

## WPŁYW SUSZENIA FONTANNOWO-MIKROFALOWEGO NA JAKOŚĆ SUSZONEJ DYNI

*Bogdan Stępień, Bartosz Jaźwiec, Marta Paślawska, Klaudiusz Jałoszyński  
Mariusz Surma*

*Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

**Streszczenie.** Analizowano jakość dyni suszonej fontannowo z nagrzewaniem mikrofalowym. W trakcie suszenia fontannowego wykorzystano dwa poziomy mocy mikrofal: 100 W i 250 W. Badania wykonano dla surowca blanszowanego oraz niepoddanego obróbce wstępnej. Metodami instrumentalnymi określono wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na przecinanie, wskaźniki relaksacji naprężeń oraz barwę suszu. Produkt poddano ocenie sensorycznej, uwzględniającej intensywność występowania wyróżników twardości, kruchości, sprężystości oraz barwy. Stwierdzono, że sensoryczna ocena twardości i kruchości suszu jest ściśle związana z odpornością badanego materiału na ściskanie. Istnieje zależność pomiędzy barwą określoną metodami instrumentalnymi a sensorycznie ocenioną intensywnością występowania wyróżnika barwy. Suszenie fontannowo-mikrofalowe bardzo niekorzystnie wpływa na elastyczność suszu z dyni. Blanszowanie wpływa na twardość i kruchość suszonej dyni oraz zwiększa elastyczność suszu w stosunku do produktu pochodzącego z surowca bez obróbki wstępnej.

**Słowa kluczowe:** suszenie, dynia, cechy wytrzymałościowe, ocena sensoryczna

### Wprowadzenie

Dynia melonowa jest warzywem bardzo popularnym i cenionym przez konsumentów w wielu rejonach świata. Cechuje się korzystnymi właściwościami smakowymi. Jest bogata w białko, witaminy A i C, żelazo, wapń, magnez, fosfor oraz witaminy z grupy B. Należy do najpopularniejszych warzyw w Polsce. Charakteryzuje się jednak krótkim okresem przechowywania, nawet w warunkach chłodniczych. Badacze poszukują sposobów przedłużenia trwałości dyni, pozwalających na wydłużenie czasu jego przydatności do spożycia (Garcia i in., 2007; Pekosławska-Garstka i Lenart, 2010). Jedną z ważnych metod utrwalania produktów żywnościowych jest suszenie. Podstawowym celem tego procesu jest usunięcie wilgoci z surowca do poziomu zapewniającego uniknięcie lub chociaż ograniczenie niekorzystnych przemian biochemicznych i psucia się materiału (Feng i in., 2012). Żyw-

ność w postaci suszu jest łatwiejsza do przechowywania, transportu, czasami również do przetwarzania, w stosunku do produktów wilgotnych.

Suszenie konwekcyjne, głównie ze względu na długi czas trwania procesu, jest metodą odwadniania prowadzącą do uzyskania produktu o obniżonej jakości w stosunku do jakości produktów otrzymanych innymi technikami suszarniczymi. Jest metodą wpływającą szczególnie niekorzystnie na zapach, smak, wartość odżywczą i właściwości rekonstrykcyjne (Lin i in. 1988). Z drugiej strony, jest metodą pozwalającą na uzyskiwanie taniego produktu, głównie ze względu na stosunkowo niski koszt instalacji suszarniczej.

Wprowadzenie suszonego materiału w ruch znacznie poprawia warunki transportu ciepła i masy, co skutkuje przyspieszeniem odwadniania. Dlatego sama fluidyzacja złoża pozwala uzyskać susze o lepszych właściwościach, niż susze otrzymane w wyniku tradycyjnego suszenia konwekcyjnego (Glaser, 1991). Fontannowanie jest kolejnym krokiem powodującym polepszenie warunków suszenia poprzez ograniczanie występowania wad suszenia fluidyzacyjnego. Mamy wówczas do czynienia ze znacznie lepszym mieszanym złożem, większą powierzchnią kontaktu pomiędzy cząstkami i suszącym medium oraz z minimalnymi uszkodzeniami wynikającymi z tarcia pojawiającego się pomiędzy cząstkami suszonego materiału, będącego w ruchu (Hung-Nguyen i in., 2001; Kahyaoglu i in., 2012).

