

PIOTR GĘBCZYŃSKI

PORÓWNANIE JAKOŚCI MROŻONEK Z SELERA OTRZYMANYCH SPOSOBEM TRADYCYJNYM I ZMODYFIKOWANYM

Streszczenie

Badania dotyczyły mrożonek z selera uzyskanych sposobem tradycyjnym, to jest z surowca blanszowanego przed mrożeniem oraz sposobem zmodyfikowanym, w którym mrożono seler ugotowany. Oceniono zawartość wybranych substancji o charakterze przeciwutleniającym oraz jakość sensoryczną produktów przygotowanych do spożycia.

Seler gotowany przed mrożeniem, w porównaniu z selerem blanszowanym, zawierał więcej suchej masy, karotenoidów i β -karotenu, mniej witaminy C, polifenoli i miał niższą aktywność przeciwutleniającą. W mrożonkach składowanych przez 0, 4, 8 i 12 miesięcy w temp. -20°C i -30°C , a następnie ugotowanych stwierdzono systematyczny spadek wszystkich analizowanych składników. Wyższą lub podobną zawartością wymienionych wyróżników, w porównaniu z mrożonkami blanszowanymi, charakteryzowały się mrożonki poddane gotowaniu przed mrożeniem oraz mrożonki składowane w temp. -30°C w porównaniu ze składowanymi w -20°C . Mrożonki przygotowane do spożycia z selera ugotowanego przed mrożeniem oceniono niżej niż otrzymane z selera blanszowanego. Mrożonki składowane przez 12 miesięcy w temp. -30°C cechowały się wyższą jakością sensoryczną niż produkty przechowywane w -20°C .

Słowa kluczowe: seler, mrożonki, przeciwutleniacze, ocena sensoryczna

Wprowadzenie

Świeże i przetworzone owoce i warzywa są dobrym źródłem wielu składników odżywczych. Do substancji tych można zaliczyć także przeciwutleniacze, takie jak witamina C, substancje z grupy karotenoidów i polifenoli [15]. Dzięki zdolności do reagowania i wiązania wolnych rodników przeciwdziałają one niekorzystnym zmianom w obrębie komórek i tkanek żywych organizmów, wywoływanych przez reaktywne formy tlenu [7]. W badaniach żywieniowych i medycznych zwraca się uwagę na pozytywne skutki zwiększonej konsumpcji produktów roślinnych, które

jednak w dużej mierze zależą od równomiernego ich spożycia w dłuższym okresie [23, 29]. W Polsce ilość spożywanych warzyw jest ciągle zbyt mała, a ich asortyment mało urozmaicony. Wśród gatunków wykorzystywanych w stanie świeżym i po przetworzeniu dominują warzywa kapustne, a głównie kapusta biała oraz warzywa korzeniowe, takie jak marchew i burak ćwikłowy. Asortyment warzyw korzeniowych, które powinny znaleźć szersze wykorzystanie w przetwórstwie, można rozszerzyć również o inne gatunki cenne z punktu widzenia cech sensorycznych czy wartości odżywczej. Do gatunków tych można zaliczyć seler korzeniowy. Warzywo to z racji atrakcyjnego wyglądu oraz charakterystycznego smaku i zapachu może być wykorzystane jako samodzielny surowiec lub jako komponent wielu przetworów [6].

W chwili obecnej, konsumenci coraz częściej poszukują produktów wstępnie przetworzonych, które zaliczane są do grupy żywności wygodnej. Pożądane jest, aby takie produkty, niezależnie od stopnia przetworzenia, jak najlepiej zachowywały pierwotne cechy sensoryczne i odżywcze surowca [6, 22]. Do metod, dzięki którym można takie produkty uzyskać, należy zaliczyć zamrażanie. Jeżeli jednak mrożone produkty warzywne uzyskuje się przy zastosowaniu tradycyjnej technologii, to wymagają one najczęściej dodatkowej obróbki kulinarnej przed spożyciem. Tradycyjny proces technologiczny mrożenia warzyw można zmodyfikować poprzez zastąpienie blanszowania gotowaniem surowca. Taka modyfikacja pozwala uzyskać produkt, który przed spożyciem wymaga jedynie rozmrożenia i podgrzania.

