами при концентрації іонолу 0.024 % вихід товарної продукції на 32–45 добу (термін зняття зі зберігання контрольних варіантів) у середньому за два роки досліджень становив майже 99 і 98 % для сортів *Оскар* і *Новас* відповідно. Загальні втрати маси за період дослідження становили майже 19 %, що співпадає з результатами інших дослідників [7, с. 102; 20]. Отже, використання аграрного гідрогелю та антиоксидантів дає змогу не лише подовжити тривалість зберігання на 40–55 діб, а й підвищити вихід товарної продукції порівняно з контролем у середньому на 23–29 % (табл. 1).

Використання живильного середовища й антиоксидантної композиції уможлиблює зберегти на більш високому рівні такі біологічно-активні речовини, як вітамін С і хлорофіли. Вміст вітаміну С на початку зберігання в середньому за роки досліджень становив 144.4 і 154.3 мг/100 г для сортів *Оскар* і *Новас* відповідно. Під час зберігання він поступово знижувався, причому в контрольних варіантах аскорбінова кислота витрачалася інтенсивніше, і на кінець зберігання її вміст залежно від сорту становив 49–55 % початкової кількості, в той час як у зразках із додаванням антиоксидантної композиції – на 9–15 % більше. Щодо вмісту хлорофілів, то відповідні цифри такі: в контрольних варіантах збережено 59–76 % початкового вмісту, в дослідних – на 12–13 % більше (див. табл. 1).

Із метою кращої збереженості зелень петрушки після зрізання охолоджується, однак для неї це є сильним стресом, в результаті якого починають утворюватися активні форми кисню. Перша лінія антиоксидантного захисту системи базується на ферменті супероксиддисмутаза, функція якої – дисмутація супероксидних радикалів. Результатом дисмутації супероксидних аніонів є пероксид гідрогену. Відповідною ланкою антиоксидантного захисту рослин є група ферментів, які утилізують пероксид гідрогену, для чого активується каталаза й пероксидаза [3; 21].

Таблиця 1

Якість зелені петрушки після зберігання

 $M \pm m; n = 5$

Сорт, рік урожаю	Вміст іонолу в живильному розчині, %	Тривалість зберігання, днів	Товарна якість, %			Природна втраата маси, %	Вітамін С мг/100 г	Хлорофіли
			стандарт	нестандарт	відхід			
Оскар 2012	0 (контроль)	45	75.08 ± 3.2	6.85 ± 2.11	2.04 ± 1.8	16.03 ± 1.42	72.65 ± 3.48	2.40 ± 0.15
	0.012	85	75.32 ± 3.32*	4.44 ± 2.09*	1.89 ± 1.42*	18.34 ± 1.36*	90.26 ± 4.40*	2.49 ± 0.28*
	0.024	100	82.1 ± 0.93*	2.17 ± 0.77*	0.50 ± 0.43*	15.23 ± 1.87*	96.87 ± 3.48*	2.72 ± 0.06*
	0.036	85	75.85 ± 3.19*	5.06 ± 1.93*	1.63 ± 1.61*	17.46 ± 0.92*	92.46 ± 4.05*	2.34 ± 0.30*
Новас 2012	0 (контроль)	35	74.12 ± 1.83	8.82 ± 1.47	1.03 ± 0.85	16.25 ± 1.38	57.24 ± 3.48	2.21 ± 0.16
	0.012	80	76.56 ± 1.91*	4.48 ± 1.83*	0.61 ± 0.08*	17.02 ± 0.58*	85.86 ± 2.20*	2.22 ± 0.12*
	0.024	90	79.73 ± 2.74*	1.85 ± 0.72*	3.19 ± 2.64*	16.68 ± 1.08*	88.06 ± 3.48*	2.53 ± 0.15*
	0.036	80	77.32 ± .66*	4.78 ± 1.59*	0.45 ± 0.26*	16.82 ± 1.26*	87.18 ± 3.69*	2.24 ± 0.13*
<i>HIP</i> ₀₉₅		—	2.49	1.51	1.69	1.66	4.73	0.22
Оскар 2013	0 (контроль)	40	70.16 ± 2.88	8.89 ± 1.22	4.35 ± 2.39	16.59 ± 0.92	97.71 ± 2.44	1.24 ± 0.03
	0.012	70	73.11 ± 2.06*	6.92 ± 1.55*	1.00 ± 0.77*	18.96 ± 1.30*	99.07 ± 4.92*	1.27 ± 0.04*
	0.024	80	78.78 ± 1.51*	4.39 ± 1.49*	0.58 ± 0.28*	16.25 ± 1.25*	105.72 ± 6.52*	1.29 ± 0.02*
	0.036	70	74.02 ± 1.42*	6.84 ± 1.10*	0.57 ± 0.41*	18.57 ± 1.25*	101.27 ± 2.70*	1.26 ± 0.03*
Новас 2013	0 (контроль)	32	69.5 ± 1.37	10.26 ± 0.67	3.35 ± 1.32	16.89 ± 1.18	79.97 ± 3.36	0.97 ± 0.02
	0.012	65	76.05 ± 1.78*	5.78 ± 1.42*	0.63 ± 0.61*	17.54 ± 0.64*	85.86 ± 1.82*	1.17 ± 0.18*
	0.024	75	77.26 ± 1.95*	5.09 ± 1.44*	0.64 ± 0.53*	17.01 ± 1.39*	91.38 ± 5.47*	1.35 ± 0.07*
	0.036	65	75.41 ± 2.92*	5.38 ± 2.30*	1.31 ± 0.85*	17.90 ± 0.85*	88.06 ± 3.48*	1.21 ± 0.05*
<i>HIP</i> ₀₉₅		—	2.71	1.85	1.46	1.39	5.31	0.10

