
**Joanna Wyka, Agnieszka Tajner-Czopek, Michaela Godyla,
Paulina Witek, Wojciech Wilczek**

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
Studenckie Koło Naukowe „Żywnienie Człowieka”
e-mails: joanna.wyka@upwr.wroc.pl; agnieszka.tajner-czopek@upwr.wroc.pl;
michaelagodyla@gmail.com; paulina.witek.pw@gmail.com;
wilczek.wojciech@gmail.com

**OCENA ZAWARTOŚCI WITAMINY C W ZIEMNIAKU
PODDANYM PROCESOM TECHNOLOGICZNYM**

**ASSESSMENT OF THE VITAMIN C CONTENT
IN PROCESSED POTATOES**

DOI: 10.15611/pn.2017.494.20

JEL Classification: I15, I31

Streszczenie: Czynniki sprzyjającymi procesowi rozkładu witaminy C są: podwyższona temperatura, obecność tlenu, środowisko obojętne lub zasadowe, obecność enzymów utleniających, obecność jonów metali, takich jak żelazo, miedź i srebro. Żywność przetworzona jest uboga w naturalne składniki odżywcze, w tym witaminy, których ilości są znacznie redukowane w stosowanych powszechnie procesach technologicznych przetwarzania żywności. W badaniach oznaczono metodą miareczkową Tillmansa zawartość witaminy C w ziemniaku (*Solanum tuberosum*) odmiany Bryza z wykorzystaniem różnych procesów technologicznych stosowanych w gastronomii i gospodarstwach domowych przy produkcji potraw. Wykazano, że najniższą zawartość witaminy C oznaczono w plackach ziemniaczanych. Największą zawartość witaminy C miały ziemniaki surowe, następnie wrzucone i gotowane we wrzącej wodzie oraz gotowane w lupinie.

Słowa kluczowe: ziemniaki, obróbka żywności, witamina C.

Summary: Factors that influence the process of vitamin C reduction are: higher temperature, presence of oxygen, neutral or alkaline environment, presence of oxidizing enzymes, and metal ions, such as iron, copper and silver. The processed food is low in natural nutrients, including vitamins, whose amounts are greatly reduced in food processing. Contents of vitamin C in processed potatoes (*Solanum tuberosum*) Bryza variety were measured by Tillmans method. We conducted different processes which are used in catering and households to prepare meals. It was shown that the smallest content of vitamin C was in potato pancakes. The highest content of vitamin C was in raw potatoes, then thrown and boiled in boiling water and in sample from boiled unpeeled potatoes.

Keywords: potatoes, food processing, vitamin C.

1. Wstęp

Witamina C występuje w dwóch formach, przy czym właściwości witaminy zachowują obie formy: forma zredukowana – kwas askorbinowy i forma utleniona – kwas dehydroaskorbinowy [Wechtersbach, Cigic 2007]. Kwas askorbinowy ma właściwości silnie redukujące, ponieważ ugrupowanie pomiędzy C-2 i C-3, zwane endiolowym, łatwo oddaje dwa protony i dwa elektrony, przechodząc w ugrupowanie diketonowe kwasu dehydroaskorbinowego. Przemiana kwasu askorbinowego w kwas dehydroaskorbinowy jest odwracalna. Obie substancje są wysoce niestabilne i łatwo ulegają dalszym przemianom nieodwracalnym, prowadzącym do utraty ich aktywności biologicznej jako witaminy C. Czynniki sprzyjającymi procesowi rozkładu witaminy C są: podwyższona temperatura, obecność tlenu, środowisko obojętne lub zasadowe, obecność enzymów utleniających, obecność jonów metali, takich jak żelazo, miedź i srebro. Witamina C, dzięki zdolności przenoszenia elektronów, stymuluje różne procesy biochemiczne, reguluje cykl oddechowy w mitochondriach, uczestniczy w reakcjach antyoksydacyjnych [Tavarini i in. 2008]. Witamina C pozwala na utrzymanie żelaza i miedzi w postaci aktywnych form w organizmie oraz bierze udział w biosyntezie kolagenu, który jest najbardziej powszechnym białkiem zwierzęcym budującym wiele struktur. Pełni również funkcję kofaktora w procesie powstawania noradrenaliny dzięki zdolności do oddawania elektronów oraz modulatora odpornościowego, gdyż bierze udział w produkcji immunoglobulin. Witamina C działa synergistycznie z witaminą E, hamując powstawanie związków nowotworczych. Wpływa korzystnie na funkcję śródbłonnka naczyń, hamuje powstawanie blaszki miażdżycowej poprzez podwyższanie poziomu HDL [Eitenmiller, Landen 2008].

