

HANNA KOWALSKA, MAGDALENA WYROZĘBSKA

WPLYW JONÓW WAPNIA NA WŁAŚCIWOŚCI SENSORYCZNE MARCHWI ODWADNIANEJ OSMOTYCZNIE

Streszczenie

Próbki marchwi w kształcie walców o średnicy 8 mm i wysokości 10 mm odwadniano w roztworach glukozy, sacharozy i syropu skrobiowego w temp. 20 i 50°C, w ciągu 3 godz. W tych samych warunkach prowadzono odwadnianie osmotyczne marchwi w roztworach cukrów z 2% dodatkiem chlorku wapnia. Analizę właściwości sensorycznych w warunkach laboratoryjnych, z wykorzystaniem 10-punktowej skali ocen poszczególnych wyróżników (kształtu, twardości i smaku), wykonał zespół oceniający. W drugim etapie, sensoryczną metodą duo-trio przeprowadzono ocenę wyczuwalności obecności jonów wapnia w próbach.

Nie stwierdzono istotnego wpływu jonów wapnia na cechy sensoryczne odwadnionej osmotycznie marchwi. Kształt i twardość marchwi odwadnianej osmotycznie z udziałem jonów wapnia były ocenione nieznacznie wyżej w porównaniu z oceną identycznych cech marchwi odwadnianej osmotycznie bez udziału jonów wapnia. Pod względem kształtu i twardości najwyżej oceniono marchew odwadnianą osmotycznie w roztworze syropu skrobiowego zawierającego jony wapnia. Równocześnie ten sam roztwór wpłynął niekorzystnie na smak odwadnianej osmotycznie marchwi, co wyraziło się niższymi ocenami za tę cechę. Podwyższenie temperatury procesu od 20 do 50°C przyczyniło się do uzyskania nieznacznie wyższych ocen badanych wyróżników sensorycznych.

Słowa kluczowe: odwadnianie osmotyczne, marchew, wzbogacanie żywności, Ca²⁺, żywność mało przetworzona

Wprowadzenie

Wzbogacanie żywności w dodatkowe składniki odżywcze stosuje się w celu wyrównania strat powstających podczas transportu, przetwarzania i przechowywania, jak również zwiększenia ilości składników bioaktywnych występujących w produktach spożywczych powyżej ich naturalnego poziomu [7]. W ostatnich latach wzrosła popularność owoców i warzyw o małym stopniu przetworzenia. Jednocześnie możliwe jest wzbogacenie tkanki roślinnej dodatkowymi składnikami (witaminy, związki

Dr inż. H. Kowalska, M. Wyrozębska, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydz. Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa

mineralne), które mogą być dostarczane z pożywieniem do organizmu w niedostatecznej ilości [1, 3, 6]. Dodane składniki odżywcze powinny być dobrze przyswajalne z produktów wzbogaconych i nie powinny negatywnie wpływać na cechy sensoryczne danego wyrobu (barwę, smak czy zapach), ani skracać terminu jego przydatności do spożycia. Ilości dodawanych składników nie powinny powodować ryzyka zbyt wysokiego ich spożycia, efektów toksycznych, a także interakcji z innymi składnikami produktu [7, 9]. Korzyści z poddawania owoców i warzyw minimalnemu przetwarzaniu z możliwością wprowadzania składników dodatkowych wynikają z ich budowy tkankowej [5, 6]. Łagodne warunki odwadniania osmotycznego w małym stopniu zmieniające właściwości produktu wskazują na zalety stosowania tej metody. Nasywanie tkanki roślinnej dodatkowymi składnikami odżywczymi w czasie odwadniania osmotycznego umożliwia niejednokrotnie poprawę cech sensorycznych, w tym tekstury [10]. Rodrigues i wsp. [8] badali wpływ wzbogacania papai jonami wapnia w czasie odwadniania osmotycznego. Dodatek chlorku wapnia powodował zwiększenie przyrostu masy suchej substancji oraz wzmocnienie struktury tkanek. Wapń w roztworze osmotycznym może również zmniejszyć podatność żywności na rozwój mikroflory. Zjawisko to badali Chardonnet i wsp. [2], odwadniając plastry jabłek w roztworze sacharozy z dodatkiem chlorku wapnia. Stwierdzili mniejszą podatność jabłek na skażenie mikrobiologiczne.

Celem pracy było określenie wpływu jonów wapnia na odwadnianie osmotyczne marchwi oraz analiza właściwości sensorycznych odwadnianej marchwi w zależności od temperatury i rodzaju substancji osmotycznej.

