

ELŻBIETA RYTEL, GRAŻYNA LISIŃSKA

ZMIANY ZAWARTOŚCI WITAMINY C W BULWACH ZIEMNIAKA PODCZAS GOTOWANIA I PRZETWARZANIA NA PRODUKTY SMAŻONE I SUSZONE

Streszczenie

Celem podjętych badań było określenie wielkości zmian zawartości witaminy C w ziemniakach po ugotowaniu oraz na poszczególnych etapach technologicznych przerobu ziemniaka na frytki, czipsy i kostkę ziemniaczaną.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że początkowe etapy przerobu ziemniaków, jak obieranie i rozdrabnianie, spowodowały 6–15% straty witaminy C w porównaniu z jej zawartością w surowcu. Wielkość strat tej witaminy podczas krojenia ziemniaków i płukania w zimnej wodzie zależała od stopnia ich rozdrobnienia i wynosiła w ziemniakach pokrojonych na frytki 9%, a na kostkę i czipsy 15%. Po procesie blanszowania większe straty witaminy C odnotowano w bulwach rozdrobnionych na plasterki i kostkę (33%) w porównaniu z ziemniakami pokrojonymi na słupki (27%). Najmniejsze straty witaminy C w stosunku do jej zawartości w surowcu, stwierdzono podczas przygotowania ziemniaków gotowanych (46%) i frytek po I stopniu smażenia (55%). Straty witaminy C podczas produkcji czipsów wynosiły 83%, frytek po II stopniu smażenia 85% i kostki 93%.

Słowa kluczowe: czipsy, frytki, kostka ziemniaczana, witamina C

Wprowadzenie

Witaminy nie stanowią dla organizmu źródła energii, ani też nie są strukturalnymi składnikami tkanek. Są jednak konieczne do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka, dzięki uczestnictwu w różnorodnych reakcjach biochemicznych. Wśród witamin, które nie są syntetyzowane przez organizm ludzki, a są niezbędne w codziennej diecie jest witamina C. W największych ilościach występuje ona w świeżych warzywach i owocach, dlatego ważne jest wzbogacanie diety w te produkty. Ze względu na duże spożycie ziemniaków w Polsce, są one jednym z podstawowych źródeł witaminy C w diecie. Spożycie 200 g ziemniaków pokrywa dzienne zapotrzebowanie na

witaminę C w około 50% [5, 10]. Najwięcej ziemniaków spożywa się po ich ugotowaniu, jednak ze względu na duże walory smakowo-zapachowe wzrasta w Polsce spożycie przetworów ziemniaczanych, takich jak chipsy, frytki, czy susze ziemniaczane. Te ostatnie mają szerokie zastosowanie w gastronomii i gospodarstwie domowym, mogą być wykorzystywane jako komponent zup, sałatek warzywnych, czy warzywno-mięsnych i innych. Susze ziemniaczane (z ziemniaka surowego) mają różny kształt i postać, mogą to być słupki, talarki, kostka czy grys. Drugą grupę suszy stanowi produkt z ziemniaka ugotowanego (płatki, granulat) [12, 19].

Odpowiednio dobrany surowiec, o dobrych właściwościach konsumpcyjnych oraz poprawnie prowadzony proces technologiczny zapewnia zachowanie jak największej ilości składników odżywczych. Podczas procesu technologicznego produkcji wyrobów smażonych czy suszonych zmienia się zawartość i wzajemny stosunek składników ziemniaka [4, 15]. Znaczna część substancji rozpuszczalnych bulwy zostaje wymyta w procesie obierania, krojenia, przemywania, blanszowania i smażenia. W rezultacie zwiększa się udział substancji nierozpuszczalnych w suchej masie ziemniaka. Usunięcie substancji rozpuszczalnych zaliczanych do składników przeciwżywniowych (np. azotanów) jest procesem korzystnym, natomiast straty witaminy C są przykładem bezpowrotnego zmniejszenia wartości odżywczej bulw w procesie ich przetwarzania. W literaturze najczęściej są przedstawione straty witaminy C po jednym z etapów technologicznych przerobu ziemniaków, np. po obieraniu czy gotowaniu bulw [2, 8]. Mało jest natomiast danych odnośnie ubytków zawartości tej witaminy w kolejnych etapach przerobu po: obraniu, krojeniu, przemywaniu zimną wodą, smażeniu lub suszeniu.