Do organizmów niezdolnych do syntezy witaminy C oprócz człowieka i małp należą także świnki morskie, nietoperze, ryby i ptaki. Brak możliwości biosyntezy witaminy spowodowany jest mutacją w genie kodującym enzym szlaku biosyntezy kwasu askorbinowego – oksydazy L-glukonolaktonowej. U roślin każda komórka organizmu jest potencjalnie zdolna do syntezy kwasu askorbinowego, podczas gdy u zwierząt synteza ma miejsce w wątrobie i nerkach. Wchłanianie witaminy C u człowieka odbywa się w dwunastnicy i jelicie cienkim, a gromadzona jest ona w tkankach o wzmożonym metabolizmie, jak wątroba, trzustka czy mózg. Witamina C jest rozpuszczalna w wodzie, dlatego jej nadmiar wydalany jest z potem i moczem, a znaczne ubytki kwasu askorbinowego w organizmie powodowane są przez stres, nikotynę czy promieniowanie UV. Właściwy poziom witaminy C w organizmie uwarunkowany jest racjonalnym żywieniem. Głównym źródłem witaminy C w diecie człowieka są produkty roślinne, przede wszystkim surowe owoce i warzywa (jabłko 9 mg/100 g; maliny 31 mg/100 g; mandarynki 30 mg/100 g; porzeczki czarne 182 mg/100 g; truskawki 66 mg/100 g; brokuły 83 mg/100 g; jarmuż 120 mg/100 g, kalafior 36 mg/100 g; kapusta biała 48 mg/100 g; ziemniaki 16-30 mg/100 g) [Kunachowicz i in. 2017].

Polska jest obecnie jednym z największych producentów ziemniaków (7 miejsce na świecie, 4 w Europie). Jednak spożycie tego produktu w Polsce systematycznie spada (270 kg/os. w 1950 r.; 144 kg/os. – 2000 r., 109 kg/os. – 2014 r). Ze względu na zmieniające się upodobania konsumenckie spożywa się coraz więcej przetworzonych produktów z ziemniaka, nie tylko w postaci frytek, chipsów oraz koncentratów z produktów suszonych, ale także ziemniaków wstępnie obranych, podgotowanych i mrożonych, tj. produktów minimalnie przetworzonych i „wygodnych” [Zagórska 2013; Krzewińska, Michałowska 2014]. Żywność przetworzona jest uboga w naturalne składniki odżywcze, w tym witaminy, których ilości są znacznie zredukowane w stosowanych powszechnie procesach technologicznych przetwarzania żywności (chipsy – 9,6 mg/100 g; frytki po I smażeniu – 8,2 mg/100 g, frytki po II smażeniu – 6,4 mg/100 g) [Rytel, Lisińska 2007]. Procesy technologiczne i przetwarzanie ziemniaka (m.in. gotowanie, smażenie) prowadzą do strat witaminy C w produkcji. Spożycie żywności przetworzonej sprzyja występowaniu niedoborów witaminowych w organizmie. W zaleceniach żywieniowych postuluje się spożywanie warzyw i owoców w postaci surowej, jak najmniej przetworzonej [Wierzbicka, Kuskowska 2002]. Do uzupełnienia ewentualnych niedoborów kwasu askorbinowego w żywieniu stosuje się wzbogacanie produktów spożywczych (E 300), głównie skoncentrowanych soków, napojów bezalkoholowych, wyrobów cukierniczych.

Celem pracy była ocena zawartości kwasu askorbinowego w ziemniaku surowym oraz poddanym 11 obróbkom technologicznym stosowanym w przygotowaniu kulinarnym potraw.

