

WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE MIĄŻSZU DYNI ODWADNIANEJ  
OSMOTYCZNIE W ROZTWORACH CUKRÓW\*

*Agata Pękosińska-Garstka, Andrzej Lenart*

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydział Nauk o Żywności,  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa  
e-mail: agata\_pekoslawska@sggw.pl

**Streszczenie.** Celem pracy była analiza zmian wybranych właściwości fizycznych miąższu dyni poddanej procesowi odwadniania osmotycznego. Określano wpływ rodzaju zastosowanej substancji osmotycznej na zawartość wody i przyrost suchej substancji w materiale oraz jego gęstość i aktywność wody oraz zmiany barwy. Surowiec do badań stanowił miąższ dyni odmiany Justynka F1 pokrojony w kostki o boku 10 mm. Jako substancje osmotyczne zastosowano roztwory cukrów: glukozy, sacharozy i syropu skrobiowego o stężeniu 40%. Proces prowadzono w temperaturze 40°C w czasie od 0 do 300 minut przy stosunku masy surowca do masy roztworu osmotycznego 1:4. Analizowane właściwości fizyczne odwodnionego osmotycznie miąższu dyni różniły się w zależności od zastosowanej substancji osmotycznej. Proces odwadniania spowodował zwiększenie gęstości materiału, największe przy użyciu roztworu glukozy a najmniejsze przy użyciu roztworu syropu skrobiowego. Miąższ odwadniany w roztworze glukozy charakteryzował się najniższą zawartością wody i najwyższym przyrostem masy suchej substancji. Aktywność wody próbek po 300 minutach prowadzenia procesu została obniżona z 0,988 do 0,981 w roztworze syropu skrobiowego, do 0,977 w roztworze sacharozy oraz do 0,961 w roztworze glukozy.

**Słowa kluczowe:** odwadnianie osmotyczne, właściwości fizyczne, dynia, miąższ

WYKAZ OZNACZEŃ

$a^*$ ,  $b^*$  – współrzędne chromatyczności (-),

$a_w$  – aktywność wody (-),

$H$  – kąt tonu barwy ( $^\circ$ ),

$L^*$  – jasność (-),

$P$  – gęstość ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ).

---

\* Badania prowadzono w ramach projektu badawczego promotorskiego MNiSW N N312 430237.

## WSTĘP

Dynia (*Cucurbita*) należy do rodziny dyniowatych (*Cucurbitaceae*). Jako warzywo uprawiane są najczęściej trzy gatunki: Dynia olbrzymia (*Cucurbita maxima* Duch.), Dynia zwyczajna (*Cucurbita pepo*), Dynia piżmowa (*Cucurbita moschata* Duch.) (Nawirska i in. 2009). W Polsce obserwuje się wzrost zainteresowanie dynią zarówno wśród przemysłu rolnego jak i spożywczego (Sojak i Głowacki 2010). Na popularność dyni wpływa łatwość uprawy, wartość odżywcza i tworzenie nowych odmian, do których należy m.in. Justynka F1. Żółto pomarańczowy miąższ dyni jest przede wszystkim bogaty w karotenoidy. Zawartość karotenu w świeżej masie owocu waha się od 2 do 10 mg·(100g)<sup>-1</sup> (Nawirska i in. 2009). Jest także źródłem pektyn, soli mineralnych (magnezu, wapnia, fosforu i potasu) oraz witamin B1, B2, PP i C (Nawirska i in. 2009, Niewczas i in. 2005). Karotenoidy a zwłaszcza β-karoten są źródłem witaminy A, która jest niezbędna dla prawidłowego rozwoju, ponadto przeciwdziała powstawaniu wolnych rodników (Garcia i in. 2007). Podczas przechowywania dyni następuje szereg przemian chemicznych, które wpływają na jej wartość odżywczą i jakość sensoryczną (Sojak i Głowacki 2010). Sezonowość upraw dyni wymusza opracowanie metod przedłużania trwałości tego warzywa. Odwadnianie osmotyczne może stanowić jedną z technik przetwarzania dyni umożliwiającą otrzymywanie nowych produktów interesujących dla konsumentów (Mayor i in. 2008, Garcia i in. 2007). Podczas osmotycznego odwadniania występuje wielostrumieniowa dwukierunkowa wymiana masy, która umożliwia częściowe usunięcie wody z materiału oraz wprowadzenie do niego substancji dodatkowych (Mayor i in. 2008, Garcia i in. 2007). Na proces odwadniania osmotycznego i właściwości uzyskanego materiału wpływ ma wiele czynników m.in. rodzaj substancji osmotycznej i jej stężenie, temperatura i czas procesu. Substancja stosowana do odwadniania osmotycznego powinna mieć akceptowalny smak i zapach oraz być nieszkodliwa i stabilna w połączeniu z innymi składnikami żywności. Do odwadniania owoców i warzyw najczęściej stosuje się: sól kuchenną, sacharozę, glukozę, skrobię, syrop kukurydziany czy glicerol (Pan i in. 2003).

