

ELŻBIETA RYTEL**AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK**Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Wpływ czynników technologicznych stosowanych podczas laboratoryjnej produkcji suszu z ziemniaka gotowanego na zawartość witaminy C

The influence of technological factors used during the laboratory production of dehydrated cooked potato on the content of vitamin C

Celem pracy było określenie wpływu różnych temperatur blanszowania i podsuszania stosowanych podczas laboratoryjnej produkcji suszu z ziemniaka gotowanego na zawartość witaminy C w półproduktach i produkcie gotowym. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że proces produkcji suszu z ziemniaka gotowanego miał wpływ na straty witaminy C. Największe zmiany w zawartości witaminy C nastąpiły po procesach termicznych: blanszowaniu i suszeniu. Im wyższą zastosowano temperaturę blanszowania, tym większy był ubytek witaminy C. Różnice w zawartości tego związku między temperaturą blanszowania 95°C a 75°C wynosiły 28%. Proces podsuszania miał wpływ na straty witaminy C w ziemniakach. Ziemniaki podsuszane w temp. 160°C miały o 51% mniej tej witaminy, niż podsuszane w temp. 130°C. Gotowy susz zawierał niecały 1% początkowej ilości witaminy C w surowcu.

Słowa kluczowe: susz z ziemniaka gotowanego, czynniki technologiczne: blanszowanie, parowanie, podsuszanie; witamina C

The aim of this investigation was to determine the effect of different blanching and drying temperatures used during the laboratory production of dehydrated cooked potato on the vitamin C content in semi-product and ready product. Based on the investigation it was stated that the production process of dried cooked potato had the influence on the loss of vitamin C. The largest changes in the content of vitamin C occurred after thermal processes: blanching and drying. The higher the temperature of the blanching, the greater was the loss of vitamin C. The differences in the content of this compound between products from blanching at temperature of 95°C and 75°C were 28%. Pre-drying process had the influence on the loss of vitamin C in potatoes. Potatoes dried at temp. 160°C were containing 51% less of the investigated vitamin than the ones dried at temp. 130°C. Ready dried potato contained less than 1% of the initial amount of vitamin C in the raw material.

Key words: dried potatoes, technological factors: blanching, steaming, pre-drying; vitamin C

