

HANNA KOWALSKA

KINETYKA OSMOTYCZNEGO ODWADNIANIA DYNI

Streszczenie

Kostki dyni odmiany Melonowa Żółta w kształcie prostopadłościanu o wymiarach 5 x 50 x 50 mm odwadniano osmotycznie w roztworach sacharozy i syropu skrobiowego w temp. 30, 50 i 80°C. Czas odwadniania wynosił od 0 do 180 min. Proces prowadzono w dyfuzorze umożliwiającym przepływ roztworu osmotycznego w stałej temperaturze. Równolegle prowadzono odwadnianie osmotyczne dyni w temp. 30 i 50°C z zastosowaniem wstępnej obróbki termicznej poprzez 3-minutowe zanurzenie w wodzie o temp. 80°C.

Zawartość i ubytki wody w dyni odwadnianej osmotycznie w roztworze sacharozy zależały od temperatury i rodzaju substancji osmotycznej oraz w niewielkim stopniu od wstępnej obróbki termicznej. W przypadku zastosowania roztworu syropu skrobiowego tylko próbki dyni odwadniane w temp. 80°C różniły się istotnie pod względem zawartości wody od próbek odwadnianych w temp. 30 i 50°C. Największe wartości stosunku ubytku wody do przyrostu masy suchej substancji odnotowano podczas osmotycznego odwadniania dyni w temp. 30°C bez wstępnej obróbki termicznej.

Słowa kluczowe: odwadnianie osmotyczne, dynia, ubytek wody, wnikanie substancji osmotycznej

Wprowadzenie

Zastosowanie zjawiska odwadniania osmotycznego w przetwarzaniu żywności wynika z potrzeby polepszania cech jakościowych produktu. Proces ten może być stosowany jako jeden z etapów produkcji żywności przy wykorzystaniu różnych surowców roślinnych [9, 11, 12].

Wielu autorów analizowało kinetykę odwadniania osmotycznego owoców i warzyw [1, 4, 5, 7]. Zakres temperatury 20-50°C uznano za najwłaściwszy dla tego procesu, szczególnie przy produkcji żywności mało przetworzonej. Działanie temp. wyższej od 50°C powoduje utratę właściwości półprzepuszczalnych przez błony komórkowe i zakłócenia procesu osmozy. Podwyższenie temperatury wpływa znacząco na kinetykę odwadniania osmotycznego oraz skład chemiczny i właściwości produktu końcowego. Jednocześnie wyższa temperatura powoduje straty składników odżywczych (np. witamin), zmiany struktury, niszczenie błon komórkowych, utratę selektywności i wzrost ilości substancji osmotycznej wnikającej do wnętrza tkanki [7, 8].

Przedłużenie okresu trwałości oraz jakości produktu końcowego można uzyskać przy zastosowaniu odpowiednich parametrów odwadniania osmotycznego. Zastosowanie syropu skrobiowego jako roztworu osmotycznego może doprowadzić do znacznego zmniejszenia zawartości wody w surowcu. Jednocześnie przyrost masy substancji osmotycznej jest ograniczony w porównaniu z zastosowaniem innych roztworów osmotycznych. Przetrzywanie surowców roślinnych w roztworze sacharozy, charakteryzującej się mniejszą masą cząsteczkową, wpływa na większe zmniejszenie zawartości wody, ale jednocześnie większe jest również wnikanie substancji osmotycznej do odwadnianego materiału [4, 5].

Dynia jest cenionym surowcem pod względem składu chemicznego i znajduje zastosowanie z uwagi na wykorzystanie nasion i części mięsistej (przeciery, marynaty, dżemy) [2, 3]. Charakteryzuje się dość wysoką zawartością składników odżywczych takich, jak: β -karoten, witamina C i mniejsze ilości witaminy E, B₆, tiaminy, ryboflawiny, niacyny oraz składników mineralnych, m.in. potas, wapń, fosfor i mniejsze ilości sodu, magnezu, żelaza, cynku, miedzi [6]. Do tej pory opublikowano niewiele prac dotyczących jej suszenia lub odwadniania osmotycznego. Ze względu na walory żywieniowe istnieje potrzeba prowadzenia badań dotyczących odwadniania osmotycznego dyni w celu opracowania technologii w małym stopniu przetwarzających ten surowiec, który nie może być przechowywany przez dłuższy okres.

