

*Joanna Kapusta-Duch, Teresa Leszczyńska, Barbara Borczak,
Renata Bieżanowska-Kopeć*

WPLYW WYBRANYCH PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH NA ZMIANY ZAWARTOŚCI WITAMINY C W KALAFIORZE ZIELONYM ROMANESCO

Katedra Żywienia Człowieka Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie
Kierownik: prof. dr hab. inż. *T. Leszczyńska*

Celem pracy była ocena wpływu obróbki technologicznej (blanszowanie, gotowanie tradycyjne i w piecu konwekcyjno-parowym, zamrażalnicze składowanie w dwóch rodzajach opakowań), na zmiany zawartości witaminy C w kalafiorze zielonym. Wszystkie zastosowane procesy technologiczne skutkowały obniżeniem zawartości ww. składnika. Stwierdzono istotnie mniejsze obniżenie zawartości witaminy C w kalafiorze składowanym zamrażalniczo w próżni, w stosunku do przechowywanego w workach strunowych (PE-LD).

Słowa kluczowe: witamina C, procesy technologiczne, pakowanie próżniowe, kalafior zielony

Key words: vitamin C, technological processes, vacuum packaging, green cauliflower

Warzywa z rodziny *Cruciferae*, w tym kalafior, wspomagają naturalny mechanizm zmiatania wolnych rodników i zmniejszają ryzyko wystąpienia stresu oksydacyjnego. Kalafior jest doskonałym źródłem witaminy C, witaminy K, kwasu foliowego i błonnika. Jest bardzo dobrym źródłem witamin B₅, witaminy B₆, kwasów tłuszczowych omega-3 i manganu. Dodatkowo jest dobrym źródłem białka, potasu, fosforu, witamin B₁, B₂, B₃ oraz magnezu (1).

Kalafior, zarówno świeży jak i ugotowany, zawiera wiele cennych metabolitów, których skuteczność w chemoprewencji nowotworowej została udokumentowana licznymi badaniami. Dzięki obecności witamin C i E jest źródłem cennych przeciwutleniających, a ze względu na obecność polifenoli oraz związków siarkoorganicznych ma działanie przeciwmutagenne (2). Dieta obfitująca w warzywa kapustne, w tym kalafiory oraz ryby może również przyczynić się do ochrony przed chorobami układu krążenia (3).

Na całym świecie prowadzone są badania mające na celu znalezienie takiej metody przechowywania żywności, która byłaby korzystna, zarówno z żywieniowego, jak i ekonomicznego punktu widzenia (1). Zamrażane jest jedną z najprostszych, najszybszych, najbardziej uniwersalnych i najwygodniejszych metod konserwowania żywności.

Celem pracy była ocena wpływu obróbki technologicznej (blanszowanie, gotowanie tradycyjne w wodzie oraz w piecu konwekcyjno-parowym), a także sposobu

zamrażalniczego przechowywania (worki strunowe oraz pakowanie próżniowe) na zmiany zawartości witaminy C w kalafiorze zielonym.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym był kalafior o róży stożkowej i barwie zielono-żółtej (*Romanesco*) odmiany Amfora, który pochodził z uprawy polowej Spółdzielni Producentów „Traf” w Tropiszowie.

W odpowiednio przygotowanych średnich reprezentatywnych próbkach warzyw: świeżych, blanszowanych, gotowanych, a także składowanych zamrażalniczo przez dwa i cztery miesiące zostały przeprowadzone oznaczenia witaminy C, zgodnie z PN-A-04019:1998 (4). Materiał do badań został poddany procesowi blanszowania w urządzeniu konwekcyjno-parowym firmy HENDI (model G715RXSD) (czas – 4 minuty) oraz gotowaniu do miękkości konsumpcyjnej przy użyciu tego samego pieca (czas – 20 minut). Część warzyw została ugotowana w tradycyjny sposób, w naczyniu ze stali nierdzewnej na elektrycznym trzonie kuchennym, w nieosolonej wodzie, w początkowej fazie obróbki termicznej bez przykrycia. Czas gotowania wyniósł 15 minut.

