



Zmiany jakości minimalnie przetworzonej marchwi pakowanej próżniowo w czasie przechowywania

*Ewa Czerwińska, Kazimiera Zgórska
Politechnika Koszalińska*

1. Wstęp

Marchew (*Daucus carota*) jest bardzo popularnym warzywem korzeniowym, uprawianym i spożywanym na całym świecie. Jest źródłem wielu składników odżywczych dzięki zawartym w niej związkom biologicznie czynnym. Łatwość uprawy, duża plenność oraz przydatność do produkcji różnych przetworów, a także możliwość długotrwałego przechowywania powoduje, że może być spożywana przez cały rok. Zarówno świeża jak i przetworzona marchew znajduje szerokie zastosowanie kulinarne, a o jej wartości decyduje wiele cennych składników.

Skład chemiczny i wartość biologiczna marchwi zależy od genotypu, warunków glebowych, warunków klimatycznych, w tym głównie od temperatury oraz sposobu uprawy, stopnia rozwoju lub dojrzałości korzenia, a także od warunków przechowywania i obróbki pozbiorczej [4, 10].

Spośród składników marchwi największe znaczenie ma β -karoten (prowitamina witaminy A), niezbędny dla prawidłowego funkcjonowania wielu narządów, w szczególności wzroku. Korzeń spichrzowy marchwi

przeciętnie zawiera od 8,0 do 22,0 mg karotenu w 100 g świeżej masy. Ilość przyswojonego przez organizm ludzki karotenu zależy od sposobu przyrządzenia marchwi: z gotowanej przyswajalne jest tylko 18%, z utartej surowej – 82%, ze świeżo wyciśniętego soku – blisko 100% [1, 4, 7].

Marchew jest również źródłem innych witamin (B₁, B₂, C, PP), a także błonnika, cukrów i soli mineralnych, głównie potasu, wapnia, fosforu, magnezu. Korzeń marchwi ma działanie antybakteryjne, reguluje zaburzenia pracy przewodu pokarmowego oraz dzięki zawartości antyutleniaczy (karotenoidów) zapobiega występowaniu niektórych nowotworów.

Marchew można spożywać na surowo oraz gotowaną, jest ona składnikiem prawie wszystkich potraw warzywnych. Zarówno gotowana, jak i surowa jest lekkostrawna i niskokaloryczna. 100 g młodej marchwi to 28 kcal, a starszej – 35 kcal. Największą wartość ma marchew surowa, pomimo, że pobiera z gleby substancje niepożądane, szczególnie związki azotu, które w czasie jej nieprawidłowego przechowywania z azotanów (V) przekształcają się w rakotwórcze azotany (III). W prawidłowo uprawianych warzywach zanieczyszczenia te występują w niewielkich ilościach, bezpiecznych dla zdrowia człowieka. [4, 10, 15, 17].

Polska jest największym w UE producentem marchwi świeżej i mrożonej. W produkcji marchwi mrożonej zajmujemy drugie miejsce po Belgii. Szacuje się, że produkcja marchwi mrożonej (dominującej wśród przetworów z marchwi) w latach 2005÷2007 wyniosła 85 tys. ton rocznie, wobec 70 tys. ton w trzech poprzednich latach. Bardzo szybkie tempo wzrostu produkcji mrożonych warzyw, to efekt rosnącego popytu na te produkty zarówno na rynku krajowym, jak i europejskim, co związane jest z oczekiwaniami współczesnego konsumenta na żywność wygodną umożliwiającą szybkie przygotowywanie z niej bezpiecznych posiłków.

W ostatnich latach obserwuje się zwiększenie popytu na żywność minimalnie przetworzoną (ang. minimal processing) lub niedostrzegalnie przetworzoną (ang. invisible processing). Zastosowanie technologii minimalnego przetwarzania umożliwia otrzymywanie żywności świeżej lub o zachowanej świeżości prawie gotowej do spożycia, oczywiście wolnej od zanieczyszczeń mikrobiologicznych [20].