2. Materiał i metodyka

Oznaczono zawartość kwasu askorbinowego w ziemniaku (*Solanum tuberosum*) odmiany Bryza, z którego wykonano 11 prób z wykorzystaniem różnych obróbek termicznych i mechanicznych stosowanych w gastronomii przy produkcji potraw. W doświadczeniu wykorzystano następujące technologie gastronomiczne (warianty – W):

- W0. ziemniak surowy,
- W1. gotowane 10 min ziemniaki obrane ze skórki, wrzucone w całości do zimnej wody,
- W2. gotowane 10 min ziemniaki ze skórką, wrzucone w całości do zimnej wody,
- W3. gotowane 5 min kawałki (1cm × 1cm) obranego ziemniaka, wrzucone do gorącej wody,
- W4. gotowane 5 min kawałki (1cm × 1cm) obranego ziemniaka, wrzucone do zimnej wody,
- W5. ziemniak obrany starty na plastikowej tarce,
- W6. ziemniak obrany starty na metalowej tarce,
- W7. placki ziemniaczane (ziemniak obrany, starty na plastikowej tarce i usmażony na patelni teflonowej w temp. 175°C),
- W8. cienkie plasterki obranego ziemniaka smażone na patelni,

- W9. ziemniaki obrane pokrojone w plasterki i pieczone w mikrofalach 400 W,
- W10. ziemniaki obrane pokrojone w kawałki i pieczone 10 min w kombiwarze (obieg wymuszonego gorącego powietrza w temp. 200^o C),
- W11. ziemniaki obrane pokrojone w kawałki, pieczone 10 min w folii aluminiowej w kombiwarze (obieg wymuszonego gorącego powietrza w temp. 200^o C).

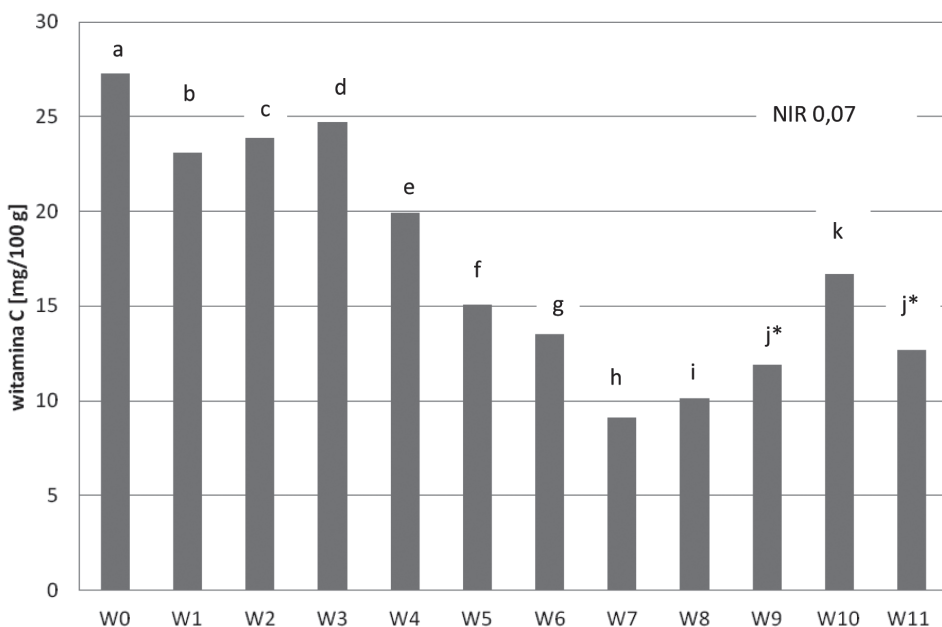
W przygotowanych próbach oceniono zawartość kwasu askorbinowego metodą miareczkową Tillimansa [PN-A-04019:1998], która polega na ekstrakcji kwasem szczawiowym kwasu askorbinowego z produktu, a następnie jego utlenieniu do kwasu dehydroaskorbinowego w środowisku kwaśnym za pomocą mianowanego, niebieskiego barwnika 2,6-dichlorofenolindofenolu (DCIP). W poszczególnych próbach wykonywano po 5 powtórzeń. Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej z użyciem programu Statistica 13.1. Testem Szapiro-Wilka sprawdzono rozkłady normalne uzyskanych wyników badań. Wyznaczono grupy jednorodnie oraz wartości NIR (najmniejsza istotna różnica), stosując test Duncana, na poziomie istotności ($\alpha = 0,05$). W celu stwierdzenia wpływu poszczególnych procesów technologicznych na zawartość witaminy C w surowym ziemniaku oraz po obróbce termicznej lub mechanicznej zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji [Stanisz 2007].