Materiał blanszowany przy użyciu pieca konwekcyjno-parowego został następnie podzielony i umieszczony w dwóch rodzajach opakowań w celu zamrażalniczego przechowywania. Pierwszymi z nich były tradycyjne worki polietylenowe (PE-LD), o gęstości 0,91–0,92 g/cm³ i wymiarach 230 x 320 mm, z zamknięciem strunowym. Kolejna część warzyw została zapakowana przy pomocy pakowarki próżniowej firmy RAMON (60% próżni) pod ciśnieniem 0,96 bara, w specjalne do tego celu przystosowane worki próżniowe. Zapakowany materiał był przechowywany w zamrażarce komorowej Liebherr (Niemcy) w temp. -22°C, przez kolejne 2 i 4 miesiące. Po upływie zamierzonego czasu, z każdego opakowania był pobierany materiał, a następnie były wykonywane oznaczenia zawartości witaminy C. Oznaczenie polegało na ekstrakcji witaminy C kwasem szczawiowym, a następnie utlenieniu kwasu askorbinowego do dehydroaskorbinowego w środowisku kwaśnym za pomocą mianowanego, niebieskiego barwnika 2,6-dichlorofenolindofenolu.

Wszystkie oznaczenia wykonywano w trzech równoległych powtórzeniach, a dla uzyskanych wartości średnich obliczono odchylenie standardowe (SD). W celu sprawdzenia istotności różnic między zawartością witaminy C, w zależności od zastosowanych procesów technologicznych, przeprowadzono analizę wariancji jedno-czynnikowej. Wszystkie obliczenia wykonano przy pomocy programu STATISTICA 9.1. PL. W celu sprawdzenia istotności różnic zastosowano test rozstępu Duncan'a, przy krytycznym poziomie istotności $p \leq 0,05$.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W wyniku procesu blanszowania, gotowania tradycyjnego w wodzie, a także gotowania na parze zaobserwowano istotne statystycznie ($p \leq 0,05$) obniżenie zawartości witaminy C, kolejno o 11,7; 34,9 i 21,4%, w stosunku do warzywa surowego (tab. I).

T a b e l a 1. Zawartość witaminy C w kalafiorze zielonym w zależności od obróbki technologicznej

T a b l e 1. The content of vitamin C in green cauliflower depending on the technological processing

Rodzaj procesu	Zawartość witaminy C [mg/100 g s.m.]
Świeży	421,57 ^f ± 6,93
Blanszowany	372,28 ^e ± 7,00
Gotowany w wodzie	274,36 ^{ab} ± 3,63
Gotowany w piecu konw.-par.	331,86 ^d ± 7,51
Zamrażalnicze składowanie 2-miesięczne (PE-LD)	260,33 ^{ab} ± 1,17
Zamrażalnicze składowanie 2-miesięczne (próżniowo)	287,50 ^b ± 15,3
Zamrażalnicze składowanie 4-miesięczne (PE-LD)	226,40 ^c ± 9,05
Zamrażalnicze składowanie 4-miesięczne (próżniowo)	254,55 ^{ac} ± 28,0

a, b, c... – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie przy $p \leq 0,05$ / the values denoted with the different letters differ statistically significantly at $p \leq 0,05$

$X \pm SD$ – wartość średnia \pm odchylenie standardowe ($n=3$)/mean value \pm standard deviation ($n=3$)

Po dwóch i czterech miesiącach zamrażalniczego składowania warzyw w workach strunowych z PE-LD (polietylenu niskiej gęstości) oraz w zmienionej atmosferze (pakowanie próżniowe) stwierdzono istotne statystycznie ($p \leq 0,05$) straty omawianego składnika, średnio o 34,6 i 27,2%, w porównaniu do warzywa blanszowanego (tab. 1).

