

AGATA PEKOSŁAWSKA, ANDRZEJ LENART

## WPLYW RODZAJU I STĘŻENIA SUBSTANCJI OSMOTYCZNEJ NA PRZEBIEG ODWADNIANIA OSMOTYCZNEGO DYNIA

### Streszczenie

Celem pracy była próba wyjaśnienia zjawisk zachodzących w czasie odwadniania osmotycznego dynia z wykorzystaniem cukrów jako substancji osmotycznych. Określano wpływ substancji osmotycznej (glukoza i syrop skrobiowy) i stężenia jej roztworu (20 i 60 %) na kinetykę odwadniania. Proces odwadniania prowadzono przy stosunku masy surowca do roztworu osmotycznego 1 : 4 w ciągu 0 - 300 min. W celu opisu procesu obliczano zawartość wody i ubytek wody, przyrost masy suchej substancji oraz współczynnik efektywności odwadniania.

Uzyskane wyniki wskazują, że zarówno rodzaj substancji osmotycznej, jak i zmiany jej stężenia z 20 do 60 % w roztworach wpływają na kinetykę odwadniania osmotycznego dynia. Przy użyciu roztworów o stężeniu 60 % większą efektywność procesu uzyskano, stosując roztwór syropu skrobiowego, a przy stężeniu 20 % roztwór glukozy.

**Słowa kluczowe:** odwadnianie osmotyczne, wymiana masy, dynia

### Wprowadzenie

Jakość produktów spożywczych oraz koszt ich produkcji są najważniejszymi wskaźnikami uwzględnianymi przy wyborze metody utrwalania żywności [7]. Odwadnianie osmotyczne jest uważane za metodę utrwalania umożliwiającą uzyskanie produktu o bardzo dobrej jakości poprzez usuwanie wody bez przemiany fazowej.

Zastosowanie odwadniania osmotycznego umożliwia poprawę wielu cech żywności. W przypadku odwadniania osmotycznego owoców uzyskuje się między innymi: zmniejszenie ciepłego oddziaływania (ograniczenie negatywnych zmian barwy i substancji zapachowych), ograniczenie kontaktu owoców z powietrzem przez zanurzenie rozdrobnionego materiału w stężonym roztworze (ochrona surowca przed enzymatycznymi i nieenzymatycznymi zmianami barwy), częściowe wnikanie substancji osmo-

tycznej (łagodniejszy i słodszy smak niż wyjściowego surowca), skrócenie czasu suszenia i zwiększenie wydajności suszarki (20 - 30 % zmniejszenie zużycia energii w porównaniu z suszeniem konwekcyjnym) [6].

Stopień odwodnienia surowca oraz zmiany jego składu chemicznego zależą od stężenia i właściwości substancji osmotycznej, rodzaju i stopnia rozdrobnienia surowca, stosunku masy odwadnianego surowca względem roztworu osmotycznego, temperatury i czasu odwadniania oraz sposobu prowadzenia procesu [1, 10, 13]. Najczęściej stosuje się roztwory cukrów (sacharoza, glukoza, fruktoza, laktoza), soli (głównie chlorek sodu) bądź zagęszczone soki owocowe (jabłkowy, bananowy, brzoskwiński, winogronowy) [10]. Odwadnianie osmotyczne przy użyciu różnych substancji osmotycznych przebiega w sposób zależny od ich masy cząsteczkowej. Przy tych samych stężeniach wysokocząsteczkowe substancje wywołują niższe ciśnienie osmotyczne, a tym samym początkowa szybkość usuwania wody jest mniejsza niż przy substancjach o mniejszych masach cząsteczkowych. Jednocześnie w przypadku substancji wysokocząsteczkowych obserwuje się ich mniejsze wnikanie do wnętrza materiału [1, 5].

Odwadnianie osmotyczne może być stosowane jako obróbka wstępna przed suszeniem konwekcyjnym, próżniowym, liofilizacją, fluidyzacją, zamrażaniem czy smażeniem, prowadząc do uzyskania produktów o określonych właściwościach odżywczych i sensorycznych [2, 13, 16]. Metoda ta jest najczęściej używana do utrwalania owoców i warzyw.

Odwadnianie osmotyczne dyni może być przydatną techniką przetwarzania tego surowca i otrzymywania produktu interesującego dla konsumentów [9].