Wykorzystanie mikrofal jako źródła ciepła dostarczanego do odwadnianego materiału daje możliwość skrócenia czasu trwania procesu, ograniczenia zużycia energii oraz polepszenia jakości produktu (Wang i in., 2004; Yan i in., 2010a). Suszenie mikrofalowe może być wykorzystywane do odwadniania surowców wrażliwych na działanie wysokiej temperatury. Obniżenie ciśnienia w komorze suszenia powoduje obniżenie temperatury wrzenia wody, może więc dodatkowo obniżyć temperaturę wykonywania procesu. Ze względu na mechanizm oddziaływania mikrofal na suszony materiał, w procesie suszenia mikrofalowego można wyróżnić trzy fazy: okres gwałtownego wzrostu temperatury, fazę dużej szybkości suszenia oraz okres malejącej szybkości suszenia (Feng i in., 1999). Mogą pojawić się kłopoty związane z nadmiernym przypalaniem próbek. Rozwiązaniem tego problemu jest możliwość regulowania mocy mikrofal w taki sposób, aby temperatura próbek nie przekraczała założonego poziomu (Figiel, 2010). W fazie gwałtownego suszenia, ciśnienie pojawiające się w komórkach może spowodować rozluźnienie struktury odwadnianego materiału. Mamy wówczas do czynienia z efektem „puffingu”, który w wielu przypadkach jest niepożądany (Marzec i Zadrożna, 2008; Yan i in., 2010b).

Konieczność polepszania jakości przetworzonych surowców przeznaczonych do spożycia oraz poprawiania wydajności procesu suszenia powoduje, że wielu badaczy kieruje swoje zainteresowania w kierunku kombinowanych metod suszenia (Feng i Tang, 1999; Yan i in., 2010b). Są to techniki polegające na łączeniu jednej lub wielu metod, dzięki czemu uzyskuje się produkt tańszy i o oczekiwanej jakości. Suszenie fontannowo-mikrofalowe jest metodą łączącą suszenie złoża w stanie fontannowania z nagrzewaniem mikrofalowym. Dzięki temu eliminuje się konieczność dostarczania energii niezbędnej do transportu wilgoci wewnątrz materiału. Powoduje to znaczące skrócenie czasu trwania procesu, szczególnie w fazie malejącej szybkości suszenia (Feng i in., 2012; Kahyaoglu i in., 2010).

Jeszcze w XIX wieku sensoryczne metody oceny jakości produktów przeznaczonych do spożycia były jedynym sposobem określenia przydatności wyrobów do zaspokajania

potrzeb żywieniowych ludzi. Mimo dynamicznego rozwoju analitycznych technik instrumentalnych, metody oceny za pomocą zmysłów są, i prawdopodobnie nadal będą, podstawowym narzędziem pozyskiwania informacji o jakości towarów. Wynika to z faktu, że cechy sensoryczne bardzo trudno poddają się badaniom instrumentalnym, ponieważ mówią jedynie o wielkości bodźca docierającego do konsumenta, a nie opisują w pełni jego wrażeń (Jędryka, 2001).

### **Cel, zakres i metody badań**

Celem badań było określenie jakości dyni poddanej suszeniu fontannowo-mikrofalowemu, wyznaczonej technikami instrumentalnymi oraz metodami sensorycznymi. Podjęto próbę znalezienia korelacji pomiędzy wybranymi cechami mechanicznymi i reologicznymi a niektórymi wskaźnikami oceny sensorycznej.