Warzywa krzyżowe uznaje się za doskonałe źródło witaminy C. Większość z nich nie jest jednak spożywana w surowej postaci, gdzie zawartość składników odżywczych jest największa. Zawartość witaminy C w częściach jadalnych warzyw może zależeć od bardzo wielu czynników, m.in. takich jak: gatunek, odmiana, stopień dojrzałości, warunki klimatyczne oraz agrotechniczne (5). Według *Podsędek* (6) zawartość witaminy C w kalafiorach waha się w szerokich granicach od 17,2 do 78 mg w 100 g świeżego warzywa, w którym to zakresie mieści się wynik otrzymany w toku tej pracy (43 mg/100 g św.m.) *Filipiak-Florkiewicz* (7) natomiast podaje wynik o 55% wyższy od otrzymanego w niniejszej pracy.

Zabiegi technologiczne, takie jak m.in. blanszowanie, gotowanie, a wcześniej obróbka wstępna (mycie, obieranie, rozdrabnianie), mogą być przyczyną znacznych strat związków przeciwutleniających, zwłaszcza witaminy C. Wielkość strat jest uzależniona od zastosowanej temperatury i czasu jej działania oraz stopnia rozdrobnienia produktu (8). W Polsce przyjęło się spożywać kalafiora po krótkiej obróbce termicznej, zazwyczaj po ugotowaniu, co zmniejsza w istotny sposób jego wartość odżywczą. W toku tej pracy procesy blanszowania i gotowania również spowodowały straty omawianego składnika. Największe straty wykazano w przypadku gotowania tradycyjnego w wodzie (~35%), mniejsze w przypadku gotowania na parze (21,4%), a najmniejsze w procesie blanszowania (11,7%). Dużo wyższe straty witaminy C podczas procesu blanszowania w kalafiorach odnotowali *Gębczyński i Kmiecik* (9) (~23%), *Filipiak-Florkiewicz* (7) (~25%), czy *Cieślak i wsp.* (10) (~19%). Różnice te mogą być wynikiem innego sposobu blanszowania. W niniejszej pracy proces ten został przeprowadzony przy użyciu pieca konwekcyjno-parowego oraz trwał krócej w stosunku do cytowanych badań literaturowych.

W badaniach *Kmiecika i Lisiewskiej* (11) zawartość witaminy C po tradycyjnym ugotowaniu w wodzie zmniejszyła się o 36,3%, w przypadku odmiany o białych różach. Podobnie podaje *Filipiak-Florkiewicz* (7), gdzie straty witaminy C sięgały 38,2% (kalafior biały) oraz 36,9% (kalafior zielony). Znacznie niższe straty omawianego składnika, mieszczące się w granicach 14,1% – 29,5%, w wyniku gotowania odmiany o białych różach uzyskał także *Davey i wsp.* (12). *Pellegrini i wsp.* (13) w swoich doświadczeniach odnotowali znaczne różnice w zmianie zawartości witaminy C w kalafiorze białym gotowanym na parze metodą tradycyjną, o 32,2% oraz w piecu parowym, o 50,9%.