Owoce dyni są mało kaloryczne, gdyż zawierają do 90 % wody, natomiast ich wartość odżywcza jest dość duża. Warzywo to jest źródłem karotenoidów, które przeciwdziałają powstawaniu wolnych rodników, chronią przed skutkami miażdżycy, zacięciem, niektórymi nowotworami i zawałem serca [14]. Dostarcza również składników mineralnych – zwłaszcza fosforu, magnezu, żelaza i wapnia oraz witamin A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C i PP [11]. Charakteryzując się niską zdolnością wiązania azotanów z gleby, dynia może stanowić w żywieniu ludzi lepsze od marchwi źródło karotenów. Dynia wzbudza coraz większe zainteresowanie wśród konsumentów i producentów żywności, dlatego istotne jest opracowanie metod przedłużania trwałości tego warzywa.

Celem pracy była próba wyjaśnienia zjawisk zachodzących w czasie odwadniania osmotycznego dyni z wykorzystaniem glukozy i syropu skrobiowego, jako substancji osmotycznych. Określano wpływ wymienionych substancji i ich stężenia na kinetykę odwadniania.

### Material i metody badań

Do badań użyto dyni odmiany Justynka F1 wyhodowanej przez zespół z Katedry Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin SGGW w Warszawie. W okresie prowadzenia badań: listopad - styczeń surowiec przechowywano w warunkach chłodniczych w temperaturze 4 - 5 °C oraz wilgotności względnej 80 - 90 %. Przed każdym eksperymentem surowiec myto, obierano, drażono komory nasienne i krojono w kostki o boku 10 mm.

Odwadnianie osmotyczne prowadzono w roztworach syropu skrobiowego i glukozy o stężeniu 20 i 60 % (roztwór nasycony) w temp. 20 °C. Próbkę zanurzano w roztworze substancji osmotycznej przy stosunku masy surowca do roztworu 1:4. Proces odwadniania realizowano przez 0, 5, 10, 30, 60, 180 i 300 min. Po upływie określonego czasu kostki odsączano, przepłukiwano trzykrotnie wodą destylowaną i osuszano na bibule filtracyjnej. W czasie prowadzonych badań oznaczano zmiany masy próbki oraz zawartość suchej substancji. W celu przeprowadzenia analizy wymiany masy zachodzącej w dyni podczas odwadniania osmotycznego określano następujące wskaźniki technologiczne:

– ubytek masy (Mu) [%]:

$$Mu = \frac{(m_o - m_\tau)}{m_o} \cdot 100$$

gdzie:  $m_o$  - początkowa masa próbki [g];  $m_\tau$  - masa próbki po czasie  $\tau$  [g];

– zawartość wody (Wz) [g H<sub>2</sub>O /g s.s.]:

$$Wz = \frac{(100 - ss_\tau)}{ss_\tau}$$

gdzie:  $ss_\tau$  - zawartość suchej substancji po czasie  $\tau$  [%];

– ubytek wody (Wu) [g H<sub>2</sub>O /g p.s.s.]:

$$Wu = \frac{m_o \cdot (100 - ss_o) - m_\tau \cdot (100 - ss_\tau)}{m_o \cdot ss_o}$$

gdzie:  $ss_o$  - początkowa zawartość suchej substancji [%];

– przyrost suchej substancji (Sp) [g s.s. /g p.s.s.]:

$$Sp = \frac{m_\tau \cdot ss_\tau - m_o \cdot ss_o}{m_o \cdot ss_o}$$

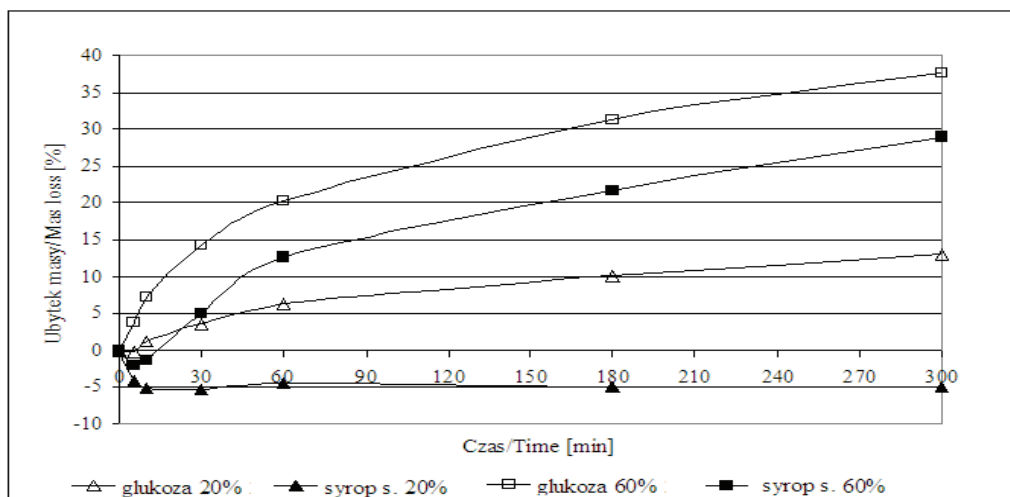
oraz współczynnik efektywności odwadniania wyrażany przez stosunek Wu/Sp [4, 12].