Celem pracy była ocena jakości mrożonek z selera korzeniowego otrzymanych sposobem tradycyjnym – z surowca blanszowanego i sposobem zmodyfikowanym – z surowca ugotowanego. Ocenie poddano surowce wyjściowe i mrożonki przygotowane do spożycia. Produkty oceniano bezpośrednio po zamrożeniu oraz po zamrażalniczym składowaniu w dwóch temperaturach. Za kryterium oceny przyjęto zawartość wybranych substancji przeciwutleniających oraz jakość sensoryczną otrzymanych produktów.

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym był świeży i konserwowany metodą mrożenia seler korzeniowy. Wykorzystano krajową, polecaną do przetwórstwa, średniowczesną odmianę Dukat (PlantiCo Zielonki). Tworzy ona duże, kuliste zgrubienia korzeniowe. Mięsz korzenia jest biały, nieciemniejący, bez skłonności do parcenia. Seler uprawiano na polu doświadczalnych Katedry, przy zastosowaniu zalecanych dla tego gatunku zabiegów uprawowych i nawożenia. Do przerobu na mrożonki wykorzystano korzenie o średnicy 10–12 cm. Przygotowanie materiału polegało na ogławianiu korzeni, ich myciu, obieraniu i krojeniu w kostkę o wymiarach 10x10x10 mm. Następnie materiał poddawano obróbce termicznej dwoma sposobami. W wariantcie I (tradycyjnym) surowiec blanszowano w wodzie z dodatkiem 0,2% kwasu

cytrynowego, przy zachowaniu proporcji masy wody do surowca 5:1, przez 2 min 30 s w temp. 96–98°C. Po blanszowaniu materiał schładzano w zimnej wodzie i umieszczano na sitach w celu odcieknięcia wody. W wariantcie II warzywo gotowano do konsystencji zbliżonej do konsumpcyjnej. Seler gotowano w wodzie z dodatkiem kwasu cytrynowego (0,1%) i soli kuchennej (2% łącznej masy wody i surowca) przez 8 min przy zachowaniu proporcji masy wody do surowca 1:1. Po ugotowaniu seler odcedzano i chłodzono w strumieniu zimnego powietrza do temp. 20°C. Tak przygotowany materiał blanszowany i gotowany podzielono na dwie części i mrożono w komorze owiewowej Feutron 3626-51 do temp. -20°C przez 90 min i do temp. -30°C przez 120 min. Otrzymane mrożonki pakowano do woreczków z folii polietylenowej i umieszczano w komorach składowych w temp. odpowiednio -20°C i -30°C.

Mrożonki z selera analizowano pod względem składu chemicznego po ich przygotowaniu do spożycia. Mrożonki z selera blanszowanego (I) gotowano w wodzie z dodatkiem soli, przy zachowaniu proporcji wody do produktu 1:1. Zamrożoną kostkę selera wkładano do wrzącej wody. Czas gotowania, liczony od ponownego zawrzenia wody wynosił 5 min. Po ugotowaniu materiał odcedzano i chłodzono zimnym powietrzem. Mrożonki z selera ugotowanego (II) umieszczano w żaroodpornym, przykrytym naczyniu szklanym, a następnie rozmrażano i podgrzewano w kuchni mikrofalowej Panasonic NN-F621 do temp. 75°C [4]. Czas rozmrażania i podgrzewania mrożonek składowanych w temp. -20°C wynosił 7 min 45 s, a mrożonek składowanych w temp. -30°C – 8 min 15 s.

Wybrane wyróżniki oznaczano następującymi metodami: sucha masa – metodą wagową [19]; witamina C jako suma kwasu askorbinowego i dehydroaskorbinowego – metodą HPLC [9]; karotenoidy i β-karoten – metodą chromatografii kolumnowej [13], ogólna zawartość polifenoli – metodą z odczynnikiem Folina-Ciocalteu'a [27]. Aktywność przeciwutleniającą oznaczano w etanolowych ekstraktach próbek, metodą z zastosowaniem roztworu trwałego wolnego rodnika DPPH (1,1-difenylo-2-pikrylhydrazyl). Aktywność przeciwutleniającą, wyrażoną w % RSA (radical scavenging activity), obliczano jako iloraz zmian absorbancji mieszaniny ekstraktu i roztworu rodnika w ciągu 10 min (Abs10) do początkowej wartości absorbancji (Abs0): % RSA = (Abs0 – Abs10) x 100%/Abs0 [20].

