



ЗБЕРІГАННЯ ЗЕЛЕНІ ШПИНАТУ В ЖИВИЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Прісс О. П., д. т. н.,

Булавицька К. В.,

Коляденко В. В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

E-mail: olesyapriess@gmail.com

Анотація. Шпинат користується попитом у споживачів та вирізняється високим вмістом цінних фітонутрієнтів. Однак, значна частина фітонутрієнтів зеленних овочів втрачається на етапах післязбиральної обробки, зберігання, і, особливо, під час заморожування, сушіння та консервування. Для подовження термінів зберігання і стабілізації вмісту біологічно активних речовин запропонована технологія зберігання шпинату в живильному середовищі на основі гідрогелю та хлорофіліпту. Встановлено, що зберігання шпинату у живильному середовищі з гідрогелем та хлорофіліптом сприяє подовженню терміну зберігання та стабілізації вмісту фітонутрієнтів.

Ключові слова: шпинат, зберігання, живильне середовище, гідрогель, хлорофіли, каротиноїди, аскорбінова кислота.

Постановка проблеми. Численні дослідження свідчать, що стратегія здорового харчування з підвищеним споживанням плодів та овочів відіграє важливу роль у профілактиці захворювань серця, раку, інсульту, діабету, хвороби Альцгеймера, катаракти, деменції та уповільнення темпів когнітивних розладів у похилому віці [1, 2]. Така ефективність плодів та овочів пов'язана з високими концентраціями фітонутрієнтів - вітамінів, фенольних сполук, флавоноїдів, каротиноїдів [3]. Сьогодні заохочення збільшення споживання овочів і фруктів є політикою у сфері харчування та здоров'я західних суспільств та переважною стратегією профілактики захворювань і оздоровлення населення у всьому світі [4, 5]. Окреслена тенденція вимагає від плодоовочівників розширювати виробництво і асортимент продукції та використовувати ефективні способи зберігання швидкопсувної рослинної сировини [5].

Аналіз останніх досліджень. Серед усіх груп плодоовочевої продукції зелені листові овочі вирізняються надзвичайно високим вмістом цінних фітонутрієнтів [6, 7]. Досить універсальним зеленим овочем є шпинат, адже його зазвичай використовують в якості салату, вареного овочу чи як компонент багатьох м'ясних і овочевих страв. Зелень шпинату користується попитом в українських споживачів, а в



багатьох країнах виходить на перше місце за популярністю серед зелених культур [8]. Листя шпинату багате мінеральними солями, вітамінами, провітаміном А, каротиноїдами, солями заліза, йоду, і фолієвою кислотою [9, 10].

Однак, значна частина фітонутрієнтів зелених овочів втрачається на етапах післязбиральної обробки, зберігання, і, особливо, під час заморожування, сушіння та консервування [11-14].

Зелень шпинату рекомендують зберігати при температурі близько 0 °С та відносній вологості не нижче 95 % від 14 до 18 діб [15]. Збільшення температури зберігання до 5 °С призводить до скорочення терміну зберігання до 7 діб. А подальше збільшення до 10 °С скорочує тривалість зберігання до 3..4 діб. Достатню якість протягом 14 діб забезпечує лише застосування упаковки, що перешкоджає в'яненню продукції та дотримання температури 0 °С [16]. Проте, відомо, що застосування пакувальних плівок часто призводить до загнивання продукції [17]. Відомий ефективний спосіб зберігання зелені петрушки на основі живильного середовища з гідрогелю та антиоксидантів, який дозволяє стабілізувати вміст біологічно активних речовин та продовжити термін зберігання до 90 діб [18]. Однак, видова та сортова специфіка рослинної сировини будуть важливими детермінантами біохімічної відповіді тканин, що вимагає подальших досліджень.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є обґрунтування елементів технології зберігання шпинату, з використанням живильного середовища на основі гідрогелю та антиоксиданту, що дозволить подовжити терміни зберігання та стабілізувати вміст фітонутрієнтів.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Встановити вплив живильного середовища на термін зберігання шпинату різних сортів.
2. З'ясувати вплив живильного середовища на збереженість аскорбінової кислоти під час зберігання шпинату різних сортів.
3. Дослідити вплив живильного середовища на збереженість хлорофілів і каротиноїдів під час зберігання шпинату різних сортів.