3. Wyniki i dyskusja

Ziemniak surowy nie jest konsumowany ze względu na zawartość skrobi, która bez obróbki cieplnej nie może zostać strawiona w organizmie, oraz glikoalkaloidów – m.in. solaniny. W celu zwiększenia przyswajalności składników pokarmowych ziemniaka oraz polepszenia jego cech sensorycznych: smakowych i zapachowych przed konsumpcją musi on być poddany obróbce wstępnej (mycie, obieranie), jak i zabiegom termicznym. Najczęściej stosowane w przemyśle ziemniaczanym, jak i w gospodarstwie domowym zabiegi termiczne, takie jak gotowanie i smażenie, wpływają na zmniejszenie wartości odżywczej półproduktów i produktów ziemniaczanych [Rytel, Tajner-Czopek 2012]. Według Han i in. [2004] największe ilości witaminy C znajdują się pod powierzchnią skórki ziemniaka w części stolonowej i w rdzeniu bulwy, a najmniejsze w części wierzchołkowej. Zatem sam proces obierania bulwy ziemniaka (grubość obierania) może powodować znaczne straty tej witaminy. W przeprowadzonym doświadczeniu ziemniaki były obierane standardowo obieraczką do jarzyn o stałej grubości (1,5 mm). Według Cieślik [1991] 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.

Najczęściej stosowana w Polsce obróbka termiczna (W1 – gotowanie ziemniaków obranych ze skórki, w całości wrzuconych do zimnej wody) zastosowana

w niniejszym doświadczeniu spowodowała obniżenie zawartości witaminy C (W1 23,1mg/100g vs. W0 27,3mg/100g) (rys. 1). Strata wynosiła 4,2 mg, czyli 15,3% (tab. 1). Z badań Kolendy i Pyryt [2002] 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 akutermicznych (8-17%). Jest to spowodowane tym, że witamina C jest związkiem dobrze rozpuszczalnym w wodzie i podlegającym termicznej degradacji. Najmniejszą stratę zawartości witaminy C w ziemniaku oznaczono w próbie W3 (kawalki 1cm × 1cm obranego ziemniaka, wrzucone do gorącej wody) – wynosiła ona 9,5%. Wynika to z krótkiego czasu oddziaływania gorącej wody na małe kawalki ziemniaka, które szybko ugotowały się do miękkości. Niską redukcję zawartości tej witaminy wykazano także w próbie ziemniaka gotowanego w łupinie (W2 – 12,4%), która wynikała z ochronnego działania skórki ziemniaka przed wymywaniem witaminy C do wody. W badaniach wykazano, że wpływ na zawartość witaminy C w ziemniaku ma proces silnego rozdrobnienia ziemniaka i przez to zwiększonego kontaktu z tlenem z powietrza, ale również materiał, z którego wykonana była tarka. Ziemniak rozdrobniony na plastikowej tarce zawierał 15,1 mg/100 g witaminy C, a na metalowej



W0 – ziemniak surowy; W1-11– warianty procesu termicznego lub mechanicznego; a-j – grupy jednorodne; j* – grupy porównywalne ze sobą.

Rys. 1. Zawartość witaminy C w ziemniaku poddanym różnym procesom technologicznym

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.

tarce – 13,5 mg/100 g. Udowodniono, że metale takie jak żelazo przyspieszają proces redukcji witaminy C i zwiększają jej straty w produkcie.