Celem pracy było określenie kinetyki odwadniania osmotycznego dyni w zależności od temperatury i rodzaju substancji osmotycznej oraz wstępnej obróbki termicznej.

Materiał i metody badań

Z dyni odmiany Melonowa Żółta wycinano prostopadłościany o wymiarach 5 x 50 x 50 mm (tylko część mięsista) i odwadniano osmotycznie w roztworach sacharozy i syropu skrobiowego o równoważniku glukozowym DE wynoszącym 30-35. Stężenia roztworów osmotycznych odpowiadały aktywności wody 0,9. Proces prowadzono w dyfuzorze umożliwiającym przepływ roztworu osmotycznego w stałej temp. 30, 50 i 80°C. Czas odwadniania wynosił od 0 do 180 min. Równolegle prowadzono odwadnianie osmotyczne dyni w temp. 30 i 50°C z zastosowaniem wstępnej obróbki termicznej (blanszowania) poprzez 3-minutowe zanurzenie w wodzie o temp. 80°C.

Badania przeprowadzono w trzech powtórzeniach przy zastosowaniu tych samych warunków odwadniania osmotycznego.

Oznaczano zawartość suchej masy metodą suszarkową w suszarce komorowej [10].

Szczegółowe badania dotyczyły analizy:

- zmian zawartości wody (u) [g/g s.m.] opisanej równaniem:

$$u = a + b \exp\left(\frac{-t}{c}\right) \quad (1)$$

- ubytków wody (U) [g/g p.s.m.] i wnikania substancji osmotycznej (S) [g/g p.s.m.] wyrażonych równaniem:

$$U(S) = a(1 - \exp(-\tau \cdot b)) \quad (2)$$

gdzie: a , b , c – parametry równania,

τ – czas odwadniania osmotycznego [min].

Analizę statystyczną wykonano za pomocą programu komputerowego Microsoft Excel, Table curve (Jandel Scientific) oraz Statgraphics Plus. Wyniki opracowano statystycznie przeprowadzając wieloczynnikową analizę wariancji (Multifactor ANOVA) i sprawdzono efekty współdziałań pomiędzy parami cech na podstawie określenia najmniejszej istotnej różnicy (NIR). Wnioskowanie statystyczne przeprowadzono na poziomie istotności $\alpha=0,05$.