Методи і матеріали досліджень. Експериментальні дослідження були проведені в лабораторії технології первинної переробки і зберігання продуктів рослинництва НДІ Агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету м. Мелітополя. Дослідження проводилися у 2017 та 2018 роках.

У дослідженнях використовували ранньостиглі сорти шпинату Боа та Вірофле осіннього збору. На зберігання закладали сировину стандартної якості. Зелень шпинату фасували у пучки по 150 г та вкладали стеблами у поліетиленові пакети, попередньо наповнені живильним середовищем. Застосовували два різні варіанти живильного



середовища. Варіант 1 - живильне середовище, що містить водний розчин 1% агрогелю. Варіант 2 - живильне середовище, що містить водний розчин 1% агрогелю та 0,25% антиоксиданту хлорофіліпту. За контроль приймали шпинат без живильного середовища. Температура зберігання $1 \pm 1^\circ\text{C}$, відносна вологість повітря $95 \pm 3\%$.

Вміст аскорбінової кислоти визначали методом йодометричного титрування [19]. Вміст хлорофілів а та b, каротиноїдів визначали шляхом екстрагування пігментів 100 % ацетоном з наступним визначенням їх оптичної густини спектрофотометрично [20] Дослідження проводили у трикратній повторності.

Результати досліджень. Візуальна та сенсорна якість шпинату обох сортів за вказаних умов зберігання погіршується від самого початку і термін зберігання контрольних зразків становить лише 3...5 діб. Основною причиною зниження якості є в'янення. Оскільки живильне середовище призначене в першу чергу для відновлення балансу вологи, то застосування такого способу для зберігання шпинату відповідно сприяє подовженню термінів зберігання шпинату практично втричі (табл. 1).

Таблиця 1. Тривалість зберігання шпинату, діб

Рік досліджень	Сорт	Варіант	Тривалість зберігання, діб
2017	Боа	Контроль	5
		Варіант 1	15
		Варіант 2	17
	Вірофле	Контроль	4
		Варіант 1	14
		Варіант 2	16
2018	Боа	Контроль	5
		Варіант 1	13
		Варіант 2	19
	Вірофле	Контроль	3
		Варіант 1	11
		Варіант 2	15

Додаткове введення у склад живильного середовища хлорофіліпту дозволяє подовжити термін зберігання в 4...5 разів залежно від сорту у порівнянні з контролем.

Свідченням стабілізації вмісту біологічно активних речовин при використанні живильного середовища є достовірно вищий вміст аскорбінової кислоти після зберігання (табл. 2).

Таблиця 2. Кількості аскорбінової кислоти у шпинаті, мг/100 г
 $\bar{x} \pm s\bar{x}$, n=3



Зразок	Рік досліджень	Боа	Вірофле	НІР _{0,95}
До зберігання	2017	198,2±0,05	215,7±0,07	0,79
	2018	188,4±0,08	210,3±0,06	0,78
Контроль	2017	102,4±0,06	107,3±0,08	0,77
	2018	113,1±0,07	121,9±0,05	0,76
Варіант 1	2017	165,8±0,08	172,1±0,07	0,81
	2018	157,9±0,08	183,2±0,06	0,79
Варіант 2	2017	174,1±0,07	186,4±0,06	0,78
	2018	170,5±0,06	175,2±0,09	0,75

Сортові особливості у накопиченні рослинами аскорбінової кислоти достовірні. Ці відмінності спостерігаються і протягом зберігання. Введення у живильне середовище хлорофіліпту є повністю виправданим, адже навіть за довшого 4..5 разів зберігання втрати аскорбінової кислоти нижчі в 1,4...1,7 разів ніж у контролі.