Za celowe uznano również porównanie cech sensorycznych mrożonek przygotowanych według wariantu tradycyjnego i zmodyfikowanego. Ocenę według skali

5-punktowej przeprowadził pięcioosobowy zespół w warunkach zgodnych z normą ISO [12], posługując się wzorcową kartą opracowaną przez autorów pracy. Za ocenę ogólną przyjęto wartość uzyskaną z podzielenia sumy iloczynów ocen punktowych poszczególnych cech sensorycznych i współczynników ważkości przez sumę współczynników ważkości.

Zróżnicowanie składu chemicznego i oceny sensorycznej analizowano statystycznie za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA), przy użyciu testu F Snedecora i testu t-Studenta. Najmniejsze istotne różnice (NIR) dotyczące składu chemicznego obliczano na poziomie istotności $\alpha = 0,01$, a w przypadku oceny sensorycznej na poziomie $\alpha = 0,05$. Korzystano z programu komputerowego Statistica ver. 6.1.

Wyniki i dyskusja

Świeży, obrany ze skórki seler charakteryzował się wyższym poziomem suchej masy i witaminy C oraz zbliżoną zawartością karotenoidów i β -karotenu (tab. 1), w porównaniu z danymi literaturowymi [2, 30]. W odniesieniu do innych odmian selera uprawianych w Polsce, oceniany materiał miał średnią zawartość polifenoli [25]. Jednak wśród innych warzyw seler należy do grupy surowców o niskim poziomie aktywności przeciwutleniającej [3, 5].

Tabela 1

Zawartość wybranych składników chemicznych w selerze świeżym i przygotowanym do mrożenia.
The contents of selected chemical components in fresh and prepared for freezing celeriac.

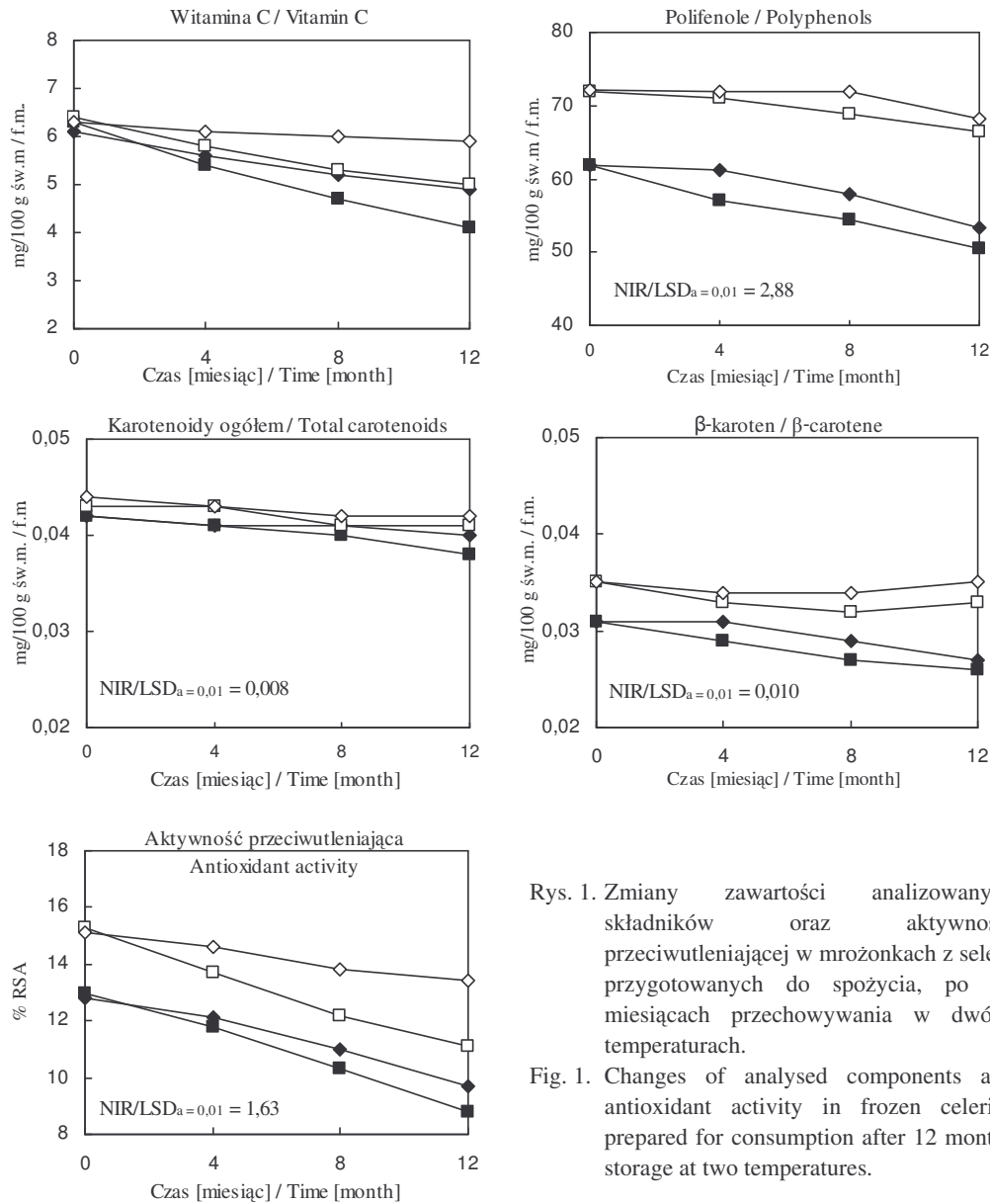
Analizowane wyróżniki Analysed component	Seler świeży Fresh celeriac	Seler przygotowany do mrożenia Celeriac prepared for freezing		NIR LSD $\alpha = 0,01$
		blanszowany blanched	ugotowany cooked	
Sucha masa [g/100 g św.m.] Dry matter [g/100 g f.m.]	16,85	15,37	18,13	0,170
Witamina C [mg/100 g św.m.] Vitamin C [mg/100 g f.m.]	12,6	10,9	7,8	0,66
Polifenole [mg/100 g św.m.] Polyphenols [mg/100 g f.m.]	84,4	71,2	76,0	3,07
Karotenoidy ogółem [mg/100 g św.m.] Total carotenoids [mg/100 g f.m.]	0,051	0,045	0,043	0,008
β -karoten [mg/100 g św.m.] β -carotene [mg/100 g f.m.]	0,032	0,031	0,034	0,010
Aktywność przeciwutleniająca [% RSA] Antioxidant activity [% RSA]	28,1	23,7	18,4	1,95

