

BEATA ŚLASKA-GRZYWNA, DARIUSZ ANDREJKO,  
IZABELA KUNA-BRONIOWSKA, AGNIESZKA SAGAN,  
AGATA BLICHARZ-KANIA

## KSZTAŁTOWANIE WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI TEKSTURALNYCH DYNI OPTYMALIZOWANĄ OBRÓBKĄ CIEPLNĄ

### Streszczenie

W pracy określono wpływ obróbki cieplnej prowadzonej w piecu konwekcyjno-parowym przy różnych parametrach ogrzewania na zmiany wybranych właściwości teksturalnych dyni odmiany 'Aura F1'. Próbkę miąższu ogrzewano w piecu w temperaturze 80 i 100 °C, przy różnym dodatku pary wodnej (od 0 do 100 %) przez 5, 10, 15, 20 i 25 min. Następnie poddawano je badaniom wytrzymałościowym, mierząc twardość, sprężystość i żujność.

Stwierdzono, że efektem ogrzewania w piecu konwekcyjno-parowym były zmiany właściwości teksturalnych miąższu dyni, tj. twardości, sprężystości i żujności. Zakres i charakterystyka tych zmian były uzależnione od przyjętych w programie badawczym parametrów procesu, tj. temperatury i czasu ogrzewania oraz ilości dodawanej pary wodnej. Już po 5-minutowej obróbce cieplnej obserwowano zmniejszenie wartości badanych właściwości miąższu dyni. Na podstawie drzew klasyfikacyjnych i regresyjnych stwierdzono, że największy wpływ na zmiany twardości, żujności i sprężystości miąższu dyni miała dodawana para wodna, w mniejszym stopniu czas i temperatura ogrzewania. Twardość miąższu dyni ulegała znaczącemu zmniejszeniu pod wpływem nawet najmniejszego (20-procentowego) dodatku pary wodnej. Dalszy wzrost ilości dodawanej pary wodnej nie powodował tak radykalnego zmniejszania twardości. Podobne zależności stwierdzono w przypadku żujności miąższu dyni – 20-procentowy dodatek pary wodnej wpływał na zmniejszenie żujności niezależnie od temperatury i czasu ogrzewania. Dalsze zwiększanie ilości pary wodnej nie powodowało statystycznie istotnych zmian wartości tego parametru. Przy pomiarze sprężystości nie stwierdzono tak jednoznacznego wpływu parametrów ogrzewania. Podobnie, jak w przypadku twardości i żujności, największy wpływ na zmiany sprężystości miała ilość dodawanej pary wodnej, jednak przebieg tych zmian był niejednoznaczny.

**Słowa kluczowe:** dynia, obróbka cieplna, piec konwekcyjno-parowy

---

*Dr hab. inż. B. Ślaska-Grzywna, prof. dr hab. inż. D. Andrejko, dr A. Sagan, mgr inż. A. Blicharz-Kania, Katedra Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz, Wydz. Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Doświadczalna 50 A, 20-236 Lublin, dr hab. I. Kuna-Broniowska, Katedra Zastosowań Matematyki i Statystyki, Wydz. Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin*

## Wprowadzenie

Dynia olbrzymia (*Cucurbita maxima* Duch.) jest gatunkiem charakteryzującym się dużą plennością w polskich warunkach klimatycznych. Owoce są dobrym, niskokalorycznym surowcem do przetwórstwa, bogatym przede wszystkim w karotenoidy. Poza tym zawierają znaczną ilość witamin: C, E, B<sub>6</sub>, a także pierwiastki: potas, fosfor, magnez, żelazo i selen [7, 20]. Owoce dyni można wykorzystać zarówno do produkcji przetworów słonych, jak i słodkich. Duża zawartość karotenoidów, mała zdolność do wiązania azotanów i metali ciężkich oraz brak konieczności stosowania w jej uprawie herbicydów sprawiają, że dynia jest cennym surowcem dla przemysłu spożywczego [5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18].