WSTĘP

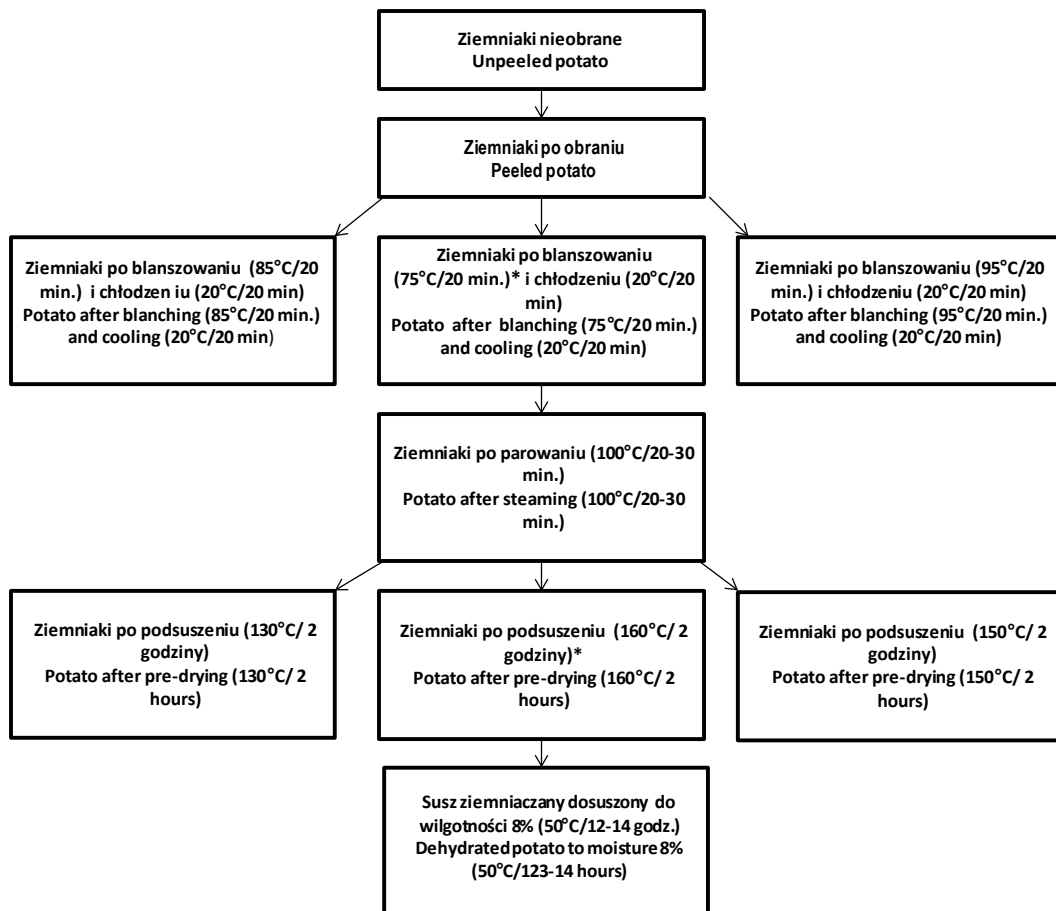
Jedną z najstarszych metod utrwalania żywności jest suszenie (Vadivambal i in., 2007; Bondaruk i in., 2007). Suszenie produktów nietrwałych, którymi są owoce, czy warzywa, znacznie ogranicza straty powstałe w trakcie ich przechowywania. Problem strat powstających w trakcie składowania żywności i pogorszenia ich jakości, dotyczy również ziemniaków. Dlatego też w technologii produkcji żywności dąży się do zmniejszenia masy przechowywanych ziemniaków w stanie świeżym, poprzez ich przetwarzanie na różne produkty ziemniaczane. Jednym z problemów powstałych w trakcie przetwarzania ziemniaków na produkty uszlachetnione np. susze, jest zachowanie jak największej jakości i wartości odżywczej gotowych produktów, porównywalnej do surowca. W Polsce od połowy lat siedemdziesiątych rozpoczęto produkcję różnego rodzaju suszu ziemniaczanego, w tym kostki, grysu, następnie płatków i granulatu (Lisińska i in., 2009). Suszenie ziemniaków prowadzone jest na ogół w strumieniu gorącego powietrza przez długi czas. Tak drastyczne warunki procesu suszenia mają wpływ na zawarte w ziemniakach składniki prożywieniowe, między innymi witaminy. Ziemniaki ze względu na niską zawartość tłuszczu, zawierają głównie witaminy rozpuszczalne w wodzie, przede wszystkim witaminę C. Zawartość witaminy C w ziemniakach waha się w szerokich granicach od 1 do 54 mg w 100 g. świeżej masy bulw (Lisińska i Leszczyński, 1989; Leszczyński, 2000). Tak duże zróżnicowanie w ilości tego związku w świeżych ziemniakach zależy od wielu czynników, m.in. od ich odmiany, okresu wegetacji, warunków uprawy, porażenia chorobami, jak i od warunków oraz długości okresu przechowywania (Mozolewski, 2003).

Świeżo zebrane ziemniaki mogą zawierać ponad 30 mg witaminy C w 100 g świeżej masy, ale już po okresie 6–9 miesięcy przechowywania ta zawartość może wynosić poniżej 10 mg witaminy C w 100 g (Haase i Weber, 2003). Podczas przygotowania ziemniaków do spożycia lub podczas ich przemysłowego przetwarzania następują straty witaminy C wynikające z oksydacji enzymatycznej, termicznej degradacji i dyfuzji podczas blanszowania czy gotowania w wodzie (Haase i Weber, 2003; Hasik i Gawęcki, 2010). Poznanie wszystkich krytycznych punktów w technologii przetwarzania ziemniaków na susz jest istotne w celu zachowania jak najwyższej jakości produkowanej żywności.