W celu inaktywacji enzymów rodzimych, stabilizacji wielu składników zawartych w surowcu oraz dla zachowania naturalnego smaku i zapachu mrożonych warzyw stosuje się zabieg blanszowania [1]. Po blanszowaniu stwierdzono istotne zmniej-

szenie zawartości wszystkich analizowanych wyróżników, w tym suchej masy o 9%, witaminy C o 14%, karotenoidów o 12%, polifenoli i aktywności przeciwutleniającej o 16%. W ugotowanym selerze zwiększyła się, w stosunku do surowca, zawartość suchej masy o 8% i β -karotenu o 6%. Obniżył się natomiast o 38% poziom witaminy C, o 16% karotenoidów, o 10% polifenoli i o 35% aktywność przeciwutleniająca.

Zmiany zawartości składników chemicznych podczas procesów cieplnych prowadzonych w środowisku wodnym wynikają z ich termicznej lub enzymatycznej degradacji oraz rozpuszczania w wodzie [21]. Procesom tym towarzyszą często zmiany masy polegające między innymi na wchłanianiu lub oddawaniu wody [11, 17, 26] oraz ewentualnego wnikania chlorku sodu do tkanek. W ocenianym selerze wystąpiły te zjawiska. Porównując ubytki analizowanych składników w trakcie przygotowania do mrożenia stwierdzono, że ich wielkość nie była uzależniona od czasu trwania obróbki cieplnej. Gotowanie przed mrożeniem, pomimo że trwało kilkakrotnie dłużej niż blanszowanie, nie spowodowało proporcjonalnego wzrostu tych strat. Poza tym, po gotowaniu stwierdzono niewielki przyrost suchej masy, którego przyczyną mógł być dodatek soli i dodatkowo ubytek wody z tkanki. Po ugotowaniu świeżego selera obserwowano również wzrost poziomu β -karotenu. Takie zjawisko Klein i Kurilich [16] tłumaczą występowaniem połączeń karotenoidowo-białkowych, które ulegają rozkładowi dopiero pod wpływem obróbki cieplnej. Natomiast w odniesieniu do właściwości przeciwutleniających produktu obróbka technologiczna może mieć zarówno pozytywne, jak i negatywne skutki wyrażające się zwiększeniem lub obniżeniem aktywności przeciwutleniającej [10].

