

20. Ahmad, P., Jaleel, C.A., Azooz, M.M., Nabi, G. (2009), "Generation of ROS and non-enzymatic antioxidants during abiotic stress in plants", *Botany research international*, Vol. 2, No. 1, pp. 11-20.

21. Uenyayar, S., Keles, Y., Cekic, F.O. (2005), "The antioxidative response of two tomato species with different drought tolerances as a result of drought and cadmium stress combinations", *Plant soil environ*, Vol. 51, No. 2, pp. 57-64.

**Прісс Олеся Петрівна**, канд. с.-г. наук, доц., кафедра технології переробки та зберігання продукції сільського господарства, Таврійський державний агротехнологічний університет. Адреса: пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., Україна. Тел.: (050)3229450; e-mail: olesyapriess@mail.ru.

**Прісс Олеся Петровна**, канд. с.-х. наук, доц., кафедра технологии переработки и хранения продукции сельского хозяйства, Таврический государственный агротехнологический университет. Адрес: пр. Б. Хмельницкого, 18, г. Мелитополь, Запорожская обл., Украина. Тел.: (050)3229450; e-mail: olesyapriess@mail.ru.

**Priss Olesya**, PhDs, associate professors; Tavria State Agrotechnological University, chair of technology of processing and storage of production of agriculture. Address: B. Hmelnitskogo Avenue, 18, Melitopol, Ukraine. Tel.: (050)3229450; e-mail: olesyapriess@mail.ru.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук В.В. Погарською, канд. техн. наук Н.П. Загорко, канд. с.-г. наук Н.А. Гаприндашвілі  
Отримано 01.08.2014. ХДУХТ, Харків.*

УДК 663.253.34:664.8.03:635.753

## **ДИНАМІКА ФЕНОЛЬНИХ РЕЧОВИН ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ ЗЕЛЕНІ ПЕТРУШКИ ЗА УМОВИ ВПЛИВУ АНТИОКСИДАНТІВ**

**О.П. Прісс, А.С. Кулик**

*Досліджено динаміку фенольних речовин зелені петрушки під час зберігання. Установлено, що використання живильного середовища з додаванням антиоксидантів дозволяє стабілізувати вміст поліфенолів і відсунути їх розпад на пізніший термін. Між вмістом фенольних речовин та активністю поліфенолоксидази під час зберігання петрушки встановлено зворотний кореляційний зв'язок  $r = -0,63 \dots -0,93$ .*

**Ключові слова:** зберігання, петрушка, гідрогель, антиоксиданти, фенольні речовини, поліфенолоксидаза, інол, хлорофіліт.

## ДИНАМИКА ФЕНОЛЬНИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ХРАНЕНИИ ЗЕЛЕНИ ПЕТРУШКИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ АНТИОКСИДАНТОВ

О.П. Присс, А.С. Кулик

*Исследована динамика фенольных веществ зелени петрушки при хранении. Установлено, что использование питательной среды с добавлением антиоксидантов позволяет стабилизировать содержание полифенолов и перенести их распад на более поздние сроки. Между содержанием фенольных веществ и активностью полифенолоксидазы при хранении петрушки установлена обратная корреляционная связь  $r = -0,63 \dots -0,93$ .*

**Ключевые слова:** хранение, петрушка, гидрогель, антиоксиданты, фенольные вещества, полифенолоксидаза, инол, хлорофиллит.

## DYNAMIC OF PHENOLIC SUBSTANCES OF PARSLEY DURING STORAGE WITH ANTIOXIDANTS

O. Priss, A. Kulik

*Dynamics of polyphenols in parsley during the storage using the nutrient medium with antioxidants was investigated. The total phenolic content during the parsley storage has inverse correlation with polyphenoloxidase activity ( $r = -0,63 \dots -0,93$ ). The content of phenolic compounds of parsley during its storage using culture medium with hydrogel and antioxidants at the end of storage is higher than in the control group to 25.1...34%, depending on the variety. Polyphenoloxidase activity in experimental variants is lower than in the control samples of 1,1...2,1 times was revealed.*