Materiał i metody badań

Marchew krojono w krążki, a następnie za pomocą ręcznego korkoboru wykrawano z łyka i miękiszu łykowego (pomijając skórkę i część zdrewniałą) próbki w kształcie walców o średnicy 8 mm i wysokości 10 mm. Próbkę odwadniano osmotycznie w roztworach glukozy, sacharozy i syropu skrobiowego o stężeniach odpowiadających aktywności wody 0,9. Równolegle prowadzono odwadnianie osmotyczne marchwi w roztworach cukrów z 2% dodatkiem chlorku wapnia. Eksperymenty prowadzono w temp. 20 i 50°C. Czas odwadniania wynosił 180 min. Badania przeprowadzono w 3 powtórzeniach przy zastosowaniu tych samych warunków odwadniania osmotycznego – z udziałem i bez udziału jonów wapnia.

Oznaczano zawartość suchej masy metodą wagową w suszarce komorowej wg PN-90/A-75-75101/03 [11]. Analizowano wpływ jonów wapnia na ubytki wody [g H₂O/g p.s.m.] i przyrost masy suchej substancji [g/g p.s.m.] w odwadnianej osmotycznie marchwi.

Zawartość wapnia oznaczano w marchwi po 45 i 180 min odwadniania osmotycznego. Proces mineralizacji prowadzono metodą spalania na sucho w piecu muflowym w temp. 550°C przez 48 godz. według PN-90/A-75101.07 [11].

Ocenę sensoryczną wykonywał 24-osobowy zespół oceniający. Eksperyment podzielono na 2 etapy. W pierwszym etapie oceniano zmiany kształtu próbki, intensywność smaku słodkiego i twardość za pomocą metody skalowania od 1 do 10 pkt, wg PN-ISO 4121 [12], przy czym 10 pkt oznaczało największe nasilenie cechy. Ankietowani otrzymywali 3 zestawy próbek odwadnianych osmotycznie w ciągu 180 min, w roztworach: glukozy, sacharozy lub syropu skrobiowego.

W drugim etapie prowadzono ocenę wyczuwalności obecności jonów wapnia w próbkach za pomocą metody duo-trio [4]. Polegała ona na stwierdzeniu, która z dwóch próbek jest zgodna ze wzorcem.

Do statystycznej analizy wyników zastosowano wieloczynnikową analizę wariancji (Multifactor ANOVA) i sprawdzono efekty współdziałań pomiędzy parami cech na podstawie określenia najmniejszej istotnej różnicy (NIR). Wnioskowanie statystyczne prowadzono na poziomie istotności $\alpha=0,05$. Obliczenia oraz interpretację graficzną wykonano korzystając z programu komputerowego Microsoft Excel, Table curve (Jandel Scientific) oraz Statgraphics Plus.

Wyniki i dyskusja

Owadnianie osmotyczne marchwi z jednoczesnym nasycaniem jonami wapnia wpłynęło na nieznaczne zwiększenie ubytków wody (od 5 do 14%) i przyrost masy suchej substancji (od 3 do 9%) w próbkach marchwi odwadnianych w roztworze glukozy, sacharozy i syropu skrobiowego (tab. 1).

Obecność jonów wapnia w roztworach cukrów w czasie odwadniania osmotycznego marchwi wpłynęła na zmniejszenie skurczu i zachowanie w większym stopniu kształtu próbek marchwi, niezależnie od rodzaju zastosowanego roztworu osmotycznego (rys. 1a). Podwyższenie temp. procesu od 20 do 50°C spowodowało uzyskanie pozornie wyższych ocen dotyczących kształtu próbek marchwi odwadnianych z udziałem jonów wapnia w roztworach osmotycznych, gdyż różnice były statystycznie nieistotne (tab. 2). Na podstawie analizy sensorycznej kształtu próbek marchwi odwadnianej osmotycznie w obecności jonów wapnia w temp. 20°C uzyskano o 15-21%, a w 50°C o 10-17% wyższe oceny w porównaniu z marchwią nienasyconą wapniem. Jednocześnie stwierdzono statystycznie istotny wpływ jonów wapnia na kształt odwadnianej marchwi (tab. 2). Zastosowanie różnych roztworów osmotycznych do odwadniania spowodowało uzyskanie różnych ocen kształtu. Statystycznie istotne różnice między ocenami kształtu próbek marchwi wykazano pomiędzy odwadnianiem w roztworach glukozy i syropu skrobiowego oraz sacharozy i syropu skrobiowego (tab. 2). Najwyżej pod względem kształtu oceniono marchew odwadnianą osmotycznie w roztworze syropu skrobiowego, szczególnie w połączeniu z nasycaniem jej jonami wapnia. Natomiast najniższą ocenę otrzymała marchew odwadniana w roztworze glukozy. Kształt odwadnianych próbek marchwi w sposób istotny statystycznie zależał od obecności jonów wapnia w roztworze osmotycznym, ale

