

ZMIANY ZAWARTOŚCI WITAMINY C W CZASIE PRZECHOWYWANIA DWÓCH ODMIAN KAPUSTY BRUKSELSKIEJ AJAX F₁ I LOUIS F₁

CHANGES IN VITAMIN C CONTENT DURING STORAGE OF TWO
CULTIVARS OF BRUSSELS SPROUT AJAX F₁ AND LOUIS F₁

Kalina Sikorska-Zimny, Ewa Badelek

Instytut Ogrodnictwa
Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
kalina.sikorska@inhort.pl

Abstract

Changes of vitamin C content in two Brussels sprout cultivars ('Ajax F₁' and 'Louis F₁') during 12 weeks storage have been studied. Vegetables have been stored at -1.5 °C; 0 °C; 5 °C in normal atmosphere and at temp. 0 °C in controlled atmosphere (atmosphere gas content 7% CO₂ – 2% O₂ and 4% CO₂ – 2% O₂). After 12 weeks of storage the highest amount of vitamin C have been determined in Brussels sprout cultivar 'Ajax F₁' (53.16 mg·100 g⁻¹) stored at temp. -1.5 °C, the least amount of vitamin C have been determined in 'Louis F₁' cultivar stored at temp. 5 °C (11.64 mg·100 g⁻¹).

Key words: Brussels sprout, vitamin C, storage conditions

WSTĘP

Witamina C (suma kwasu askorbinowego i kwasu dehydroaskorbinowego) jest dla ludzi związkem egzogennym i niezbędnym do prawidłowych przemian biochemicznych. Zapotrzebowanie organizmu na witaminę C jest wysokie i wynosi około 75 mg/dzień i około 115 mg/dzień dla kobiet karmiących (Jarosz 2012).

Zawartość witaminy C w częściach jadalnych roślin zależy od wielu czynników: odmiany, sposobu uprawy, nasłonecznienia, terminu zbioru, stopnia dojrzałości, warunków i czasu przechowywania (Ignat i in. 2012; Noichinda i in 2007; Wierzbička i Kuskowska 2002). Witamina C ulega rozkładowi pod wpływem promieniowania UV (Lewicki 2008). Ponadto jej degradację przyspiesza obróbka mechaniczna, łatwo ulega utlenieniu w roztworach wodnych, w obecności metali oraz w środowisku zasadowym. Zaleca się skrócenie czasu gotowania produktów bogatych w witaminę C, z uwagi na 50-70% rozkład tego związku podczas obróbki termicznej (Jarosz 2012). Spadek zawartości witaminy C następuje również

w trakcie przechowywania (Czech i Rusinek 2012). Zmniejszenie degradacji witaminy C podczas przechowywania szpinaku uzyskali Toledo i in. (2003), stosując światło białe o niskiej intensywności ($20\text{-}25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Składowanie warzyw kapustowatych w kontrolowanej atmosferze przyczyniło się do zmniejszenia rozkładu witaminy C w warzywach kapustowatych w porównaniu do przechowywanych w normalnej atmosferze (Kral i Witkowska 2005). Badania Agar i in. (1997) wykazały wzrost degradacji witaminy C w owocach ziarnkowych składowanych w atmosferze o dużym stężeniu CO_2 .

Głównym źródłem witaminy C w diecie człowieka są pokarmy roślinne (Lebiedzińska i in. 2010). W Polsce spożywa się około 577 g/dzień warzyw i owoców, co jest zgodne z zaleceniami WHO (EUFIC 2012). Światowa Organizacja Zdrowia zaleca by dzienne spożycie warzyw i owoców wynosiło min. 400 g.

Spożycie warzyw w Polsce w roku 2011 wynosiło 51,84 kg/osobę (warzywa i grzyby), w tym 8,64 kg warzyw kapustowatych (kapusta, kalafior, brokuł) (Strojewska 2012). W warzywach kapustowatych stwierdzono stosunkowo wysokie zawartości witaminy C, od 120 do $27 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ odpowiednio dla jarmużu i kapusty pekińskiej (Kunachowicz i in. 2005). Uważa się, że również z tego powodu warzywa kapustowate spełniają istotną rolę w diecie człowieka.

Celem pracy było porównanie stopnia rozkładu witaminy C w dwóch odmianach kapusty brukselskiej po 12 tygodniach jej przechowywania.