* Відмінності достовірні при порівнянні з контролем при $p < 0.05$.

У ході досліджень виявлено, що активність супероксиддисмутази в зелені петрушки сорту *Оскар* вища, ніж в сорті *Новас*, як на момент закладання, так і протягом усього періоду зберігання (рис. 1, табл. 2). Однак динаміка активності СОД для зелені петрушки обох сортів є аналогічною. На початку зберігання спостерігалось зростання активності СОД у контрольних варіантах до 146–252 % інгібування аутоокислення адреналіну залежно від сорту та до 150–295 % у дослідних.

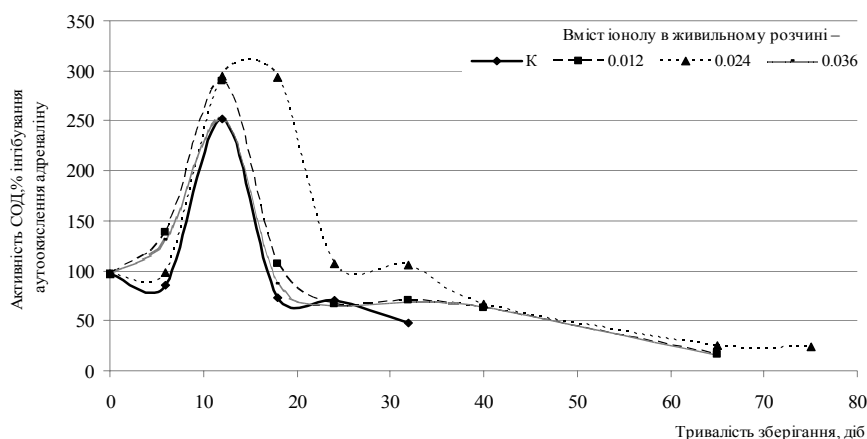


Рис. 1. Активність супероксиддисмутази при зберіганні зелені петрушки сорту *Новас*

Таблиця 2

Активність супероксиддисмутази при зберіганні зелені петрушки сорту *Оскар* осіннього збору, % інгібування аутоокислення адреналіну

Тривалість зберігання, днів	Контроль	Вміст іонулу в живильному розчині, %			HIP ₀₉₅	Sx, %
		0.012	0.024	0.036		
0		116.52 ± 2.38				–
10	146.18 ± 3.07	150.00 ± 2.55*	163.61 ± 2.72*	156.00 ± 4.30*	5.04	1.06
20	81.13 ± 2.77	145.90 ± 2.71*	147.47 ± 2.45*	146.68 ± 2.47*	3.57	0.59
30	77.39 ± 3.63	97.10 ± 2.41*	101.28 ± 1.82*	99.19 ± 2.49*	4.15	1.44
40	55.40 ± 2.39	79.73 ± 5.33*	89.57 ± 4.06*	81.13 ± 1.10*	5.54	2.35
65	–	55.63 ± 3.57*	66.02 ± 2.55*	58.69 ± 2.00*	8.04	2.2
80	–		65.54 ± 2.37*		–	–

* Різниця достовірна при порівнянні з контролем при $p < 0.05$.