Operacjami technologicznymi w procesie minimalnego przetwarzania warzyw i owoców są: obróbka wstępna surowców, pakowanie

i chłodnicze przechowywanie. Przedłużenie trwałości produktów minimalnie przetworzonych osiąga się natomiast przez łagodną obróbkę termiczną (blanszowanie), dodatek substancji o charakterze antyoksydacyjnym (kwas askorbinowy i cytrynowy) oraz pakowanie próżniowe w opakowania z tworzyw sztucznych [3, 20].

Opakowania stanowią istotny czynnik zachowania jakości żywności oraz jej przydatności transportowej i atrakcyjności handlowej. Powinny być one wykonane z materiałów, które zachowują podstawowe cechy użytkowe podczas przechowywania w warunkach chłodniczych ($0\div 6^{\circ}\text{C}$) i zamrażalniczych (-18 do -30°C), a także podczas transportu i sprzedaży. Wszystkie opakowania stykające się bezpośrednio z wyrobem muszą mieć atest kompetentnej jednostki resortu zdrowia [5, 6]. Szczególną zaletą charakteryzuje się pakowanie próżniowe, gdyż przedłuża kilkakrotnie świeżość produktu, który nie przejmuje zapachów z otoczenia. Istotą tej metody jest zapakowanie produktu w folię polietylenową lub aluminiową o niskiej przepuszczalności dla tlenu, usunięciu powietrza i hermetycznym zamknięciu. Zawartość tlenu obniża się do poziomu ok. 1%, a ilość dwutlenku węgla w wyniku respiracji tkanki roślinnej oraz rozwoju mikroorganizmów może wzrosnąć do $10\div 20\%$ [6].

Celem pracy było określenie jakości i trwałości minimalnie przetworzonej marchwi pakowanej próżniowo na podstawie analizy mikrobiologicznej, oceny sensorycznej oraz zmian zawartości azotanów (V) i (III) w surowcu i produkcie.

2. Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły korzenie marchwi odmiany Perfekcja pochodzące z Zakładu Doświadczalnego w Żelaznej. Do badań przeznaczono surowiec, który nie wykazywał uszkodzeń mechanicznych, uszkodzeń spowodowanych przez szkodniki, nie posiadał widocznych oznak chorobowych oraz cech wskazujących na zaparzenie, utratę turgoru.

Marchew poddano obróbce wstępnej obejmującej mycie, obieranie ręczne nożykiem szczelinowym, ponowne mycie i krojenie w kostkę o wymiarach $10 \times 10 \times 10$ mm i rozdzielono na trzy części:

- pierwszą część, stanowiła marchew surowa: nie obrana, obrana,
- drugą część poddano obróbce termicznej – blanszowaniu w wodzie (stosunek surowca do wody 1:2) o temperaturze ok. 100°C w czasie 3 min,

- trzecią część moczo w roztworze kwasu cytrynowego o stężeniu 0,25% przez 20 min w temperaturze ok. 20°C (stosunek surowca do roztworu kwasu cytrynowego 1:2).

Przygotowaną kostkę pakowano do woreczków o wymiarach 20 x 30 cm wykonanych z laminatu poliamidowo-polietylenowego. Kostkę marchwi o masie 150 g pakowano w paczkowarce próżniowej typu RM Gastro – VB6. Próby przechowywano w chłodziarce w temperaturze ok. 4÷6°C.

Ocena jakości obejmowała analizę sensoryczną, oznaczenie zawartości azotanów oraz badanie mikrobiologiczne.

Badania sensoryczne i badanie zawartości azotanów (w trzech powtórzeniach) były wykonane czterokrotnie – bezpośrednio po przygotowaniu produktów i po 1, 2, 3 tygodniach przechowywania.

Ocenę sensoryczną kostki z marchwi surowej, blanszowanej i potraktowanej kwasem cytrynowym przeprowadzały cztery osoby metodą 5-punktową z zastosowaniem współczynników ważkości. Oceniano barwę, smak, zapach, konsystencję i wygląd.