Kwas askorbinowy można zaliczyć do najmniej trwałych witamin ze względu na wysoką termolabilność, wrażliwość m.in. na obecność tlenu oraz metali katalizujących reakcje utleniania, czy niesprzyjające pH (8). W niniejszej pracy proces zamrażalniczego składowania skutkowało systematycznym obniżaniem zawartości witaminy C, podobnie jak w pracy *Volden i wsp.* (14), o 22,7% (odmiana *Graffiti*) i 24,1% (kalafior zielony *Celio*), czy *Gębczyńskiego i Kmiecika* (9). Dużo większe obniżenie zawartości witaminy C zaobserwowali w swoich badaniach *Ismail i Lee* (15) czy *Kmiecik i Budnik* (16). *Lisiewska* (17) w swojej publikacji zwraca szczególną uwagę na parametry poszczególnych procesów, gdyż w przypadku 4-minutowego blanszowania (przed mrożeniem) straty witaminy C wynosiły 28-32%, a przy 3-minutowym 41-42%. W badaniach *Lisiewskiej i Kmiecika* (18) oraz *Favella* (19) po 4-minutowym blanszowaniu nie dochodziło już do znacznych spadków zawartości witaminy C i po 12 miesiącach mrożenia wynosiły one jedynie 6-13% (gdzie materiałem porównawczym był kalafior blanszowany). Znaczny ubytek składników odżywczych oraz witaminy C podczas przechowywania mrożonego produktu mogą być spowodowane niewystarczającą inaktywacją enzymów oksydoredukcyjnych w procesie blanszowania. Efektywna inaktywacja peroksydaz przy blanszowaniu wyraża się wyższą zawartością kwasu askorbinowego. Prawidłowo przeprowadzony proces blanszowania jest niezbędnym zabiegiem technologicznym przed okresem przechowywania zamrażalniczego. Należy zwrócić jednak uwagę na parametry blanszowania i czas tego zabiegu (20). Dodatkowo powstające podczas zamrażania kryształki lodu mogły negatywnie wpłynąć na zawartość witaminy C, poprzez uszkodzenie tkanki warzyw. Innym czynnikiem mogły być fluktuacje temperatury podczas zamrażalniczego składowania warzyw, które wzmagając ususzkę, mogły zwiększyć tym samym straty omawianej witaminy (7).

W niniejszej pracy pakowanie próżniowe spowodowało statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) niższe straty witaminy C, w stosunku do warzyw zapakowanych w worki PE-LD. Straty składników w warzywach mogą być spowodowane zarówno przez czynniki wewnętrzne (procesy życiowe roślin po zbiorze, jak i zewnętrzne (środowiskowe), takie jak m.in.: temperatura, wilgotność względna powietrza, skład gazowy otaczającej atmosfery. Pakowanie próżniowe zmniejsza dostęp tlenu do materiału, tym samym chroniąc go przed stratami (21).

WNIOSKI

1. Wszystkie zastosowane procesy technologiczne, tj. blanszowanie, gotowanie: tradycyjne i w piecu konwekcyjno-parowym, a także zamrażalnicze składowanie (w

workach z PE-LD i w zmienionej atmosferze – próżni) skutkowały obniżeniem zawartości witaminy C w badanym kalafiorze zielonym.

2. Zaobserwowano tendencję do niższych strat omawianego składnika w przypadku gotowania na parze, w porównaniu do gotowania w wodzie.
3. Stwierdzono istotnie mniejsze ($p \leq 0,05$) obniżenie zawartości tej witaminy w kalafiorze składowanym zamrażalniczo w zmienionej atmosferze (próżnia), w stosunku do przechowywanego w workach strunowych (PE-LD).

Badanie zostało przeprowadzone w ramach grantu nr BM-4788/KŻCZ/2015 finansowanego przez Uniwersytet Rolniczy w Krakowie w ramach dotacji celowej na prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych oraz zadań z nimi związanych, służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktorskich.

J. Kapusta-Duch, T. Leszczyńska, B. Borczak, R. Biezanowska-Kopeć

EFFECT OF SELECTED TECHNOLOGICAL PROCESSES ON THE CONTENT OF VITAMIN C IN GREEN CAULIFLOWER

Summary

The aim of this study was to evaluate the effect of processing (blanching, cooking in water and steam cooking and also freezing storage in two types of packaging) on changes in the content of vitamin C in green cauliflower. All studied technological processes caused lowering the content of the above-mentioned component. Vacuum packing caused smaller losses of vitamin C than the traditional method of packaging.