Далі активність СОД поступово знижувалася і на кінець зберігання контрольних варіантів становила 47–55 %, дослідних – 69–90 %. Найбільш високу активність СОД протягом усього періоду зберігання спостерігали при використанні живильного розчину з концентрацією іонулу 0.024 % в обох сортах.

Каталаза завжди присутня в системах, де відбуваються процеси клітинного дихання за участю цитохромів, тобто там, де в результаті відновлення кисню утворюється перекис водню [22].

До 10-тої доби зберігання зелені петрушки сортів *Оскар* і *Новас* спостерігалось підвищення активності каталази до 375–490 мкмоль $\text{H}_2\text{O}_2/\text{г} \cdot \text{хв}$ у контрольних зразках та до 380–700 – у дослідних (рис. 2, табл. 3).

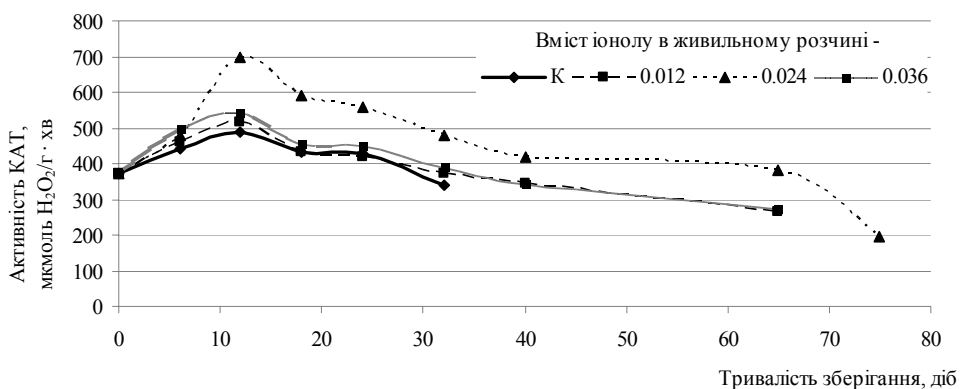


Рис. 2. Активність каталази при зберіганні зелені петрушки сорту *Новас*

Таблиця 3

Активність каталази при зберіганні зелені петрушки сорту *Оскар*, мкмоль $\text{H}_2\text{O}_2/\text{г} \cdot \text{хв}$

Тривалість зберігання, дів	Контроль	Вміст іонулу в живильному розчині, %			HIP ₀₉₅	Sx, %
		0.012	0.024	0.036		
0		349.70 ± 5.04				–
10	375.01 ± 24.62	378.02 ± 10.29*	380 ± 32.25*	379.01 ± 9.05*	32.17	2.76
20	307.01 ± 32.61	341.03 ± 33.43*	346 ± 34.30*	341.04 ± 39.12*	17.23	1.67
30	247.90 ± 52.78	274 ± 35.44*	306 ± 31.40*	275.9 ± 40.10*	18.05	2.12
40	215 ± 24.21	239 ± 34.44*	287 ± 43.43*	245 ± 39.17*	14.09	1.85
65	–	219.03 ± 22.14*	275.70 ± 27.60*	223.04 ± 25.88*	35.74	2.46
80	–	–	251.03 ± 26.71*	–	–	–

* Різниця достовірна при порівнянні з контролем при $p < 0.05$.

Починаючи з 13-тої доби, відбувалось поступове зниження активності ферменту, й на кінець зберігання контрольних варіантів активність каталази становила 215–340 мкмоль $\text{H}_2\text{O}_2/\text{г} \cdot \text{хв}$, в дослідних відповідно 239–478 залежно від сорту та варіанта обробки. Аналогічно СОД найвищою активністю каталази протягом усього періоду збері-

гання характеризувалася зелень петрушки із використанням живильного розчину з концентрацією іонулу 0.024 % для обох сортів.