Posługując się skalą od 5 do 1 pkt., obliczono średnią ocenę dla każdego wyróżnika jakościowego i pomnożono przez ustalone współczynniki ważkości:

Barwa	–	0,2,
Smak	–	0,3,
Zapach	–	0,2,
Konsystencja	–	0,2,
Wygląd	–	0,1.

Wyróżniki jakościowe oceniano w zakresie od 5 do 1 pkt., przy czym wszystkim punktom przyznano poziomy jakości:

- poziom jakości bardzo dobrej – powyżej 4,5,
- poziom jakości dobrej – 3,5÷4,4,
- poziom jakości dostatecznej – 2,5÷3,4,
- poziom jakości niedostatecznej – 1,5÷2,4,
- poziom jakości złej – poniżej 1,4.

Klasyfikację dotyczącą jakości sensorycznej określono na podstawie poziomów jakości uwzględniając wyróżniki jakościowe dla każdej ocenianej cechy.

Zawartość azotanów (III) i (V) oznaczano metodą kolorymetryczną z odczynnikami Griessa przy długość fali 538 nm, z wykorzystaniem bezpośredniej redukcji azotanów(V) do azotanów(III) za pomocą metalicznego kadmu, zgodnie z normą PN-92/A-75112, odpowiadającą normie ISO 6635:1984 [24].

Istotność wpływu badanych czynników na zawartości azotanów (V) i (III) określono przy zastosowaniu dwuczynnikowej analizy wariancji z trzema powtórzeniami. Do obliczenia najmniejszej istotnej różnicy (NIR) zastosowano test t – studenta na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Badania mikrobiologiczne prowadzone były na marchwi surowej i produkcie chłodzonym w czasie przechowywania, czyli w dniu przygotowania produktu oraz po 1 i 2 tygodniach przechowywania w trzech powtórzeniach dla każdej badanej próby.

Ocena mikrobiologiczna marchwi obejmowała jedynie oznaczenie bakterii mezofilnych w czasie przechowywania. W badaniach zastosowano posiew powierzchniowy rozcieńczonych próbek metodą Kocha. Próbkę wyjściową marchwi (10 g) po homogenizacji rozcieńczano wodą destylowaną jałową metodą dziesięciokrotną w zakresie od 10^{-1} do 10^{-3} . Hodowlę bakterii prowadzono na agarze kazeinowo-sojowym z ekstraktem drożdżowym TSYEA w temperaturze 30°C przez 48 h. Ocenę ilościową stopnia zanieczyszczenia marchwi bakteriami mezofilnymi wykonano zgodnie z normą PN-89/2-04111/02. Liczbę organizmów w przeliczeniu na 1 g produktu obliczono wg wzoru:

$$C_{\text{sr}} = (\sum c / n_1 \cdot 1 + n_2 \cdot 0,1) \cdot d$$

gdzie

C_{sr} – średnia arytmetyczna ważona,

$\sum c$ – suma koloni z wszystkich płytek Petriego użytych do liczenia (najmniejsze i następane większe rozcieńczenie),

n_1 – liczba płytek Petriego z najmniejszego z przyjętych rozcieńczeń,

n_2 – liczba płytek Petriego z większego z przyjętych rozcieńczeń,

d – współczynnik najmniejszego przyjętego rozcieńczenia.

Identyfikację do rodzaju wyhodowanych bakterii *Bacillus* wykonano na podstawie obserwacji mikroskopowych poprzez określenie zdolności wybarwienia komórek bakterii metodą Grama oraz wykonanie barwienia spor metodą Schaeffera – Fultona [12, 21, 23].

3. Wyniki i dyskusja

Ocena sensoryczna

W tabeli 1 zestawiono wyniki oceny sensorycznej surowca oraz produktu minimalnie przetworzonego.

Surowiec, produkt blanszowany oraz moczony w kwasie cytrynowym przed przechowywaniem chłodniczym charakteryzowały się bardzo dobrą jakością sensoryczną (jakość bardzo dobra). Marchew przechowywana przez tydzień niezależnie od sposobu jej przygotowania zachowała dobrą jakość w ocenie sensorycznej (oceny 4,6÷5,0 pkt).