Coraz więcej badań wykonywanych na dyni prowadzi do prób wyjaśnienia procesów w niej zachodzących na skutek m.in. odwadniania osmotycznego i suszenia konwekcyjnego oraz zmian jej właściwości chemicznych i fizycznych (Nawirska i in. 2009, Pękosławska i Lenart 2008, Garcia i in. 2007, Kowalska 2006), jednak wciąż informacje na ten temat są znikome. Celem pracy była analiza zmian wybranych właściwości fizycznych miąższu dyni poddanego procesowi odwadniania osmotycznego. Określano wpływ rodzaju zastosowanej substancji osmotycznej na zawartość wody i przyrost suchej substancji w materiale, aktywność wody oraz jego gęstość i zmiany barwy.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowił miąższ dyni (*Cucurbita maxima*) odmiany Justynka F1 udostępnionej przez Katedrę Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin SGGW. Przed każdym eksperymentem dynię myto, obierano, drażono komorę nasienną i krojono miąższ w kostki o boku 10 mm. Odwadnianie osmotyczne prowadzono w roztworach cukrów: glukozy, sacharozy, syropu skrobiowego, różniących się masą cząsteczkową. Stężenie cukru wynosiło 40% a temperatura 40°C. Czas odwadniania wynosił 0-300 min. Proces prowadzono przy stosunku masy surowca do masy roztworu osmotycznego 1:4, w sposób dynamiczny, stosując delikatne mieszanie uzyskane przy pomocy wytrząsarki zainstalowanej w łaźni wodnej. W celu uniknięcia wypłynięcia kostek z roztworu dociskano je metalowymi spiralami. Po danym czasie odwadniania materiał przepłukiwano wodą destylowaną, odsączano i osuszano na bibule filtracyjnej. Aktywność wody materiału mierzono w aparacie AquaLab model 3 Quick Start. Gęstość materiału wyznaczano grawimetrycznie na wadze z zestawem do wyznaczania gęstości ciał stałych i cieczy zgodnie z instrukcją producenta. Barwę mierzono za pomocą fotokolorymetru Minolta CR-300 w systemie  $L^*a^*b^*$  w 6 różnych miejscach powierzchni materiału. Zastosowano światło standardowe C a kalibrację przeprowadzono przy pomocy wzorca bieli. W celu interpretacji zmian barwy dyni analizowano parametr jasności  $L^*$  oraz kąt tonu barwy  $H$  uwzględniający współrzędne chromatyczności  $a^*$  i  $b^*$  (Rybczyński i Dobrzański 2004, Elgasim i Al-Wesali 2000).