Однак каталаза має низьку спорідненість до субстрату (H_2O_2) і починає працювати тільки при достатньо високому вмісті перекису [22]. У зв'язку з цим, а також, оскільки каталаза практично відсутня в низці компартментів клітини, існує необхідність функціонування інших ферментів, задіяних в детоксикації перекису водню (зокрема, пероксидази), які каталізують реакції відновлення перекису водню за участю різних субстратів.

Отримані результати досліджень (рис. 3, табл. 4) показують, що на першому етапі зберігання пероксидазна активність знижується як у контрольних, так і в дослідних зразках. Мінімальне значення активності пероксидази спостерігається на 12-ту (Новас) та 10-ту (Оскар) добу зберігання. Надалі активність пероксидази поступово зростає.

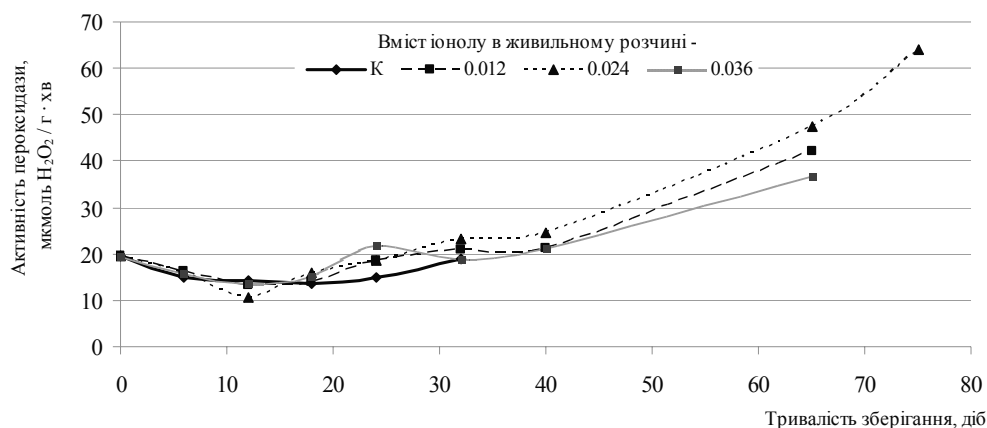


Рис. 3. Активність пероксидази при зберіганні зелені петрушки сорту Новас

Таблиця 4

Активність пероксидази при зберіганні зелені петрушки сорту Оскар, мкмоль H_2O_2 / г · хв

Тривалість зберігання, днів	Контроль	Вміст іонулу в живильному розчині, %			HIP ₀₉₅	Sx, %
		0.012	0.024	0.036		
0		33.13 ± 3.22				—
10	4.75 ± 2.56	2.46	21.73 ± 1.69*	25.35 ± 1.67*	1.50	
20	20.45 ± 2.25	1.27	39.11 ± 1.41*	35.56 ± 1.32*	1.25	
30	28.12 ± 3.47	2.25	44.07 ± 4.17*	36.48 ± 3.53*	2.48	
40	75.40 ± 7.84	1.63	120.00 ± 5.32*	110.40 ± 2.77*	5.11	
65	—	1.28	96.71 ± 5.52*	86.88 ± 1.75*	6.86	
80	—	—	94.71 ± 1.36*		—	—

* Різниця достовірна при порівнянні з контролем при $p < 0.05$.

Оцінити інтенсивність вільнорадикального окислення в зелені петрушки можна визначенням концентрації малонового діальдегіду (МДА) в мембранах клітин. Малоновий діальдегід – кінцевий продукт перекисного окислення ліпідів. Він може служити критерієм фізіологічного стану овочів під час зберігання, об'єктивно й точно характеризувати їхній потенціал і здатність адаптуватися до стресових умов.

Фоновий рівень малонового діальдегіду на початку зберігання становив у зелені петрушки сорту *Новас* – 8,7, а сорту *Оскар* – 19,4 нмоль/г (рис. 4, табл. 5).