Celem podjętych badań było określenie wielkości zmian zawartości witaminy C w ziemniakach po ugotowaniu oraz na poszczególnych etapach technologicznych przerobu ziemniaka na frytki, chipsy i kostkę ziemniaczaną.

Material i metody badań

Material do badań stanowiły bulwy ziemniaka odmiany Karlena, pochodzące z przechowalni zakładu produkcyjnego. Do badań analitycznych pobierano losowo próby z kolejnych etapów technologicznych laboratoryjnego przerobu ziemniaków. Badania prowadzono w trzech powtórzeniach technologicznych. Próby do badań pobrano z następujących etapów przerobowych:

- frytki: ziemniaki nieobrane, ziemniaki po obraniu, ziemniaki po pokrojeniu na słupki o wymiarach 1x1 cm i oplukaniu zimną wodą, krajanka po blanszowaniu w wodzie o temp. 85°C przez 5 min, frytki po pierwszym stopniu smażenia w oleju palmowym o temp. 175°C przez 1 min, frytki po drugim stopniu smażenia w oleju palmowym o temp. 180°C do całkowitego usmażenia;

- czipsy: ziemniaki nieobrane, ziemniaki po obraniu, ziemniaki po pokrojeniu na plastry o grubości 1mm i opłukaniu zimną wodą, plastry po blanszowaniu w wodzie o temp. 85°C przez 2 min, czipsy po wysmażeniu w oleju palmowym o temp. 185°C do osiągnięcia wilgotności poniżej 2%;
- kostka ziemniaczana: ziemniaki nieobrane, ziemniaki po obraniu, ziemniaki po pokrojeniu na kostkę o wymiarach 1x1x1 cm i przemyciu zimną wodą, kostka po blanszowaniu w wodzie o temp. 85°C przez 5 min, kostka po wysuszeniu do wilgotności 8-10% w suszarce z przewiewem, stosując następujące parametry - temp. 120°C przez 1 h i temp. 60°C do wysuszenia;
- ziemniaki gotowane: ziemniaki nieobrane, ziemniaki po obraniu, ziemniaki po ugotowaniu w wodzie, stosując wsad 0,5 kg ziemniaków na 0,7 l wody, (ziemniaki gotowano w całości, od momentu zagotowania wody przez 20 min).

W otrzymanych próbach oznaczano zawartość witaminy C przez ekstrakcję próby kwasem szczawiowym i miareczkowanie uzyskanego przesącza 2,6-dichloro-fenoloindofenolem [15].

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 7.1. Wyznaczono grupy jednorodne oraz wartości NIR, stosując test Dunca-na, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. W celu stwierdzenia wpływu poszczególnych etapów technologicznych na zawartość witaminy C w surowcu, półproduktach i produktach końcowych zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji [16].

Wyniki i dyskusja

Użyta w doświadczeniu odmiana ziemniaków Karlena jest najczęściej wykorzystywana w przemyśle spożywczym do produkcji czipsów. Jednak ze względu na korzystny skład chemiczny może być również stosowana z przeznaczeniem na inne produkty oraz do bezpośredniej konsumpcji. Istotnym wyznacznikiem jakości ziemniaków jest ich wysoka wartość żywieniowa, w tym również zawartość witaminy C. W ziemniakach może się ona kształtować na różnym poziomie, średnio od 10 do 30 mg [10, 17] w zależności od odmiany, warunków uprawy i przechowywania. Analizowany surowiec zawierał 15,7 mg tej witaminy w 100 g bulw (tab. 1).

Witamina C jest rozmieszczona nierównomiernie w bulwie ziemniaka. Według niektórych autorów [7, 10, 13] największe jej ilości znajdują się pod powierzchnią skórki w części stolonowej i w rdzeniu bulwy, a najmniejsze w części wierzchołkowej. Sam proces obierania może powodować znaczne straty tej witaminy. W przeprowadzonym doświadczeniu nie stwierdzono istotnych strat witaminy C po obraniu ziemniaków (tab. 1). Na straty tej witaminy istotny wpływ ma sposób i grubość obierania [10]. W przeprowadzonym doświadczeniu ziemniaki były obierane karborundowo w cienkiej warstwie.

Tabela 1

Zawartość witaminy C w ziemniakach, po poszczególnych etapach przetwórczych [mg/100 g].
Content of vitamin C in potatoes after the individual processing stages accomplished [mg/100 g].