Celem pracy było określenie wpływu różnych temperatur blanszowania i podsuszania stosowanych podczas laboratoryjnej produkcji suszu z ziemniaka gotowanego na zawartość witaminy C w półproduktach i produkcie gotowym.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań były ziemniaki pobierane bezpośrednio z przechowalni zakładu produkcyjnego oraz półprodukty i wyrób gotowy otrzymane metodą laboratoryjną (rys. 1). Do badań analitycznych pobierano losowo próby z kolejnych etapów technologicznych laboratoryjnej produkcji suszu z ziemniaka gotowanego. Badania prowadzono w trzech powtórzeniach technologicznych.



* Próby wybrane do dalszych etapów procesu technologicznego

* Samples chosen for further phases of processing

Rys. 1. Schemat badań laboratoryjnych
Fig. 1. Schedule of laboratory experiments

Ziemniaki po umyciu, były obierane przy użyciu obieraczki laboratoryjnej karborundowej (do głębokości 1,5 mm). Następnie duże bulwy krojono na pół i poddawano blanszowaniu w wodzie o różnych temperaturach: 75°C, 85°C lub 95°C przez 20 min. Po blanszowaniu bulwy ochładzano do temperatury 20°C. W celu określenia wpływu temperatur podsuszania na zawartość witaminy C w półproduktach do dalszych analiz wybrano próbę bulw blanszowaną w temperaturze 75°C przez 20 min., którą poddano parowaniu przez 20-30 minut w parze o normalnym ciśnieniu. Uparowaną masę ziemniaczaną rozdrabniano na sicie o oczkach 0,5 x 0,5 mm i podsuszano w różnych temperaturach: 130°C, 150°C i 160°C w suszarce laboratoryjnej przez 2 godz. W celu określenia wpływu temperatury suszenia na zawartość witaminy C w półproduktach do dalszych analiz wybrano próbę bulw podsuszaną w temperaturze 160°C przez 2 godziny.

Podsuszoną masę ziemniaczaną dosuszano do wilgotności 8% w temp. 50°C przez około 12–14 godzin (rys. 1).

W otrzymanych próbach oznaczono suchą masę przez suszenie przez 2 godz. w 105°C i dosuszaniu do stałej masy w temp. 50°C (AOAC, 1995) i zawartość witaminy C przez ekstrakcję próby kwasem szczawiowym i miareczkowanie uzyskanego przesącza 2,6-dichlorofenolindofenolem (PN-A-04019,1998).

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica v. 10.0. Wyznaczono grupy jednorodne oraz wartości NIR, stosując test Duncana, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. W celu stwierdzenia wpływu poszczególnych etapów technologicznych za zawartość witaminy C w surowcu, półproduktach i produktach gotowych zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji.

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 1 zamieszczono wyniki zawartości witaminy C w świeżej masie ziemniaków. Badane ziemniaki charakteryzowały się średnią zawartością tego związku — 17,4 mg/100 g św. masy. Istotnym wyznacznikiem jakości ziemniaków, szczególnie kierowanych do konsumpcji, czy do przerobu na produkty uszlachetnione jest wysoka wartość żywieniowa, w tym zawartość witaminy C. Według niektórych autorów zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka może wynosić nawet ponad 50 mg/100g św. masy. Mozolewski i in. (1987) badali ziemniaki, które zawierały średnio 73 mg witaminy C w 100 g świeżej masy. Tak duże zróżnicowanie w zawartości tego związku w ziemniakach uzależnione jest od odmiany oraz od sposobów i warunków przetwarzania surowca.