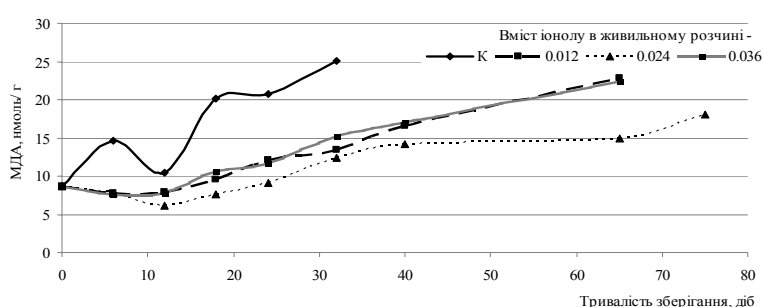


Рис. 4. Динаміка малонового діальдегіду при зберіганні зелені петрушки сорту *Новас*

Незалежно від ботанічних особливостей в зелені петрушки, яка зберігалась із використанням живильного розчину з додаванням антиоксидантної композиції, в перші 10–12 дб зберігання спостерігалось істотне зниження рівня малонового діальдегіду. На противагу цьому в контролі його рівень знижувався менш суттєво.

Таблиця 5

Динаміка МДА при зберіганні зелені петрушки сорту *Оскар*, нмоль/г

Тривалість зберігання, дб	Контроль	Вміст іонолу в живильному розчині, %			HIP ₀₉₅	Sx, %
		0.012	0.024	0.036		
0		19.35 ± 0.97				–
10	18.02 ± 0.46	1.25	15.51 ± 0.86*	17.05 ± 0.89*	0.66	
20	19.60 ± 1.59	2.75	15.47 ± 2.20*	17.05 ± 2.41*	1.47	
30	24.59 ± 1.59	1.75	17.82 ± 2.07*	19.86 ± 1.62*	1.11	
40	38.55 ± 2.80	2.06	18.74 ± 1.63*	21.06 ± 3.73*	1.59	
65	–	1.15	23.02 ± 6.35*	28.87 ± 5.24*	1.92	
80	–	–	26.17 ± 2.49*	–	–	

* Різниця достовірна при порівнянні з контролем при $p < 0.05$.

На кінець зберігання контрольних зразків зелені петрушки концентрація малонового діальдегіду майже в 2 рази перевищує цей показник в обробленій зелені.

Отже, застосування живильного розчину з речовинами антиоксидантної дії сприяє адекватному функціонуванню ендогенної антиоксидантної системи на зелень петрушки в стресових умовах.

Висновки. Встановлено, що використання аграрного гідрогелю та антиоксидантів сприяє подовженню тривалості зберігання зелені петрушки на 40–55 діб, уможлиблює підвищити вихід товарної продукції після зберігання на 26 % та максимально стабілізувати біологічну цінність зелені петрушки: збереженість вітаміну С у дослідних варіантах на 9–15, а хлорофілів – на 12–13 % вища, ніж в контрольних.

На перших етапах зберігання провідна роль у захисті зелені петрушки від стресу належить саме супероксиддисмутазі та каталазі, у другій половині зберігання – пероксидазі. Експериментально доведено доцільність використання живильного розчину з препаратами антиоксидантної дії (з концентрацією іюнолу 0.024 %) з метою доповнення антирадикального кола антиоксидантної системи зелені петрушки для профілактики та корекції порушень обміну речовин при зберіганні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Athar N. The concise New Zealand food composition tables / N. Athar, T. W. Spriggs, P. Liu. — 4th Ed. NZ Inst. Crop & Food Res. — Palmerston North, NZ. — 1999. — Way of access : <http://www.ne-postharvest.com/hb66/100parsley.pdf>.
2. Benamotz A. Analysis of carotenoids with emphasis on 9-cis β -carotene in vegetables and fruits commonly consumed in Israel / A. Benamotz, R. Fishler // Food Chem. — 1998. — Vol. 62. — P. 515—520.
3. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions / Pallavi Sharma, Ambuj Bhushan Jha, Rama Shanker Dubey, Mohammad Pessarakli // Journal of Botany. — 2012, Article ID 217037, 26 pages. — Way of access : <http://dx.doi.org/10.1155/2012/217037>.
4. Foyer C. H. Understanding oxidative stress and antioxidant functions to enhance photosynthesis / Christine H. Foyer, Shigeru Shigeoka // Plant Physiology. — 2011. — Vol. 155, N 1. — P. 93—100.
5. Gill S. S. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants / Sarvajeet Singh Gill, Narendra Tuteja // Plant Physiology and Biochemistry. — 2010. — Vol. 48, N 12. — P. 909—930.
6. Колтунов В. А. Хранение скоропортящихся овощей / В. А. Колтунов // Картофель и овощи. — 1969. — № 8. — С. 26—27.
7. Пономарев П. Ф. Прогрессивные технологии возделывания, реализации и хранения овощей / П. Ф. Пономарев. — Львов : Вища шк. : Изд-во при Львовском ун-те, 1989. — 152 с.

