

Hanna Kowalska
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

NASYCANIE MARCHWI CHLORKIEM WAPNIA W CZASIE ODWADNIANIA OSMOTYCZNEGO

Streszczenie

Badano wpływ nasycania marchwi jonami wapnia na kinetykę odwadniania osmotycznego. Próbki w kształcie walców o średnicy i wysokości 8x10mm były przetrzymywane w roztworach glukozy, sacharozy i syropu skrobiowego z 2% dodatkiem chlorku wapnia. Temperatura była zmieniana w zakresie od 30 do 50°C, a czas od 0 do 3h. Krótki czas (15-45min) odwadniania osmotycznego marchwi w temperaturze 50°C, szczególnie w roztworze glukozy, powodował największe zmiany zawartości wody w marchwi oraz przyrostu suchej substancji i jonów wapnia. Obecność wapnia w roztworze osmotycznym spowodowała uzyskanie nieznacznie większego obniżenia zawartości wody w marchwi. Zastosowanie roztworu syropu skrobiowego w największym stopniu wpłynęło na ograniczenie wnikania substancji osmotycznej do marchwi. Jednocześnie uzyskano znaczne obniżenie zawartości wody w marchwi. Obecność jonów wapnia w roztworze syropu skrobiowego spowodowała większe obniżenie zawartości wody w marchwi o około 10-15% w porównaniu z marchwią nienasyconą jonami wapnia.

Słowa kluczowe: żywność minimalnie przetworzona; wymiana masy

Wstęp

Wprowadzanie jonów wapnia do warzyw podczas odwadniania osmotycznego stwarza możliwości ich wykorzystania jako żywności funkcjonalnej. Obecnie wzrasta zainteresowanie tzw. żywnością minimalnie przetworzoną, charakteryzującą się zachowaniem naturalnych walorów surowca pod względem zawartości składników mineralnych, ale także od strony właściwości sensorycznych oraz teksturalnych [Barrera i in. 2004]. Jednym ze sposobów otrzymywania tego rodzaju produktów jest technologia opracowana z zastosowaniem odwadniania osmotycznego. Prowadzi to do częściowego obniżenia zawartości wody, np. w owocach czy warzywach, a zarazem częściowego utrwalenia żywności. Łagodne warunki odwadniania osmotycznego w minimalnym stopniu zmieniają właściwości produktu i jego skład chemiczny [Chiralt i Talent 2005]. Kontrolowany przepływ okre-

Hanna Kowalska

ślonych składników umożliwia niejednokrotnie poprawę właściwości sensorycznych oraz tekstury [Lazarides 2000; Kowalska, Lenart 2003]. Zastosowanie odpowiedniej substancji osmotycznej może zachęcić konsumentów do spożywania określonych produktów. Jednocześnie większa koncentracja soku komórkowego, obecność substancji osmotycznej oraz przedłużony okres przechowywania w wyniku obniżenia zawartości wody poprawiają jego jakość i umożliwiają wykorzystanie do dalszej obróbki [Soliva-Fortuny, n-Belloso 2003].

Wprowadzenie dodatkowych składników do żywności ma na celu m. in. wyrównanie strat substancji podczas procesu przetwórczego, dodawanie do produktów alternatywnych składników występujących w zastępowanej żywności, wzbogacanie produktu w składnik, który występuje w racji pokarmowej w małych ilościach lub produkcję żywności specjalnego przeznaczenia [Alzamora i in. 1997].

Nasycenie produktów minimalnie przetworzonych składnikami odżywczymi, np. wapniem, witaminą C wpływa na poprawę tekstury i właściwości sensoryczne owoców i warzyw. Z tego względu odwadnianiu osmotycznemu w ostatnim czasie poświęca się coraz więcej uwagi [Kowalska i Lenart 2003; Barrera i in. 2004; Lazarides 2004; Uddin i in. 2004]. Z technologicznego punktu widzenia proces nasycania musi być rozpatrywany pod względem określenia wpływu obecności dodatkowych substancji na sposób odwadniania osmotycznego badanego materiału i właściwości produktu końcowego.