Próbki wycinano z miąższu dyni melonowej w formie walców o wysokości 5 mm i średnicy wynoszącej 20 mm. Połowę próbek poddano niskotemperaturowemu blanszowaniu wodnemu w temp. 60°C przez 10 minut. Druga część materiału nie została poddana obróbce wstępnej. Suszenie fontannowo-mikrofalowe wykonano przy użyciu prototypowej instalacji suszarniczej zaprojektowanej i skonstruowanej na potrzeby Laboratorium Przetwórstwa Surowców Roślinnych Instytutu Inżynierii Rolniczej UP we Wrocławiu. Zastosowano skrajne moce mikrofal z zakresu możliwego do uzyskania w instalacji, tzn. 100W i 250W. Temperatura czynnika suszącego wynosiła 70°C. W celu zapewnienia fontannowania złoża, prędkość przepływu powietrza wahała się w zakresie 4-10 m·s<sup>-1</sup>.

Badania cech mechanicznych i reologicznych przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej Instron 5566, wykorzystując głowicę tensometryczną klasy 0,5 o zakresie obciążenia 100 N. Testy ściskania wykonano przy pomocy płyty, dla warstwy walców o wysokości 20 mm. Odkształcano próbkę o 20% jej wysokości początkowej. Prędkość przesuwu głowicy wynosiła 1,8 mm·min<sup>-1</sup>, co jest najwyższą prędkością z zalecanego zakresu dla badań wykonywanych w warunkach quasi-statycznych (ASAE Standard, 1986). Obliczono wartości pracy ściskania dla 10 powtórzeń. Przecinaniu poddano pojedyncze próbki, stosując zmodyfikowaną przystawkę firmy Instron z nożem o kątach ostrza i rozwarcia wynoszących po 60°. Prędkość przycinania wynosiła 10 mm·min<sup>-1</sup>, co jest najniższą prędkością pozwalającą na całkowite przecięcie próbki. Obliczono wartości pracy przycinania dla 10 powtórzeń. Testy relaksacji naprężeń wykonano dla warstwy walców o wysokości 20 mm. Rejestrację procesu rozpoczynano od momentu uzyskania w materiale naprężenia odpowiadającego średniemu naprężeniu pojawiającemu się w próbce odkształconej o 20% jej wysokości początkowej. Wykonano po 5 powtórzeń pomiarów. Obliczono wartości wskaźników *a* i *b*, opisujących odpowiednio poziom i prędkość zaniku naprężeń w trakcie testu. Szczegóły metod badań cech mechanicznych i reologicznych oraz wykonanych obliczeń przedstawiono w publikacji (Stępień, 2009). Do instrumentalnej oceny barwy użyto kolorymetru Konica Minolta CR400. Urządzenie skalowano wg wzorca bieli BCRA No 20933100. Pomiar wykonano dla pojedynczej nierozdrobnionej próbki. Określono wartości współczynników barwy L\*, a\*, b\*.

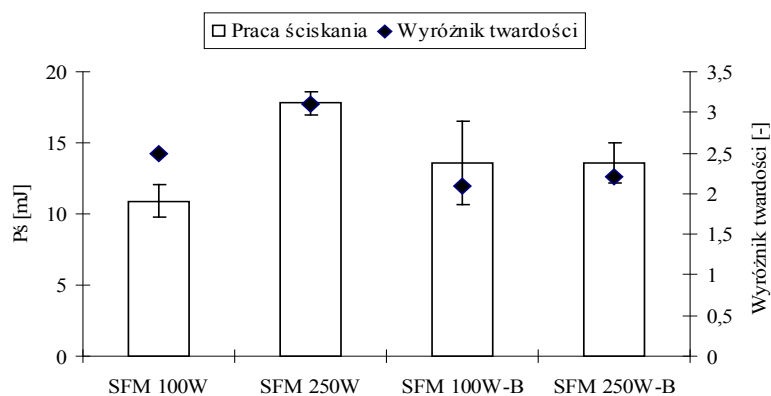
Ocenę sensoryczną suszu z dyni przeprowadził 10-osobowy, przeszkolony zespół pracowników i doktorantów Katedry Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Uniwersytetu

Przyrodniczego we Wrocławiu. Wykorzystano skalę opracowaną zgodnie z normami PN-ISO 4121 i PN-ISO 11036. Cechy organoleptyczne, takie jak: wygląd, zapach, barwa oraz konsystencja (uwzględniając takie parametry, jak: twardość, kruchość, elastyczność i ciągliwość) oznaczono wg 9-punktowej skali ocen (1- ocena najgorsza, 9 - ocena najlepsza).