8. Пат. 7851002 В2 США, А 23 В7/00, А 23 В7/157, А 23 L3/358, А 23 L3/3508, А 23 В7/16, А 23 В7/153, А 23 В7/105, А 23 В7/10, А 23 L3/3454, А 23 В7/154. Методы сохранения свежих продуктов / Chao Chen, Xiaoling Dong, Ihab M. Heikal ; заявитель и патентообладатель Mantrose-Haeuser Company, Inc. — № 12/749, 113 ; заявл. 29.03.2010 ; опубл. 14.12. 2010.
9. Пат. 5316778 США, А 23 N 15/00, А 23 В 7/022, А 23 В 7/00, А 23 L 1/2123, А 23 В 7/157, А 23 В 7/05. Способ обработки листовых овощей для длительного хранения / John K. Hougham; заявитель и патентообладатель Global Prepcorp. — № 07/800,494 ; заявл. 29.11.1991 ; опубл. 31.05.1994.
10. Пат. 85031 України, МПК А 23 В 7/14. Спосіб підготовки зеленних овочів до зберігання / Калитка В. В., Прісс О. П., Кулик А. С., Жукова В. Ф. ; заявник і власник охоронного документа Таврійський держ. агротехнологічний ун-т. — № u201305153 ; заявл. 22.04.2013 ; опубл. 11.11.2013, Бюл. № 21.
11. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2012 році / Мінагрополітики України. — Режим доступу : <http://www.agroscience.com.ua/views/perelik-sortiv>.
12. Петрушка молода свіжа. Технічні умови : ДСТУ 6010:2008. — [Чинний від 2010—01—01]. — К : Держспоживстандарт України, 2011. — 14 с.
13. Скалецька Л. Ф. Основи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва / Л. Ф. Скалецька, Г. І. Подпрятков, О. В. Завадська. — К. : НАУ, 2006. — 202 с.
14. Мусієнко М. М. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин / М. М. Мусієнко, Т. В. Паршикова, П. С. Славний. — К. : Фітосоціоцентр. — 2001. — 200 с.
15. Найченко В. М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства / В. М. Найченко. — К. : ФАДА ЛТД, 2001. — 211 с.
16. Пат. 2144674 Российская Федерация, МПК⁷ G 01 N33/52, G 01 N33/68. Способ определения антиоксидантной активности супероксиддисмутазы и химических соединений / Сирота Т. В. ; заявитель и патентообладатель Сирота Т. В. — № 99103192/14 ; заявл. 24.02.1999 ; опубл. 20.01.2000.
17. Землянухин А. А. Малый практикум по биохимии : учебн. пособ. / Александр Алексеевич Землянухин. — Воронеж : Изд-во ВГУ, 1985. — 128 с.
18. Грицаєнко З. М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / З. М. Грицаєнко, А. О. Грицаєнко, В. П. Карпенко. — К. : ЗАТ "НІЧЛАВА", 2003. — 320 с.
19. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. — М. : Агропромиздат, 1985. — 351 с.
20. Hruschka H. W. Storage and shelf-life of packaged watercress, parsley and mint / H. W. Hruschka, C. Y. Wang // USDA Mkt. Res. Rep. N 1101. — 1979.
21. Гарифзянов А. Р. Образование и физиологические реакции активных форм кислорода в клетках растений / А. Р. Гарифзянов, Н. Н. Жуков, В. В. Иванищев // Современные проблемы науки и образования :

- електронний науч. журн. / Биологические науки. — Тула, 2011. — № 2. —
Режим доступа : <http://www.science-education.ru/pdf/2011/2/garifzyanov.pdf>.
22. Рогожин В. В. Peroксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов / В. В. Рогожин. — СПб. : ГИОРД, 2004. — 240 с.