### Wyniki i dyskusja

W czasie odwadniania osmotycznego następowały zmiany masy dyni. W próbkach odwadnianych w roztworze syropu skrobiowego o stężeniu 20 % przyrost masy

utrzymywał się na stałym poziomie ok. 5 % (rys. 1). W pozostałych przypadkach zaobserwowano systematyczny wzrost ubytków masy w całym przedziale czasu prowadzenia procesu. Zmiany masy były większe w przypadku zastosowania roztworu glukozy niż syropu skrobiowego, przy stężeniu 20 % uzyskane wartości były ok. 3 razy wyższe, a przy stężeniu 60 % ok. 1,5 razy.

Wzrost stężenia z 20 do 60 % spowodował większe ubytki masy materiału (rys. 1). W przypadku roztworu glukozy ubytki masy uzyskane przy stężeniu 60 % w całym zakresie czasu były ok. 3 razy większe niż przy stężeniu 20 %. Podwyższenie stężenia roztworu syropu skrobiowego spowodowało 3,5 razy większe ubytki masy po 60 min i aż 7-krotnie większe po 300 min.



Rys. 1. Wpływ rodzaju i stężenia substancji osmotycznej na ubytek masy (Mu) w odwadnianej osmotycznie dyni.

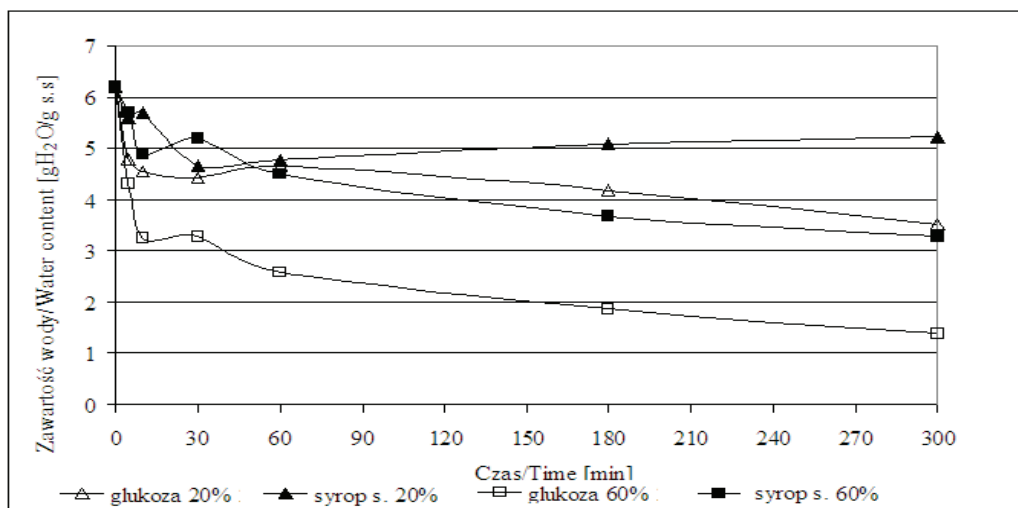
Fig. 1. Effect of kind and concentration of osmotic solution on mass loss (Mu) in osmodehydrated pumpkin.