Деградація хлорофілів і каротиноїдів під час зберігання є закономірним процесом. Сьогодні відомо, що хлорофіл та його похідні володіють антимутагенними, антиканцерогенними, бактерицидними функціями, що дуже важливі для здоров'я людини [21]. Каротиноїдні пігменти також володіють антиоксидантною здатністю [22]. Очевидно, що стабілізація хлорофілів та каротиноїдів під час зберігання шпинату є важливим завданням. Запропонований спосіб зберігання дозволяє істотно гальмувати розпад пігментів у шпинату обох сортів (табл. 3, 4).

Таблиця 3. Вміст пігментів у зелені шпинату сорту Боа, мг/г ,
 $\bar{x} \pm S\bar{x}$, n=3

Пігменти	Рік досліджень	До зберігання	Контроль	Варіант 1	Варіант 2	НІР _{0,95}
Хлорофіл а	2017	20,1±0,08	11,2±0,09	15,4±0,08	18,4±0,07	0,74
	2018	19,3±0,06	12,1±0,05	14,8±0,06	17,9±0,06	0,76
Хлорофіл b	2017	19,8±0,07	12,8±0,06	14,8±0,08	17,1±0,06	0,73
	2018	17,4±0,09	11,5±0,07	13,3±0,06	16,8±0,06	0,75
Каротиноїди	2017	2,32±0,09	1,52±0,08	1,72±0,08	1,92±0,07	0,71
	2018	2,17±0,07	1,12±0,07	1,41±0,06	1,52±0,06	0,72

Таблиця 4. Вміст пігментів у зелені шпинату сорту Вірофле,
 мг/г, $\bar{x} \pm S\bar{x}$ n=3



Пігменти	Рік досліджень	До зберігання	Контроль	Варіант 1	Варіант 2	НІР _{0,95}
Хлорофіл а	2017	21,3±0,09	12,7±0,07	16,9±0,08	18,3±0,07	0,78
	2018	18,5±0,08	11,8±0,08	14,1±0,07	16,8±0,09	0,75
Хлорофіл b	2017	20,2±0,07	11,4±0,05	16,81±0,07	17,4±0,08	0,69
	2018	19,8±0,06	11,5±0,06	13,5±0,05	16,0±0,07	0,72
Каротиноїди	2017	3,40±0,09	1,01±0,08	1,80±0,06	2,12±0,07	0,72
	2018	2,92±0,06	1,32±0,08	1,25±0,06	1,79±0,06	0,71

Після подовженого в 4...5 разів зберігання з використанням живильного середовища, що містить хлорофіліпт, концентрація хлорофілів залежно від року досліджень і сорту шпинату була вищою в 1,3...1,6 разів порівняно з контрольним варіантом, а концентрація каротиноїдів в 1,3...1,4 рази.

Висновки.

Таким чином, можна стверджувати, що зберігання шпинату у живильному середовищі з гідрогелем та хлорофіліптом сприяє подовженню терміну зберігання та стабілізації вмісту фітонутрієнтів.

1. Встановлено, що застосування для зберігання шпинату живильного середовища на основі гідрогелю і хлорофіліпту дозволяє подовжити термін зберігання в 4...5 разів залежно від сорту у порівнянні з контролем.

2. Доведено, що за подовженого терміну зберігання втрати аскорбінової кислоти у шпинаті, що зберігається з використанням живильного середовища на основі гідрогелю і хлорофіліпту нижчі в 1,4...1,7 разів ніж у контролі.

3. Показано, що у шпинаті після подовженого зберігання з використанням живильного середовища на основі гідрогелю і хлорофіліпту концентрація хлорофілів залежно від року досліджень і сорту була вищою в 1,3...1,6 разів порівняно з контрольним варіантом, а концентрація каротиноїдів в 1,3...1,4 рази.