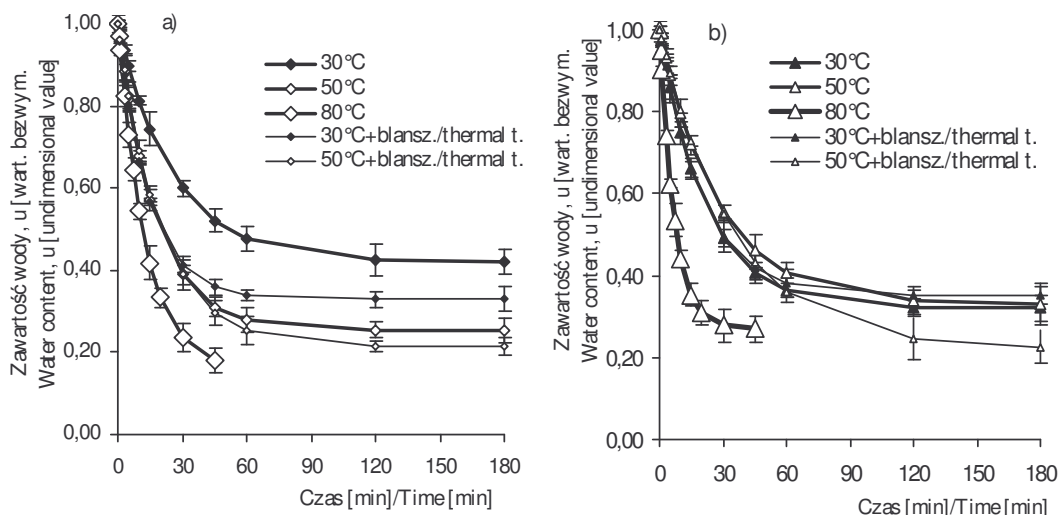
Wyniki i dyskusja

Zawartość wody w dyni odwadnianej osmotycznie w roztworze sacharozy zależała od obróbki termicznej, temperatury oraz rodzaju substancji osmotycznej (rys.1a, 1b). Podobne zależności wykazano w badaniach Mayor i wsp. [9] dotyczących odwadniania osmotycznego dyni w roztworach soli (NaCl).

Wstępna obróbka termiczna spowodowała większe, o około 30 i 15%, zmniejszenie zawartości wody w dyni odwadnianej osmotycznie przez 180 min w roztworze sacharozy, odpowiednio w temp. 30 i 50°C (rys. 1a). Podwyższenie temperatury z 30 do 80°C wpłynęło na uzyskanie statystycznie istotnych różnic jej zawartości od około 0,52 i 0,30 do 0,18 g/g s.m. w surowcu odwadnianym przez 45 min w roztworze sacharozy (rys.1a).

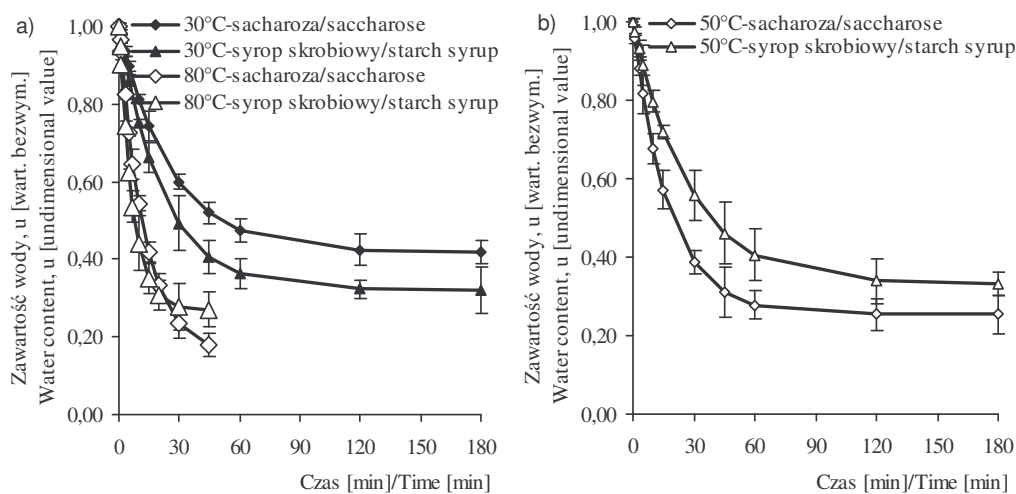
Zastosowanie temp. 30 i 50°C oraz wstępnej obróbki termicznej nie miało wpływu na zmiany zawartości wody w dyni odwadnianej w roztworze syropu skrobiowego (rys. 1b), ale w temp. 80°C zawartość wody w odwadnianym surowcu była znacząco niższa w porównaniu z odwadnianiem w temp. 30 i 50°C (rys. 1b). Równocześnie stwierdzono, że dynia odwadniana osmotycznie w roztworze syropu skrobiowego w temp. 30 i 50°C charakteryzowała się o około 25-30% mniejszą zawartością wody w porównaniu z odwadnianiem w roztworze sacharozy (rys. 2a i 2b). Natomiast w temp. 80°C wartości te były porównywalne (rys. 2a).