Początkowa zawartość wody w dyni wynosiła około 6,2 g H<sub>2</sub>O/g s.s. W wyniku odwadniania osmotycznego następowało zmniejszenie jej zawartości. W dyni odwadnianej w roztworze syropu skrobiowego, charakteryzującego się większą masą cząsteczkową, zawartość wody została zmniejszona w mniejszym stopniu, w porównaniu z zastosowaniem roztworu glukozy (rys. 2). Po 300 min zawartość wody w próbkach odwadnianych w roztworach o stężeniu 20 % wynosiła 5,2 g H<sub>2</sub>O/g s.s przy użyciu roztworu syropu skrobiowego i 3,2 g H<sub>2</sub>O/g s.s w przypadku roztworu glukozy, a w roztworach o stężeniu 60 % odpowiednio 3,3 i 1,4 g H<sub>2</sub>O/g s.s.

Zwiększenie stężenia roztworu glukozy z 20 do 60 % wywołało większe zmniejszenie zawartości wody w porównaniu z użyciem roztworu o stężeniu 20 %. W przy-

padku roztworu syropu skrobiowego zależność taka wystąpiła dopiero po 60 min prowadzenia procesu (rys. 2).

Odwadnianie osmotyczne dyni w roztworze glukozy przebiegało korzystniej pod względem uzyskanych wartości ubytków wody (rys. 3). W porównaniu z zastosowaniem roztworu syropu skrobiowego wartości te były prawie dwukrotnie większe przy stężeniu 60 % i ponad sześciokrotnie większe przy stężeniu 20 %. Po 300 min prowadzenia procesu ubytek wody w próbkach odwadnianych w roztworze syropu skrobiowego wynosił przy stężeniu 20 % – -0,2 %, a przy użyciu roztworu o stężeniu 60 % – 2,1 % (rys. 3). Zwiększenie stężenia roztworów glukozy i syropu skrobiowego z 20 do 60 % znacznie zintensyfikowało proces usuwania wody z dyni. Największy ubytek wody uzyskano w materiale odwadnianym w roztworze glukozy o stężeniu 60 %.



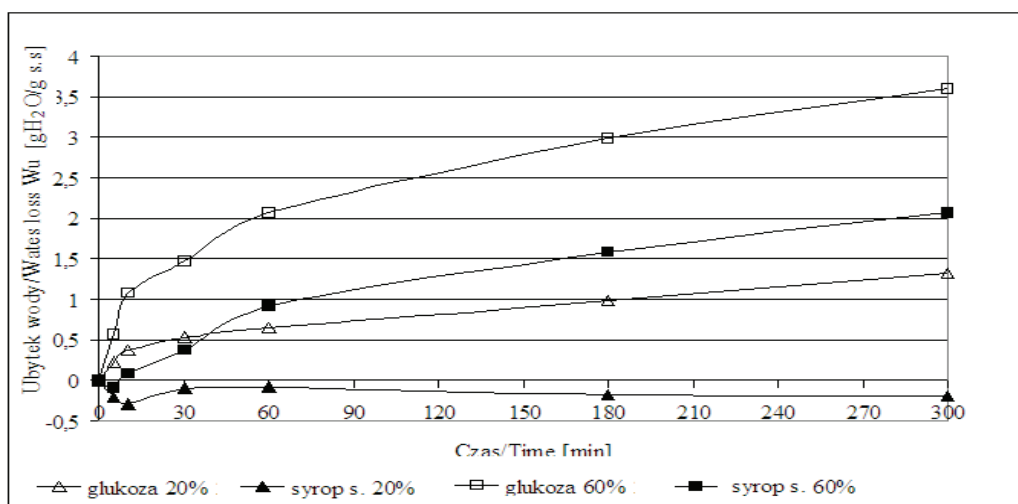
Rys. 2. Wpływ rodzaju i stężenia substancji osmotycznej na zawartość wody (Wz) w odwadnianej osmotycznie dyni.

Fig. 2. Effect of kind and concentration of osmotic solution on water content (Wz) in osmodehydrated pumpkin.

Wartości przyrostu masy suchej substancji w dyni odwadnianej w roztworach o stężeniu 60 % były ponad pięciokrotnie większe w próbkach odwadnianych w roztworze glukozy w porównaniu z roztworem syropu skrobiowego (rys. 4). W przypadku użycia roztworów o stężeniu 20 % nie zaobserwowano wpływu rodzaju substancji osmotycznej na przyrost masy suchej substancji.