Witamina C w większych ilościach znajduje się w okolicach wiązek naczyniowych, przebiegających około 5 mm pod powierzchnią skórki, dlatego straty tego związku powstałe w trakcie procesu obierania zależą przede wszystkim od grubości usuwanej skórki (Mondy i in., 1986; Han i in., 2004; Hasik i Gawęcki, 2010). W pracy ziemniaki obierano mechanicznie za pomocą obieraczki karborundowej, stąd głębokość obierania wynosiła poniżej 5 mm. Taki sposób obierania nie wpłynął na straty witaminy C, badane ziemniaki zawierały po obraniu 17,0 mg w 100 g św. masy tego związku (tab. 1). Również Lisińska i Wojtal (1984) nie stwierdziły w swoich badaniach istotnych zmian w zawartości tej witaminy w ziemniakach po obraniu w porównaniu do surowca. Według Gołaszewskiej i Zalewskiego (2001) proces obierania przyczynia się do strat witaminy C na poziomie ok. 3–4%. Również Tudela i in. (2002) stwierdzili, że proces obierania, krojenia i płukania krajanki ziemniaczanej powoduje niewielkie straty witaminy C.

Witamina C jest związkiem łatwo rozpuszczającym się w wodzie i nieodpornym na działanie wyższych temperatur. Według Cieślik (1991), straty witaminy C zachodzące podczas przygotowania potraw i przetworów ziemniaczanych są spowodowane jej rozkładem pod wpływem działania temperatury, enzymów, tlenu, światła, odczynu środowiska, czy obecności jonów niektórych metali. Pod wpływem tych czynników kwas askorbinowy przechodzi do roztworu, np. zalewy podczas blanszowania lub utlenia się do kwasu dehydroaskorbinowego, który ulega dalszemu utlenianiu aż do utraty aktywności biologicznej (Leszczyński, 2000; Hironaka i in., 2011).

Tabela 1

Zawartość witaminy C (mg/100g) w surowcu, półproduktach i produkcie gotowym
The content of vitamin C (mg/100g) in potatoes, semi-products and ready-product

Składnik Compounds	Ziemniaki nieobrane Unpeeled potatoes	Ziemniaki obrane Peeled potatoes	Ziemniaki uparowane Steamed potatoes	Susz ziemniaczany Dehydrated cooked potatoes
Witamina C Vitamin C	17,4 ^c	17,0 ^c	8,66 ^b	1,64 ^a

a,b,c,d — grupy homogeniczne, ukazujące istotne różnice (Duncan test, $p < 0.05$)

a, b, c, d — homogenous group, indicate significant differences (Duncan test, $p < 0.05$)

W pracy zastosowano trzy różne temperatury blanszowania: 75°C, 85°C, 95°C przez 20 min. Różnice wynoszące 10 stopni między zastosowanymi temperaturami blanszowania wpłynęły istotnie na straty witaminy C (tab. 2). Ziemniaki blanszowane w najwyższej temperaturze — 95°C zawierały o 28% mniej witaminy C od ziemniaków blanszowanych w najniższej temperaturze — 75°C.

Tabela 2

Zawartość witaminy C (mg/100g) w ziemniakach po blanszowaniu w różnych temperaturach
The content of vitamin C (mg/100g) in potato after blanching in different temperatures

Parametry blanszowania Blanching parameters	Witamina C Vitamin C
75C/5 min.*	11,7c
85C/5 min.	8,90b
95C/5 min.	8,11a

*- próby pobrane do dalszych analiz; the samples taken for further analyses

a,b,c — grupy homogeniczne, ukazujące istotne różnice (Duncan test, $p < 0.05$)

a, b, c — homogenous group, indicate significant differences (Duncan test, $p < 0.05$)

Straty witaminy C podczas procesów termicznych zależą przede wszystkim od wysokości temperatury i długości czasu jej działania na surowiec, a także od stopnia rozdrobnienia surowca. Im drobniej rozdrobniony jest ziemniak poddany działaniu wysokiej temperatury, tym większe będą straty witaminy C. Według Rytel i Lisińskiej (2007) blanszowanie przyczynia się do strat witaminy C na poziomie 27–33%. Największe zmiany zawartości witaminy C autorki stwierdziły podczas blanszowania chipsów, pomimo zastosowania najkrótszego czasu, w porównaniu do frytek czy kostki ziemniaczanej.