Pogorszenie jakości produktu nastąpiło po dwóch tygodniach przechowywania. Marchew blanszowana w wodzie i marchew moczona w kwasie cytrynowym posiadała cechy odpowiadające ogólnej jakości dobrej (ocena 4,4 i 3,9). Zaobserwowano również, że marchew blanszowana w wodzie charakteryzowała się znacznie dłużej dobrą jakością sensoryczną niż marchew moczona w kwasie cytrynowym, której zapach i smak uległ w trakcie pogorszeniu (ocena 3,2).

Najprawdopodobniej pogorszenie jakości kostki z marchwi moczonyj w kwasie cytrynowym spowodowane było namnażaniem się bakterii mezofilnych. Za zmiany te bardzo często są odpowiedzialne bakterie z rodzaju *Pseudomonas* i bakterie kwasu mlekowego oraz bakterie przetrwalnikujące z rodzaju *Bacillus* [2, 12, 16, 22].

Marchew blanszowana w wodzie charakteryzowała się jeszcze dobrym poziomem jakości po trzech tygodniach przechowywania. Jej ogólna ocena sensoryczna osiągnęła wartość 4,2 pkt., natomiast marchew moczona w kwasie cytrynowym uzyskała wynik niedostateczny (ocena 1,7).

Badania wykazały, że po 3 tygodniach przechowywania blanszowanej kostki z marchwi jej jakość spadła zaledwie o 18%, w stosunku do surowca (marchwi surowej), zaś w marchwi moczonyj w kwasie cytrynowym, aż o ok. 71%.

Tabela 1. Ocena sensoryczna marchwi surowej i minimalnie przetworzonej (skala 5 – punktowa)

Table 1. Quality assessment of raw carrots and minimally processed product (scale 5 – point)

Cecha Feature	Czas przechowywania (tygodnie), Storage time (weeks)								
	0			1		2		3	
	A	B	C	B	C	B	C	B	C
Barwa Colour	5	5	5	4,9	5	4,7	4,7	4	3,1
Smak Taste	5	5	4,9	5	4,6	4	3,2	3,9	0
Zapach Smell	5	5	5	4,6	4,9	4,2	3,2	3,9	0
Konsystencja Consistency	5	5	5	5	5	4,6	4,6	4,5	3
Wygląd Apperence	5	5	5	5	5	4,5	4,2	4,5	2,4
Ocena ogólna Total estimation	5	5	4,9	4,9	4,9	4,4	3,9	4,2	1,7

A – Marchew surowa, raw carrots

B – Marchew blanszowana, blanched carrots

C – Marchew moczona w 0,25% roztworze kwasu cytrynowego, carrots immersed in citric acid

Analiza mikrobiologiczna

Przeprowadzona analiza ilościowa skażeń mikrobiologicznych dotyczyła ogólnej liczby bakterii mezofilnych. W pierwszym terminie (tabela 2) wykazano, że zanieczyszczenie marchwi mikroflorą mezofilną było duże. Ilość wyrosłych jednostek kolonii na płytce z próby pobranej z marchwi surowej osiągnęły maksymalnie $9,6 \cdot 10^8$ jtk/g. Ilości te uległy zmianie po zastosowaniu dwóch technik utrwalania żywności. W marchwi moczonej w kwasie cytrynowym ilość bakterii wynosiła $2,7 \cdot 10^7$ jtk/g, zaś najmniejsze skażenie zaobserwowano w marchwi blanszowanej w wodzie $1,8 \cdot 10^7$ jtk/g.

Zabieg blanszowania w temperaturze ok. 100°C przez 3 min. spowodował zabicie form wegetatywnych bakterii mezofilnych. W blanszowanym surowcu wyizolowano jedynie bakterie z rodzaju *Bacillus*.