O wartości odżywczej mrożonych warzyw w dużym stopniu decyduje zachowanie składników chemicznych w czasie obróbki wstępnej, mrożenia, zamrażalniczego przechowywania i przygotowania produktu do spożycia [28]. Zabieg zamrażania zarówno do temp. -20 , jak i -30°C , a następnie przygotowanie do konsumpcji spowodował w przypadku wariantu zmodyfikowanego (II) istotny wzrost suchej masy natomiast w wariantcie tradycyjnym (I) takich zmian nie obserwowano. W obydwu wariantach obróbki stwierdzono istotny spadek poziomu witaminy C, polifenoli, karotenoidów i aktywności przeciwutleniającej. Nie wykazano zmian zawartości β -karotenu (rys. 1). Kolejne etapy badań, wykonane po 4, 8 i 12 miesiącach zamrażalniczego składowania i następnie przygotowania mrożonki do konsumpcji, wykazały brak statystycznie istotnych zmian poziomu suchej masy, co świadczy o właściwych warunkach składowania. Wykazano natomiast systematyczne zmniejszanie zawartości witaminy C, przy czym stwierdzono istotnie lepsze zachowanie tego składnika w próbach składowanych w niższej temperaturze. Zawartość witaminy C w mrożonkach,



Rys. 1. Zmiany zawartości analizowanych składników oraz aktywności przeciwutleniającej w mrożonkach z selera przygotowanych do spożycia, po 12 miesiącach przechowywania w dwóch temperaturach.

Fig. 1. Changes of analysed components and antioxidant activity in frozen celeriac prepared for consumption after 12 months storage at two temperatures.

- mrożonka otrzymana według technologii tradycyjnej z surowca blanszowanego, ugotowana w wodzie
frozen product manufactured by using traditional procedure from blanched material, and cooked before consumption, temp. -20°C
- ◆ mrożonka otrzymana według technologii tradycyjnej z surowca blanszowanego, ugotowana w wodzie
frozen product manufactured by using traditional procedure from blanched material, and cooked before consumption, temp. -30°C
- mrożonka otrzymana według technologii zmodyfikowanej z surowca ugotowanego, rozmrożona i podgrzana w kuchni mikrofalowej
frozen product manufactured by using modified procedure from cooked material, and microwaved before consumption, temp. -20°C
- ◇ mrożonka otrzymana według technologii zmodyfikowanej z surowca ugotowanego, rozmrożona i podgrzana w kuchni mikrofalowej
frozen product manufactured by using modified procedure from cooked material, and microwaved before consumption, temp. -30°C

które otrzymano z prób gotowanych przed mrożeniem, od 4. miesiąca składowania była istotnie wyższa niż w próbach blanszowanych.

W czasie trwania zamrażalniczego składowania poziom karotenoidów nieznacznie obniżał się. Natomiast pod względem zawartości β -karotenu notowano bardzo powolne, systematyczne zmniejszanie się zawartości tego składnika tylko w próbach otrzymanych z selera blanszowanego. Podobne, powolne zmiany dotyczyły polifenoli, a zachodziły w obu typach produktów. Po 12 miesiącach składowania, statystycznie istotnie mniejsze ubytki stwierdzono w próbach składowanych w niższej temperaturze.

Negatywny wpływ czasu składowania na poziom analizowanych składników w mrożonkach z warzyw wykazali także inni autorzy [8, 14, 18, 24]. Trudno jest jednak porównać wyniki uzyskane w badaniach własnych z wynikami w cytowanym wyżej piśmiennictwie, gdyż w omawianej pracy po każdym okresie składowania przygotowywano mrożonkę do konsumpcji, a cytowani autorzy analizowali mrożonkę tylko po rozmrożeniu.

Poziom aktywności przeciwutleniającej w czasie zamrażalniczego składowania obniżał się systematycznie i po 12 miesiącach wynosił, w zależności od typu produktu i temperatury składowania, 31-48% wartości wykazanych w surowcu. Również podczas zamrażalniczego składowania marchwi stwierdzono znaczne zmniejszenie indeksu DPPH [24]. Po rocznym składowaniu przygotowane do konsumpcji mrożonki, uzyskane z selera gotowanego, wykazywały wyższą aktywność przeciwutleniającą niż otrzymane z selera blanszowanego. Również próby składowane w temp. -30°C cechowały się istotnie wyższą aktywnością przeciwutleniającą niż składowane w -20°C .