Ubytki wody w dyni odwadnianej w roztworze sacharozy zależały w sposób istotny statystycznie ($p \leq 0,05$) od temperatury procesu (rys. 2a). Po 45 min jej osmotycznego odwadniania w temp. 30, 50 i 80°C ubytki te wynosiły odpowiednio 1,69; 2,85 i 5,26 g/g p.s.m. Nie zaobserwowano statystycznie istotnych różnic pomiędzy ubytkami wody w surowcu odwadnianym ze stosowaniem wstępnej obróbki termicznej i bez niej. Przy zastosowaniu tej obróbki uzyskano tylko nieznacznie większe ubytki wody w dyni (rys. 2a).



Rys. 1. Wpływ temperatury i obróbki termicznej na kinetykę odwadniania osmotycznego dyni w roztworze: a) sacharozy, b) syropu skrobiowego.

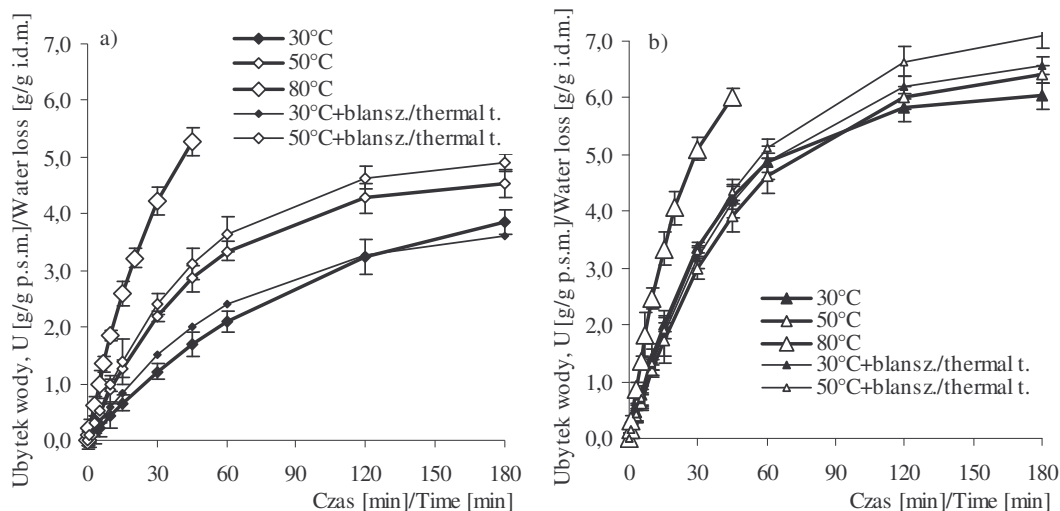
Fig. 1. The effect of temperature and thermal treatment on osmotic dehydration of pumpkin kinetic in: a) sucrose solution, b) starch syrup solution.



Rys. 2. Wpływ rodzaju substancji osmotycznej na kinetykę odwadniania osmotycznego dyni: a) w temperaturze 30 i 80°C; b) 50°C.

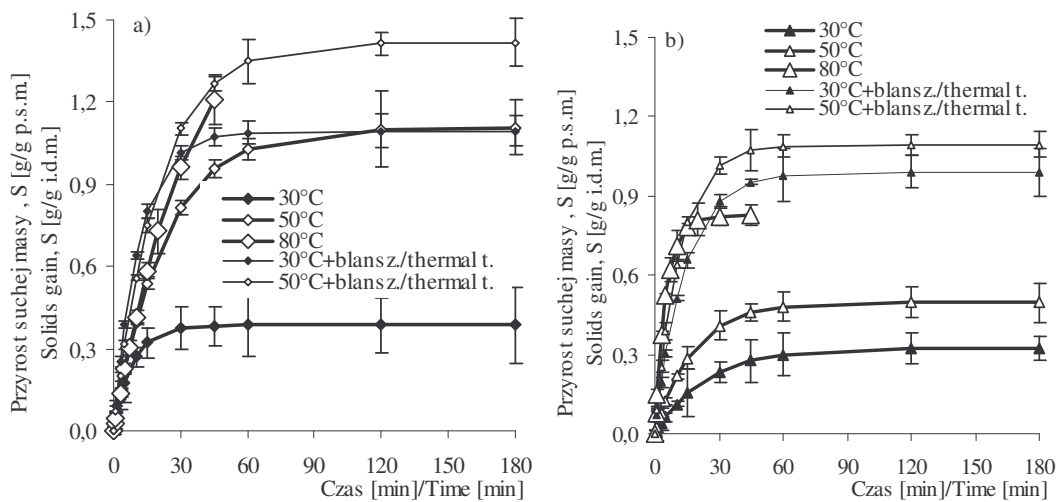
Fig. 2. The kind of osmotic substance effect on osmotic dehydration of pumpkin kinetic: a) at temperature 30 and 80°C; b) 50°C.