$$H = [(\tan^{-1} b^*/a^*) \cdot 180] / \pi \quad (1)$$

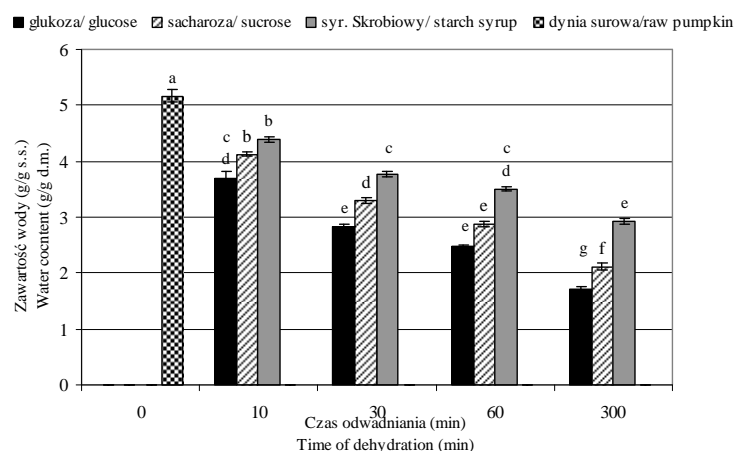
Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariancji w programie Excel a istotność różnic między średnimi oszacowano testem Duncan'a przy poziomie istotności  $\alpha=0,05$  w programie Statgraphics 4.1.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Podczas odwadniania osmotycznego miąższu dyni w roztworach cukrów, nastąpiło stopniowe usuwanie wody z materiału i wnikanie substancji osmotycznej. Przetrzywanie surowców roślinnych w roztworach charakteryzujących się mniejszą masą cząsteczkową, wpływa na zmniejszenie zawartości wody przy jednoczesnym większym wnikaniu substancji osmotycznej do odwadnianego materiału (Kowalska 2006, Kowalska i Lenart 2001).

Miąższ dyni surowej zawierał około 5 g  $H_2O \cdot (g \text{ s.s.})^{-1}$ . Podczas odwadniania osmotycznego następowało stopniowe usuwanie wody w efekcie, którego uzyskano materiał o obniżonej zawartości wody. Miąższ dyni odwadnianej w roztworze

glukozy miał najniższą a w roztworze syropu skrobiowego najwyższą zawartość wody w całym analizowanym czasie procesu (rys. 1). Miąższ odwadniany 300 min w roztworze glukozy charakteryzował się zawartością wody na poziomie 1,7 a w roztworze syropu skrobiowego 2,9 g·(g s.s.)<sup>-1</sup>, co stanowiło odpowiednio 34 i 58% początkowej zawartości wody w materiale. Przeprowadzona dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała istotny wpływ zarówno rodzaju zastosowanej substancji osmotycznej jak i czasu odwadniania na zawartość wody w materiale (tab. 1).



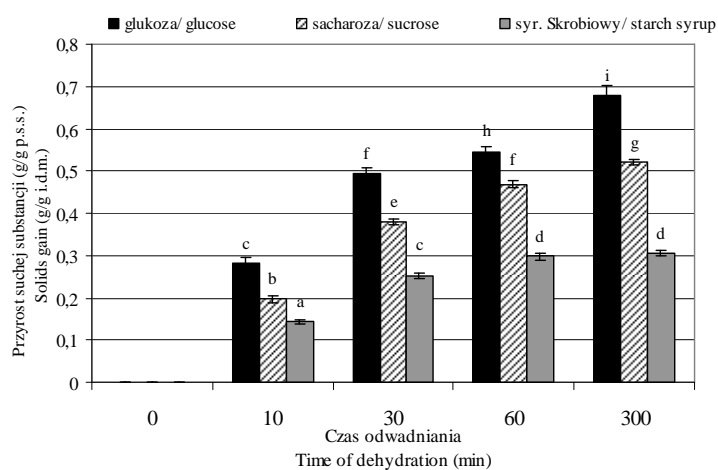
**Rys. 1.** Zawartość wody w miąższu dyni odwadnianej osmotycznie dla badanych substancji osmotycznych. a, b, c, d, e, f, g – te same litery wskazują grupy jednorodne

**Fig. 1.** Water content in osmodehydrated pumpkin tissue for osmotic solution types. a, b, c, d, e, f, g – the same letters indicate homogeneous groups