Przed spożyciem owoce dyni poddawane są różnym zabiegom, najczęściej cieplnym, w efekcie których ich właściwości (np. sensoryczne, teksturalne) ulegają zmianom. Do pomiaru mechanicznych właściwości tekstury żywności stosuje się test podwójnego ściskania (TPA), do którego opracowania przyczynili się Friedman i wsp. [2] oraz Szcześniak [16] i Bourne [1]. Prowadzone dotychczas badania wskazują na wysoką korelację pomiędzy wynikami badań sensorycznych i instrumentalnych, szczególnie tych o charakterze modelowym. Surmacka-Szcześniak [15] zwraca uwagę na szczególnie wysokie wartości korelacji pomiędzy parametrami sensorycznymi a parametrami uzyskanymi w teście TPA.

Celem pracy była ocena wpływu parametrów obróbki cieplnej miąższu dyni na wybrane właściwości teksturalne. Analizowano zmiany twardości, sprężystości i żuźności miąższu dyni spowodowane ogrzewaniem prowadzonym w zmiennym czasie, zmiennej temperaturze i przy zmiennej ilości dodawanej pary wodnej.

## Material i metody badań

Material do badań stanowił miąższ dyni odmiany Aura F1, pobrany z 10 owoców pochodzących z własnej hodowli. Eksperyment przeprowadzono bezpośrednio po zbiorze, w listopadzie 2011 roku. Do badań wybrano owoce dojrzałe, zdrowe, bez uszkodzeń mechanicznych. Owoce tej odmiany są kuliste, osiągają masę 3 - 4 kg. Mają pomarańczową skórkę oraz gruby, żółto-pomarańczowy miąższ. Jest to odmiana mająca istotne znaczenie w przemyśle spożywczym oraz w gospodarstwach domowych.

Dynię poddawano obróbce wstępnej: myto ją, obierano i pozbawiano pestek. Z tak przygotowanego surowca wykrawano plastry o grubości 1 cm, a następnie, za pomocą kalibrownika, ze środkowej części plastrów wycinano walce o wymiarach:  $\varnothing = 2$  cm i  $h = 1$  cm. Do badań wybierano po 10 reprezentatywnych próbek (walców) do każdej z sześciu serii pomiarowych oraz dla każdego czasu obróbki cieplnej dyni. Obróbkę prowadzono w piecu konwekcyjno-parowym (model XV 303G firmy Unox) w temp. 80 i 100 °C, w następujących wariantach:

- I seria: 0 % dodatku pary w stosunku do początkowej wilgotności powietrza w komorze pieca, czas obróbki: 5, 10, 15, 20, 25 min;
- II seria: 20 % dodatku pary, czas obróbki: 5, 10, 15, 20, 25 min;
- III seria: 40 % dodatku pary, czas obróbki: 5, 10, 15, 20, 25 min;
- IV seria: 60 % dodatku pary, czas obróbki: 5, 10, 15, 20, 25 min;
- V seria: 80 % dodatek pary, czas obróbki: 5, 10, 15, 20, 25 min;
- VI seria: 100 % dodatku pary, czas obróbki 5, 10, 15, 20, 25 min.

Bezpośrednio po ogrzewaniu ciepłe próbki poddawano badaniom wytrzymałościowym. Pomiar siły ściskania próbek dyni prowadzono w teksturometrze TA.XT plus, współpracującym z komputerem. Surowiec poddawano podwójnemu ściskaniu przy prędkości przesuwu głowicy  $50 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ . Proces ściskania prowadzono przy stałej deformacji próbek wynoszącej 50 % ich wysokości, natomiast czas pomiędzy seriami wynosił 5 s. Pomiar przeprowadzono w 10 powtórzeniach. Na podstawie uzyskanych pomiarów w postaci teksturogramów w układzie dwóch współrzędnych siła – czas wyznaczano następujące parametry tekstury: twardość, sprężystość, żujność.

Uzyskane wyniki pomiarów poddano analizie statystycznej (macierz korelacji, MANOVA, drzewa klasyfikacyjne) przy użyciu programów Texture Exponent 32 i Statistica 8.0.