Budowa tkankowa surowców roślinnych, charakteryzująca się możliwością wnikania niektórych substancji przy zastosowaniu łagodnych warunków częściowego utrwalenia tego rodzaju żywności, jest jednym z głównych atrybutów decydujących o jakości żywności, a tym samym jej marketingu i akceptacji przez konsumenta.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było określenie zmian zachodzących w marchwi w wyniku usuwania wody i równoczesnego nasycania substancjami osmotycznymi i wapniem.

Metodyka

Badania przeprowadzono na marchwi w kształcie walców o średnicy 8 mm i wysokości 10 mm. Odwadnianie osmotyczne prowadzono w roztworze glukozy, sacharozy i syropu skrobiowego w stężeniach odpowiadających aktywności wody 0,9. Temperatura procesu mieściła się w zakresie 30-50°C. Odwadniano w warunkach dynamicznych poprzez wprawienie naczyń pomiarowych w ruch drgający.

Marchew nasycono chlorkiem wapnia w ilości 2% w odniesieniu do roztworu osmotycznego. Do opisu procesów technologicznych korzystano z następujących wielkości i równań matematycznych:

- zmiany zawartości wody u , [wart. bezwymiarowa]:

$$u = A + B \cdot \exp^{-t/C} \quad (1)$$

- przyrost masy suchej substancji Δs , [g/g p. s.s.]:

$$\Delta s = A \cdot (1 - \exp^{-t/B}) \quad (2)$$

- stosunek ubytku wody do przyrostu masy suchej substancji, $\Delta u/\Delta s$
- szybkość usuwania wody, du/dt , [gH₂O/(g p. s.s.·min)] i szybkość wnikania substancji osmotycznej, ds/dt , [g/(g p. s.s.·min)]:

$$\left(\frac{du}{dt} \right) \frac{ds}{dt} = B \cdot C \cdot \exp^{-t/C} \quad (3)$$

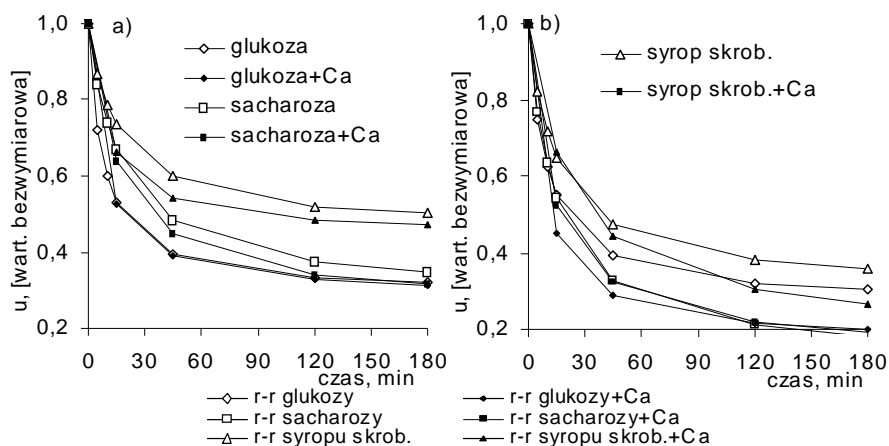
gdzie:

- t – czas odwadniania, min,
- A, B, C – stałe procesu.