Po tygodniu hermetycznego przechowywania próby nastąpił niewielki spadek ilości kolonii bakterii do wartości $1,2 \cdot 10^7$ jtk/g, a po drugim tygodniu przechowywania skażenie bakteriami mezofilnymi marchwi blanszowanej wyniosło $1,5 \cdot 10^7$ jtk/g. Bardzo podobnie zachowały się bakterie w próbie moczonej przez 20 minut w 0,25% roztworze kwasu cytrynowego.

Niewielkie stężenie antyutleniacza spowodowało częściowe zniszczenie tlenowych bakterii mezofilnych (2, 23). Początkowa ilość kolonii wynosiła $2,7 \cdot 10^7$ jtk/g, zaś po 7 dniach przechowywania próby ilość ta zmalała do $7,4 \cdot 10^4$ jtk/g, a po 14 dniach znów zaczęła rosnąć, aż do $1,9 \cdot 10^7$ jtk/g.

Na podstawie wyników uzyskanych w doświadczeniu stwierdzono, że blanszowanie oraz traktowanie prób kwasem cytrynowym miało wpływ na poprawę jakości mikrobiologicznej kostki bezpośrednio po zabiegu, natomiast po 7-dniowym okresie przechowywania obserwowano redukcję liczby bakterii mezofilnych w marchwi moczonej w 0,25% roztworze kwasu cytrynowego. Po dwóch tygodniach przechowywania nieznacznie wzrosła liczba bakterii w marchwi poddanej procesowi blanszowania – poziom zbliżony do wyjściowego. Zwiększenie liczby bakterii zaobserwowano również w kostce poddanej moczeniu w kwasie cytrynowym, ale poziom był również zbliżony do wyjściowego.

Niewielka różnica w ilościach izolowanych drobnoustrojów mezofilnych podczas przechowywania była prawdopodobnie spowodowana pozostałością flory bakteryjnej w marchwi.

Zastosowane procesy utrwalania nie zniszczyły form przetrwalnych bakterii, wręcz przeciwnie uaktywniły ich kiełkowanie i wzrost w postaci komórek wegetatywnych [2, 12, 21].

Tabela 2. Ogólna liczba bakterii mezofilnych w surowcu i marchwi minimalnie przetworzonej

Table 2. Total number of mesophyll bacteria in raw and minimally processed carrots

Badany produkt Examined product	Ogólna liczba bakterii mezofilnych w 1 g próbki Total number of mesophyll bacteria 1 g sample Czas przechowywania (tygodnie), Storage time (weeks)		
	0	1	2
Marchew surowa Raw carrots	$9,6 \cdot 10^8$ jtk/g	–	–
Marchew blanszowana Blanched carrots	$1,8 \cdot 10^7$ jtk/g	$1,2 \cdot 10^7$ jtk/g	$1,5 \cdot 10^7$ jtk/g
Marchew zamoczona w kwasie cytrynowym Carrots immersed in citric acid	$2,7 \cdot 10^7$ jtk/g	$7,4 \cdot 10^4$ jtk/g	$1,9 \cdot 10^7$ jtk/g

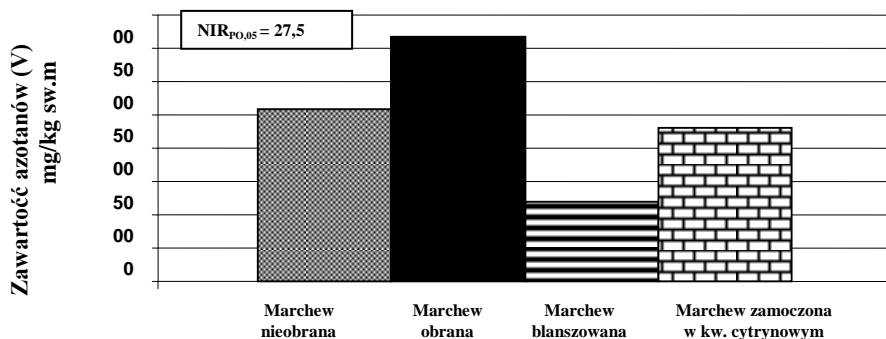
Zawartość azotanów (V) i azotanów (III)

Zawartość azotanów w warzywach zależy w dużym stopniu od gatunku roślin, a także miejsca kumulacji. Warzywa korzeniowe, w tym marchew odkładają wewnątrz korzenia duże ilości azotanów. Stopień rozdrobnienia, ilość użytej wody w procesie blanszowania oraz czas i temperatura przechowywania surowca także wpływają na ilość tych związków w korzeniach marchwi lub w jej produktach [9, 14, 15, 17].