jednocześnie nie zależał od rodzaju zastosowanej substancji osmotycznej i temperatury (tab. 2). Marchew odwadniana osmotycznie w obecności jonów wapnia w badanych roztworach charakteryzowała się wyższą twardością, odpowiednio o 11-26% (w procesie prowadzonym w temp. 20°C) oraz o 6-17% (w procesie prowadzonym w temp. 50°C), w porównaniu z marchwią nienasyconą wapniem (rys. 1b).

Sensorycznie niżej oceniono smak marchwi nasyconej jonami wapnia w porównaniu z marchwią odwadnianą osmotycznie bez nasączenia wapniem (rys. 1c). Stwierdzono statystycznie istotny wpływ temperatury i jonów wapnia na smak odwadnianej marchwi (tab. 2). W temp. 20°C oceny smaku marchwi odwadnianej osmotycznie w badanych roztworach w obecności wapnia były niższe o 20-29%, a w temp. 50°C o 10-21% w porównaniu z marchwią nienasyconą jonami wapnia. Najniżej oceniono (2,5 - 3,5 pkt) marchew odwadnianą osmotycznie w roztworze syropu skrobiowego z udziałem i bez udziału jonów wapnia.

Analizując wpływ rodzaju substancji osmotycznej i obecności jonów wapnia na ocenę sensoryczną marchwi istotne różnice wykazano tylko w przypadku kształtu próbek odwadnianych w roztworze syropu skrobiowego w temp. 50°C w obecności jonów wapnia, w porównaniu z odwadnianiem w roztworze glukozy i sacharozy (rys. 1a). W przypadku smaku, podobnie istotnie różniły się próbki marchwi odwadnianej w roztworze syropu skrobiowego w temp. 50°C zarówno w obecności, jak i bez udziału jonów wapnia (rys. 1c). Może to wynikać z faktu, że marchew odwadniana w roztworze syropu skrobiowego charakteryzowała się najmniejszymi wartościami: ubytku wody, przyrostu masy suchej substancji (tab. 2) i zawartości wapnia (rys. 2) w porównaniu z odwadnianiem prowadzonym w roztworach glukozy i sacharozy. Jednocześnie nie zaobserwowano istotnego wpływu czasu przetrzymywania marchwi w roztworach osmotycznych zawierających jony wapnia w zakresie 45-180 min na zawartość wapnia w badanych próbkach (rys. 2).

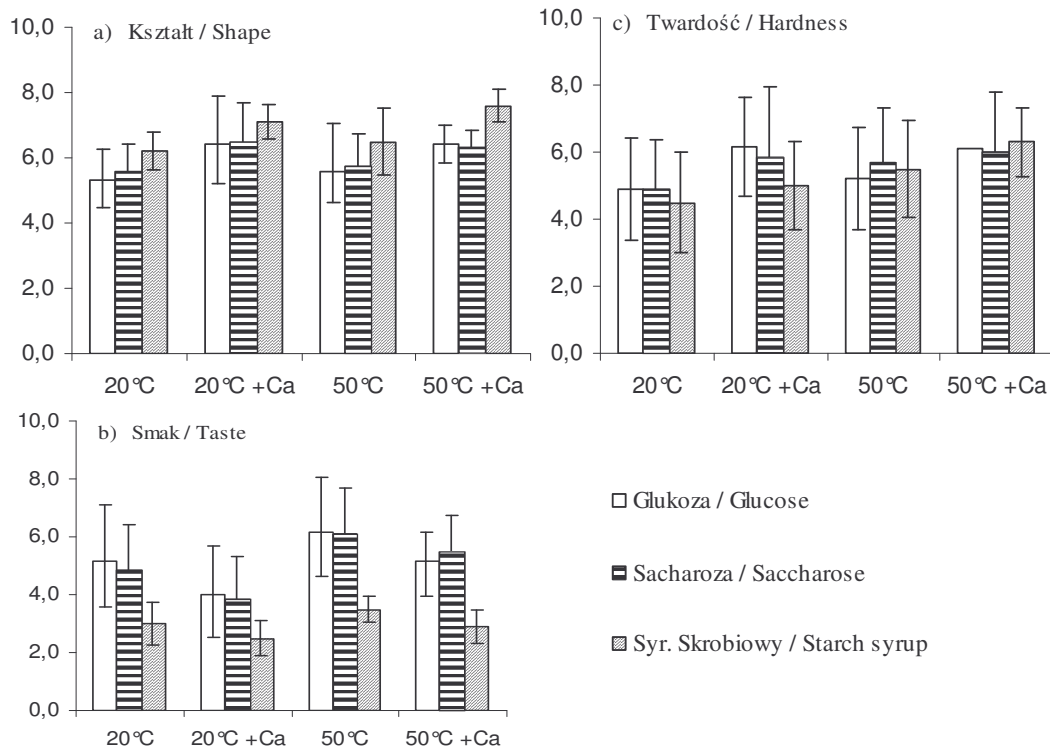
Największą wyczuwalnością jonów wapnia charakteryzowała się marchew odwadniana osmotycznie w roztworze sacharozy, a najmniejszą w roztworze syropu skrobiowego (rys. 3). Zaobserwowano nieznaczny wpływ temperatury na zwiększenie wyczuwalności wapnia w badanej marchwi (rys. 3).