Omówienie wyników

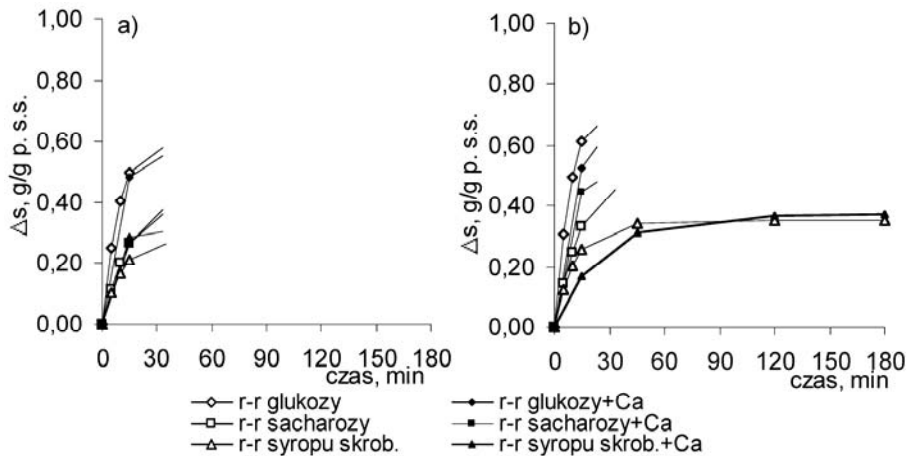
W marchwi odwadnianej osmotycznie, niezależnie od rodzaju zastosowanego roztworu, nastąpiło obniżenie zawartości wody (rys. 1), a jednocześnie uzyskano przyrost masy suchej substancji (rys. 2). Wydłużenie czasu przetrzymywania wałków marchwi w roztworach osmotyczno-nasycających spowodowało zwiększenie tych wskaźników. Największą intensywność procesu zaobserwowano w czasie do około 45 minut. Bezwymiarowa zawartość wody po tym czasie została obniżona o około 40-50% w odniesieniu do początkowej zawartości wody (rys. 1). W czasie dalszych 2 godzin wartość została obniżona o kolejne 10-15%.

Przyrost masy suchej substancji ulegał zmianie w podobny sposób. Największą masę substancji, która wniknęła do marchwi z roztworu immersyjnego, odnotowano również w czasie do około 45 minut (rys. 2). Z tego powodu odwadnianie osmotyczne wydaje się być korzystne do opracowania technologii produkcji żywności minimalnie przetworzonej, ponieważ już bardzo krótki czas odwadniania może mieć pozytywny skutek na produkt końcowy.



Rys. 1. Wpływ rodzaju substancji osmotycznej na bezwymiarową zawartość wody [u] w marchwi odwadnianej osmotycznie i nasycanej wapniem. Temperatura: A -20°C; B -50°C

Fig. 1. Fig. 2. The influence of the type of osmotic substance on dimensionless water content [u] in osmotically dehydrated and calcium treated carrot. Temperature: A -20°C; B -50°C

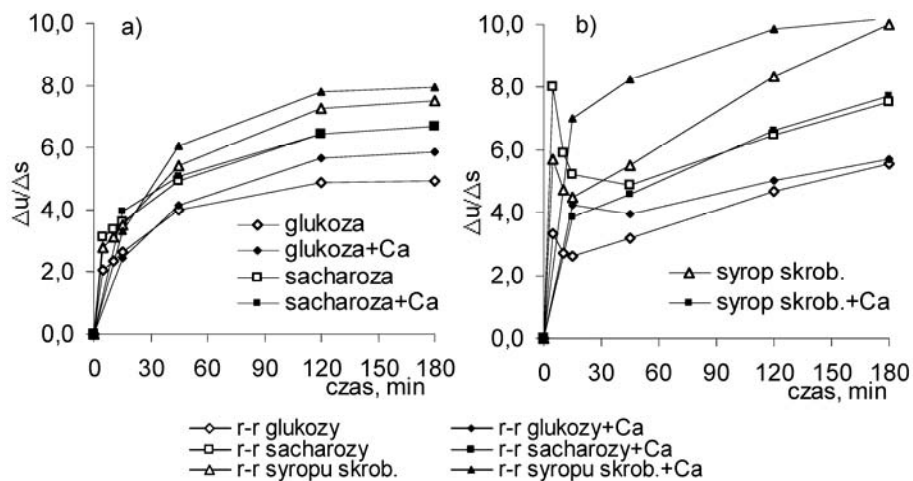


Rys. 2. Wpływ rodzaju substancji osmotycznej na przyrost masy suchej substancji [Δs] w marchwi odwadnianej osmotycznie i nasycanej wapniem. Temperatura: A -20°C; B -50°C

Fig. 2. The influence of the type of osmotic substance on dimensionless water content [u] in osmotically dehydrated and calcium treated carrot. Temperature: A -20°C; B -50°C