Ziemniaki / Potatoes			
przed obraniem prior to peeling		po obraniu after peeling	
15,7 ^a		14,7 ^a (6%)*	
NIR 1,55; LSD 1,55			
Krajanka po pokrojeniu i opłukaniu Processed potatoes after cutting and rinsing			
plasterki slices	szupki/ matchsticks	kostka dices	
12,4 ^a (16%)	13,4 ^b (9%)	12,5 ^a (15%)	
NIR 0,21; LSD 0,21			
Krajanka po blanszowaniu Cut potatoes after blanching			
plasterki slices	szupki matchsticks	kostka dices	
8,4 ^a (33%)	9,8 ^b (27%)	8,4 ^a (33%)	
NIR 0,15; LSD 0,15			
Produkty ziemniaczane Potato products			
czipsy chips	frytki po I st. smażenia French fries after stage I of frying	frytki po II st. smażenia French fries after stage II of frying	kostka wysuszona dried dices
9,6 ^d (24%)	8,2 ^c (17%)	6,4 ^b (22%)	3,7 ^a (56%)
NIR 0,13; LSD 0,13			

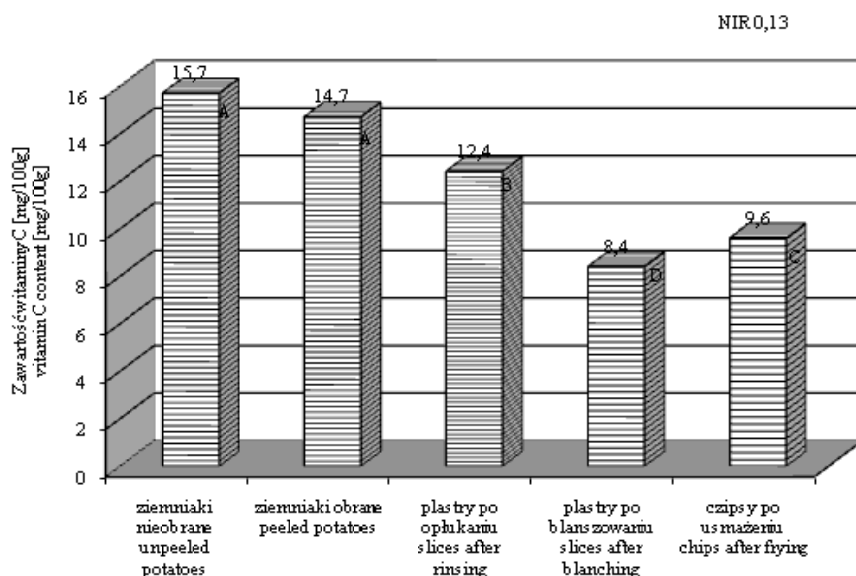
Objaśnienia: / Explanatory notes:

*- w nawiasach podano straty witaminy C obliczone w stosunku do zawartości w produkcie ziemniaczanym z poprzedniego etapu technologicznego / Losses of vitamin C computed in relation to the content of vitamin C in potato product from the previous technological stage are given in brackets.

W celu zwiększenia przyswajalności składników pokarmowych ziemniaka oraz polepszenia jego cech sensorycznych: smakowych i zapachowych, musi on być poddany zabiegom termicznym. Najczęściej stosowane w przemyśle ziemniaczanym zabiegi termiczne, takie jak blanszowanie czy smażenie, wpływają na zmniejszenie wartości odżywczej półproduktów i produktów ziemniaczanych [11]. Według Cieślak [2], straty witaminy C zachodzące podczas przygotowania potraw i przetworów ziemniaczanych są spowodowane jej rozkładem pod wpływem działania temperatury, enzymów, tlenu, światła oraz obecności jonów niektórych metali czy odczynu środowiska. Kwas askorbinowy przechodzi do roztworu lub utlenia się do kwasu dehydroaskorbinowego, który ulega dalszemu utlenianiu aż do utraty aktywności biologicznej [9].