Dla określenia wpływu blanszowania oraz mocy mikrofal na cechy wyznaczone metodami instrumentalnymi wykonano wieloczynnikową analizę wariancji na poziomie istotności wynoszącym  $\alpha=0,05$ . Analiza regresji na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  posłużyła do określenia związku pomiędzy oceną sensoryczną a badaniami wytrzymałościowymi.

## Analiza wyników

Susze otrzymane metodą fontannowo-mikrofalową charakteryzowały się wilgotnością z zakresu: 4,8-6,3%. Przyjęto, że niewielkie różnice pomiędzy wilgotnościami suszy nie miały istotnego wpływu na wartości badanych cech. W oparciu o testy ściskania oraz testy przecinania obliczono wartości pracy koniecznej do odkształcenia próbki i pracy przecinania. Ze względu na możliwość pojawienia się gwałtownych zmian przebiegu krzywych ściskania oraz krzywych przecinania, co ma miejsce w przypadku materiałów kruchych, do obliczeń wykorzystano metodę trapezów (Stępień, 1998). Na podstawie badań własnych oraz doniesień literaturowych przyjęto, że najwłaściwszym odpowiednikiem twardości, rozumianej jako cechy sensorycznej, będzie wartość pracy ściskania (Jaźwiec i in., 2011; Marzec i Gonddek, 2006). Na rysunku 1 przedstawiono wyniki wpływu mocy mikrofal podczas suszenia fontannowego na wartości pracy ściskania oraz intensywność występowania wyróżnika twardości.



Rysunek 1. Wartości pracy ściskania i wyróżnika twardości

Figure 1. Values of compression operation and hardness ratio

Produkt, który powstał z surowca niepoddanego obróbce wstępnej, charakteryzuje się wzrostem odporności na ściskanie wraz ze wzrostem mocy mikrofal. Jednocześnie wyższe nakłady energetyczne na odkształcenie suszy skutkują większą akceptowalnością produktu

przez panel oceniający jakość sensoryczną. Blanszowanie surowca przed suszeniem spowodowało uzyskanie materiału wyjściowego, którego odporność na ściskanie oraz intensywność wyróżnika twardości nie zależą od mocy mikrofal, czego prawdopodobną przyczyną jest fakt, że po blanszowaniu struktura materiału charakteryzuje się ciaśniejszym upakowaniem komórek (szczególnie na powierzchni). Zwiększenie mocy mikrofal ze 100 W do 250 W nie jest w stanie rozluźnić struktury w trakcie odparowania wilgoci. Wyniki wieloczynnikowej analizy wariancji dla całości badań przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

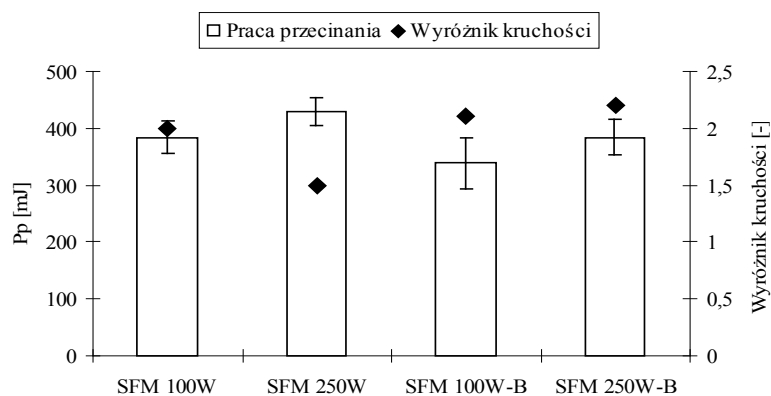
*Wyniki analizy statystycznej wpływu blanszowania oraz mocy mikrofal na cechy wyznaczone metodami instrumentalnymi i sensorycznymi (p - prawdopodobieństwo odrzucenia hipotezy 0)*