**Keywords:** storage, parsley, hydrogel, antioxidants, phenolic substances, polyphenoloxidase, inositol, chlorophyllin.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Овочі та плоди є незамінним компонентом харчування людини. Завдяки наявності біологічно активних речовин, що можуть впливати на функції окремих органів і систем організму, їх вважають функціональними продуктами харчування. Стабільним споживацьким попитом користуються зелені культури. Вони багаті на вітамін С, каротиноїдні та фенольні сполуки [1]. Особливо високим є вміст поліфенолів у петрушці. Зокрема, у ній виявлено флавоноли – апігенин (апіїн), флавоноли – кемпферол [2, с. 17–26], флавоноїди та фенілпропаноїди – кумарини [3]. Епідеміологічно доведено, що дієта, багата на поліфенольні сполуки, зменшує ризик серцево-судинних і нейродегенеративних та онкологічних захворювань [4]. Однак у післязбиральний період відбувається поступовий розпад поліфенольних сполук та знижується біологічна цінність продукції.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ефективність зберігання зеленних овочів значною мірою залежить від стабільності фенольного комплексу зелені [5; 6]. Наявність поліфенолів обумовлює стійкість овочів до фізіологічних і мікробіологічних факторів під час зберігання. Зокрема, флавоноїди відіграють ключову роль у захисті рослинної сировини від бактеріальної, вірусної та грибової інфекцій, від проникнення паразитів і пошкодження мікроорганізмами. Однією з найбільш важливих функцій флавоноїдів є їх участь у захисті від окисного стресу завдяки вираженій антиоксидантній активності [7]. Під впливом флавоноїдів підвищується експресія таких ферментів, як каталаза, супероксиддисмутаза, глутатіонпероксидаза та ін. [2, с. 206].

Флавоноїди перешкоджають окисненню аскорбінової кислоти, яка є важливим низькомолекулярним антиоксидантом [8]. Поліфеноли й самі можуть виконувати роль низькомолекулярних антиоксидантів, захищаючи клітини від окисного стресу [9]. Крім того, ці сполуки можуть виступати як субстратів для вакуолярної пероксидази та спільно з нею брати участь у системі захисту клітин від активних форм кисню [10].

Для зменшення втрати фенолів під час зберігання використовують холодинне зберігання разом з іншими заходами [5; 6; 11].

Очевидно, що сповільненням природного процесу розпаду поліфенолів під дією ферментів можна подовжити термін зберігання рослинної сировини.

**Метою статті** було дослідження динаміки фенольних сполук зелені петрушки під час зберігання в живильному середовищі з антиоксидантами.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дослідження проводилися на базі лабораторії технології первинної обробки і зберігання продуктів рослинництва НДІ «Агротехнологій та екології» Таврійського державного агротехнологічного університету (м. Мелітополь). На зберігання закладали зелень петрушки осіннього зрізу сортів Оскар і Новас, що відповідає вимогам ДСТУ 6010:2008 «Петрушка молода свіжа. Технічні умови».

Зелень петрушки розфасовували в пучки по 150 г та вкладали стеблами в поліетиленові пакети розміром 80×30 мм, попередньо наповненими розчинами гідрогелю. Гідрогель – це гранули особливого полімеру, які поглинають до 250 разів більше вологи, ніж їх власна маса, а потім віддають її рослинам у міру необхідності. Для запобігання втратам поживних речовин петрушки в розчин гідрогелю вводили композицію з антиоксидантів іонолу і хлорофіліпту [12]. Хлорофіліпт являє собою екстракт із листя евкаліпту, який містить суміш хлорофілів

а і b та має антисептичні й дезинфікуючі властивості [13]. Іонол – синтетичний харчовий антиоксидант високої активності [14]. Температура зберігання становила  $1 \pm 0,5^\circ \text{C}$ , відносна вологість повітря  $95 \pm 3\%$ . За контроль узяти зелень петрушки без застосування живильного середовища, яка зберігалась за ідентичних умов.

Визначення вмісту поліфенолів проводили реактивом Фоліна-Деніса згідно з ДСТУ 4373:2005 [15]. Математичну обробку результатів дослідження виконували за Б.А. Доспеховим та ін. [16] і за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Office Excel 2003 при  $p \leq 0,05$ .