Najwyższą zawartość azotanów(V) wykazano w obranej marchwi surowej – 366,49 mg NO₃/kg św. m (rys. 1).

W wyniku obróbki wstępnej (obieranie) poziom azotanów (V) w marchwi uległ istotnej zmianie (z wartości 257,8 mg/kg św.m. podwyższył się do 366,5 mg/kg św.m.), gdyż w rdzeniu wewnętrznym marchwi znajduje się największa ilość tych związków. Skutkiem tego w wyniku usunięcia skórki zwiększyła się koncentracja azotanów w marchwi obranej (V) [9, 13].

W procesie obierania warstwy około 1,7 mm (nożyk szczelinowy) usuwano około 11,9% masy marchwi, w której zawartość azotanów (V) jest najmniejsza.



Rys. 1. Zawartość azotanów(V) w surowcu oraz marchwi poddanej obróbce wstępnej (średnie 3 próby x 3 powtórzenia)

Fig. 1. Nitrates (V) content in raw and minimally processed carrots (means of sample x 3 replication)

Najmniejszą ilość badanego składnika stwierdzono w marchwi blanszowanej (119,49 mg NO_3^-/kg św.m). W badanych produktach w pierwszym terminie nie wykryto azotynów.

Proces blanszowania spowodował zmniejszenie azotanów o około 67%, a moczenie w kwasie cytrynowym o 37%. Zaobserwowaną redukcję zawartości azotanów najprawdopodobniej spowodowało wypłukanie tych związków do roztworu podczas przebiegu tych zabiegów. Proces blanszowania powoduje korzystne z żywieniowego punktu widzenia obniżenie zawartości azotanów w marchwi na skutek przechodzenia ich do wywaru. Niestety powoduje on także wypłukiwanie innych składników – rozpuszczalnych w wodzie witamin i soli mineralnych, stąd wybór takiej obróbki termicznej warzyw, który umożliwi maksymalne obniżenie niepożądanych związków z równoczesnym zachowaniem tych pożądaných jest niezwykle ważny [3, 4, 15, 19].

W surowcu oraz marchwi poddanej obróbce wstępnej nie zano-towano obecności azotanów (III).

Wyniki badań zawartości azotanów (V) i azotanów (III) w mar-chwi i minimalnie przetworzonym produkcie w czasie przechowywania przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Zmiany zawartości azotynów (V) i (III) w minimalnie przetworzonej marchwi w czasie przechowywania – mg/kg św.m. (średnie 3 próby x 3 powtórzenia)

Table 3. Changes of nitrates (V) and (III) of minimally processed carrots mg/kg f.s. (means of 3 sample x 3 replication)

MARCHEW, carrots	Czas przechowywania (tygodnie), Storage time (weeks)					
	1		2		3	
	Azotany(III) [mg/kg]	Azotany(V) [mg/kg]	Azotany(III) [mg/kg]	Azotany(V) [mg/kg]	Azotany(III) [mg/kg]	Azotany(V) [mg/kg]
Blanszowana, Blanched	0	119,14	16,90	101,23	18,40	98,98
W kwasie cytrynowym, In citric acid	0	224,89	2,50	223,90	8,50	225,81
NIR _{PO,05} , LSD _{PO,05}		20,8	1,2	19,8	1,4	19,8

W marchwi blanszowanej podczas przechowywania nastąpiło zmniejszenie zawartości azotanów (V), natomiast zwiększyła się zawartość azotanów (III).

Po 3 tygodniach składowania ubytek azotanów (V) wyniósł 17,2% w marchwi blanszowanej i 1,6% w marchwi moczonyj w kwasie cytrynowym w stosunku do początkowej zawartości.