Table 1

*Results of statistical analysis of the impact of blanching and microwaves power on features determined with instrumental and sensory methods (p-probability of hypothesis rejection 0)*

	Badania metodami instrumentalnymi						
	Pś	Pp	a	b	L*	a*	b*
Warunki suszenia	0,042193	0,001246	0,310457	0,816075	0,013281	0,001005	0,000648
Obróbka wstępna	0,576866	0,001542	0,635397	0,001134	0,959666	0,204583	0,038224
	Badania sensoryczne						
	Twardość	Kruchość	Elastyczność	Ciągliwość	Barwa		
Warunki suszenia	0,006553	0,112861	0,132568	0,220576	0,006772		
Obróbka wstępna	0,000108	0,006585	0,465736	0,250467	0,706763		

Odporność suszonej dyni na przecinanie została odniesiona do wartości wyróżnika kruchości (rysunek 2).

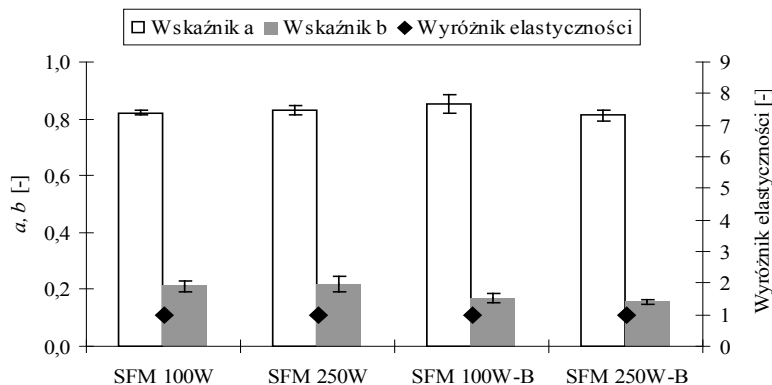


Rysunek 2. Wartości pracy przecinania i wyróżnika kruchości

Figure 2. Values of cutting operation and brittleness ratio

Zarówno blanszowanie, jak i zmiana mocy mikrofal w trakcie suszenia fontannowo-mikrofalowego istotnie wpływają na wartości pracy potrzebnej do przecięcia suszonej dyni. Wzrost mocy mikrofal powoduje wzrost odporności suszu na przecinanie, natomiast blanszowanie skutkuje obniżeniem wartości pracy przecinania w stosunku do produktu uzyskanego z surowca niepoddanego obróbce wstępnej. Inni badacze potwierdzają, że warunki obróbki cieplnej decydują o siłach występujących podczas przecinania różnego rodzaju produktów pochodzenia rolniczego (Jaźwiec i in., 2011; Góral i Kluza, 2009; Śląska-Grzywna, 2008). Analiza statystyczna wykazała, że tylko blanszowanie istotnie zmienia kruchość suszonej dyni.

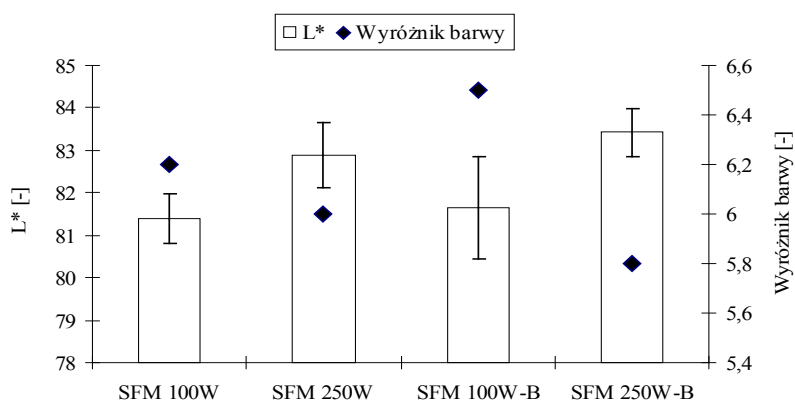
Bardzo istotnym wskaźnikiem, decydującym o akceptacji produktu przez konsumenta, jest jego elastyczność. Obliczono wartości wskaźników  $a$  i  $b$ , które mówią o poziomie i prędkości zaniku naprężeń w trakcie testu relaksacji. Im niższe wartości wskaźników, tym większa elastyczność materiału. Na rysunku 3 zestawiono wartości wskaźników  $a$  i  $b$  z elastycznością suszonej dyni poddanej ocenie sensorycznej. Jedynie blanszowanie surowca przed suszeniem fontannowo-mikrofalowym spowodowało istotne statystycznie obniżenie wartości wskaźnika  $b$ . Oznacza to, że prędkość zaniku naprężeń w trakcie relaksacji suszu otrzymanego z dyni poddanej obróbce wstępnej była mniejsza, co świadczy o mniejszych destrukcyjnych zmianach w strukturze komórkowej materiału odwodnionego badaną metodą, a więc – o większej elastyczności takiego produktu. Inne badania wskazują na większy wpływ techniki suszenia niż warunków prowadzenia procesu na elastyczność produktu (Stępień, 2009). Bardzo niskie noty oceny sensorycznej wskazują na bark akceptacji elastyczności produktu suszonego metodą fontannowo-mikrofalową.