Do dalszych analiz wybrano próby blanszowane w najniższej temperaturze (75°C), ponieważ była to temperatura wystarczająca do dezaktywacji enzymów biorących udział w procesach ciemnienia mięszu ziemniaków, ponadto ziemniaki blanszowane w tej temperaturze zawierały najwięcej witaminy C.

Kolejnym etapem stosowanym podczas produkcji suszu z ziemniaków gotowanych jest parowanie. Parowanie prowadzone było w temperaturze 100°C przez 20–30 min., co przyczyniło się do dalszych strat badanej witaminy. Ziemniaki po parowaniu zawierały o 23% mniej witaminy C (6,6 mg/100 g) w porównaniu do ziemniaków blanszowanych w temperaturze 75°C (11,7 mg/100 g) (tab. 1, 2). Największy wpływ na straty witaminy C miał proces podsuszania rozdrobnionej i uparowanej masy ziemniaczanej (tab. 3). Próby

po podsuszeniu w temp. 130°C zawierały — 4,50 mg witaminy C, a w temp. 160°C — 2,25 mg. Im wyższą zastosowano temperaturę poduszania, tym większe były straty tej witaminy. Różnice między najwyższą (160°C), a najniższą temperaturą poduszania w zawartości witaminy C wynosiły 51% (tab. 3). Natomiast porównując straty witaminy C po podsuszeniu w temp. 160°C do prób po blanszowaniu w temp. 75°C, wynosiły one aż 80% (tab. 2, 3). Według Daveya i in. (2000) proces dehydratacji stosowany częściej w obróbce ziemniaków, niż innych warzyw przyczynia się do znacznych strat witaminy C w surowcu w granicach 75%. Również według Rytel i Lisińskiej (2007) proces suszenia kostki ziemniaczanej powoduje około 93% straty tej witaminy w porównaniu do zawartości jaka była w surowcu.

Tabela 3

Zawartość witaminy C (mg/100 g) w ziemniakach po podsuszeniu w różnych temperaturach
The content of vitamin C (mg/100g) in potato after pre-drying in different temperatures

Parametry poduszania Pre-drying parameters	Witamina C Vitamin C
130°C/ 2 godz.	4,50c
150°C/2 godz.	4,02b
160°C/2 godz.*	2,25a

* - próby pobrane do dalszych analiz; the samples taken for further analyses

a,b,c – grupy homogeniczne, ukazujące istotne różnice (Duncan test, $p<0.05$)

a, b, c - homogenous group, indicate significant differences (Duncan test, $p<0.05$)

Proces poduszania ziemniaków prowadzony jest w celu zapobieżenia przypalania się suszonego materiału i przede wszystkim w celu skrócenia całkowitego czasu suszenia. Ponieważ ziemniaki są surowcem zawierającym około 80% wody w bulwach, stąd też na początku procesu suszenia odparowuje się znaczne jej ilości z suszonego materiału, a następnie prowadzi się dosuszanie już w znacznie niższych temperaturach ale przez dłuższy czas. Ostatnim etapem było dosuszanie, które prowadzono przez 12–14 godzin w temp 50°C. Gotowy produkt po wysuszeniu zawierał około 8% wody. Pomimo zastosowania stosunkowo niskiej temperatury w procesie dosuszania wstępnie poduszanej masy ziemniaczanej, nastąpiły dalsze straty witaminy C w ziemniakach. Gotowy susz ziemniaczany zawierał 1,64 mg witaminy C, co stanowiło niecały 1% początkowej zawartości tej witaminy w surowcu (tab. 1). Tak wysokie straty witaminy C w suszach ziemniaczanych zmuszają producentów żywności do stosowania coraz nowocześniejszych urządzeń, chroniących produkt przed dostępem tlenu czy innych czynników wpływających destrukcyjnie na witaminę C. Ponadto w przemyśle stosuje się dodatek kwasu askorbinowego do półproduktów, czy produktów ziemniaczanych, między innymi w celu wzbogacania żywności w tę witaminę.

WNIOSKI

1. Proces produkcji suszu z ziemniaka gotowanego miał wpływ na straty witaminy C. Największe zmiany w zawartości witaminy C nastąpiły po procesach termicznych: blanszowaniu i suszeniu.