Jakość sensoryczna produktu decyduje między innymi o jego atrakcyjności. Jest ona szczególnie ważna w odniesieniu do produktów nowo wprowadzanych na rynek. Ocenie sensorycznej poddano mrożonki zamrożone oraz mrożonki przygotowane do spożycia, po 12 miesiącach zamrażalniczego składowania. Mrożonki zamrożone przechowywane w tej samej temperaturze, niezależnie od metody obróbki wstępnej uzyskały nieróżniące się statystycznie oceny ogólne (tab. 2). Natomiast temp. przechowywania -30°C , w odniesieniu do temperatury składowania -20°C , miała

Tabela 2

Wyniki oceny sensorycznej mrożonek z selera po 12 miesiącach składowania w dwóch wartościach temperatury [pkt].

Sensory evaluation results of frozen celeriac after 12 months storage in two temperatures [scores].

Wyróżniki jakości sensorycznej i współczynniki ważkości Sensorial quality marks and coefficients of importance		Produkt tradycyjny*		Produkt modyfikowany**	
		Traditional product		Modified product	
		-20°C	-30°C	-20°C	-30°C
Wygląd zewnętrzny External appearance					
- oszronienie i zlepienie - frosted and conglomerated cubes	2	4,8	4,8	4,8	4,8
- wygląd powierzchni kostki - surface appearance of cubes	3	4,6	4,7	4,6	4,7
- barwa - colour	6	5,0	5,0	4,6	4,6
Konsystencja Consistency	3	5,0	5,0	5,0	5,0
Zapach Flavour	6	4,4	5,0	4,4	5,0
Ocena ogólna Total score	20	4,74	4,92	4,65	4,82
NIR/LSD*** $\alpha=0,05$		0,092			

* mrożonka otrzymana według technologii tradycyjnej z surowca blanszowanego / frozen product manufactured by using traditional procedure from blanched material,

** mrożonka otrzymana według technologii zmodyfikowanej z surowca ugotowanego / frozen product manufactured by using modified procedure from cooked material,

*** wartość NIR dotycząca oceny ogólnej / LSD value considering total score.

statystycznie istotnie korzystny wpływ na ogólną jakość sensoryczną mrozonek. Wyżej w tych próbach oceniono przede wszystkim zapach. Spośród mrozonek przechowywanych w takiej samej temperaturze wyższą ocenę końcową otrzymały mrożonki przygotowane do spożycia, które przed mrożeniem poddano tradycyjnej obróbce wstępnej – blanszowaniu (tab. 3). W skali 5-punktowej różnice pomiędzy tymi próbami wynosiły, w przypadku prób przechowywanych w -20°C 0,25 pkt, a prób przechowywanych w -30°C 0,22 pkt. O wyższej ocenie zdecydowały oceny za zapach, konsystencję i wygląd cząstek produktu. Produkty z obu prób składowane w temp. -30°C uzyskały wyższe oceny ogólne dzięki notom za barwę, zapach i smak.

Tabela 3

Wyniki oceny sensorycznej mrozonek z selera, po 12 miesiącach składowania w dwóch wartościach temperatury, przygotowanych do spożycia [pkt].

Sensory evaluation results of frozen celeriac prepared for consumption after 12 months storage at two temperatures [scores].

Wyróżniki jakości sensorycznej i współczynniki ważkości Sensorial quality marks and coefficients of importance		Produkt tradycyjny*		Produkt modyfikowany**	
		-20°C	-30°C	-20°C	-30°C
Wygląd zewnętrzny External appearance					
- wygląd powierzchni kostki - surface appearance of cubes	2	5,0	5,0	4,3	4,3
- barwa - colour	5	4,0	4,2	4,5	4,9
Konsystencja Consistency	3	5,0	5,0	4,3	4,3
Zapach Flavour	5	4,8	5,0	4,0	4,2
Smak Taste	5	4,8	5,0	4,8	4,9
Ocena ogólna Total score	20	4,65	4,80	4,40	4,58
NIR/LSD*** $\alpha=0,05$		0,086			

* mrożonka otrzymana według technologii tradycyjnej z surowca blanszowanego, ugotowana w wodzie / frozen product manufactured by using traditional procedure from blanched material, and cooked before consumption,

** mrożonka otrzymana według technologii zmodyfikowanej z surowca ugotowanego, rozmrożona i podgrzana w kuchni mikrofalowej / frozen product manufactured by using modified procedure from cooked material, and microwaved before consumption,