Rysunek 3. Wartości wskaźników relaksacji naprężeń i wyróżnika elastyczności  
Figure 3. Values of stress relaxation ratio and elasticity ratio

Barwa jest tym bodźcem, który jako jeden z pierwszych dociera do konsumenta. Ma więc duże znaczenie związane z odczuciem osoby spożywającej dany produkt. Ocena barwy wykonana za pomocą urządzeń laboratoryjnych jest precyzyjniejsza, ponieważ składa się z określenia wartości trzech parametrów. Ocena sensoryczna mówi jedynie o akcepto-

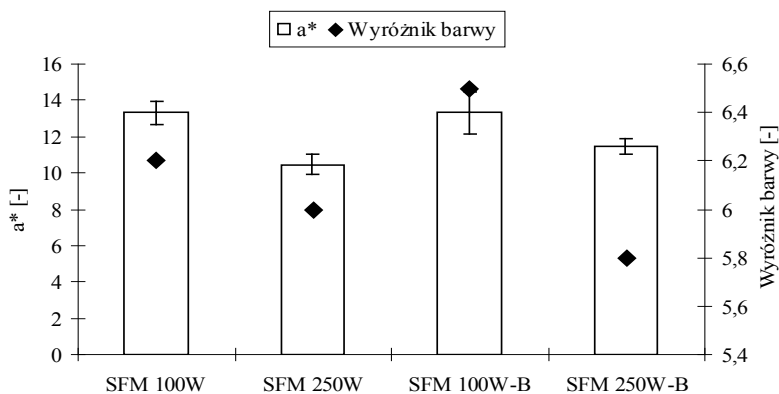
walności barwy przez panel oceniający. Nie mamy wówczas informacji o kierunkach zmian barwy na palecie barw.



Rysunek 4. Wartości parametru  $L^*$  i wyróżnika barwy

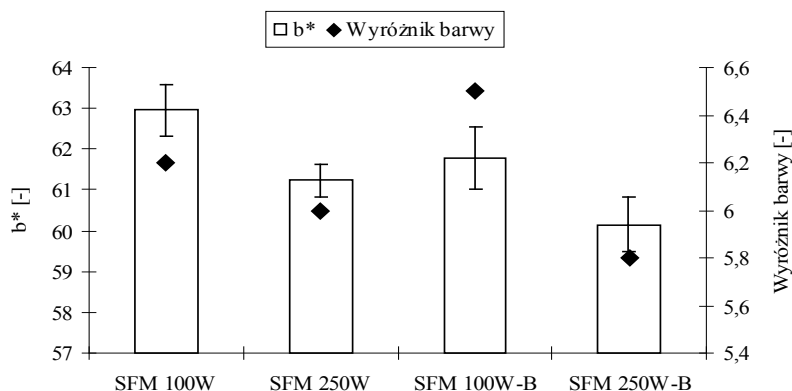
Figure 4. Values of  $L^*$  parameter and colour ratio