Динаміка зміни вмісту фенольних речовин для петрушки контрольних варіантів обох сортів мала однаковий характер: сума фенольних сполук стрімко зменшувалась упродовж усього періоду зберігання (рис. 1, 2). Наприкінці зберігання контрольних варіантів (40–48 добу) сума поліфенолів становила 57,3% (Новас) та 64,4% (Оскар) від початкової кількості. Такий швидкий розпад фенольних речовин відбувався внаслідок дії поліфенолоксидази. Цей ензим каталізував окислення фенольних сполук у петрушці під час зберігання. На початку зберігання активність поліфенолоксидази різко знижувалась у всіх зразках, що можна пояснити реакцією на охолодження. Далі активність поліфенолоксидази починала зростати.



Рис. 1. Динаміка вмісту фенольних речовин та активності поліфенолоксидази під час зберігання зелені петрушки сорту Новас: фенольні речовини,  $HP_{05} = 10$ , 17:  $\blacklozenge$  – контроль;  $\blacktriangle$  – дослід; поліфенолоксидаза,  $HP_{05} = 0,88$ :  $\boxtimes$  – контроль;  $\bullet$  – дослід

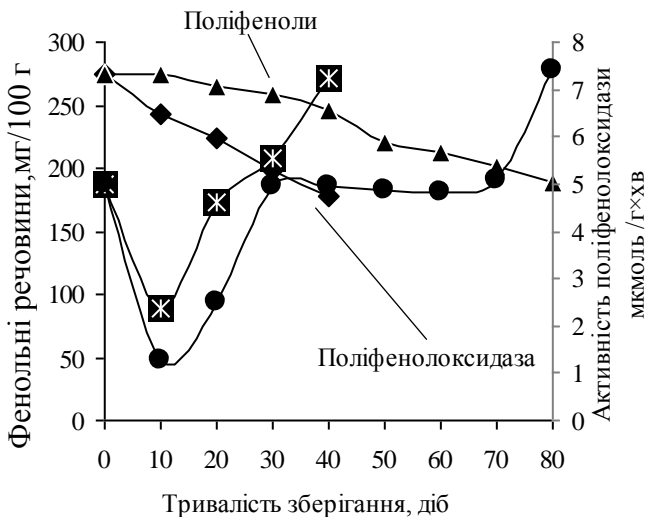


Рис. 2. Динаміка вмісту фенольних речовин та активності поліфенолоксидази під час зберігання зелені петрушки сорту Оскар: фенольні речовини,  $HP_{05} = 9,07$ :  $\blacklozenge$  – контроль;  $\blacktriangle$  – дослід; поліфенолоксидаза,  $HP_{05} = 0,89$ :  $\boxtimes$  – контроль;  $\bullet$  – дослід

Однак активність поліфенолоксидази в дослідних варіантах нижча, ніж у контрольних зразках у 1,1...2,1 разу. Таке гальмування діяльності ферменту, що окислює фенольні субстрати, приводить і до сповільнення руйнації поліфенольних сполук. Так, на 40–48 добу в петрушці, яка зберігалась із використанням живильного середовища на основі гідрогелю та антиоксидантів, вміст фенольних сполук на 25,1% (Новас) і 34% вище (Оскар) порівняно з контролем (рис. 1, 2).

Між вмістом фенольних речовин та активністю поліфенолоксидази під час зберігання петрушки виявлено зворотний кореляційний зв'язок із коефіцієнтом у межах  $-0,63...-0,93$  залежно від варіанта досліджень. Наявність зв'язку такої сили між цими показниками підтверджує ключову роль цього ферменту в окисленні фенолів.

**Висновки.** У результаті дослідження виявлено закономірності в динаміці поліфенолів зелені петрушки протягом зберігання. Використання живильного середовища із додаванням антиоксидантів дозволяє стабілізувати вміст поліфенолів і відсунути їх розпад на пізніший термін. Так, на 40–48 добу вміст фенольних сполук у петрушці, яка зберігалась із використанням живильного середовища на основі гідрогелю та антиоксидантів, на 25,1...34% вище, ніж у

контролі, залежно від сорту. Між вмістом фенольних речовин та активністю поліфенолоксидази під час зберігання петрушки встановлено зворотний кореляційний зв'язок  $r = -0,63 \dots -0,93$ .

### Список джерел інформації / References

1. Продуктивность и биологическая ценность зеленных культур применительно к условиям биорегенеративных систем жизнеобеспечения / Т. К. Головки, А. А. Тихомиров, С. А. Ушакова [и др.] // Известия Коми научного центра УРО РАН. – 2011. – Вып. 5. – С. 31–36.