Zawartość azotanów (III) w czasie przechowywania marchwi minimalnie przetworzonej zwiększała się. Większy wzrost obserwowano w produkcie poddanym procesowi blanszowania, w porównaniu z produktem moczonym w kwasie cytrynowym.

Warunki chłodniczego przechowywania mimo opakowania próżniowego nie ograniczyły procesów redukcji azotanów(V) do azotanów(III). Wyniki badań innych autorów wykazały, że dłuższe przechodo-

wywanie marchwi w warunkach chłodniczych nie ogranicza redukcji azotanów (V) i (III) [15, 17].

Dopuszczalna dawka dziennego pobrania azotanów(III) wynosi 0,2 mg/kg masy ciała [8, 14]. Wyniki badań wykazały, że już po tygodniu przechowywania marchew blanszowana miała za wysoki poziom tych związków zarówno dla dzieci jak i osób o wadze przekraczającej 80 kg.

4. Podsumowanie

1. Sposób utrwalania oraz czas przechowywania wpłynęły na ogólną ocenę sensoryczną marchwi:
 - chłodzona marchew blanszowana w wodzie charakteryzowała się znacznie dłuższą dobrą oceną sensoryczną, niż marchew moczona w kwasie cytrynowym,
 - ogólna ocena sensoryczna marchwi moczonej w 0,25% roztworze kwasu cytrynowego pogarszała się wraz z upływem czasu przechowywania.
2. Zawartość azotanów (III) w marchwi minimalnie przetworzonej zwiększała się w czasie
3. przechowywania.
4. W trakcie przechowywania chłodniczego marchwi niezależnie od zastosowanej obróbki wstępnej ilość kolonii bakterii mezofilnych kształtowała się na zbliżonym poziomie.

Literatura

1. **Adamicki F., Czerko Z.:** *Przechowalnictwo warzyw i ziemniaka*. PWRiL Poznań, 33÷34; 54; 163÷165. 2002.
2. **Białasiewicz D.:** *Ocena mikrobiologiczna wybranych warzyw przechowywanych w niskich temperaturach*. Chłodnictwo, Nr 36(3), 36÷39 2001.
3. **Czapski J., Limanowska D.:** *Nietermiczne metody przedłużania trwałości żywności o małym stopniu przetworzenia.*, Przemysł Spożywczy 3, 27 1996.
4. **Czapski J.:** *Wpływ procesów przetwórczych na właściwości antyoksydacyjne owoców i warzyw*. Przem. Ferm. i Owoc. Warz. 11, 8÷9. 2007.
5. **Czapski J., Zielińska A.:** *Metody zapewnienia jakości i bezpieczeństwa w przetwórstwie żywności*. SGGW Warszawa, 117÷130. 2004.
6. **Czerwińska D.:** *Próżniowe pakowanie żywności*. Przegląd Gastronomiczny 5, 6. 2006.