Стаття надійшла до редакції 02.04.2014.

Priss O., Kulik A. The antioxidatic protection for parsley at long-term storage.

Background. Usage of agrarian hydrogel and antioxidants, that is a nutrient solution, considerably extending shelf-life, is one of the new methods enabling minimal loss of commercial quality and biological value of green vegetables.

Material and methods. Parsley species *Oskar* and *Novas* grown under the open sky have been chosen for a long-term storage. The test samples of parsley greens were packaged into bunches 150 g each and put stalks forth into plastic packets 80 x 30 mm filled with a nutrient solutions. The latter were based on compositions of 1 % agrarian hydrogel and substances with antioxidant action: 0.25 % chlorophyllipt and various concentrations of ionol – 0.012; 0.024 and 0.036 %. Parsley greens stored without nutrient solutions were taken as a reference lot. The greens were stored under temperature 1 ± 0.5 °C and relative humidity of air 95 ± 3 %.

Results. It has been proved that usage of agrarian hydrogel and antioxidants extends parsley shelf-life up to 40–55 days, enables to increase post-storage marketable outcome of produce by 26 % and to get maximum stabilization of biological value of parsley: the content of vitamin C in the test samples is by 9–15 and of chlorophyll is by 12–13 % higher than in the reference ones.

Conclusion. Superoxide dismutase and catalase play a leading role in protection of parsley from stress at the first stages of storage, and so does peroxidase during the second half of storage period. Expediency of usage of nutrient solution containing antioxidants (ionol concentration of 0.024 %) for expanding antiradical area of antioxidant system of parsley for prevention and correction of metabolic disorders occurring during storage has been experimentally proved.

Keywords: storage, parsley, hydrogel, superoxide dismutase, catalase, peroxidase, malondialdehyde, antioxidant.

REFERENCES

1. Athar N. The concise New Zealand food composition tables / N. Athar, T. W. Spriggs, P. Liu. — 4th Ed. NZ Inst. Crop & Food Res. — Palmerston North, NZ. — 1999. — Way of access : <http://www.ne-postharvest.com/hb66/100parsley.pdf>.
2. Benamotz A. Analysis of carotenoids with emphasis on 9-cis β -carotene in vegetables and fruits commonly consumed in Israel / A. Benamotz, R. Fishler // Food Chem. — 1998. — Vol. 62. — P. 515—520.
3. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions / Pallavi Sharma, Ambuj Bhushan Jha, Rama Shanker Dubey, Mohammad Pessarakli // Journal of Botany. — 2012, Article ID 217037, 26 pages. — Way of access : <http://dx.doi.org/10.1155/2012/217037>.
4. Foyer C. N. Understanding oxidative stress and antioxidant functions to enhance photosynthesis / Christine H. Foyer, Shigeru Shigeoka // Plant Physiology. — 2011. — Vol. 155, N 1. — P. 93—100.
5. Gill S. S. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants / Sarvajeet Singh Gill, Narendra Tuteja // Plant Physiology and Biochemistry. — 2010. — Vol. 48, N 12. — P. 909—930.