Nie stwierdzono wpływu temp. w zakresie do 50°C i wstępnej obróbki termicznej na ubytki wody w dyni odwadnianej w roztworze syropu skrobiowego (rys. 2b). Natomiast zastosowanie w tym procesie temp. 80°C wpłynęło istotnie statystycznie ($p \leq 0,05$) na zwiększenie ubytków wody w porównaniu z jej ubytkami w niższej temperaturze.



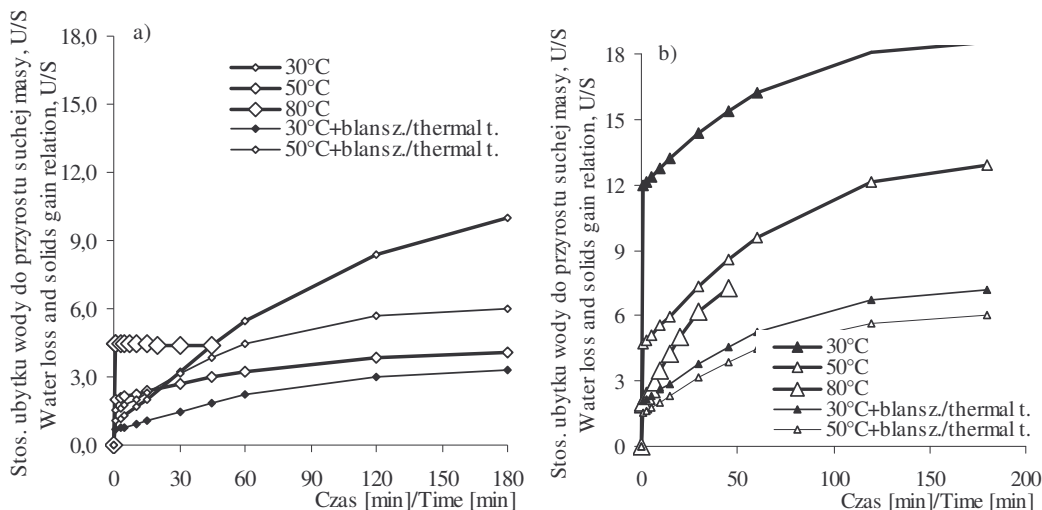
Rys. 3. Wpływ temperatury i obróbki termicznej na kinetykę odwadniania osmotycznego dyni w roztworze: a) sacharozy, b) syropu skrobiowego.

Fig. 3. The effect of temperature and thermal treatment on osmotic dehydration of pumpkin kinetic in: a) sucrose solution, b) starch syrup solution.



Rys. 4. Wpływ temperatury i obróbki termicznej na kinetykę odwadniania osmotycznego dyni w roztworze: a) sacharozy, b) syropu skrobiowego.

Fig. 4. The effect of temperature and thermal treatment on osmotic dehydration of pumpkin kinetic in: a) sucrose solution, b) starch syrup solution.



Rys. 5. Wpływ temperatury i obróbki termicznej na kinetykę odwadniania osmotycznego dyni w roztworze: a) sacharozy, b) syropu skrobiowego.

Fig. 5. The effect of temperature and thermal treatment on osmotic dehydration of pumpkin kinetic in: a) sucrose solution, b) starch syrup solution.