7. **Dudzińska-Krawczyk I.**: *Warzywa korzeniowe*. Wydawnictwo ODR Koszalin, 5÷10. 2001.
8. **Dżugan M., Pasternakiewicz A.**: *Ocena dziennego pobrania azotanów z wyrobami mięsnymi i woda pitna*. Proceedings of ECOpole. 1/2, 129÷131. 2007.
9. **Elia A., Santamaria P., Serio F.**: *Nitrogen nutrition, yield and quality of spinach*. J. Sci. Food Agric. 76. 1998.
10. **Gajewski M.**: *Co wpływa na jakość marchwi*. Owoce. Warzywa. Kwiaty. 3, 22÷24. 2009.
11. **Gawęcki J., Libudzisz Z. (red.)**. *Mikroorganizmy w żywności i żywieniu*, Wydawnictwo AR Poznań 2006.
12. **Eiffel M.C., Beumer R.R., Leijendekkers S., Rombouts F.M.**: *Incidence of Bacillus cereus and Bacillus subtilis in foods in the Netherlands*. Food Microbiol. 13, 53÷58. 1997.
13. **Grudzińska M., Zgórska K.**: *Wpływ obróbki wstępnej oraz metod gotowania na zawartość azotanów w warzywach*. Rocznik Ochrona Środowiska 7, Wydawnictwo Środkowo-Pomorskie Towarzystwa Naukowego Ochrony Środowiska Koszalin, 233÷240. Koszalin 2005.
14. **Jaworska G.**: *Content of nitrates, nitrites, and oxalates in New Zealand spinach*. Food Chem., 89, 235÷242. 2005.
15. **Lisiewska Z., Kmiecik W.**: *Azotany i azotyny w warzywach, Cz II., Zmiany zawartości azotanów w warzywach podczas krótko i długotrwałego przechowywania*. Biuletyn Instytutu Ziemiaka 4, 25÷31. 1991 b.
16. **Łaniewska-Trokenheim Ł. (red.)**: *Mikrobiologia w towaroznawstwie żywności*. Wydawnictwo UWM Olsztyn 2009.
17. **Michalik H., Bąkowski J.**: *Zawartość azotanów i azotynów w przetworach z marchwi i szpinaku w czasie składowania i przygotowania do spożycia*. Przem. Ferm. i Owoc. Warz. 6, 32÷34. 1997.
18. **Nosecka B.**: *Polska marchew dla nas i dla Europy*. Owoce. Warzywa. Kwiaty 20, 9÷11. 2008.
19. **Obiedziński M.W., Korzycka-Iwanow M.**: *Zanieczyszczenia chemiczne żywności – krytyczne wyróżniki jakości i bezpieczeństwa żywności.*, Przemysł Spożywczy 59,2,38 10÷13. 2005.
20. **Świdorski F.**: *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna*. WNT Warszawa 13, 133÷134. 1999.
21. **Taylor J.M., Sutherland A.D., Aido K.E. Logan N.A.**: *Heat – stable toxin production by strains of Bacillus cereus, Bacillus firmus, Bacillus megaterium, Bacillus simplex, Bacillus licheniformis*. FEMS Microbiol. 113, 313÷317. 2005.

22. **Zielińska A., Czapski J.:** *Wpływ okresowego podwyższenia temperatury w czasie przechowywania na jakość mikrobiologiczną marchwi o małym stopniu przetworzenia.* Żywność Nauka Technologia Jakość, Nr 1(46) 235÷245, Kraków 2006.
23. PN-EN ISO 6222/1-01/LM *Ogólna liczba bakterii mezofilnych Metoda posiewu wgłębnego*, edycja 4 z dnia 05.05.2008. Warszawa, Polski Komitet Normalizacji Miar i Jakości.
24. PN-92/A-75112, *Owoce, warzywa i ich przetwory. Oznaczanie zawartości azotynów i azotanów.* odpowiadającą normie ISO 6635:1984.

Quality Changes of Minimally Processed and Vacuum-Packed Carrot During Chilling Storage

Abstract

Carrot (*Daucus carota*) is a popular root vegetable, grown and consumed throughout the world. It is the source of many nutrients contained in it due to biologically active compounds. Easy-growing, high fertility and suitability for production of various processed foods, as well as the possibility of long-term storage makes possible to consume it throughout the year. Both fresh and processed carrots are widely used in cuisine, its value depends on many valuable components.

The aim of this paper is the quality assessment of raw, cooled and vacuum-packed diced carrot of Perfekcja variety which was blanched or immersed in 0,25% citric acid solution. The examined material was evaluated sensorially in respect of appearance, colour, taste, smell and consistency of raw and cooled diced carrot.

Preservation durability of examined products was based on microbiological analysis. Content of nitrates (V) and (III) was tested in peeled and unpeeled raw carrot before processing and in blanched or immersed in citric acid.

The results of the tests showed that initial processing as well as cooling preservation time of carrot influence significantly sensory features of the products. Products which were blanched in water, vacuum-packed and stored in a refrigerator were of better quality in comparison with carrot immersed in citric acid. Blanched carrot was microbiologically clean but the preservation time caused reduction of nitrates (V) to nitrates (III).