Wraz z usuwaniem wody, następowało wnikanie substancji osmotycznej do wnętrza odwadnianego materiału. Największym przyrostem suchej substancji w całym zakresie prowadzenia procesu charakteryzował się miąższ dyni odwadnianej w roztworze glukozy (najmniejsza masa cząsteczkowa). Uzyskane dla tego materiału wartości były dwukrotnie większe niż dla materiału odwadnianego w roztworze syropu skrobiowego (największa masa cząsteczkowa) a uzyskane różnice były istotne statystycznie (rys. 2). Materiał odwadniany 10 minut charakteryzował się przyrostem suchej substancji ok. 0,28 g·(g p.s.s.)<sup>-1</sup> przy użyciu roztworu glukozy, 0,20 g·(g p.s.s.)<sup>-1</sup> przy użyciu sacharozy i 0,14 g·(g p.s.s.)<sup>-1</sup> przy zastosowaniu syropu skrobiowego. Wydłużenie czasu kontaktu materiału z roztworem osmotycznym do 300 minut spowodowało dalszy przyrost suchej substancji, który wynosił 0,68 g·(g p.s.s.)<sup>-1</sup> przy użyciu roztworu glukozy, 0,52 g·(g p.s.s.)<sup>-1</sup> przy użyciu sacharozy i 0,30 g·(g p.s.s.)<sup>-1</sup> przy zastosowaniu syropu skrobiowego. Dwuczynnikowa analiza wariancji dowiodła wpływu rodzaju substancji osmotycznej i czasu prowadzenia procesu na przyrost suchej substancji w materiale (tab. 1).

**Tabela 1.** Parametry dwuczynnikowej analizy wariancji  
**Table 1.** Parameters of two-factor analysis of variance

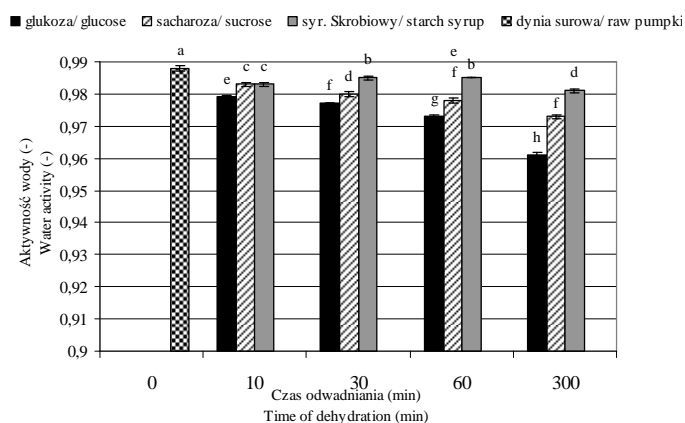
Wskaźniki Discriminant	Źródło wariancji Source of variance	Średnia suma kwadratów MS Mean square MS	Wartość-F F-value	Wartość-p p-value	Test F
Zawartość wody Water content	Czas odwadniania Time of dehydration	1,72	105,34	0,00	4,76
	Rodzaj roztworu osmotycznego Type of osmotic solution	0,95	58,21	0,00	5,14
Przyrost suchej substancji Solids gain	Czas odwadniania- Time of dehydration	0,05	18,51	0,00	4,76
	Rodzaj roztworu osmotycznego Type of osmotic solution	0,06	24,37	0,00	5,14
Aktywność wody Water activity	Czas odwadniania- Time of dehydration	10 <sup>-5</sup>	4,82	0,05	4,76
	Rodzaj roztworu osmotycznego Type of osmotic solution	10 <sup>-5</sup>	9,58	0,01	5,14



**Rys. 2.** Przyrost suchej substancji w miąższu dyni odwadnianej osmotycznie dla badanych substancji osmotycznych. a, b, c, d, e, f, g, h – te same litery wskazują grupy jednorodne

**Fig. 2.** Solids gain in osmodehydrated pumpkin tissue for osmotic solution types. a, b, c, d, e, f, g, h – the same letters indicate homogeneous groups

Efektorem usunięcia części wody i wniknięcia substancji osmotycznej do wnętrza materiału była zmiana aktywności wody. Materiał odwodniony osmotycznie charakteryzował się obniżoną aktywnością wody. Wraz z wydłużeniem czasu procesu następowało zwiększenie różnic w zależności od zastosowanej substancji osmotycznej. Na początku procesu (10 min) uzyskane wartości były podobne, na poziomie około 0,98 (rys. 3). Po 300 minutach aktywność wody miąższu dyni odwadnianej w roztworze glukozy wynosiła 0,961; w roztworze sacharozy 0,973 a w roztworze syropu skrobiowego 0,981. Rodzaj substancji osmotycznej oraz czas realizacji procesu miał istotny wpływ na zmiany aktywności wody miąższu dyni, co potwierdziła dwuczynnikowa analiza wariancji (tab. 1).