Zaobserwowano również istotny wpływ rodzaju substancji osmotycznej na ubytki wody dyni (rys. 3a, 3b). Dynia odwadniana przez 45 min w temp. 80°C w roztworze syropu skrobiowego wykazywała około 15% większe ubytki wody w porównaniu z zastosowaniem roztworu sacharozy, a w temp. 30°C różnice te były około 2,5-krotnie większe. Zbliżone zależności uzyskano w badaniach Lewickiego i wsp. [8] oraz Kowalskiej i Lenarta [4].

Na przyrost masy suchej substancji w dyni w największym stopniu miała wpływ temperatura i zastosowanie wstępnej obróbki termicznej (rys. 4). Jednocześnie zaobserwowano, że jej przyrost w największym stopniu następował na początku odwadniania osmotycznego (do około 60 min), po czym zmieniał się nieznacznie. Podczas odwadniania osmotycznego badanego surowca przez 45 min w roztworze sacharozy przyrost masy suchej substancji ulegał zwiększeniu wraz z podwyższaniem temperatury i był ponad 2,5- i 3-krotnie większy odpowiednio w temp. 50 i 80°C w porównaniu z odwadnianiem w temp. 30°C (rys. 4a). Zastosowanie wstępnej obróbki termicznej spowodowało rozluźnienie tkanki dyni, a tym samym blisko 3-krotne zwiększenie wnikiwania do niej substancji osmotycznej dyni w procesie odwadniania przez 45 min w temp. 30°C. W temp. 50°C wpływ obróbki termicznej był mniejszy, ale również statystycznie istotny.

Odwadnianie osmotyczne dyni w roztworze syropu skrobiowego w temp. 30 i 50°C (rys. 4b) spowodowało uzyskanie bardziej zbliżonych wartości przyrostu masy suchej substancji i wynosiły one około 0,27 i 0,46 g/g p.s.m., podczas gdy w temp. 80°C były około 2-3,5-krotnie większe. Podobnie wstępna obróbka termiczna wpłynęła

na 2-3-krotnie większy przyrost masy suchej substancji w dyni odwadnianej w roztworze syropu skrobiowego niż w próbkach odwadnianych bez obróbki termicznej.

Stosunek ubytku wody do przyrostu masy suchej substancji w badanym materiale był znacznie większy przy zastosowaniu roztworu syropu skrobiowego (12- i 18-krotnie większy odpowiednio w temp. 50 i 30°C po 180 min odwadniania) w porównaniu z zastosowaniem roztworu sacharozy (4- i 10-krotnie większy odpowiednio w temp. 50 i 30°C) (rys. 5a, 5b). Wykazano przy tym negatywny wpływ obróbki termicznej na stosunek ubytku wody do przyrostu masy suchej substancji w odwadnianej dyni (był tylko od 3- do 7-krotnie większy). Największe wartości tego wskaźnika stwierdzono przy zastosowaniu temp. 30°C i obu roztworów osmotycznych, a najmniejsze w dyni poddawanej obróbce termicznej i odwadnianej w roztworze syropu skrobiowego w temp. 30 i 50°C. W badaniach Kowalskiej i Lenarta [4] wykazano, że ubytek wody w dyni w kształcie kostek o boku 10 mm odwadnianej w roztworze sacharozy w temp. 30°C przez 180 min był 5-10-krotnie większy w odniesieniu do przyrostu masy suchej substancji.

Wnioski

1. Zawartość i ubytki wody w dyni odwadnianej osmotycznie w roztworze sacharozy zależy od temperatury i rodzaju substancji osmotycznej oraz w niewielkim stopniu od wstępnej obróbki termicznej.
2. Zastosowanie temperatury 30 i 50°C oraz wstępnej obróbki termicznej nie ma wpływu na zmiany zawartości i ubytku wody w dyni odwadnianej w roztworze syropu skrobiowego, ale w temperaturze 80°C zawartość jej jest o około 51-70% mniejsza niż w niższej temperaturze.
3. Przyrost masy suchej substancji w czasie odwadniania osmotycznego dyni zależy od temperatury i wstępnej obróbki termicznej oraz w mniejszym stopniu, ale istotnym statystycznie, od rodzaju substancji osmotycznej.
4. Zastosowanie roztworu syropu skrobiowego do osmotycznego odwadniania dyni wpływa na uzyskanie większych wartości stosunku ubytku wody do przyrostu masy suchej substancji w porównaniu z odwadnianiem w roztworze sacharozy. Największe wartości stosunku ubytku wody do przyrostu masy suchej substancji odnotowano przy zastosowaniu temperatury 30°C.