W przeprowadzonym doświadczeniu poszczególne etapy produkcji frytek, czipsów czy kostki ziemniaczanej w różnym stopniu wpłynęły na straty witaminy C

w półproduktach i produktach końcowych. Początkowe etapy produkcji, takie jak krojenie i płukanie w zimnej wodzie spowodowały straty tej witaminy od 9 do 16% (tab. 1) w stosunku do jej zawartości w ziemniakach obranych. Wielkość tych strat zależała od sposobu krojenia ziemniaków, większe wystąpiły po pokrojeniu w plasterki i kostkę niż w słupki, (tab. 1, rys. 1-3).



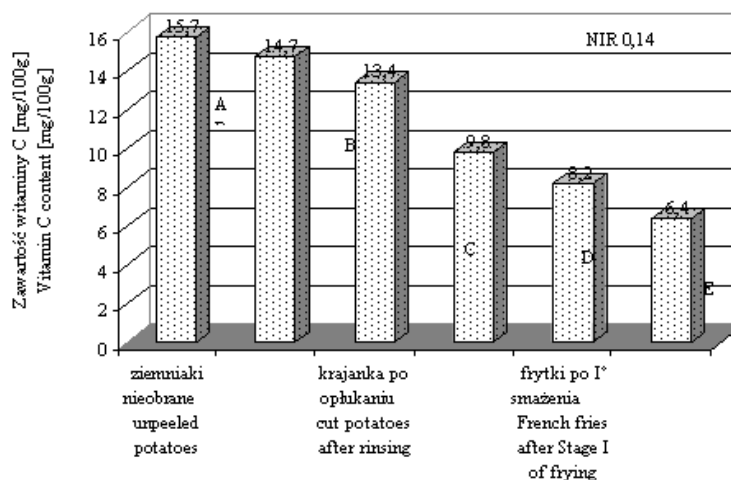
Rys. 1. Zmiany zawartości witaminy C w ziemniakach podczas produkcji chipsów.

Fig. 1. Vitamin C contents changes in potatoes in chips processing.

Powierzchnia styku z wodą krajanki w postaci słupków o wymiarach 1 x 1 x 6 cm była znacznie mniejsza niż krajanki w postaci plasterków czy kostki. Tudela i wsp. [18] wykazali, że obieranie, cięcie ziemniaków na słupki, plastry czy kostkę oraz płukanie powstałej krajanki powodują niewielkie straty witaminy C.

Kolejnym etapem powodującym istotne zmiany zawartości witaminy C, stosowanym w produkcji frytek, czipsów czy kostki ziemniaczanej jest blanszowanie. Zabieg ten przeprowadzany jest w przemyśle spożywczym w celu polepszenia barwy produktu gotowego (poprzez inaktywację enzymów powodujących ciemnienie oraz wypłukiwanie cukrów), poprawy konsystencji otrzymanych produktów (frytki, kostka) oraz zmniejszenia absorpcji tłuszczu (frytki) [1, 17]. Jedynie przy produkcji czipsów zabieg blanszowania jest traktowany jak „zło konieczne”, gdyż przy wyższej zawartości cukrów redukujących (powyżej 0,1%), muszą one być wypłukane z plasterków przed ich smażeniem, ze względu na niekorzystną brązową barwę produktu. Inne wskaźniki jakościowe czipsów (tekstura, oleistość) ulegają pogorszeniu po tym zabiegu [11]. Na wielkość strat witaminy C w krajance podczas blanszowania duży wpływ ma czas,

temperatura i stopień rozdrobnienia materiału. Z przeprowadzonych badań wynika, że straty tej witaminy podczas etapu blanszowania wynosiły od 27 do 33% (tab. 1) w porównaniu z jej zawartością w krajance przed blanszowaniem. Po procesie blanszowania w słupkach i kostce ziemniaczanej pozostało 53% początkowej zawartości witaminy C w surowcu, a w plastrach 62% (tab. 1, rys.1-3). Stopień rozdrobnienia ziemniaków miał istotny wpływ na wielkość strat witaminy C, mimo że podczas produkcji czipsów (najbardziej rozdrobniony materiał) zastosowano o połowę krótszy czas blanszowania.