Література:

1. *Loef M., Walach H.* Fruit, vegetables and prevention of cognitive decline or dementia: a systematic review of cohort studies // *The journal of nutrition, health & aging.* 2012. Vol. 16(7). P. 626-630. DOI: 10.1007/s12603-012-0097-x.

2. *Accruing evidence on benefits of adherence to the Mediterranean diet on health: an updated systematic review and meta-analysis / F. Sofi, R. Abbate, G. F. Gensini, A. Casini* // *The American journal of clinical nutrition.* 2010. Vol. 92(5). P. 1189-1196. DOI: 10.3945/ajcn.2010.29673.



3. *Liu R. H.* Dietary bioactive compounds and their health implications // *Journal of food science*. 2013. Vol. 78(s1). P. A18-A25. DOI: 10.1111/1750-3841.12101.
4. Critical review: vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases / *H. Boeing [et al.]* // *European journal of nutrition*. 2012. Vol. 51(6). P. 637-663. DOI: 10.1007/s00394-012-0380-y.
5. Linking agricultural policies with obesity and noncommunicable diseases: a new perspective for a globalising world / *C. Hawkes, S. Friel, T. Lobstein, T. Lang* // *Food Policy*. 2012. Vol. 37(3). P. 343-353. DOI: 10.1016/j.foodpol.2012.02.011.
6. *Bower A., Marquez S., de Mejia E. G.* The health benefits of selected culinary herbs and spices found in the traditional Mediterranean diet // *Critical reviews in food science and nutrition*. 2016. Vol. 56(16). P. 2728-2746. DOI: 10.1080/10408398.2013.805713.
7. Nutritional composition and flavonoid content of edible wild greens and green peas: a potential rich source of antioxidant nutrients in the Mediterranean diet / *A. Trichopoulou [et al.]* // *Food Chemistry*. 2000. Vol. 70(3). P. 319-323. DOI: 10.1016/S0308-8146(00)00091-1.
8. *Morelock T. E., Correll J. C.* Spinach. In *Vegetables I*, Springer, New York, NY, 2008. P. 189-218.
9. *Івануса І. Б., Михалків М. М.* Визначення елементного складу шпинату городнього (*Spinacia oleracea* L.) родини лободових (*Chenopodiaceae*) // *Медична та клінічна хімія*. 2015. Вип. 17, № 4. С. 84-86.
10. Quality changes during storage of spinach and lettuce baby leaf / *A. Spinardi [et al.]* // *Acta Hort.* 2010. Vol. 877. P. 571-576. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.877.74.
11. Effect of cutting on ascorbic acid oxidation and recycling in fresh-cut baby spinach (*Spinacia oleracea* L.) leaves / *G. Cocetta, V. Baldassarre, A. Spinardi, A. Ferrante* // *Postharvest Biology and Technology*. 2014. Vol. 88, P. 8-16. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2013.09.001.
12. *Lester G. E., Makus D. J., Hodges D. M.* Relationship between fresh-packaged spinach leaves exposed to continuous light or dark and bioactive contents: effects of cultivar, leaf size, and storage duration // *Journal of agricultural and food chemistry*. 2010. Vol. 58(5). P. 2980-2987.
13. *Доценко Н. В., Подорога В. І.* Дослідження шпинату різних термінів дозрівання для виробництва замороженого продукту // *Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми: зб. тез доп. Міжнар. наук.-практ. конф.* Одеса, 2016. С. 126-128.
14. Carotenoids and flavonoids in organically grown spinach (*Spinacia oleracea* L) genotypes after deep frozen storage / *U. Kidmose [et al.]* // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2001. Vol. 81, № 9. P. 918-923.