Golovko, T.K., Tihomirov, A.A., Ushakova, S.A. (2011), "Productivity and biological value of the green cultures in relation to the conditions of bioregenerative life support systems", *Proceedings of the Komi Scientific Center of UB RAS* ["Produktivnost' i biologicheskaja cennost' zelenykh kul'tur primenitel'no k uslovijam bioregenerativnykh sistem zhizneobespechenija", *Izvestija Komi nauchnogo centra URO RAN*], Issue 5, pp. 31-36.

2. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Ю. С. Тараховский, Ю. А. Ким, Б. С. Абдрасилов, Е. Н. Музафаров ; отв. ред. Е. И. Маевский. – Пушино : Synchronbook, 2013. – 310 с.

Tarakhovskij, Ju.S., Kim, Ju.A., Abdrazilov, B.S., Muzafarov, E.N. (2013), *Flavonoids: biochemistry, biophysics, medicine* [*Flavonoidy: biokhimiya, biofizika, medicina*], Synchronbook, Pushhino, 310 p.

3. Балеев Д. Н. Сравнение аллелопатической активности экстрактов из различных органов петрушки корневой / Д. Н. Балеев, А. Ф. Бухаров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 5 (79). – С. 54–56.

Baleev, D.N., Buharov, A.F. (2011), "Comparison of allelopathic activity of extracts from various organs of parsley root", *Bulletin Altai State Agrarian University* ["Sravnenie allelopaticheskoy aktivnosti jekstraktov iz razlichnykh organov petrushki kornevoj", *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*], 5 (79), pp. 54-56.

4. Vauzour, D., Rodriguez-Mateos, A., Corona, G., Oruna-Concha, M.J., Spencer, J.P.E. (2010), "Polyphenols and Human Health: Prevention of Disease and Mechanisms of Action Nutrients", *Nutrients*, 2, pp. 1106-1131.

5. Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D. (2006), "Maintenance of broccoli quality and functional properties during cold storage as affected by modified atmosphere packaging", *Postharvest Biology and Technology*, Vol. 39, No 1, pp. 61-68.

6. Jamie, P., Saltveit, M.E. (2002), "Postharvest changes in broccoli and lettuce during storage in Argon, Helium, and Nitrogen atmospheres containing 2% Oxygen", *Postharvest Biology and Technology*, Vol. 26, No. 1, pp. 113-116.

7. Gould, K.S., Lister, C. (2006), "Flavonoid functions in plants. In Andesen: DM, Markham KR (eds), *Flavonoids: chemistry, biochemistry and applications*", CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 397-441.

8. Левон В. Ф. Фенольные соединения растений видов рода *Allium* флоры Северного Причерноморья / В. Ф. Левон, П. Е. Булах, И. М. Марценюк // Интродукция растений. – 2009. – № 3. – С. 74–79.

Levon, V.F., Bulakh, P.E., Martsenyuk, I. M. (2009), "Phenolic compounds of species of genus *Allium* L. floras of northern black sea coast", *Introduction of plants* ["Fenol'nye soedinenija rastenij vidov roda *Allium* flory Severnogo Prichernomor'ja"], *Introdukciya rastenij*, No. 3, pp. 74–79.

9. Wingsle, G., Karpinski., S., Hallgren J.-E. (1999), "Low temperature, high light stress and antioxidant defence mechanisms in higher plants", *Phyton (Austria)*, *Special issue. Eurosilva 4*, pp. 253–268.

10. Janas, K.M., Cvikrova, M., Palagiewicz, A., Szafranska, K., Posmyk, M.M. (2002), "Constitutive elevated accumulation of phenylpropanoids in soybean roots at low temperature", *Plant Science*, Vol. 163.1. 2, pp. 369–373.

11. DuPont, M.S., Mondin, Z., Williamson, G., Price, K.R. (2000), "Effect of variety, processing, and storage on the flavonoid glycoside content and composition of lettuce and endive", *J. Agric. Food Chem.*, No. 48, pp. 3957–3964.

12. Пат. 85031 Україна, МПК А 23 В 7/14. Спосіб підготовки зелених овочів до зберігання / Калитка В. В., Прісс О. П., Кулик А.С., Жукова В. Ф.; заявник і патентовласник Таврійський держ. агротехнол. ун-т. – № u201305153 ; заявл. 22.04.2013; опубл. 11.11.2013, Бюл. № 21.