2. Im wyższą zastosowano temperaturę blanszowania, tym większy był ubytek witaminy C. Różnica w zawartości tego związku między temperaturą blanszowania 95°C a 75°C wynosiła 28%.
3. Proces poduszania miał wpływ na straty witaminy C w ziemniakach. Ziemniaki poduszane w temp. 160°C miały o 51% mniej tej witaminy, niż poduszane w temp. 130°C.
4. Gotowy susz zawierał niecały 1% początkowej ilości witaminy C w surowcu.

LITERATURA

- AOAC. 1995. Official methods of analytical chemist. (5th ed.). Washington, DC. Association of Official Analytical Chemistry.
- Bondaruk J., Markowski M., Błaszczak W. 2007. Effect of drying conditions on the quality of vacuum — microwave dried potato cubes. *J. Food Eng.* 81: 306 — 312.
- Cieślak E. 1991. Zmiany zawartości witaminy C podczas obróbki kulinarnej ziemniaków. *Przeg. Gastr.* 5:16 — 17.
- Davey M., Van Montagu M., Inze D., Sammartin M., Kanellis A., Smirnoff N., Benzie I. J. J., Strain J. J., Favell D., Flechter J. 2000. Review: plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *J. Sci. Agric.* 80: 825 — 860.
- Gołaszewska B., Zalewski S. 2001. Optimization of potato quality in culinary process. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 10/51 (1): 59 — 63.
- Haase N. U., Weber L. 2003. Ascorbic acid losses during processing of French fries and potato chips. *J. Food Eng.* 56: 207 — 209.
- Hasik J., Gawęcki J. 2010. *Żywność człowieka zdrowego i chorego*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa. Tom II: 444 — 453.
- Han J.S., Kozukue N., Young K. S., Lee K.R., Friedman M. 2004. Distribution of ascorbic acid in potato tubers and in home — processed commercial potato foods. *J. Agric. Food Chem.* 52 (21): 6516 — 6521.
- Hironaka K., Kikuchi M., Koaze H., Sato T., Kojima M., Yamamoto K., Yasuda K. 2011. Ascorbic acid enrichment of whole potato tuber by vacuum — impregnation. *Food Chem.* 127: 1114 — 1118.
- Leszczczyński W. 2000. Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość.* 4 (25): 5 — 27.
- Lisińska G., Leszczczyński W. 1989. *Potato Science and Technology*. Elsevier Applied Science, Londyn: 1 — 279 pp.
- Lisińska G., Wojtal A. 1984. Zmiany zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka w czasie przerobu na produkty spożywcze. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Techn. Żywn.* 3: 99 — 107.
- Lisińska G., Pęksa A., Kita A., Rytel, E., Tajner — Czopek, A. 2009. The quality of potato for processing and consumption, In: Yee N., (Eds) Bussel W. *Potato IV. Food (Special issue 2)*: 99 — 104.
- Mondy N. J., Leja M. 1986. Effect of mechanical injury on the ascorbic acid content of potatoes. *J. Food Sci.* 51 (2): 355 — 357.
- Mozolewski W., Rotkiewicz W., Czaplicka G. 1987. Kształtowanie się zawartości witaminy C i kwasu cytrynowego w wybranych odmianach i rodach ziemniaków oraz w otrzymanych z nich chipsach. *Acta Acad. Agric. Technol. Ols. Technol. Aliment.* 21: 43 — 50.
- PN-A-04019. 1998. *Produkty spożywcze. Oznaczanie zawartości witaminy C*.
- Rytel E., Lisińska G. 2007. Zmiany zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka podczas gotowania i przetwarzania na produkty smażone i suszone. *Żywność.* 6 (55): 186 — 197.
- Tudela J.A., Espin J.C., Gil M. I. 2002. Vitamin C retention in fresh-cut potatoes. *Posth. Biol. Technol.* 26:75 — 84.
- Vadivambal R., Jayas D.S. 2007. Changes in quality of microwave -treated agricultural products — a review. *Biosyst. Eng.* 98: 1 — 16.