Badania wykazały, że wzrost mocy mikrofal w trakcie suszenia fontannowo-mikrofalowego powoduje wzrost wartości parametru  $L^*$  oraz spadek wartości parametrów  $a^*$  i  $b^*$  (rys. 4, 5, 6). Oznacza to, że susz staje się jaśniejszy, traci barwę czerwoną i żółtą. Taki kierunek zmian spotkał się z brakiem akceptacji przez panel oceniający jakość sensoryczną. Blanszowanie ma statystycznie istotny wpływ jedynie na wartość parametru  $b^*$  (tab. 1). Dynia poddana obróbce wstępnej przed suszeniem fontannowo-mikrofalowym zastała najwyżej oceniona przez panel sensoryczny w zakresie wyróżnika barwy dla mocy mikrofal wynoszącej 100 W, ale jednocześnie najniżej oceniono barwę suszu pozyskanego przy mocy 250 W.



Rysunek 5. Wartości parametru  $a^*$  i wyróżnika barwy

Figure 5. Values of  $a^*$  parameter and colour ratio



Rysunek 6. Wartości parametru  $b^*$  i wyróżnika barwy  
Figure 6. Values of  $b^*$  parameter and colour ratio

Istotny wpływ mocy mikrofal na barwę suszonych owoców i warzyw potwierdzają badania Łapczyńskiej-Kordon (2008).

## Wnioski

1. Odporność suszonej dyni na ściskanie może być odpowiednikiem wyróżników twardości i kruchości, określanych w ocenie sensorycznej.
2. Wytrzymałość suszonej dyni na przecinanie rośnie wraz ze wzrostem mocy mikrofal wykorzystanych podczas suszenia fontannowo-mikrofalowego.
3. Suszenie fontannowo-mikrofalowe dyni niekorzystnie wpływa na elastyczność produktu, co znajduje swoje odzwierciedlenie w ocenie sensorycznej.
4. Blanszowanie dyni przed suszeniem pozwala uzyskać susze o obniżonej odporności na przecinanie, wyższej elastyczności oraz mniejszym udziale barwy żółtej, niż produkt otrzymany z surowca niepoddanego obróbce wstępnej.
5. Stwierdzono wysoki stopień zależności pomiędzy wartościami parametrów barwy  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  a sensorycznie określonym wyróżnikiem barwy.

## Literatura

- ASAE Standard. (1986). 1, 361.
- Feng, H.; Tang, J.; Mattinson D. S.; Fellman J.K. (1999). Microwave and spouted bed drying of frozen blueberries: the effect of drying and pretreatment methods on physical properties and retention of flavor volatiles. *Journal of Food Processing Preservation*, 23, 463-479.
- Feng, Y. F.; Zhang, M.; Jiang, H.; Sun, J. C. (2012). Microwave-assisted spouted bed drying of lettuce cubes. *Drying Technology*, 30, 1482-1490.