W wyniku doświadczenia wykazano, że największe straty witaminy C powoduje połączenie kilku procesów technologicznych, jak mechaniczne rozdrobnienie ziemniaka na miazgę, a następnie smażenie w temp. 175°C na patelni teflonowej (W7 – placki ziemniaczane). W tak przygotowanym produkcie zawartość witaminy C wynosiła 9,1 mg/100 g i była trzykrotnie mniejsza od zawartości w surowym ziemniaku (66,6% strat). Ugotowano plasterki ziemniaka w kuchence mikrofalowej (W9) i wykazano, że zawartość witaminy C obniżyła się do 11,9 mg (56,4% strat). Smażenie na patelni plasterków ziemniaka powodowało obniżenie zawartości witaminy C do 11,1 mg (59,3% strat). Zastosowanie kombiwaru (pieczenie w temp. 200°C z wymuszonym obiegiem powietrza) spowodowało obniżenie zawartości witaminy C w ziemniaku do 16,7 mg, a dodatkowo owinięcie kawałków ziemniaka w folię aluminiową do 12,7 mg/100 g.

Tabela 1. Straty zawartości witaminy C w poszczególnych próbach ziemniaka przetworzonego termicznie lub mechanicznie

Wariant obróbki termicznej	Straty witaminy C (%)
W1	15,3
W2	12,4
W3	9,5
W4	27,1
W5	44,6
W6	50,5
W7	66,6
W8	59,3
W9	56,4
W10	38,8
W11	53,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.

Na podstawie analizy statystycznej wykazano, że każdy z procesów technologicznych miał istotny statystycznie wpływ na zmiany zawartości witaminy C w ziemniakach. Ziemniaki poddane obróbce w wariacie W9 (ziemniaki w plasterkach pieczone w mikrofalach 400 W) i W11 (ziemniaki w kawałkach pieczone w folii aluminiowej w kombiwarze (obieg wymuszonego gorącego powietrza w temp. 200°C) miały statystycznie porównywalny wpływ na zawartość witaminy C w produkcie.

4. Wnioski

Z przeprowadzonych badań wynikają następujące wnioski:

1. Najmniejsze straty witaminy C wykazano w ziemniaku gotowanym w kawałkach i wrzuconym do wrzątku oraz gotowanym w skórce.
2. Połączenie kilku technologii obróbki żywności (rozdrobienie ziemniaka na miazgę i usmażenie na patelni) oraz przygotowanie z niego placków ziemniaczanych spowodowało największe straty witaminy C.

Literatura

- Cieślak E., 1991, *Zmiany zawartości witaminy C podczas obróbki kulinarnej ziemniaków*, Przegląd Gastronomiczny, 5, 16-17.
- Eitenmiller R., Landen W., 2008, *Vitamin analysis for the health and food science*, SRC Press LLC, s. 240-280.
- 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 and commercial potato foods*, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 52(21), s. 6516-6521.
- Kolenda H., Pyryt B., 2002, *Jakość kulinarna nowych odmian ziemniaków w zależności od sposobu gotowania bulw*, Zeszyty Problemów Postępów Nauk Rolniczych, 489, s. 375-381.
- Krzewińska A., Michałowska D., 2014, *Ziemniak na talerzu – ile o nim wiemy?*, Ziemniak Polski, 2, s. 54-58.
- Kunachowicz H., Przygoda B., Nadolna I., Iwanow K., 2017, *Tabele składu i wartości odżywczej żywności*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- PN-A-04019:1998. Produkty spożywcze. Oznaczanie zawartości witaminy C, PKN, Warszawa.
- Rytel E., Lisińska G., 2007, *Zmiany zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka podczas gotowania i przetwarzania na produkty smażone i suszone*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 6(55), s. 186-197.
- Rytel E., Tajner-Czopek A., 2012, *Wpływ czynników technologicznych stosowanych podczas laboratoryjnej produkcji suszu z ziemniaka gotowanego na zawartość witaminy C*, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 266, s. 65-72.
- Stanisz S., 2007, *Przystępny kurs statystyki*, Kraków.
- Tavarini S., Degl'Innocenti E., Remorini D., Massai R., Guidi L., 2008, *Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit*, Food Chemistry, 107, s. 282-288.
- Wechtersbach L., Cigic B., 2007, *Reduction of dehydroascorbic acid at low pH*, Journal of Biochemical and Biophysical Methods, 70, s. 767-772.
- Wierzbicka B., Kuskowska M., 2002, *Wpływ wybranych czynników na zawartość witaminy C w warzywach*, Hortorum Cultus, 1(2), s. 49-57.
- Zagórska K., 2013, *Ziemniak jako składnik racjonalnej diety*, Ziemniak Polski, 1, s. 29-35.