PIŚMIENNICTWO

1. *Ambrosone C.B., Tang L.*: Cruciferous vegetables intake and cancer prevention: role of nutrigenetics. *Cancer Prev. Res.* 2009; 3(14): 298-300.- 2. *Loo G.*: Redox-sensitive mechanisms of phytochemical mediated inhibition of cancer cell proliferation. *J. Nutr. Biochem.* 2003; 7(45): 64-73.- 3. *Ciborowska H., Rudnicka A.*: Dietetyka. Żywnienie zdrowego i chorego człowieka. 2009, PZWL, Warszawa.- 4. *PN-A-04019. 1998.* Produkty spożywcze. Ogólne metody badań i analiz produktów spożywczych. Oznaczanie zawartości witaminy C.- 5. *Wierzbicka B., Kuskowska M.*: Wpływ wybranych czynników na zawartość witaminy C w warzywach. *Acta Sci. Pol. Hort. Cult.* 2002; 1(2): 49-57.- 6. *Podsędek A.*: Natural antioxidants and antioxidant capacity of *Brassica* vegetables: A review. *LWT* 2007; 40: 1-11.- 7. *Filipiak-Florkiewicz A.*: Wpływ obróbki hydrotermicznej na wybrane prozdrowotne właściwości kalafiora (*Brassica oleracea* var. *Botrytis* L.). 2011, Zesz. Nauk. UR. Rozprawy, zeszyt 347.- 8. *Grajek, W. (ed.)*: Przeciwnutleniające w żywności. Aspekty zdrowotne technologiczne molekularne i analityczne, 2007. WNT. Warszawa.- 9. *Gębczyński P., Kmiecik W.*: Effects of traditional technology, in the production of frozen cauliflower, on the contents of selected antioxidative compounds, *Food Chem.* 2007; 101: 229-235. – 10. *Cieślak E., Pisulewski P.M., Filipiak-Florkiewicz A., Leszczyńska T., Sikora E.*: Antioxidant potential of selected cruciferous vegetables. *Zyw. Człow. Metab. (Supl.)* 2005; 1(2): 1093-1097.
11. *Kmiecik W., Lisiewska Z.*: Wpływ sposobu gotowania kalafiora na zawartość witaminy C oraz azotanów i azotynów. *Zesz. Nauk. Akad. Roln.* 1997; 9, 67-75.- 12. *Davey M., Montagu M., Inze D., Santmartin M., Kanellis A., Smirnoff M., Benzie J., Strain J., Favell D., Fletcher J.*: Review: Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *J. Sci. Food Agric.* 2000; 80: 825-860.- 13. *Pellegrini N., Chiavaro E., Gardana C., Mazzeo T., Contino D., Gallo M., Riso P., Fogliano V., Porrini M.*: Effect of different cooking methods on colour, phytochemical concentration and antioxidant capacity of raw and frozen *Brassica* vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 2010; 58:

- 4310-4321.- 14. *Volden J., Bengtsson B.G., Wicklund T.*: Glucosinolates, L-ascorbic acid, total phenols, anthocyanins, antioxidant capacities and colour in cauliflower (*Brassica oleracea* L. ssp. *Botrytis*); effect of long-term freezer storage. *Food Chem.* 2009; 112: 967-976.- 15. *Ismail A., Lee W.Y.*: Influence of cooking practice on antioxidant properties and phenolic content of selected vegetables. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 1996; 3(32): 2004-2010.- 16. *Kmieciak W., Budnik A.*: Wpływ dwóch sposobów gotowania brokoła na poziom wybranych wskaźników fizykochemicznych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1997; 4: 303-309.- 17. *Lisiewska Z.*: Characterization of the chemical composition of eight varieties of roses Italian broccoli. *Acta Agr. Silv. Ser. Agr.* 1986; 25: 209-220.- 18. *Lisiewska Z., Kmieciak W.*: Effects of level of nitrogen fertilizer, processing conditions and period of storage of frozen broccoli and cauliflower on vitamin C retention. *Food Chem.* 1996; 2: 267-270.- 19. *Favell D.* A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables. *Food Chem.* 1998; 1(2): 59-64.- 20. *Dietrich W.C., Huxsoll C.C., Guadagni D.G.*: Comparison of microwave, conventional and combination blanching of Brussels sprouts for frozen storage. *Food Technol.* 1999; 24(5): 105-109.
21. *Grzegorzewska M., Kosson R.*: The influence of postharvest treatment and type of packaging on quality and storage ability of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis*). *Veg. Crops Res. Bul.* 2009; 71: 133-142.

Adres: 30-149 Kraków, ul. Balicka 122