Badania doświadczalne mięszu dyni przeprowadzono w układzie klasyfikacji trójczynnikowej krzyżowej z 1 obiektem kontrolnym. Czynniki doświadczalnymi w tym doświadczeniu były:

- A – temperatura obróbki [ $^{\circ}\text{C}$ ]: 80, 100;
- B – dodatek pary [%]: 0, 20, 40, 60, 80, 100;
- C – czas obróbki [min]: 5, 10, 15, 20, 25.

Obiekt kontrolny stanowiły próbki mięszu dyni bezpośrednio po wykrojeniu.

Dla każdej kombinacji czynników  $A \times B \times C$  mierzono wartości 3 cech: twardości, sprężystości i żujności. W pierwszej kolejności, obliczając współczynniki korelacji, sprawdzono, czy między badanymi cechami próbek dyni występuje zależność liniowa. Wielowymiarowym testem Wilksa w analizie MANOVA sprawdzono istotność zróżnicowania wartości przynajmniej jednej z badanych cech pod wpływem różnych poziomów czynników doświadczalnych i ich interakcji. Następnie testami jednowymiarowymi sprawdzano, które z tych cech podlegały istotnemu zróżnicowaniu wartości. Przeprowadzono również dwa rodzaje porównań:

1. Porównanie między średnimi wartościami twardości, elastyczności oraz żujności próbek kontrolnych a wartościami tych parametrów próbek poddanych obróbce termicznej bez dodatku pary;
2. Porównanie między średnimi wartościami twardości, elastyczności oraz żujności próbek kontrolnych a wartościami tych parametrów próbek poddanych obróbce termicznej z dodatkiem pary.

## Wyniki i dyskusja

Zależność między twardością a żujnością oraz między żujnością a elastycznością okazała się statystycznie istotna ( $p = 0,05$ ). Wartości współczynników korelacji liniowej wynosiły odpowiednio:  $r = 0,88$  i  $r = 0,15$ . Nie stwierdzono istotnej ( $p = 0,05$ ) korelacji między sprężystością miąższu dyni a jego twardością.

Tabela 1

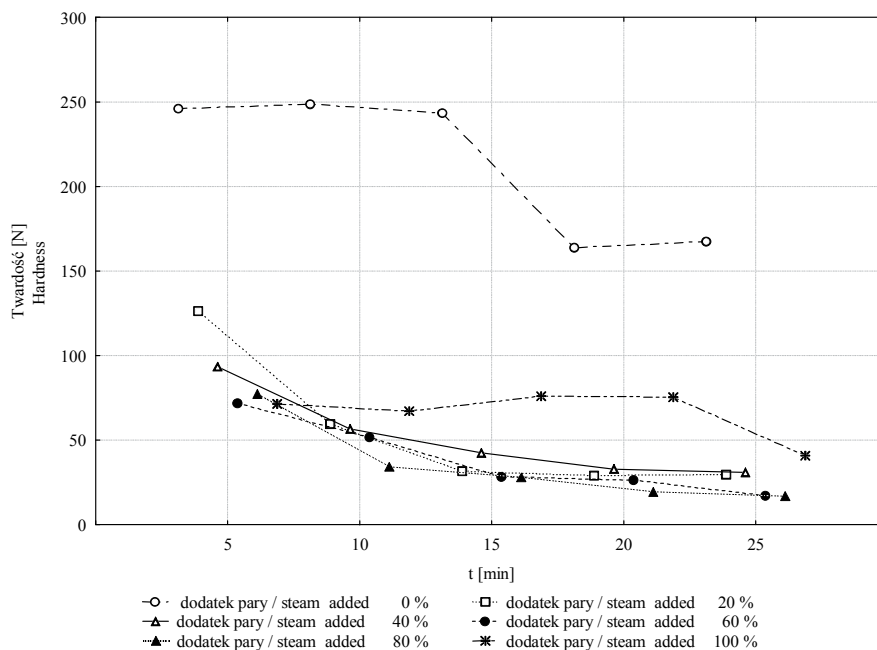
Testy jednowymiarowe F-Snedecora trójczynnikowej analizy wariancji.  
One-dimensional F-Snedecor tests of three-factorial analysis of variance.