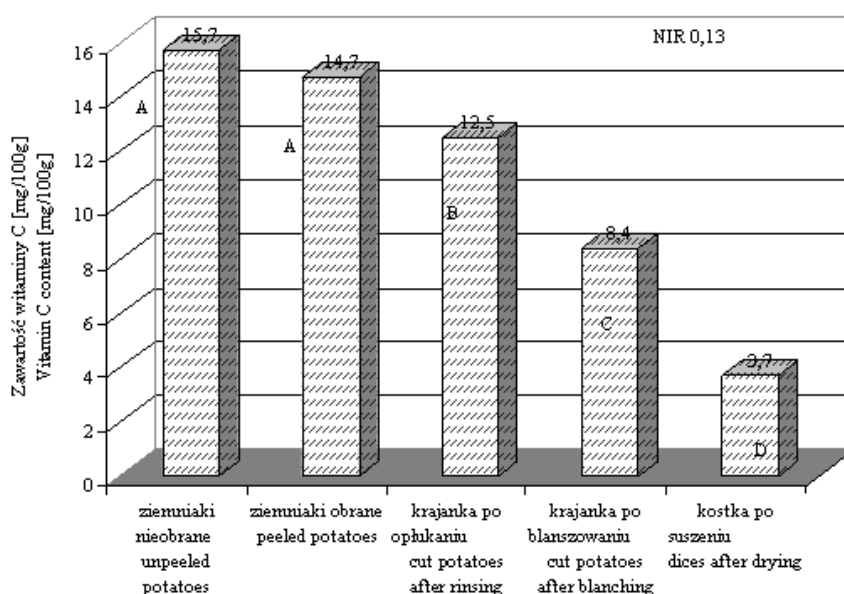
Rys. 2. Zmiany zawartości witaminy C w ziemniakach podczas produkcji frytek.

Fig. 2. Vitamin C contents changes in potatoes during French fries potato processing.

Ostatnim etapem przygotowania produktu do spożycia jest proces termiczny: smażenie, suszenie lub gotowanie. Wymienione etapy różnią się między sobą przede wszystkim temperaturą, czasem działania i rodzajem medium grzejnego. Procesem, który w najmniejszym stopniu wpłynął na straty oznaczonej witaminy (a jest powszechnie stosowany w gospodarstwie domowym) jest gotowanie. W ziemniakach po ugotowaniu pozostało 54% kwasu askorbinowego w porównaniu z surowcem po obraniu (rys. 4).

Porównywalne straty tej witaminy stwierdzono we frytkach po I stopniu smażenia, w otrzymanym produkcie pozostało jej 45% (rys. 5). Niewątpliwie na wielkość strat kwasu askorbinowego ma wpływ czas działania medium grzejnego i jego temperatura, a w mniejszym stopniu rozdrobnienie surowca. Frytki podczas I stopnia smażenia poddane były działaniu temp. 175°C przez 1 min, natomiast ziemniaki gotowano w całości w temp. 100°C przez 20 min. Wielkość strat witaminy C w ziemniakach gotowanych można jeszcze zmniejszyć modyfikując proces gotowania. Według Hana i wsp. [7] największe straty tej witaminy powoduje gotowanie w wodzie bez dodatku

soli (nawet 88%). Natomiast dodatek soli w ilości 3% zmniejszył podczas gotowania straty tej witaminy do 60%. Z badań Kolendy i Pyryt [8] wynika, że gotowanie tradycyjne w dużej ilości wody powoduje większe ubytki tego związku (20–40%), niż gotowanie w niewielkiej ilości wody, z wykorzystaniem mikrofal lub w garnkach akumulatorycznych, 8–17%. Zgodnie z wynikami różnych autorów [7, 8] można stwierdzić, że gotowanie tradycyjne zmniejsza zawartość witaminy C do 50% początkowej jej ilości w surowcu. Jest to spowodowane tym, że witamina C jest związkiem dobrze rozpuszczalnym w wodzie i podlegającym termicznej degradacji.