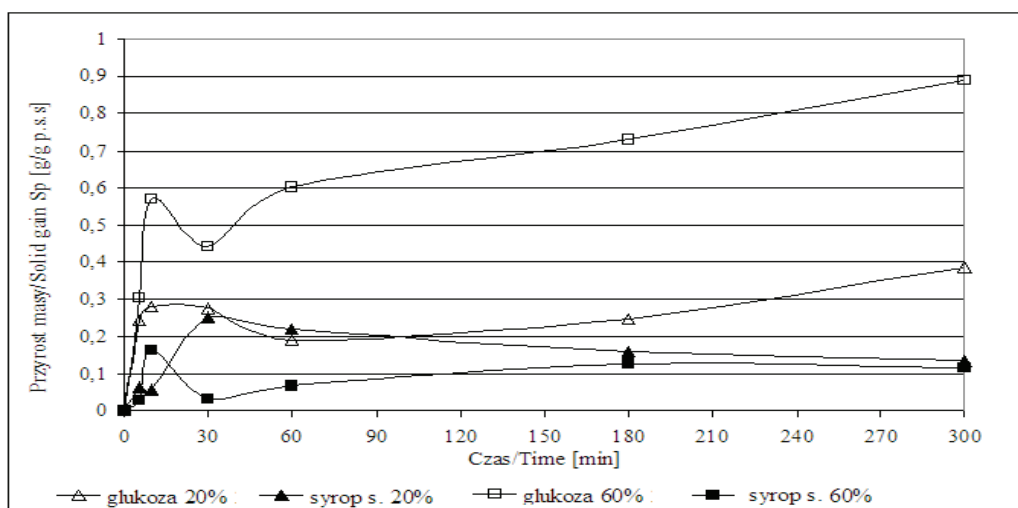
Zwiększenie stężenia roztworu syropu skrobiowego z 20 do 60 % nie wpłynęło znacząco na stopień przyrostu masy suchej substancji w odwadnianej dyni (rys. 4). W przypadku roztworu glukozy wzrost stężenia do 60 % wyraźnie wpłynął na przyrost

masy suchej substancji. Po 180 min prowadzenia procesu przyrost masy w próbkach odwadnianych w roztworze glukozy o stężeniu 20 % wyniósł 0,13 g/g p.s.s., a przy użyciu roztworu o stężeniu 60 % był ponad pięciokrotnie wyższy.



Rys. 3. Wpływ rodzaju i stężenia substancji osmotycznej na ubytek wody (Wu) z odwadnianej osmotycznie dyni.

Fig. 3. Effect of kind and concentration of osmotic solution on water loss (Wu) in osmodehydrated pumpkin.

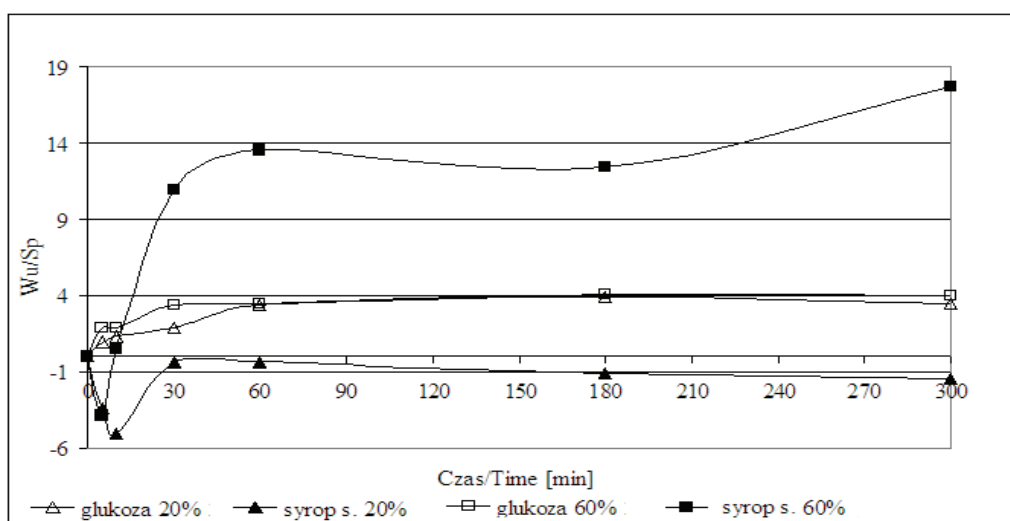


Rys. 4. Wpływ rodzaju i stężenia substancji osmotycznej na przyrost masy suchej substancji (Sp) w odwadnianej osmotycznie dyni.