Tabela 1

Ubytki wody i przyrost masy suchej substancji w marchwi odwadnianej osmotycznie z udziałem i bez udziału jonów Ca^{2+} .

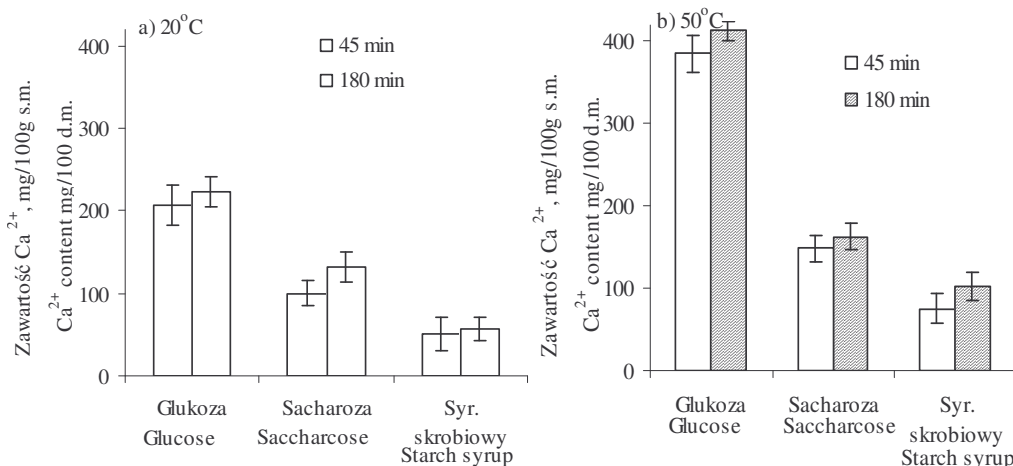
Water losses and a solids gain in the osmodehydrated carrot with and without the Ca^{2+} ions participating.

Rodzaj roztworu Kind of solution	Ubytki wody / Water losses [g H ₂ O/g p.s.m.] / [g H ₂ O/g i.d.m.]				Przyrost masy suchej substancji Solids gain [g/g p.s.m.] / [g/g i.d.m.]			
	20°C	50°C	20°C+Ca ²⁺	50°C+Ca ²⁺	20°C	50°C	20°C+Ca ²⁺	50°C+Ca ²⁺
Glukoza Glucose	3,14 ±0,11	4,26 ±0,20	3,58 ±0,18	4,55 ±0,21	0,6 ±0,011	0,79 ±0,017	0,62 ±0,024	0,85 ±0,013
Sacharoza Saccharose	3,10 ±0,04	4,24 ±0,18	3,33 ±0,13	4,37 ±0,12	0,45 ±0,015	0,59 ±0,014	0,48 ±0,021	0,63 ±0,010
Syrop skrobiowy Starch syrup	2,27 ±0,10	3,55 ±0,12	2,52 ±0,09	3,82 ±0,15	0,31 ±0,010	0,34 ±0,008	0,31 ±0,010	0,37 ±0,030



Rys. 1. Wpływ obecności jonów wapnia na właściwości sensoryczne marchwi odwadnianej osmotycznie: a) kształt, b) smak, c) twardość. Temperatura 20 i 50°C.