*** wartość NIR dotycząca oceny ogólnej / LSD value considering total score.

Wnioski

1. Seler gotowany przed mrożeniem, w porównaniu z blanszowanym, zawierał więcej suchej masy, polifenoli i β -karotenu, mniej witaminy C i karotenoidów oraz wykazywał niższą aktywność przeciwutleniającą.
2. W mrożonkach składowanych przez 4, 8 i 12 miesięcy w temp. -20°C i -30°C, a następnie ugotowanych, występowało systematyczne zmniejszenie zawartości analizowanych składników, z wyjątkiem β -karotenu. Po 12 miesiącach zamrażalniczego składowania ugotowane mrożonki zawierały w stosunku do surowca 33-47% witaminy C, 60-81% polifenoli, 75-82% karotenoidów, 81-109% β -karotenu i 31-48% aktywności przeciwutleniającej.
3. Wyższą lub podobną zawartością wymienionych wyróżników w porównaniu z mrożonkami blanszowanymi charakteryzowały się mrożonki poddane gotowaniu

przed mrożeniem oraz mrożonki składowane w temp. -30°C w porównaniu ze składowanymi w -20°C .

4. Produkty zamrożone otrzymane obydwoma sposobami miały podobną jakość sensoryczną. Natomiast mrożonki przygotowane do spożycia z selera ugotowanego przed mrożeniem uzyskały nieco niższe oceny niż otrzymane z selera blanszowanego. Mrożonki składowane przez 12 miesięcy w temp. -30°C miały wyższą jakość sensoryczną niż produkty przechowywane w -20°C .

Literatura

- [1] Bahceci K.S., Serpen A., Gokmen V., Acar J.: Study of lipoxygenase and peroxidase as indicator enzymes in green beans: change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage. *J. Food Eng.*, 2005, **66**, 187-192.
- [2] Borawska M., Omeljaniuk N., Markiewicz R., Kasialis A.: Zawartość azotanów, azotynów i witaminy C w jadalnych i odrzucanych częściach wybranych warzyw. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1994, **1**, 23-27.
- [3] Cao G., Sofic E., Prior R.L.: Antioxidant activity of tea and common vegetables. *J. Agric. Food Chem.*, 1996, **44**, 3426-3431.
- [4] Codex Alimentarius: Code of hygienic practice for precooked and cooked foods in mass catering. 1993, CAC/RCP 39-1993.
- [5] Chu Y.-H., Chang Ch.-L., Hsu H.-F.: Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. *J. Sci. Food Agric.*, 2000, **80**, 561-566.
- [6] Czapski J.: Warzywa i owoce mało przetworzone. *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.*, 1999, **8**, 30-31.
- [7] Donaldson M.S.: Nutrition and cancer: A review of the evidence for anti-cancer diet. *Nutrition Journal*, 2004, **3**, 19-40.
- [8] Gębczyński P.: Zmiany ilościowe wybranych składników chemicznych w procesie mrożenia i zamrażalniczego składowania głównych i bocznych róż brokuła. *Acta Sci. Pol., s. Technologia Alimentaria*, 2003, **2**, 31-39.
- [9] Gil M.I., Ferreres F., Tomás-Barberán F.A.: Effect of postharvest storage and processing on the antioxidant constituents (flavonoids and vitamin C) of fresh-cut spinach. *J. Agric. Food Chem.*, 1999, **47**, 2213-2217.
- [10] Grajek W.: Zmiany potencjału przeciwutleniającego surowców roślinnych w procesach przetwórczych i w czasie trawienia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **4 (37)**, 26-35.
- [11] Howard L.A., Wong A.D., Perry A.K., Klein B.P.: Beta-carotene and ascorbic acid retention in fresh and processed vegetables. *J. Food Sci.*, 1999, **64**, 929-936.
- [12] ISO 6658: 1985. Sensory analysis. Methodology. General guidance.
- [13] ISO 6558-2: 1992. Fruits, vegetables and derived products. Determination of carotene content. Part 2: Routine methods.
- [14] Jaworska G., Kmiecik W.: Comparison of the nutritive value of frozen spinach and New Zealand spinach. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2000; **9/50**, 79-84.
- [15] John J.H., Ziebland S., Yudkin P., Roe L.S., Neil H.A.W.: Effects of fruit and vegetable consumption on plasma antioxidant concentrations and blood pressure: a randomised controlled trial. *The Lancet*, 2002, **359**, 1969-1973.
- [16] Klein B.P., Kurilich A.C.: Processing effects on dietary antioxidants from plant foods. *Hort Sci.*, 2000, **35**, 580-584.
- [17] Kmiecik W., Budnik A.: Wpływ dwóch sposobów gotowania brokuła na poziom wybranych wskaźników fizykochemicznych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1997, **30**, 303-309.
- [18] Ninfali P., Bacchiocca M.: Polyphenols and antioxidant capacity of vegetables under fresh and frozen conditions. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, **51**, 2222-2226.