15. Spinach production in California / S. T. Koike [et al.]. 2011. P. 1-6.
16. Specialty salad greens: postharvest physiology and shelf-life / M. Cantwell, J. Rovelo, X. Nie, V. Rubatzky // *Acta horticulturae*. 1998. Vol. 467. P. 371-378. DOI: 10.17660/ActaHortic.1998.467.42.
17. The effects of modified atmosphere packaging and storage temperature on quality and biochemical properties of dill (*Anethum graveolens*) leaves / M. Sakaldaş, A. Ş. Aslım, C. Ö. Kuzucu, K. Kaynaş // *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 2010. Vol. 8 (3&4). P. 21-25.
18. *Присс О. П., Кулик А. С.* Стабілізація зеленого забарвлення при зберіганні овочів // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2014. Вип. 4 (10). С. 53-58.
19. *Найченко В. М.* Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства. Київ: ФАДА ЛТД, 2001. 211 с.
20. *Мусієнко М. М., Паришкова Т. В., Славний П. С.* Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. Київ: Фітосоціоцентр. 2001. 200 с.
21. *Ma L., Dolphin D.* The metabolites of dietary chlorophylls // *Phytochemistry*. 1999. № 50. P. 195-202.
22. *Сімахіна Г. О.* Функціональна роль каротиноїдів та особливості їх використання у харчових технологіях // *Наукові праці НУХТ*. 2010. № 33. С. 45-48.

ХРАНЕНИЕ ЗЕЛЕНИ ШПИНАТА В ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Присс О. П., Булавицкая К. В., Коляденко В. В.

Аннотация - шпинат пользуется спросом у потребителей и отличается высоким содержанием ценных фитонутриентов. Однако, значительная часть фитонутриентов зеленных овощей теряется на этапах послеуборочной обработки, хранения, и, особенно, во время замораживания, сушки и консервирования. Для удлинения сроков хранения и стабилизации содержания биологически активных веществ предложена технология хранения шпината в питательной среде на основе гидрогеля и хлорофиллипта.

Установлено, что хранение шпината в питательной среде с гидрогелем и хлорофиллиптом способствует продлению срока хранения и стабилизации содержания фитонутриентов.

Ключевые слова: шпинат, хранение, питательная среда, гидрогель, хлорофиллы, каротиноиды, аскорбиновая кислота.

**TECHNOLOGY OF THE SPINACH STORAGE IN THE NUTRIENT MEDIUM**

O. Priss, K. Bulavitska, V. Kolyadenko

Summary

Spinach is widely used in cuisine and is in great consumers' demand. This herb contains high amount of phytonutrients and can be a valuable source of them. Nevertheless, big part of phytonutrients is lost during postharvest treatment and storage, especially freezing, drying and canning. In this study, the technology of spinach storage in the hydrogel-chlorophyllipt-based nutrient medium was suggested in order to prolong spinach shelf life and to stabilize biologically active substances.

In the study, spinach of early cultivars Boa and Virofle of the autumn harvest was used. The greenery was arranged in 150g bundles and stems were put in pre-filled with nutrient medium polyethylene bags. Two different variants of nutrient medium were used. Variant 1 contained 1% water solution of hydrogel. Variant 2 contained 1% water solution of hydrogel and 0.25% of chlorophyllipt, which acts as an antioxidant. During the storage of the control group of spinach no nutrient medium was used. Temperature of storage was held on $1\pm 1^{\circ}\text{C}$, relative humidity – on $95\pm 3\%$.

It was found that usage of hydrogel-chlorophyllipt-based nutrient medium for spinach storage prolongs its shelf life 4-5 fold in comparison to the control. The loss of the ascorbic acid during the prolonged storage was proved to be 1.4-1.7 fold smaller in the spinach, which was stored in hydrogel-chlorophyllipt-based nutrient medium, comparing with the control. Concentration of spinach chlorophylls (depending on the year of study and spinach cultivar) after the prolonged storage in hydrogel-chlorophyllipt-based nutrient medium was 1.3-1.6 fold higher in comparison with the control, and the carotenoid concentration was higher 1.3-1.4 fold.

Key words: spinach, storage, nutrient medium, hydrogel, chlorophylls, carotenoids, ascorbic acid.