Fig. 4. Effect of kind and concentration of osmotic solution on solid gain (Sp) in osmodehydrated pumpkin.

Iloraz ubytku wody i przyrostu masy suchej substancji ( $Wu/Sp$ ) jest jednym ze wskaźników stosowanych do oceny efektywności odwadniania osmotycznego. Pożądane jest, aby dochodziło do dużego zmniejszenia zawartości wody przy niewielkim wnikaniu substancji osmotycznej. Wysokie wartości tego współczynnika wskazują na dobrą efektywność procesu odwadniania [11].

Najlepszą efektywność odwadniania osmotycznego uzyskano przy użyciu roztworu syropu skrobiowego o stężeniu 60 %, a najmniej efektywnie przebiegał proces przy zastosowaniu roztworu syropu skrobiowego o stężeniu 20 % (rys. 5). Po upływie 60 min wartość ilorazu  $Wu/Sp$  w przypadku próbek odwadnianych w roztworze syropu skrobiowego wynosiła -0,4 przy stężenia 20 %, a przy stężeniu 60 % – 13,6. W odniesieniu do roztworów glukozy wartości tego wskaźnika były pośrednie i utrzymywały się na poziomie ok. 4. W przypadku roztworów glukozy nie zaobserwowano wpływu stężenia na wartości ilorazu  $Wu/Sp$ .



Rys. 5. Wpływ rodzaju i stężenia substancji osmotycznej na stosunek  $Wu/Sp$  w odwadnianej osmotycznie dyni.

Fig. 5. Effect of kind and concentration of osmotic solution on ratio  $Wu/Sp$  in osmodehydrated pumpkin.

Wyniki wskazują, że przebieg procesu odwadniania osmotycznego dyni zależał od rodzaju i stężenia substancji osmotycznej. Marani i wsp. [8] badali wpływ zastosowania cukrów o różnych masach cząsteczkowych, jako substancji osmotycznych, na proces odwadniania kiwi, brzoskwiń i truskawek. Zauważyli, że przyrost masy jest znacząco większy przy użyciu glukozy w porównaniu z fruktozą, sacharozą i cukrami o dużej masie cząsteczkowej. Zalecają stosowanie jako substancji osmotycznych sa-

charozy i cukrów o dużej masie cząsteczkowej, gdyż powodują one duży stopień odwodnienia przy niewielkim wnikaniu substancji osmotycznej. Wpływem rodzaju substancji osmotycznej na przebieg odwadniania osmotycznego zajmowali się m.in. Kowalska i Lenart [1], którzy odwadniali jabłka oraz Kowalska i wsp. [3] odwadniając dynię. Podobnie uzyskali oni lepszą efektywność procesu przy użyciu syropu skrobiowego w porównaniu z sacharozą czy glukozą.

Wraz ze wzrostem stężenia roztworu syropu skrobiowego zwiększała się efektywność procesu. Podobną zależność uzyskali Mayor i wsp. [9], którzy odwadniali dynię w roztworze chlorku sodu w zakresie stężeń 5 – 15 % w temperaturze 25 °C. Z kolei Sereno i wsp. [15] odwadniali jabłka w roztworze sacharozy w zakresie stężeń 40 - 60 %. Wykazali oni, że ubytki wody oraz przyrosty masy suchej substancji rosły wraz ze wzrostem stężenia roztworu osmotycznego.

### **Wnioski**

1. Rodzaj badanej substancji osmotycznej (glukoza, skrobia) oraz zmiany jej stężenia w roztworach z 20 do 60 % wpływały na kinetykę odwadniania osmotycznego dyni.
2. Odwadnianie osmotyczne dyni w roztworze glukozy przebiegało korzystniej pod względem uzyskanych wartości ubytków wody w porównaniu z zastosowaniem roztworu syropu skrobiowego.
3. Wartości przyrostu masy suchej substancji w dyni odwadnianej w roztworach o stężeniu 60 % były ponad pięciokrotnie większe w próbkach odwadnianych w roztworze glukozy w porównaniu z roztworem syropu skrobiowego
4. Przy użyciu roztworów o stężeniu 60 % lepszą efektywność procesu uzyskano w przypadku roztworu syropu skrobiowego, a przy stężeniu 20 % w odniesieniu do roztworu glukozy. W przypadku roztworu glukozy nie odnotowano wpływu stężenia na efektywność odwadniania osmotycznego.