MATERIAŁ I METODY

W pracy oceniono wpływ warunków przechowywania na zawartość witaminy C w kapuście brukselskiej odm. Ajax F₁ i Louis F₁. Kapustę brukselską zakupiono u producenta, uprawiającego w latach 2011-2013 kapustę do przetwórstwa. Kapustę przechowywano w trzech temperaturach: $-1,5 \text{ }^\circ\text{C}$; $0 \text{ }^\circ\text{C}$; $5 \text{ }^\circ\text{C}$ oraz w kontrolowanej atmosferze o składzie gazowym 7% CO_2 – 2% O_2 i 4% CO_2 – 2% O_2 w temperaturze $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Główki składowano w skrzynkach wyłożonych folią polietylenową. W każdym obiekcie były 4 powtórzenia po 2 kg główek. Zawartość wody oznaczono metodą suszarkową ($105 \text{ }^\circ\text{C}$, 24 h). Witaminę C – jako sumę kwasu L-dehydroaskorbinowego i L-askorbinowego – oznaczono metodą Tillmansa. W metodzie tej podczas reakcji następuje redukcja 2,6-dichlorofenoloindofenolu (DCIP) przez kwas L-askorbinowy. DCIP, będąc jednocześnie barwnym indykatorem, po utlenieniu kwasu zabarwia próbę na różowo.

WYNIKI

Bezpośrednio po zbiorze wyższą zawartość witaminy C stwierdzono w kapuście brukselskiej odmiany ‘Ajax F₁’ (57,76 mg·100 g⁻¹) niż w kapuście odmiany ‘Louis F₁’ (56,20 mg·100 g⁻¹). W czasie przechowywania obu odmian następowała ciągła utrata witaminy C. Po dwunastu tygodniach przechowywania najwięcej witaminy C zawierała kapusta brukselska odmiany ‘Ajax F₁’ (53,16 mg·100 g⁻¹) przechowywana w temperaturze -1,5 °C, a najmniej ‘Louis F₁’ przechowywana w temperaturze 5 °C (11,64 mg·100 g⁻¹). Najmniejsze straty witaminy C zanotowano u obu odmian składowanych w temp. -1,5 °C, największe natomiast w temp. 5 °C (tab. 1).

Bez względu na odmianę kapusta brukselska przechowywana 12 tygodni w kontrolowanej atmosferze zawierała więcej witaminy C niż próba kontrolna. W kapuście brukselskiej składowanej w atmosferze o składzie gazowym 4% CO₂ – 2% O₂ stwierdzono 27% więcej witaminy C niż w próbach kontrolnych (obie odmiany). W przypadku składowania kapusty brukselskiej w atmosferze o składzie gazowym 7% CO₂ – 2% O₂ rozkład witaminy C został ograniczony o 20% w stosunku do próby kontrolnej.

Tabela 1. Wpływ temperatury przechowywania na zawartość witaminy C w kapuście brukselskiej (mg·100 g⁻¹ ś.m.)

Table 1. Influence of storage temperature on vitamin C content in Brussels sprout (mg·100 g⁻¹ FW)

Odmiana Variety	Kapusta brukselska bezpośrednio po zbiorze Brussels sprout directly after harvest	Kapusta brukselska po 12 tygodniach przechowywania w normalnej atmosferze Brussels sprout after 12 weeks of storage at normal atmosphere		
		Temperatura przechowywania Storage temperature		
		-1,5 °C	0 °C	5 °C
Zawartość witaminy C (mg·100 g ⁻¹ ś.m.) Content of vit. C (mg·100 g ⁻¹ FW)				
‘Ajax F ₁ ’	57,76	53,16 a	34,81 ab	21,84 b
‘Louis F ₁ ’	56,20	40,34 a	36,76 a	11,64 b

Test Newmana-Keulsa; średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie $\alpha = 0,05$.

Means marked with the same letter within variety, do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

Zawartość suchej masy w kapuście brukselskiej była zależna od odmiany. Bezpośrednio po zbiorze większą zawartością suchej masy charakteryzowała się kapusta brukselska odmiany ‘Ajax F₁’ (14,22 g·100 g⁻¹) niż odmiany ‘Louis F₁’ (6,16 mg·100 g⁻¹). W czasie 12 tygodni przechowywania nastąpił spadek zawartości wody w kapuście brukselskiej o 2% (odmiana ‘Ajax F₁’) i 7% (odmiana ‘Louis F₁’).

Tabela 2. Wpływ składu gazowego atmosfery na zawartość witaminy C w kapuście brukselskiej przechowywanej w temperaturze 0 °C (mg·100 g⁻¹ ś.m.)