Zastosowanie roztworu glukozy jako substancji osmotycznej spowodowało, że uzyskano największe obniżenie zawartości wody (rys. 1). Jednocześnie miał miejsce największy przyrost masy suchej substancji (rys. 2). Marchew odwadniana w roztworze sacharozy charakteryzowała się podobnym przebiegiem zmian bezwymiarowej zawartości wody, ale przyrost masy suchej substancji był o około 30% mniejszy w porównaniu z marchwią odwadnianą w roztworze glukozy. Najmniejsze zmiany bezwymiarowej zawartości wody miały miejsce przy zastosowaniu roztworu syropu skrobiowego, gdzie wartość ta była o około 30% niższa w porównaniu z roztworem glukozy. Podobnie w roztworze syropu skrobiowego uzyskano najmniejszy przyrost masy suchej substancji, t.j. mniejszy o około 30% w porównaniu z marchwią odwadnianą osmotycznie w roztworze sacharozy i około 50% w porównaniu z zastosowaniem roztworu glukozy.

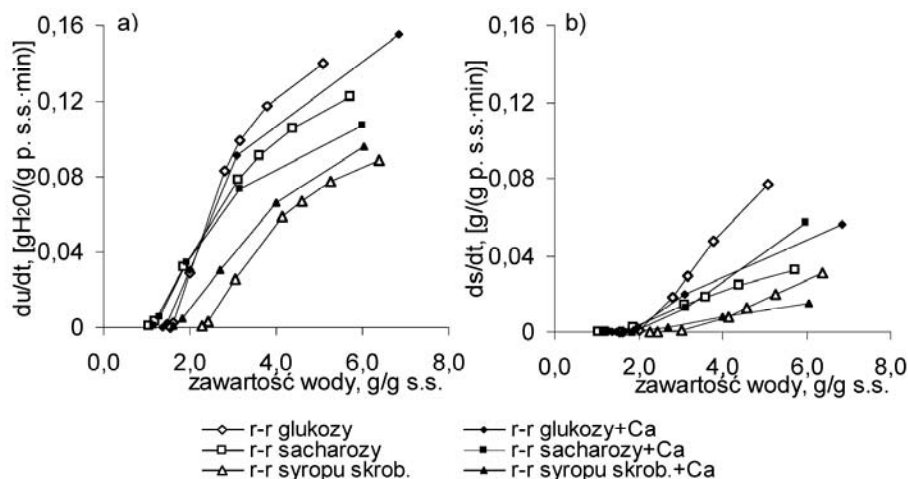
Nie zaobserwowano istotnego wpływu wapnia na obniżenie bezwymiarowej zawartości wody i przyrost masy suchej substancji w marchwi odwadnianej osmotycznie w roztworze glukozy i sacharozy. Istotne różnice wykazano, gdy roztworem osmotycznym był syrop skrobiowy. Jednocześnie różnice te były tym większe, im wyższa była temperatura procesu. Interesujące jest również, że stosunek ubytków wody z marchwi do przyrostu masy suchej substancji był największy przy zastosowaniu roztworu syropu skrobiowego, szczególnie w obecności w nim wapnia (rys. 3).



Rys. 3. Wpływ rodzaju substancji osmotycznej na stosunek ubytku wody [Δu] i przyrostu masy suchej substancji [Δs] w marchwi odwadnianej osmotycznie i nasywanej wapniem. Temperatura: A -20°C ; B -50°C

Fig. 3. The influence of the type of osmotic substance on the ratio of water loss [Δu] and increase of mass of the dry substance [Δs] in osmotically dehydrated and calcium treated carrot. Temperature: A -20°C ; B -50°C

Obecność jonów wapnia w roztworze osmotycznym w zakresie temperatury do 50°C spowodowała obniżenie szybkości usuwania wody z marchwi w roztworze glukozy i sacharozy w porównaniu z marchwią bez nasączenia jonami wapnia (rys. 4a). Większą szybkością usuwania wody w obecności jonów wapnia odznaczała się jedynie marchew odwadniana w roztworze syropu skrobiowego. Dla zawartości wody około 5,0 gH₂O/g s.s. szybkość usuwania wody z marchwi odwadnianej osmotycznie bez udziału jonów wapnia była największa przy zastosowaniu roztworu glukozy (około 0,14 gH₂O/(g p. s.s.·min)), a najmniejsza w roztworze syropu skrobiowego (około 0,07 gH₂O/(g p. s.s.·min)). Podobnie obniżeniu uległa szybkość wnikania substancji osmotycznej w marchwi odwadnianej osmotycznie z udziałem jonów wapnia w porównaniu z marchwią bez nasączenia jonami wapnia (rys. 4b).