- [19] Official Methods of Analysis, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, 1984.
- [20] Pekkarinen S.S., Stockman H., Swarz K., Heinonen M.I., Hopia A.I.: Antioxidant activity and partitioning of phenolic acids in bulk and emulsified methyl linoleate. *J. Agric. Food Chem.*, 1999, **47**, 3036-3043.
- [21] Petersen M.A.: Influence of sous vide processing, steaming and boiling on vitamin retention and sensory quality in broccoli florets. *Z. Lebens.-Unters. Forsch.*, 1993, **197**, 375-380.
- [22] Pinilla M.J., Plaza L., Sanchez-Moreno C., de Ancos B., Cano M.P., Hydrophylic and lipophylic antioxidant capacities of commercial Mediterranean vegetable soup. *J. Food Sci.*, 2005, **70**, S60-65.
- [23] Prottegente A.R., Pannola A.S., Paganga G., van Buren L., Wagner E., Viseman S., van de Put E., Dacombe C., Rice-Evans C.A.: The antioxidant activity of regular consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C consumption. *Free Rad. Res.*, 2002, **36**, 217-233.
- [24] Puupponen-Pimiä R., Hakkinen S.T., Aarni M., Suortii T., Lampi A.-M., Europa M., Piironen V., Nuutila A.M., Oksman-Caldentey K.-M.: Blanching and long-term freezing affect bioactive compounds of vegetables in different ways. *J. Sci. Food Agric.*, 2003, **83**, 1389-1402.
- [25] Radziejewska-Kubzdela E., Czapski J.: A comparison of processability of selected varieties for the production of minimally processed shredded celeriac. *EJPAU, Food Sci. Technol.*, **7(2)**, <http://www.ejpau.media.pl/series/volume7/issue2/food/art-15.html>.
- [26] Sá da M.C., Rodriguez-Amaya D.B.: Optimization of HPLC quantification of carotenoids in cooked green vegetables – Comparison of analytical and calculated data. *J. Food Comp. Anal.*, 2004, **17**, 37-51.
- [27] Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventós R.M.: Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.*, 1999, **299**, 152-178.
- [28] Svanberg S.M.J., Nyman E.M.G.-L., Andersson R., Nilson T.: Effects of boiling and storage dietary fiber and digestible carbohydrates in various cultivars of carrots. *J. Sci. Food Agric.*, 1997, **73**, 245-254.
- [29] Wasink B., Lee K.: Cooking habits provide a key to 5 a day success. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2004, **104**, 1648-1650.
- [30] Wills R.B.H.: Composition of Australian fresh fruit and vegetables. *Food Technol. Australia*, 1987, **39**, 523-526.

COMPARISON OF QUALITY OF FROZEN CELERIAC PRODUCED USING TRADITIONAL AND MODIFIED METHODS

S u m m a r y

This survey concerned frozen celeriac produced using a traditional method, i.e. from the raw material blanched before freezing, and a modified method of freezing cooked vegetable. The content of selected constituents having antioxidative properties, and sensorial quality were evaluated.

In comparison with blanched celeriac, the material cooked before freezing contained more dry matter, polyphenols and beta-carotene, and less vitamin C and carotenoids; its antioxidative activity was also poorer. In frozen products stored for 0, 4, 8 and 12 months at -20°C or -30°C and then prepared for consumption, a steady decrease was observed in the content of analysed constituents. A higher or similar level of the above properties was found in frozen products cooked before freezing as compared with blanched ones; a higher level was ascertained in samples stored at -30°C compared with those stored at -20°C. prepared for consumption from cooked product were evaluated lower than obtained from blanched celeriac. Frozen products stored for 12 months at -30°C had a higher sensory quality than those stored at -20°C.

Key words: celeriac, frozen products, antioxidants, sensory evaluation ☒