Table 2. Influence of storage condition on vitamin C content in Brussels sprout (mg·100 g⁻¹ FW)

Odmiana Variety	Normalna atmosfera Normal atmosphere	Skład gazowy atmosfery Atmosphere composition	
		4% CO ₂ – 2% O ₂	7% CO ₂ – 2% O ₂
Zawartość witaminy C (mg·100 g ⁻¹ ś.m.) Content of vit. C (mg·100 g ⁻¹ FW)			
‘Ajax F ₁ ’	40,24 b	51,14 a	48,15 b
‘Louis F ₁ ’	23,63 b	30,11 a	28,46 a

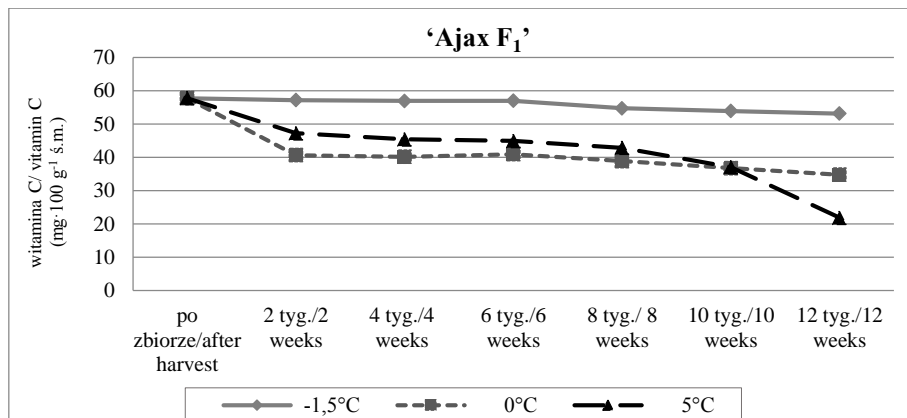
Test Newman-Keulsa; średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie $\alpha = 0,05$.

Means marked with the same letter within variety, do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

Tabela 3. Wpływ temperatury przechowywania na zawartość wody w główkach kapusty brukselskiej (mg·100 g⁻¹ ś.m.)

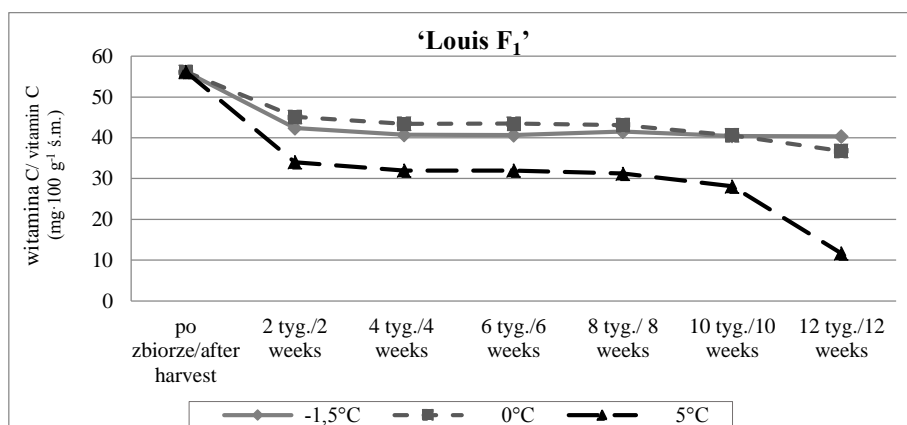
Table 3. Influence of storage temperature on water content in Brussels sprout (mg·100 g⁻¹ FW)

Odmiana Variety	Kapusta brukselska bezpośrednio po zbiorze Brussels sprout directly after harvest	Kapusta brukselska po 12 tygodniach przechowywania w normalnej atmosferze Brussels sprout after 12 weeks of storage at normal atmosphere		
		-1,5 °C	0 °C	5 °C
Zawartość wody (mg·100 g ⁻¹ ś.m.) Content of water (mg·100 g ⁻¹ FW)				
‘Ajax F ₁ ’	85,78	84,06	84,54	84,40
‘Louis F ₁ ’	93,84	87,77	87,86	87,72



Rys. 1. Zmiany zawartości witaminy C w kapuście brukselskiej ‘Ajax F₁’ w czasie 12-tygodniowego przechowywania

Fig. 1. Changes in vitamin C content in Brussels sprout ‘Ajax F₁’ during 12 weeks of storage



Rys. 2. Zmiany zawartości witaminy C w kapuście brukselskiej ‘Louis F₁’ w czasie 12-tygodniowego przechowywania

Fig. 2. Changes in vitamin C content in Brussels sprout ‘Louis F₁’ during 12 weeks storage

DYSKUSJA

W badaniach wykazano różnice w zawartości witaminy C w zależności od odmiany kapusty brukselskiej. Różną zawartość witaminy C w zależności od odmiany wykazały Wierzbicka i Kuskowska (2002) w ba-

daniach dotyczących kapusty głowiastej. W czasie przechowywania witamina C ulegała degradacji. Najmniejsze straty w zawartości witaminy C zanotowano w warzywach składowanych w temperaturze $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Czech i Rusinek (2012) również wykazali wyższy poziom witaminy C oznaczonej w warzywach kapustowatych mrożonych niż przechowywanych w komorach chłodniczych. Badania Techavuthiporn i in. (2008) nad brokułami składowanymi w temp. $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ wykazały, że przechowywanie w niższych temperaturach ogranicza procesy metaboliczne w roślinach.