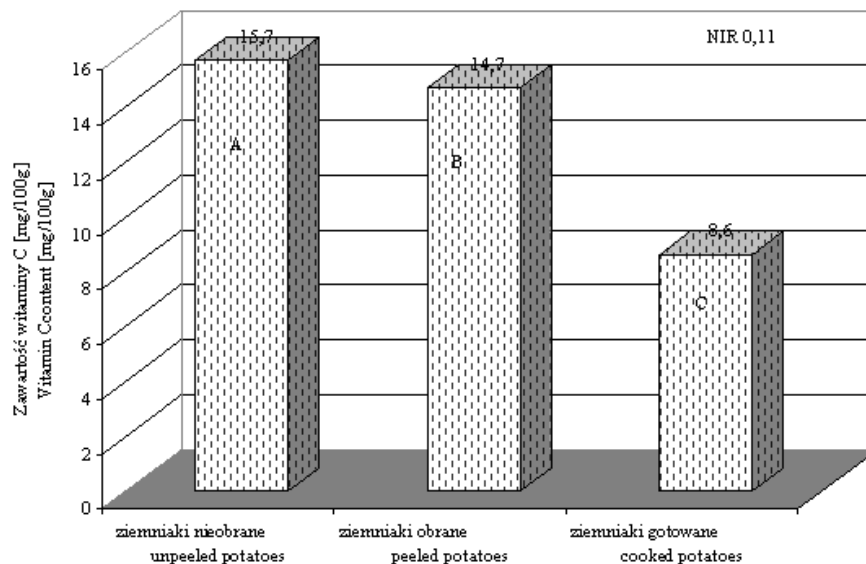


Rys. 3. Zmiany zawartości witaminy C w ziemniakach podczas produkcji kostki.

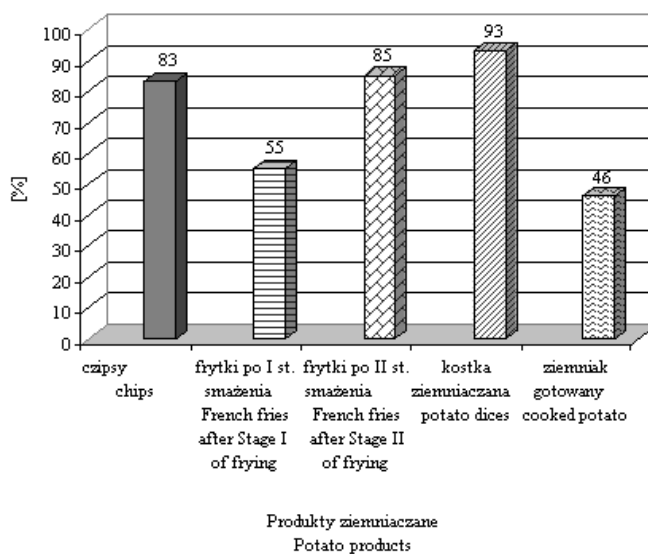
Fig. 3. Vitamin C contents changes in potatoes during dice potato processing.

Proces smażenia czipsów, ze względu na wyższą temperaturę oleju i duże rozdrobnienie surowca, spowodował większe straty (83%) oznaczonej witaminy w porównaniu do frytek po I stopniu smażenia czy ziemniaków po ugotowaniu (rys. 5). Drugi etap smażenia frytek przyczynił się do dalszego zmniejszenia witaminy C w otrzymanym produkcie. We frytkach po II st. smażenia pozostało 15% pierwotnej zawartości wit. C (rys. 5).

Według Hana i wsp. [7] proces smażenia może przyczynić się nawet do 79% strat witaminy C. Inni autorzy szacują wielkość strat tej witaminy na poziomie 65–75% [10, 11, 17]. Według Hasse i Weber [6] proces produkcji frytek (półprodukt mrożony) powoduje 52% strat kwasu askorbinowego w stosunku do jego zawartości w surowcu.



Rys. 4. Zmiany zawartości witaminy C w ziemniakach przed i po ugotowaniu.
 Fig. 4. Vitamin C contents changes in potatoes before and after cooking.



Rys. 5. Porównanie strat witaminy C w produktach ziemniaczanych (wyrażone w procentach początkowej zawartości wit. C w ziemniakach obranych)
 Fig. 5. Vitamin C losses comparison in potato products (expressed in percentage of initial vitamin C content in peeled potato)

Procesem, który spowodował największe straty wit. C (około 93%) była produkcja kostki ziemniaczanej. Przyczynił się do tego proces suszenia, po suszeniu kostki stwierdzono ponad 50% straty tej witaminy w porównaniu z kostką po blanszowaniu (tab. 1). Tak duże straty mogą być spowodowane zastosowaniem wysokiej temperatury i długiego czasu trwania tej operacji technologicznej, przez co witamina C ulega znacznej degradacji. Według Davey i wsp. [3] proces dehydratacji, stosowany znacznie częściej podczas obróbki ziemniaka niż innych warzyw, może powodować zmniejszenie zawartości witaminy C o około 75%. Również z prac Lisińskiej i Wojtal [12] wynika, że proces produkcji kostki ziemniaczanej powoduje kilkakrotne zmniejszenie zawartości tej witaminy w stosunku do surowca. Ze względu na częstość i powszechność spożycia suszy ziemniaczanych, część zakładów wzbogaca grys, puree, aglomerat i inne produkty ziemniaczane w witaminę C.