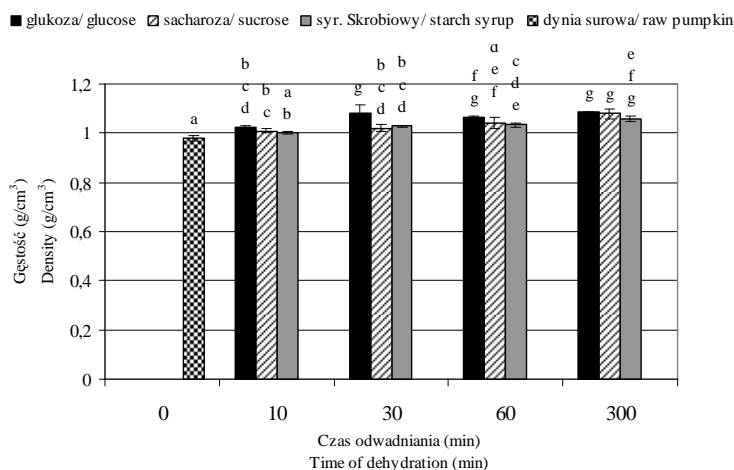


**Rys. 3.** Aktywność wody miąższu dyni odwadnianej osmotycznie dla badanych substancji osmotycznych. a, b, c, d, e, f, g, h – te same litery wskazują grupy jednorodnie

**Fig. 3.** Water activity of osmodehydrated pumpkin tissue for osmotic solution types. a, b, c, d, e, f, g, h – the same letters indicate homogeneous groups

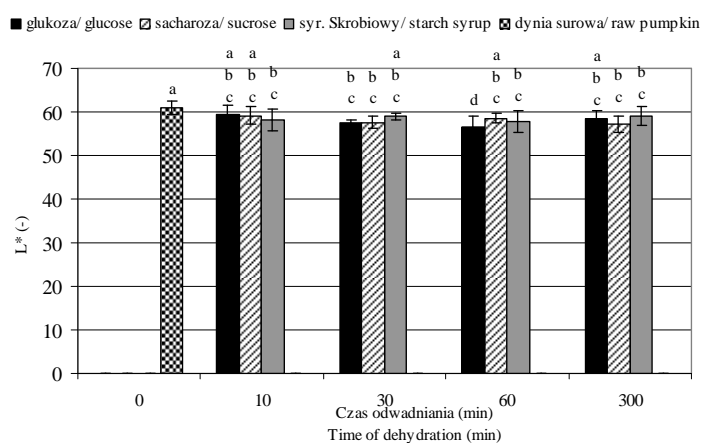
Gęstość miąższu dyni surowej wynosiła około  $0,98 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ . Po procesie odwadniania materiał wykazywał większą gęstość, przy czym różnice między analizowanymi wariantami procesu były niewielkie i w większości nieistotne statystycznie (rys. 4). Najwyższą gęstość posiadał materiał odwadniany w roztworze glukozy. Po 10 minutach gęstość miąższu dyni dla wszystkich analizowanych wariantów prowadzenia procesu była w zakresie  $1-1,02 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  a po 300 minutach  $1,06-1,09 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ . Przeprowadzona analiza wariancji dowiodła wpływu zarówno rodzaju zastosowanej substancji osmotycznej jak i czasu prowadzenia procesu na zmiany gęstości odwadnianego miąższu dyni (tab. 2).

Zmiany barwy odwadnianego osmotycznie miąższu dyni analizowano na podstawie parametru jasności  $L^*$  oraz tonu barwy H. Jasność miąższu dyni surowej była na poziomie około 60. Miąższ dyni odwadnianej osmotycznie charakteryzował się niższymi wartościami tego parametru a więc mniejszą jasnością (rys. 5).