- Figiel, A. (2010). Drying kinetics and quality of beetroots dehydrated by combination of convective and vacuum-microwave methods. *Journal of Food Engineering*, 98, Issue 4, 461-470.
- 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.
- Glaser, R. (1991). O możliwości suszenia krajanek warzywnych w warstwie pulsofluidalnej. *Materiały VII Sympozjum Suszarnictwa*, Łódź, 147-154.
- Góral, D.; Kluza, F. (2009). Cutting test application to general assessment of vegetable texture changes caused by freezing. *Journal of Food Engineering*, 95, 346-351.
- Hung-Nguyen, L.; Driscoll, R.H.; Szrednicki, G. (2001). Drying of high moisture content paddy in a pilot scale triangular spouted bed dryer. *Drying Technology*, 19, 375-387.
- Jaźwiec, B.; Stępień, B.; Kita, A.; Paślawska, M. (2011). Instrumentalna i sensoryczna analiza twardości i sprężystości suszonego owocu melona żółtego. *Inżynieria Rolnicza*, 9(134), 73-80.
- Jędryka, T. (2001). *Metody sensoryczne*. Kraków, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, ISBN 83-7252-099-2.
- Kahyaoglu, L.N.; Sahin, S.; Sumnu, G. (2010). Physical properties of parboiled wheat and bulgur produced using spouted bed and microwave assisted spouted bed drying. *Journal of Food Engineering*, 98, 159-169.
- Kahyaoglu, L. N.; Sahin, S.; Sumnu, G. (2012). Spouted bed and microwave-assisted spouted bed drying of parboiled wheat. *Food and Bioproducts Processing*, 90, 301-308.
- Lin, T. M.; Durance, T. D.; Scaman, C. H. (1998). Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices. *Food Research International*, 31(2), 111-117.
- Łapczyńska-Kordon, B. (2008). Wpływ metod i parametrów suszenia na zmiany barwy suszów owocowo-warzywnych. *Inżynieria Rolnicza*, 1(99), 251-257.
- Marzec, A.; Gondek, E. (2006). Zależności pomiędzy wybranymi wyróżnikami tekstury krakersów oznaczonymi instrumentalnie i sensorycznie. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2(47), 223-230.
- Marzec, A.; Zadrożna, M. (2008). Wpływ mocy mikrofal na jakość suszu jabłkowego. *Acta Agrophysica*, 12(2), 457-467.
- Pekosławska-Garstka, A.; Lenart A. (2010). Wybrane właściwości fizyczne miąższu dyni odwadniającej osmotycznie w roztworach cukrów. *Acta Agrophysica*, 16(2), 413-422.
- PN-ISO 4121. (1998). *Analiza sensoryczna - Metodologia - Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania*.
- PN-ISO 11036. (1999). *Analiza sensoryczna - Metodologia - Profilowanie tekstury*.
- Stępień, B. (2008). Impact of vacuum-microwave drying on selected mechanical and rheological features of carrot. *Biosystems Engineering*, 99, 234-238.
- Stępień, B. (2009). *Modyfikacja cech mechanicznych i reologicznych wybranych warzyw pod wpływem różnych metod suszenia*. Monografia LXXIX. Wrocław, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.
- Śląska-Grzywna, B. (2008). Wpływ parametrów obróbki cieplnej selera na siłę cięcia. *Inżynieria Rolnicza*, 6(104), 175-180.
- Wang, J.; Xi, Y. S.; Yu, Y. (2004). Microwave drying characteristics of potato and the effect of different microwave power on the dried quality of potato. *European Food research and Technology*, 219, 500-506.
- Yan, W. Q.; Zhang, M.; Huang, L. L.; Tang, J.; Mujumdar, A. S.; Sun, J. C. (2010a). Studies on different combined microwave drying of carrot pieces. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 2141-2148.
- Yan, W. Q.; Zhang, M.; Huang, L. L.; Tang, J.; Mujumdar, A. S.; Sun, J. C. (2010b). Study of the optimisation of puffing characteristics of potato cubes by spouted bed drying enhanced with microwave. *Journal of Food Science*, 90, 1300-1307.

## **IMPACT OF SPOUTED-MICROWAVE DRYING ON THE DRIED PUMPKIN QUALITY**

**Abstract.** The quality of pumpkin dried with a spouted method with microwave heating was analysed. During spouted drying, two levels of microwaves power were applied: 100W and 250W. The research was carried out for blanched material and not subjected to pretreatment. Compressive strength, cutting strength, stress relaxation index and dried material colour were determined with instrumental methods. The product was subjected to sensory evaluation including intensity of occurrence of hardness, brittleness, elasticity and colour ratio. It was determined that sensory evaluation of hardness and brittleness of dried material is strictly related to compressive strength of the investigated material. There is a relation between the colour determined with instrumental methods and sensory evaluated intensity of occurrence of colour ratio. Spouted-microwave drying negatively influences elasticity of dried pumpkin. Blanching influences hardness and brittleness of dried pumpkin and increases elasticity of dried pumpkin in comparison to the product of material which was not pre-treated.

**Key words:** drying, pumpkin, strength features, sensory evaluation

**Adres do korespondencji:**

Bogdan Stępień; e-mail: bogdan.stepien@up.wroc.pl  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Chełmońskiego 37/41  
51-630 Wrocław