Literatura

- [1] Cerkowniak M, Lenart A.: Kinetyka odwadniania osmotycznego jabłek oraz układu modelowego, *Mat. XXVII Sesji Nauk. KTiChŻ PAN, Szczecin 1996*, s. 98-103.
- [2] Chang Bon Choi, Yong Kon Park, Yoon Han Kang, Mee Weon Park: Effects of pumpkin powder on chemically induced stomach and mammary cancers in Sprague-Dawley rats, *J. Korea Society Food Sci. Nutr.* 1998 **27** (5), 973-979.
- [3] Dąbrowski A., Gałązka J., Zalewski S.: Technological properties, nutritional value and storage properties of new pumpkin varieties, *Acta Alimentaria Polonica*, 1989 **15** (2), 153-159.
- [4] Kowalska H., Lenart A.: The influence of plant tissue structure on osmotic dehydration, 12th Int. Drying Symp. (IDS'2000), Netherlands 2000, paper, nr 242.

- [5] Kowalska H., Lenart A.: Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables, *J. Food Eng.* 2001, **49** (2/3), 137-140.
- [6] Kuchanowicz H., Nadolna L., Przygoda B., Iwanow K.: Tabele wartości odżywczej produktów spożywczych. *Prace IŻŻ*, 1998, **85**, 434.
- [7] Lenart A., Lewicki P.P., Karandys S.: Kinetic of osmotic dehydration of pumpkin, *Proc. of the Fifth Seminar Properties of Water in Foods*, eds. Lewicki P.P., Wyd. SGGW. Warszawa 1993, pp. 129-143.
- [8] Lewicki P.P., Kowalska H., Lenart A.: Effect of temperature on mass transfer during osmotic dehydration of plant tissue. *Proc. of Industrial Seminar, Industrial Application of Osmotic Dehydration Treatments of Food*, Bertinoro, Italy 1998, pp. 44-50.
- [9] Mayor L., Moreira R., Chenlo F., Sereno A.M.: Kinetics of osmotic dehydration of pumpkin with sodium chloride solutions, *J. Food Eng.* 2006, **74**, 253-262.
- [10] PN-90/A-75101.03: Przetwory owocowe i warzywne. Oznaczenie zawartości suchej masy metodą wagową.
- [11] Rastogi N.K., Raghavarao K.S.M.S., Niranjan K., Knorr D.: Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer, *Trends in Food Sci. Technol.*, 2002, **(13) 2**, 48-59.
- [12] 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.

KINETIC OF OSMOTIC DEHYDRATION OF PUMPKIN

S u m m a r y

Osmotic dehydration of pumpkin v. Melonowa Żółta by 5 x 50 x 50 mm in shape of plate was carried out in the diffuser enabling the flow of osmotic solution and constant temperature. Solutions of saccharose and starch syrup at temperature 30, 50 and 80°C were applied to this process. Time of osmotic dehydration of pumpkin was changed since 0 to 180 min. Simultaneously before osmotic dehydration of pumpkin at 30 and 50°C was preliminary thermal treatment for 3 minutes immersion in water at temperature 80°C.

The water content and water loss from osmo-dehydrated pumpkin in saccharose solution was depended from temperature and kind of osmotic substance as well as in small stages from preliminary thermal processing.

There was no temperature and thermal treatment effect on pumpkin during osmotic dehydration in starch syrup solution at 30-50°C temperature range; the differences were appeared in comparison 80°C only. The highest value of water loss to solids gain relation was noted down in osmo-dehydrated pumpkin in starch syrup solution at temperature 30°C without of preliminary thermal treatment.

Key words: osmotic dehydration, pumpkin, water loss, solids gain 