Fig. 1. Effect of the occurrence of calcium ions on the sensory attributes of osmodehydrated carrot: a) shape, b) taste, c) hardness. Temperature: 20 and 50°C.



Rys. 2. Zawartość jonów wapnia w marchwi odwadnianej osmotycznie przez 45 i 180 min, w temp.: a) 20°C, b) 50°C.

Fig. 2. The content of calcium ions in osmodehydrated carrot during a 45 and 180 minute period at temperatures: a) 20°C; b) 50°C.

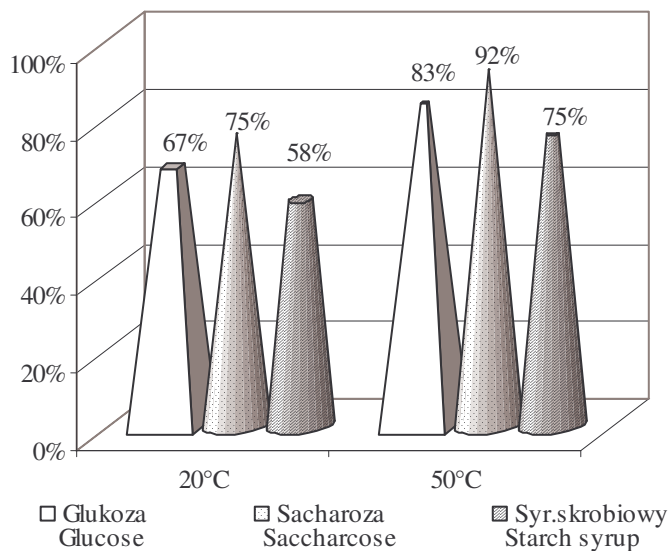
Tabela 2

Wyniki analizy statystycznej określające współdziałanie pomiędzy parami cech badanych roztworów odwadniających, tj. rodzaju substancji osmotycznej, temperatury i obecności jonów Ca²⁺, na wybrane cechy sensoryczne odwadnianej osmotycznie marchwi.

Results of the statistic analysis, which describe the combined effect of paired parameters of the dehydrating solutions, i.e. kind of osmoactive substance, temperature and Ca²⁺ ions presence, on the shape, taste and hardness of the carrot being osmodehydrated.

Porównywane pary cech roztworów odwadniających Compared, paired parameters of dehydrating solutions	Kształt / Shape		Smak / Taste		Twardość / Hardness	
	NIR/LSD	Różnica Difference	NIR/LSD	Różnica Difference	NIR/LSD	Różnica Difference
Glukoza - Sacharoza Glucose - Saccharose	0,300032	-0,1125	0,593199	0,0625	0,629365	-0,0100
Glukoza - Syrop skrob. Glucose - Starch syrup	0,300032	*-0,9250	0,593199	*2,1525	0,629365	0,2650
Sacharoza - Syrop skrob. Saccharose - Starch syrup	0,300032	*-0,8125	0,593199	*2,0900	0,629365	0,2750
20°C - 20°C+Ca ²⁺	0,346447	*-0,9667	0,684967	*0,8900	0,726728	*-0,9033
20°C - 50°C	0,346447	-0,2500	0,684967	*-0,9233	0,726728	-0,6933
20°C - 50°C+Ca ²⁺	0,346447	*-1,0667	0,684967	-0,1900	0,726728	*-1,3700
20°C+Ca ²⁺ - 50°C	0,346447	*0,71667	0,684967	*-1,8133	0,726728	0,2100
20°C+Ca ²⁺ - 50°C+Ca ²⁺	0,346447	-0,1000	0,684967	*-1,0800	0,726728	-0,4667
50°C - 50°C+Ca ²⁺	0,346447	*-0,8167	0,684967	*0,7333	0,726728	-0,6767

* oznacza różnice statystycznie istotne. * denotes statistically significant differences.



Rys. 3. Wpływ temperatury i rodzaju substancji osmotycznej na wyczuwalność obecności jonów wapnia w marchwi odwadnianej osmotycznie.

Fig. 3. Effect of the temperature and the kind of osmoactive substance on the perceptibility of calcium ions occurrence in osmodehydrated carrot.