6. Koltunov V. A. Hranenie skoroportjashhihsja ovoshhej / V. A. Koltunov // Kartoffel' i ovoshhi. — 1969. — № 8. — S. 26—27.
7. Ponomarev P. F. Progressivnye tehnologii vzdelyvanija, realizacii i hranenija ovoshhej / P. F. Ponomarev. — L'vov : Vishha shk. : Izd-vo pri L'vovskom un-te, 1989. — 152 s.
8. Pat. 7851002 V2 SShA, A 23 B7/00, A 23 B7/157, A 23 L3/358, A 23 L3/3508, A 23 B7/16, A 23 B7/153, A 23 B7/105, A 23 B7/10, A 23 L3/3454, A 23 B7/154. Metody sohraneniya svezhih produktov / Chao Chen, Xiaoling Dong, Ihab M. Hekal ; zajavitel' i patentoobladatel' Mantrose-Haeuser Company, Inc. — № 12/749, 113 ; zajavl. 29.03.2010 ; opubl. 14.12. 2010.
9. Pat. 5316778 SShA, A 23 N 15/00, A 23 B 7/022, A 23 B 7/00, A 23 L 1/2123, A 23 B 7/157, A 23 B 7/05. Sposob obrabotki listovyh ovoshhej dlja dlitel'nogo hranenija / John K. Hougham; zajavitel' i patentoobladatel' Global Prepcorp. — № 07/800,494 ; zajavl. 29.11.1991 ; opubl. 31.05.1994.
10. Pat. 85031 Ukrai'ny, MPK A 23 B 7/14. Sposib pidgotovky zelennyh ovochiv do zberigannja / Kalytka V. V., Priss O. P., Kulyk A. S., Zhukova V. F. ; zajavnyk i vlasnyk ohoronnoho dokumenta Tavrijs'kyj derzh. agrotehnologichnyj un-t. — № u201305153 ; zajavl. 22.04.2013 ; opubl. 11.11.2013, Bjul. № 21.
11. Derzhavnyj rejestr sortiv roslyn, prydatnyh dlja poshyrennja v Ukrai'ni u 2012 roci / Minagropolityky Ukrai'ny. — Rezhym dostupu : <http://www.agroscience.com.ua/views/perelik-sortiv>.
12. Petrushka moloda svizha. Tehnichni umovy : DSTU 6010:2008. — [Chynnyj vid 2010—01—01]. — K : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2011. — 14 s.
13. Skalec'ka L. F. Osnovy naukovyh doslidzhen' zi zberigannja ta pererobky produkcii' roslynnyctva / L. F. Skalec'ka, G. I. Podprjatov, O. V. Zavads'ka. — K. : NAU, 2006. — 202 s.
14. Musijenko M. M. Spektrofotometrychni metody v praktyci fiziologii', biohimii' ta ekologii' roslyn / M. M. Musijenko, T. V. Parshykova, P. S. Slavyj. — K. : Fitosociocentr. — 2001. — 200 s.
15. Najchenko V. M. Praktykum z tehnologii' zberigannja i pererobky plodiv ta ovochiv z osnovamy tovaroznavstva / V. M. Najchenko. — K. : FADA LTD, 2001. — 211 s.
16. Pat. 2144674 Rossijskaja Federacija, MPK7 G 01 N33/52, G 01 N33/68. Sposob opredelenija antioksidantnoj aktivnosti superoksiddismutazy i himicheskikh soedinenij / Sirota T. V. ; zajavitel' i patentoobladatel' Sirota T. V. — № 99103192/14 ; zajavl. 24.02.1999 ; opubl. 20.01.2000.
17. Zemljanuhin A. A. Malyj praktikum po biohimii : uchebn. posob. / Aleksandr Alekseevich Zemljanuhin. — Voronezh : Izd-vo VGU, 1985. — 128 s.
18. Grycajenko Z. M. Metody biologichnyh ta agrohimichnyh doslidzhen' roslyn i g'runtiv / Z. M. Grycajenko, A. O. Grycajenko, V. P. Karpenko. — K. : ZAT "NICH LAVA", 2003. — 320 s.
19. Dosphehov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) / B. A. Dosphehov. — M. : Agro-promizdat, 1985. — 351 s.
20. Hruschka H. W. Storage and shelf-life of packaged watercress, parsley and mint / H. W. Hruschka, C. Y. Wang // USDA Mkt. Res. Rep. N 1101. — 1979.
21. Garifzjanov A. R. Obrazovanie i fiziologicheskie reakcii aktivnyh form kisloroda v kletkah rastenij / A. R. Garifzjanov, N. N. Zhukov, V. V. Ivanishhev // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija : jelektronnyj nauch. zhurn. / Biologicheskie nauki. — Tula, 2011. — № 2. — Rezhym dostupa : <http://www.science-education.ru/pdf/2011/2/garifzyanov.pdf>.
22. Rogozhin V. V. Peroksidaza kak komponent antioksidantnoj sistemy zhivyh organizmov / V. V. Rogozhin. — SPb. : GIORD, 2004. — 240 s.