**Rys. 4.** Gęstość miąższu dyni odwadnianej osmotycznie dla badanych substancji osmotycznych. a, b, c, d, e, f, g – te same litery wskazują grupy jednorodnie

**Fig. 4.** Density of osmodehydrated pumpkin tissue for osmotic solution types. a, b, c, d, e, f, g – the same letters indicate homogeneous groups

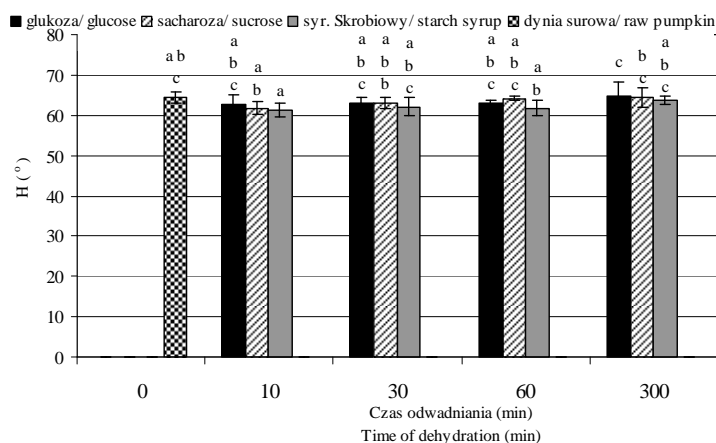


**Rys. 5.** Jasność miąższu dyni odwadnianej osmotycznie dla badanych substancji osmotycznych. a, b, c, d – te same litery wskazują grupy jednorodnie

**Fig. 5.** Lightness of osmodehydrated pumpkin tissue for osmotic solution types. a, b, c, d – the same letters indicate homogeneous groups

Spowodowane to mogło być zwilżeniem powierzchni materiału w skutek zanurzenia go w roztworze a w efekcie innym odbiciem światła w trakcie pomiaru. Ton barwy H miąższu dyni surowej jak i odwadnianej osmotycznie był na poziomie około 63 (rys. 6). Oba wyróżniki uległy niewielkim zmianom a uzyskane różnice mię-

dzy próbkami nie były istotne statystycznie (rys. 5 i 6). Analiza wariacji wykazała jedynie wpływ czasu procesu odwadniania na ton barwy, a parametr jasności L\* nie zależał od analizowanych warunków prowadzenia procesu (tab. 2).



**Rys. 6.** Kąt tonu barwy H miąższu dyni odwadnianej osmotycznie dla badanych substancji osmotycznych. a, b, c – te same litery wskazują grupy jednorodne

**Fig. 6.** Hue angle H of osmodehydrated pumpkin tissue for osmotic solution types. a, b, c – the same letters indicate homogeneous groups

**Tabela 2.** Parametry dwuczynnikowej analizy wariacji

**Table 2.** Parameters of two-factor analysis of variance

Wskaźniki Discriminant	Źródło wariacji Source of variance	Średnia suma kwadratów MS Mean square MS	Wartość-F F-value	Wartość-p p-value	Test F
Gęstość Density	Czas odwadniania Time of dehydration	20 <sup>-4</sup>	14,42	40 <sup>-4</sup>	4,76
	Rodzaj roztworu osmotycznego Type of osmotic solution	10 <sup>-4</sup>	9,16	0,02	5,14
L*	Czas odwadniania Time of dehydration	0,71	0,77	0,55	4,76
	Rodzaj roztworu osmotycznego Type of osmotic solution	0,22	0,23	0,80	5,14
H	Czas odwadniania Time of dehydration	2,93	8,99	0,01	4,76
	Rodzaj roztworu osmotycznego Type of osmotic solution	1,51	4,62	0,06	5,14



## WNIOSKI

1. Rodzaj substancji osmotycznej wpływa na przebieg odwadniania osmotycznego miąższu dyni i właściwości fizyczne uzyskanego produktu.
2. Efektem odwadniania osmotycznego jest obniżenie aktywności wody z 0,988 dla miąższu dyni surowej do 0,961 po odwadnianiu w roztworze glukozy.
3. Miąższ dyni odwadniany w roztworze glukozy charakteryzował się najmniejszą a w syropie skrobiowym największą zawartością i aktywnością wody.
4. Przyrost suchej substancji i gęstość materiału były największe dla miąższu dyni odwadnianego w roztworze glukozy a najmniejsze przy użyciu roztworu syropu skrobiowego.
5. Podczas odwadniania osmotycznego nastąpiło nieznaczne obniżenie jasności materiału, natomiast różnice uzyskane dla parametru jasności i tonu barwy nie różniły się istotnie statystycznie.