Wyższą zawartość witaminy C stwierdzono w kapuście przechowywanej w kontrolowanej atmosferze. W badaniach Krala i Witkowskiej (2004, 2005) w kapuście włoskiej oraz brokułach składowanych w kontrolowanej atmosferze straty witaminy C także były mniejsze niż w warzywach z próby kontrolnej (normalna atmosfera).

WNIOSKI

1. Po 12 tygodniach przechowywania kapusty brukselskiej odmiany 'Louis F₁' i 'Ajax F₁' w temp. $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ występują mniejsze straty witaminy C niż przechowywanej w temp. 0 i $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Po 12 tygodniach przechowywania kapusty brukselskiej najmniejszy ubytek witaminy C ma odmiana 'Ajax F₁' przechowywana w temperaturze $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, a największy 'Louis F₁' składowana w temperaturze $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Kapusta brukselska składowana w atmosferze o składzie gazowym 7% CO₂ – 2% O₂ traci mniej witaminy C niż kapusta brukselska przechowywana w atmosferze normalnej.

Literatura

- Agar I., Streif J., Bangerth F. 1997. Effect of high CO₂ and controlled atmosphere (CA) on the ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of some berry fruits. *Postharvest Biology and Technology* 11: 47-55. DOI: 10.1016/S0925-5214(97)01414-2.
- Czech A., Rusinek E. 2012. Zawartość związków przeciwutleniających w wybranych warzywach kapustnych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 45(1): 59-65.
- EUFIC – European Food Information Council 2012. Konsumpcja warzyw i owoców w Europie – czy Europejczycy spożywają ich wystarczająco dużo? www.eufic.org/article/pl/expid/Konsumpcja-warzyw-owocow-Europie/

- Ignat T., Schmilovitch Z., Fefoldi J., Steiner B., Alkalai-Tuvia S. 2012. Non-destructive measurement of ascorbic acid content in bell peppers by VIS-NIR and SWIR spectrometry. *Postharvest Biology and Technology* 74: 91-99. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2012.06.010.
- Jarosz M. 2012. Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Wyd. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa s. 107.
- Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K. 2005. Tabele składu i wartości odżywczej żywności. PZWL Warszawa.
- Krala L., Witkowska M. 2004. Intensywność oddychania, zawartość witaminy C i barwników chlorofilowych w warzywach kapustnych przechowywanych w kontrolowanej atmosferze. *Chłodnictwo* 39(7): 44-47.
- Krala L., Witkowska M. 2005. Kinetyka degradacji witaminy C w warzywach kapustnych przechowywanych w kontrolowanej atmosferze. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny* 49(12): 30-32.
- Lebiedzińska A., Czaja J., Najmowicz M., Petrykowska K., Szefer P. 2010. Oznaczanie witaminy C w sokach i suplementach diety z wykorzystaniem HPLC. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 43(3): 249-254.
- Lewicki P. 2008. Leksykon nauki o żywności i żywieniu człowieka. SGGW, Warszawa, s. 221.
- Noichinda S., Bodhipadma K., Mahamontri C., Narongruk T., Ketsa S. 2007. Light during storage presents loss of ascorbic acid, and increases glucose and fructose levels in Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*). *Postharvest Biology and Technology* 44(3): 312-315. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2006.12.006.
- Strojewska I. 2012. Konsumpcja warzyw w Polsce w latach 2002-2011. www.ogrodinfo.pl/warzywa-polowe/konsumpcja-warzyw-w-polsce-w-latach-2002-2011
- Techavuthiporn C., Nakano K., Maezawa S. 2008. Prediction of ascorbic acid content in broccoli using a model equation of respiration. *Postharvest Biology and Technology* 47(3): 373-381. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2007.07.007.
- Toledo M., Ueda Y., Imahori Y., Ayaki M. 2003. L-ascorbic acid metabolism in spinach (*Spinacia oleracea* L.) during postharvest storage in light and dark. *Postharvest Biology and Technology* 28(1): 47-57. DOI: 10.1016/S0925-5214(02)00121-7.
- Wierzbička B., Kuskowska M. 2002. Wpływ wybranych czynników na zawartość witaminy C w warzywach. *Hortorum Cultus* 1(2): 49-57.