Wnioski

1. Obecność jonów wapnia w roztworach cukrów w czasie odwadniania osmotycznego marchwi wpłynęła na zachowanie w większym stopniu kształtu próbek marchwi, niezależnie od rodzaju zastosowanego roztworu osmotycznego. Najwyższą ocenę uzyskała marchew odwadniana osmotycznie w roztworze syropu skrobiowego z udziałem jonów wapnia.
2. Wystąpiła istotna niekorzystna zmiana smaku odwadnianej osmotycznie marchwi, przejawiająca się niższymi ocenami, w wyniku nasączenia próbek jonami wapnia, szczególnie przy użyciu roztworu syropu skrobiowego.
3. Nie zaobserwowano wpływu obecności jonów wapnia na twardość odwadnianej osmotycznie marchwi przy zastosowaniu badanych roztworów osmotycznych oraz temp. 20 i 50°C.

Literatura

- [1] Barrera C., Betoret N., Fito P.: Ca^{2+} and Fe^{2+} influence on the osmotic dehydration kinetics of apple slices (var. Granny Smith). *J Food Eng.*, 2004, **65**, 9-14.
- [2] Chardonnet C.O., Sams C.E., Conway W.S., Mont J.R.: Osmotic dehydration of apple slices using a sucrose/ $CaCl_2$ combination to control spoilage caused by *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum acutatum*, and *Penicillium expansum*. *J. Food Protect.*, 2001, **64**/ 9, 1425-1429;

- [3] Chiralt A., Fito P., Andrés A., Barat J.M., Martínez-Monzò N., Martínez-Navarrete N.: Vacuum impregnation: a tool in minimally processing of foods. In F.A.R. Oliveira J. C. Oliveira Processing Foods. Quality Optimisation and Process Assessment. Boca Ratòn, FL: CRC Press. 1999, pp. 341-346.
- [4] Klepacka M.: Analiza żywności dla studentów Wydziału Technologii Żywności. Wyd. Fundacji Rozwój SGGW. Warszawa 2002, s. 7-27, 103-110.
- [5] Kowalska H., Lenart A.: Znaczenie wymiany masy w tworzeniu żywności nowej generacji. Post. Tech. Przet. Spoż., 2003, **2**, 12-17.
- [6] Mauro M.A., Tavares D.Q., Menegalli F.C.: Behavior of plant tissue in osmotic solutions. J. Food Eng., 2002, **56**, 1-15.
- [7] Nadolna I.: Rola żywności w racjonalnym żywieniu. Przem. Spoż., 2000, **7**, 4-6.
- [8] Rodrigues A.C.C., Cunha R.L., Hubinger M.D.: Rheological properties and colour evaluation of papaya during osmotic dehydration processing. J. Food Eng., 2003, **59**, 129-135.
- [9] Rutkowski A.: Światowy rynek żywności funkcjonalnej a Polska. Przem. Spoż., 2001, **3**, 6-8.
- [10] Soliva-Fortuny R.C., Belloso O.M.: New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. Trends in Food Sci. Technol., 2003, **14**, 341-353.
- [11] PN-90/A-75101.03. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczenie zawartości suchej masy metodą wagową.
- [12] PN-90/A-75101.08. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczenie zawartości popiołu ogólnego i jego alkaliczności

THE EFFECT OF CALCIUM IONS ON THE SENSORY ATTRIBUTES OF OSMODEHYDRATED CARROT

S u m m a r y

The cylinder-shaped carrot samples, their diameter being 8 mm, and their height -10 mm, were dehydrated in solutions of glucose, sucrose, and starch syrup, at temperatures of 20 and 50°C, during a period of 3 hours. Under the same conditions, the osmodehydration process was carried out in sugar solutions with a 2% calcium chloride added. An evaluating panel carried out a laboratory analysis of sensory attributes using a 10-point scale (shape, taste, and hardness). In the second phase, there was performed an assessment of the perceptibility of calcium ion occurrence in the samples investigated using a sensory duo-trio method.

No essential effect of calcium ions on the sensory attributes of osmodehydrated carrot was noted. The shape and hardness of carrot that was osmodehydrated with the calcium ions participating were assessed slightly higher compared to the assessment results of the identical attributes of osmodehydrated carrot without the calcium ions participating. Furthermore, it was found that the best shape and hardness showed the carrot that was osmodehydrated in a solution of starch syrup containing calcium ions. At the same time, the same solution unfavourably impacted the taste of osmodehydrated carrot, and this fact was expressed by the lower assessment results. The rise in the process temperature from 20 to 50°C contributed to obtaining the slightly higher results of the assessment of the sensory characteristics.

Key words: osmotic dehydration, carrot, enriching the food, Ca²⁺, minimally processed food 