## PIŚMIENNICTWO

- Elgasim E.A., Al-Wesali M.S., 2000. Water activity and Hunter colour values of beef patties extended with Samh (*Mesembrythemum forsskalei* Hochst) flour. *Food Chemistry*, 69, 181-185.
- Garcia C.C., Mauro M.A., Kiura M., 2007. Kinetics of osmotic dehydration and air-drying of pumpkins (*Cucurbita moschata*). *Journal of Food Engineering*, 82, 284-291.
- Kowalska H., 2006. Kinetyka osmotycznego odwadniania dyni. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2 (47), 135-142.
- Kowalska H., Lenart A., 2001. Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables, *Journal of Food Engineering*, 49 (2/3), 137-140.
- Mayor L., Pissarra J., Sereno A.M., 2008. Microstructural changes during osmotic dehydration of parenchymatic pumpkin tissue. *Journal of Food Engineering*, 85, 326-339.
- Nawirska A., Figiel A., Kucharska A.Z., Sokoł-Łętowska A., Biesiada A., 2009. Drying kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods. *Journal of Food Engineering*, 94, 14-20.
- Niewczas J., Szweda D., Mitek M., 2005. Zawartość wybranych składników prozdrowotnych w owocach dyni olbrzymiej (*Cucurbita, Maxima*). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2 (43) supl., 147-154.
- Pan Y.K., Zhao L.J., Zhang Y., Chen G., Mujumdar A.S., 2003. Osmotic dehydration pretreatment in drying of fruits and vegetables. *Drying Technology*, 21 (6), 1101-1114.
- Pękoślawska A., Lenart A., 2008. Wpływ stężenia i temperatury syropu skrobiowego na przebieg odwadniania osmotycznego dyni. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 5 (60), 116-125.
- Rybczyński R., Dobrzański B. jr., 2004. Ocena barwy skórki jabłka różnych odmian po przechowywaniu. *Acta Agrophysica*, 4 (2), 501-501.
- Sojak M., Głowacki Sz., 2010. Analysis of giant pumpkin (*Cucurbita maxima*) drying kinetics in various technologies of convective drying. *Journal of Food Engineering*, 99, 323-329.

## SOME PHYSICAL PROPERTIES OF PUMPKIN TISSUE OSMOTICALLY DEHYDRATED IN SUGAR SOLUTIONS

*Agata Pękosławska-Garstka, Andrzej Lenart*

Department of Food Engineering and Process Management  
Faculty of Food Sciences, Warsaw University of Life Sciences  
ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa  
e-mail: agata\_pekoslawska@sggw.pl

**Abstract.** The aim of this study was to analyse changes in selected physical properties of osmodehydrated pumpkin tissue. The impact of the type of osmotic substance on the water content, increase of dry substance in the material and its density, water activity and colour changes were determined. Pumpkin of variety Justynka F1 was used in this study. Pumpkin tissue was cut into cubes of 10 mm. Osmotic solutions were prepared from glucose, sucrose and starch syrup at a concentration of 40%. The process was carried out at a temperature of 40°C for time ranging from 0 to 300 minutes; the weight ratio of raw material to osmotic solution was 1:4. The physical properties of osmotically dehydrated pumpkin tissue differed depending on the osmotic substances. The process of dehydration caused an increase in material density, the largest when a glucose solution was used and the smallest using starch syrup. Pumpkin tissue dehydrated in glucose solution was characterized by the lowest water content and the highest solids gain. Water activity of samples after 300 minutes of dehydration was reduced from 0.988 to 0.981 in the solution of starch syrup, to 0.977 in the sucrose solution, and to 0.961 in the glucose solution.

**Key words:** osmotic dehydration, physical properties, pumpkin tissue