Kalytka, V.V., Priss, O.P., Kulyk, A.S., Zhukova, V.F. (2013), Method of preparation of green vegetables to storage: UA Patent 85031 [«Sposib pidhotovky zelenykh ovochiv do zberihannya», заявник і власник охоронного документа Тавриєькyy derzhavnyy ahrotekhnolohichnyy universytet].

13. Мікробіологічне обґрунтування придатності хлорофіліпту для створення м'якої лікарської форми антиінфекційного призначення / І. Л. Дикий, В. М. Остапенко, Н. І. Філімонова, О. Г. Гейдеріх, В. В. Ковальов // Вісник фармації. – 2005. – № 4 (44). – С. 73–76.

Dykyi, I.L., Ostapenko, V.M., Filimonova, N.I., Heyderikh, O.H., Kovalov, V.V. (2005), "Microbiological study a chlorophyllipt for prepare a soft form of anti-infective drug" ["Mikrobiologichne obgruntuvannya pry`datnosti xlorofiliptu dlya stvorennya m'yakoyi likars`koyi formy` anty`infekciynogo pry`znachennya", *Visny`k farmaciyi*], *Journal of Pharmacy*, No. 4, pp. 73–76.

14. 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>>.

*Sanitary rules and regulations on the use of food additives*: approved Ministry of Health of Ukraine 23.07.96 № 222, available at: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0715-96>.

15. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Методи визначення вмісту поліфенолів : ДСТУ 4373:2005. – [Чинний від 2005-28-02]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 6 с.

*Fruits, vegetables and products of their processing. Methods for determining the content of polyphenols : DSTU ISO 4373:2005* [Frukty`, ovochi ta produkty` yix pereroblyannya. Metody` vy`znachennya vmistu polifenoliv: Derzhspozhyv`standart Ukrainy` 4373:2005], State Committee of Ukraine, Kyiv, 6 p.

16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Dospëhov, B.A. (1985), "Methodology of field experience" ["Metodika polevogo opyta", *Moskva, Agropromizdat*], Agropromizdat, Moscow, 351 p.

**Присс Олеся Петрівна**, канд. с.-г. наук, доц., кафедра технології переробки та зберігання продукції сільського господарства, Таврійський державний агротехнологічний університет. Адреса: пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл. Україна. Тел.: (050)3229450; e-mail: olesyapriiss@mail.ru.

**Присс Олеся Петровна**, канд. с.-х. наук, доц., кафедра технологии переработки и хранения продукции сельского хозяйства, Таврический государственный агротехнологический университет. Адрес: пр. Б. Хмельницкого, 18, г. Мелитополь, Запорожская обл. Украина. Тел.: (050)3229450; e-mail: olesyapriiss@mail.ru.

**Priss Olesya**, PhDs, associate professors, Tavria State Agrotechnological University, chair of technology of processing and storage of production of agriculture. Address: B. Hmelnitskogo Avenue, 18, Melitopol, Ukraine. Tel.: (050)3229450; e-mail: olesyapriiss @ mail.ru.

**Кулик Аліна Степанівна**, асп., кафедра технології переробки та зберігання продукції сільського господарства, Таврійський державний агротехнологічний університет. Адреса: пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл. Україна. Тел.: (097)8860043; e-mail: alina\_potapenko@ukr.net.

**Кулик Алина Степановна**, асп., кафедра технологии переработки и хранения продукции сельского хозяйства, Таврический государственный агротехнологический университет. Адрес: пр. Б. Хмельницкого, 18, г. Мелитополь, Запорожская обл. Украина. Тел.: (097)8860043; e-mail: alina\_potapenko@ukr.net.

**Kulik Alina**, graduate student; Tavria State Agrotechnological University, chair of technology of processing and storage of production of agriculture. Address: B. Hmelnitskogo Avenue, 18, Melitopol, Ukraine. Tel.: (097)8860043; e-mail: alina\_potapenko@ukr.net.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук В.В. Погарською, канд. техн. наук Н.П. Загорко, канд. с.-г. наук О.М. Алексєєвою.  
Отримано 1.08.2014. ХДУХТ, Харків.*