*Praca była prezentowana podczas I Sympozjum Żywności z okazji 30-lecia powołania specjalizacji Inżynieria Żywności na Wydziale Nauk o Żywności SGGW, Warszawa, 5 - 6 czerwca 2008 r.*

### **Literatura**

- [1] Kowalska H., Lenart A.: Ruch wody i substancji rozpuszczonych w jabłkach odwadnianych osmotycznie. ACTA Technica Agraria, 2003, **2** (1), 13-22.
- [2] Kowalska H., Lenart A.: Znaczenie wymiany masy w tworzeniu żywności nowej generacji. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2003, **2**, 13-17.
- [3] Kowalska H., Lenart A., Leszczyk D.: The effect of blanching and freezing on osmotic dehydration of pumpkin. J. Food Eng., 2008, **86**, 30-38.



- [4] Kowalska H.: Kinetyka osmotycznego odwadniania dyni. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2** (47), 134-142.
- [5] Lazarides H.N., Katsanidis E., Nicolaidis A.: Mass transfer kinetics during osmotic pre-concentration aiming at minimal solid uptake. *J. Food Eng.*, 1995, **25**, 151-165.
- [6] Lenart A., Lewicki P.P.: Owoce i warzywa utwalone sposobem osmotyczno owiewowym. *Przem. Spoż.*, 1996, **8**, 70-72.
- [7] Lenart A.: Osmotyczne odwadnianie jako obróbka wstępna przed suszeniem konwekcyjnym owoców i warzyw. *Przem. Spoż.*, 1990, **12**, 307-309.
- [8] Marani C.M., Agnelli M.E., Mascheroni R.H.: Osmo-frozen fruits: mass transfer and quality evaluation 2007, **79**, 1122-1130.
- [9] Mayor L., Moreira R., Chenlo F., Sereno A.M.: Kinetics of osmotic dehydration of pumpkin with sodium chloride solution. *J. Food Eng.*, 2006, **74**, 253-262.
- [10] Moreira R., Chenlo F., Pereira G.: Viscosities of ternary aqueous solutions with glucose and sodium chloride employed in osmotic dehydration operation. *J. Food Eng.*, 2003, **57**, 173-177.
- [11] Niewczas J., Szweda D., Mitek M.: Zawartość wybranych składników prozdrowotnych w owocach dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima*). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **2** (43) Supl., 147-154.
- [12] Ogonek A., Lenart A.: Wpływ selektywnych powłok jadalnych na odwadnianie osmotyczne truskawek. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **3** (28), 62-74.
- [13] Rastogi N.K., Raghavarao K.S.M.S., Niranjana K., Knorr D.: Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer. *Trends Food Sci. Technol.*, 2002, **13**, 48-59.
- [14] Seo J.S., Burri B.J., Quan Z., Neidlinger T.R.: Extraction and chromatography of carotenoids from pumpkin. *J. Chrom.*, 2005, **1073**, 371-375.
- [15] Sereno A.M., Moreira M., Martinez E.: Mass transfer coefficients during osmotic dehydration of apple in single and combined aqueous solution of sugar and salt. *J. Food Eng.*, 2001, **47**, 43-49.
- [16] Torreggiani D.: Osmotic dehydration in fruits and vegetable processing. *Food Res. Int.*, 1993, **26**, 59-68.

#### EFFECT OF KIND AND CONCENTRATION OF OSMOTIC SOLUTION ON THE KINETICS OF OSMOTIC DEHYDRATION OF PUMPKIN

##### Summary

The objective of this paper was an attempt to explain a phenomenon occurring during the osmotic dehydration of pumpkin in a solution of glucose and starch syrup. The effect was determined of the kind of osmotic substance (glucose, starch syrup) and the concentration (20 and 60 %) of its solution on the kinetics of osmotic dehydration of pumpkin. The dehydration process was carried out at a raw substance/osmotic solution ratio of 1:4 during a period from 0 to 300 min. In order to describe the process, the following parameters were calculated: water content, water loss, solid gain, and water loss/solid gain ratio.

The results obtained show that both the kind of osmotic substance and the changes in its concentration from 20 to 60 % in the solutions impact the kinetics of osmotic dehydration of pumpkin. With the 60 % solutions applied, the effectiveness of the process was higher for the starch syrup solution, and with the 20 % solutions – for the glucose solution.

**Key words:** osmotic dehydration, mass exchange, pumpkin 