Produkty ziemniaczane smażone są wzbogacone o składniki (tłuszcz), które pochodzą z drugiego surowca – oleju. Jego ilość waha się od 4% (frytki podsmażone) do 35% (czipsy). Porównując więc straty witaminy C podczas przerobu bulw ziemniaczanych na różne produkty należy uwzględnić również ten czynnik. Po przeliczeniu danych zawartych w tab. 1 dotyczących zawartości witaminy C w różnych końcowych produktach przerobu ziemniaka (czipsy, frytki, kostka) oraz jej zawartości w ziemniakach gotowanych (rys. 4) na zawartość w suchej masie tych produktów (tab. 2), najbardziej ubogimi w witaminę C okazały się: kostka i czipsy.

Tabela 2

Zawartość witaminy C w produktach ziemniaczanych w przeliczeniu na suchą masę.
Content of vitamin C in potato products expressed per dry matter content.

Produkt Product	Witamina C [mg/100 g s.m.] Vitamin C [mg/100 g d.m.]
Czipsy Chips	9,7
Frytki po I st. smażenia French fries after Stage I of frying	27,1
Frytki po II st. smażenia French fries after Stage II of frying	8,9
Kostka ziemniaczana Potato dices	4,2
Ziemniak gotowany Cooked potatoes	31,8

Największą zawartością oznaczonej witaminy charakteryzował się ziemniak gotowany (31,8 mg/100 g s. m.), a następnie frytki po I stopniu smażenia (27,1 mg/100 g s.m.).

Istotne jest poznanie przyczyny dużych strat witaminy C podczas przerobu ziemniaków na różne przetwory. Dzięki badaniom prowadzonym w tym kierunku, będzie można zapobiegać stratom tej witaminy i innych składników odżywczych zawartych w bulwach, poprzez optymalizację warunków produkcji oraz unowocześnienie procesów technologicznych. Stosując nowoczesne sposoby obróbki surowca, skracając do minimum czas działania czynników destrukcyjnie oddziałujących na witaminę C, będzie można otrzymać produkty o wyższej wartości odżywczej.

Wnioski

1. Początkowe etapy przerobu ziemniaków na produkty spożywcze (obieranie, rozdrabnianie) w mniejszym stopniu wpływały na wielkość strat witaminy C niż etapy termiczne (blanszowanie, smażenie, gotowanie).
2. Po procesie obierania stwierdzono 6% zmniejszenie zawartości witaminy C w porównaniu z jej zawartością w surowcu.
3. Wielkość strat witaminy C podczas krojenia ziemniaków i płukania w zimnej wodzie zależała od stopnia ich rozdrobnienia. Najmniejsze straty witaminy C stwierdzono w ziemniakach pokrojonych na frytki (9%) w porównaniu do kostki i czipsów (15%).
4. Po procesie blanszowania większe straty witaminy C odnotowano w bulwach rozdrobnionych na plasterki i kostkę (33%) w porównaniu z ziemniakami pokrojonymi na słupki (27%).
5. Proces suszenia powodował większe straty witaminy C (56%) niż proces smażenia (24% czipsy i 22% frytki).
6. Najmniejsze straty witaminy C w stosunku do jej zawartości w surowcu, stwierdzono podczas przygotowania ziemniaków gotowanych (46%) i frytek po I stopniu smażenia (55%). Straty witaminy C podczas produkcji czipsów wynosiły 83%, frytek po II stopniu smażenia 85% i kostki 93%.

Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.

Literatura

- [1] Arroqui C., Rumsey T. R., Lopez A., Virseda P.: Effect of different soluble solids in water on ascorbic acid losses during water blanching of potato tissue. *J. Food Eng.*, 2001, **47**, 123-126.
- [2] Cieślak E.: Zmiany zawartości witaminy C podczas obróbki kulinarnej ziemniaków. *Przegl. Kastr.*, 1991, **5**, 16-17.
- [3] Davey M., Van Montagu M., Inze D., Sanmartin M., Kanellis A., Smirnoff N., Benzie I. J. J., Strain J. J., Favell D., Flechter J.: Review: Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *J. Sci. Food Agric.*, 2000, **80**, 825-860.