Rys. 4. Wpływ rodzaju substancji osmotycznej na: a - szybkość usuwania wody (du/dt); b - szybkość wnikania substancji osmotycznej (ds/dt) w marchwi odwadnianej osmotycznie i nasącanej wapniem w temperaturze 50°C

Fig. 4. The influence of the type of osmotic substance: a – speed of water removal (du/dt); b – speed of osmotic substance penetration (ds/dt) in osmotically dehydrated and calcium treated carrot in the temperature of 50°C

Wnioski

1. Krótki czas odwadniania osmotycznego marchwi 15-45 minut w zakresie temperatury od 20 do 50°C charakteryzował się intensywną wymianą masy, co może mieć szczególne znaczenie dla projektowania nowych technologii w produkcji minimalnie przetworzonej.

2. Najbardziej intensywna wymiana masy w marchwi odwadnianej osmotycznie miała miejsce przy zastosowaniu roztworu glukozy. Następowo największe obniżenie zawartości wody przy największych przyrostach masy suchej substancji.
3. Mając na uwadze ograniczenie wnikania substancji osmotycznej do marchwi, najkorzystniejsze okazało się odwadnianie osmotyczne prowadzone w roztworze syropu skrobiowego, szczególnie w obecności wapnia.

Bibliografia

Barrera C. Betoret N. Fito P. 2004. Ca^{2+} and Fe^{2+} influence on the osmotic dehydration kinetics of apple slices (var. Granny Smith). *Journal of Food Engineering* 65, 9-14

Chiralt A. Talens P. 2005. Physical and chemical changes induced by osmotic dehydration in plant tissues. *Journal of Food Engineering* 67, 167 –177

Gras M.L. Vidal D. Betoret N. Chiralt A. & Fito P. 2003. Calcium fortification of vegetables by vacuum impregnation. *Journal of Food Engineering*, 56(2-3), 279-284.

Kowalska H. Lenart A. 2003. Ruch wody i substancji rozpuszczonych w jabłkach odwadnianych osmotycznie. *Inżynieria Rolnicza* 2(1), 13-22.

Lazarides H.N. 2000. Controlling solids uptake during osmotic processing of plant tissues, *Industrial Application of Osmotic Dehydration Treatments of Food*, eds. Dalla Rosa M., Spiess W.E.L. Forum, Udine, 41-48.

Soliva-Fortuny R.C. n-Belloso O.M. 2003. New advances In extending the shelf-life of fresh-cut fruits:a review. *Trends in Food Science &Technology* 14, 341-353.

Uddin M. B., Ainsworth P. Ibanoglu S. 2004. Evaluation of mass exchange during osmotic dehydration of carrots using response surface methodology. *Journal of Food Engineering* 65, 473-477.

Hanna Kowalska

THE TREATMENT OF CARROTS WITH CALCIUM CHLORIDE DURING OSMOTIC DEHYDRATION

Summary

The effect of the treatment of carrot with calcium ions on kinetics of osmotic dehydration was investigated in this study. Cylindrical samples with the diameter and the height of 8x10mm were kept in solutions of glucose, saccharose and starch syrup with the 2% addition of calcium chloride. The temperature was changed within the range from 30 to 50°C, and the time from 0 to 3h. Short time (15-45min) of osmotic dehydration of carrot in the temperature of 50°C, especially in glucose solution, resulted in the greatest changes in water content in the carrot and increase of dry substance and calcium ions. The presence of calcium in the osmotic solution led to obtaining a little more pronounced reduction of water content in the carrot. The use of starch syrup solution was what influenced the most the reduction of penetration of osmotic substance into the carrot. At the same time a significant reduction of water content in the carrot was achieved. The presence of calcium ions in the starch syrup solution caused further reduction of water content in the carrot by about 10-15% compared with the carrot not treated with calcium ions.

Key words: minimally processed foods; mass exchange