- [4] Gołubowska G., Lisińska G.: Zmiany zawartości polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w ziemniakach w trakcie procesu technologicznego produkcji frytek. *Zywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **1 (34)**, 91-98.
- [5] Grzebińska Z. W., Kierebiński Cz.: Ocena przydatności wybranych odmian w przetwórstwie ziemniaków, z uwagi na wartość technologiczną i kulinarną. *Przem. Spoż.*, 1990, **8**, 196-198.
- [6] Haase N. U., Weber L.: Ascorbic acid losses during processing of French fries and potato chips. *J. Food Eng.*, 2003, **56**, 207-209.
- [7] Han J.-S., Kozukue N., Young K.-S., Lee K.-R., Friedman M.: Distribution of ascorbic acid in potato tubers and in home-processed and commercial potato foods. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, **52 (21)**, 6516-6521.
- [8] Kolenda H., Pyryt B.: Jakość kulinarna nowych odmian ziemniaków w zależności od sposobu gotowania bulw. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2002, **489**, 375-381.
- [9] Leszczyński W.: Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. *Zywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **4 (25)**, 5-27.
- [10] Lisińska G., Leszczyński W.: *Potato Science and Technology*. Elsevier Applied Science, Londyn 1989.
- [11] Lisińska G., Wojtal A.: Zmiany zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka w czasie przerobu na produkty spożywcze. *Zesz., Nauk. AR we Wrocławiu, Techn. Żywn.*, 1984, **3**, 99-107.
- [12] Lisińska G.: Wartość technologiczna i jakość konsumpcyjna polskich odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2006, **511**, 81-94.
- [13] Mondy N.J., Leja M.: Effect of mechanical injury on the ascorbic acid content of potatoes. *J. Food Sci.*, 1986, **51 (2)**, 355-357.
- [14] PN-A-04019:1998. Produkty spożywcze. Oznaczanie zawartości witaminy C.
- [15] Rytel E., Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G.: Konsystencja ziemniaków gotowanych i produktów smażonych w zależności od zawartości polisacharydów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2006, **511**, 601-609.
- [16] Stanisław A.: *Przystępny kurs statystyki*. StatSoft Polska Sp. z o.o., Kraków 1998.
- [17] Talburt W. F., Smith O.: *Potato Processing*. Van Nostrand Reinhold Company, New York 1987.
- [18] Tudela J. A., Espin J. C., Gil M. I.: Vitamin C retention in fresh-cut potatoes. *Postharvest Biology and Technology*, 2002, **26**, 75-84.
- [19] Zgórska K.: Przetwórstwo ziemniaka na cele spożywcze w krajach zachodnioeuropejskich i w Polsce. *Mat. Konf. Nauk. „Ziemniak jako surowiec do przetwórstwa spożywczego”*. Instytut Ziemniaka, Bonin, 28-29 V, 1996, s. 3-6.

CHANGES IN THE CONTENT OF VITAMIN C IN POTATO TUBERS DURING THE COOKING AND PROCESSING TO FRIED AND DRIED PRODUCTS

S u m m a r y

The objective of the research undertaken was to determine the magnitude level of changes in the content of vitamin C in potato tubers after cooking and in individual technological stages of processing them to French fries, chips, and potato dices.

On the basis of the research performed, it was found that the initial stages of processing potatoes, such as peeling and grinding down, caused the content of vitamin C to decrease (get lost) by 6 to 15% if compared to its content in the raw material. The magnitude level of this loss of vitamin C during the stage of cutting potatoes and rinsing them in cold water depended on their grinding degree and amounted to: 9% - in the potatoes cut to form French fries; 15% - in the potatoes cut as dices and chips. After the blanching

process accomplished, higher losses of vitamin C were noted in tubers ground down to form slices and dices (33%) compared to the potatoes cut as matchsticks (27%). Comparing with the content of vitamin C in raw material, its lowest loss level was found during the stage of processing the cooked potatoes (46%) and during the stage I of frying them to make French fries (55%). The loss levels of vitamin C content were as follows: 83% during the production of chips; 85% during the stage II of making French fries; 93% during the stage of making potato dices.

Key words: chips, French fries, potato dices, vitamin C 