Efekt / Effect	Zmienna / Variable		
	Twardość [N] Hardness	Sprężystość [F] Elasticity	Żujność [N] Chewiness
Wyraz wolny / Intercept	5581,98	19405,14	814,08
Temperatura / Temperature	40,21	14,09	20,60
Dodatek pary / Steam added	1327,86	4,17	552,14
Czas / Time	117,19	7,15	43,23
Temperatura × dodatek pary Temperature × steam added	66,09	18,31	6,28
Temperatura × czas Temperature × time	2,41	2,78	2,53
Dodatek pary × czas Steam added × time	8,12	8,25	25,69
Temperatur a × dodatek pary × czas Temperature × steam added × time	1,83	1,44	2,25

Ze względu na skorelowanie badanych parametrów miąższu dyni przeprowadzono testy Wilksa – wielowymiarowej analizy wariancji. Wszystkie badane czynniki (temperatura, dodatek pary i czas obróbki) oraz interakcja między tymi czynnikami istotnie ( $p = 0,05$ ) różnicowały przynajmniej jedną z badanych cech. W celu sprawdzenia, czy różnicowały się wartości poszczególnych cech, przeprowadzono również testy jednowymiarowe. Każda z trzech badanych cech miąższu dyni ulegała istotnemu zróżnicowaniu pod wpływem różnej temperatury obróbki, różnych ilości dodawanej pary oraz różnych czasów tej obróbki. Stwierdzono istotność ( $p = 0,05$ ) interakcji między czynnikami doświadczalnymi, dlatego aby uzyskać pożądane wartości twardości,

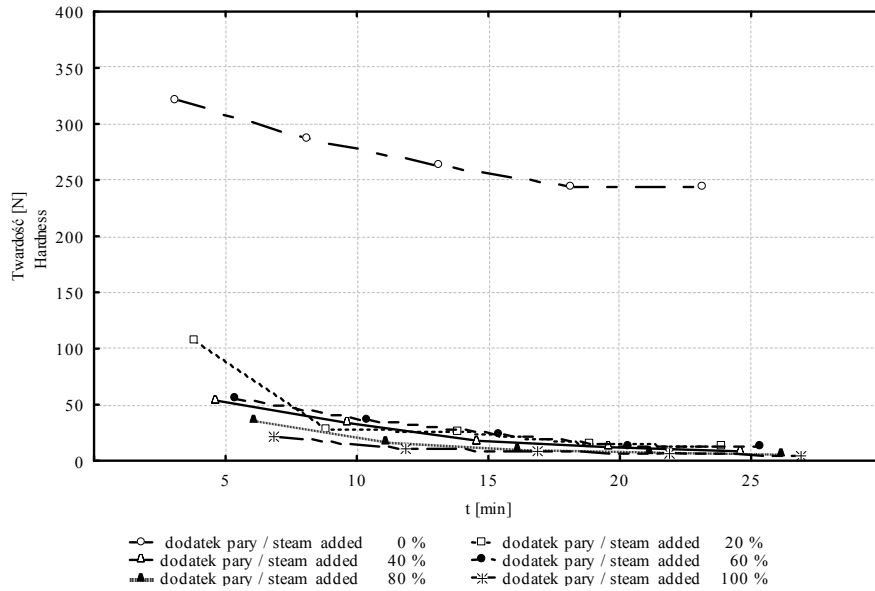
elastyczności czy też żujności miąższu dyni, należy dla każdego poziomu jednego czynnika oddzielnie dobierać poziom drugiego czynnika (tab. 1).

Na rysunkach 1 - 6 przedstawiono zmiany badanych wyróżników tekstury, tj. twardości, sprężystości i żujności próbek dyni w funkcji czasu ogrzewania w temp. 80 i 100 °C przy różnym dodatku pary wodnej. Jednoznacznie należy stwierdzić, że dodatek pary wodnej był przyczyną zmniejszenia twardości i żujności, nie stwierdzono wpływu dodatku pary wodnej na sprężystość dyni.



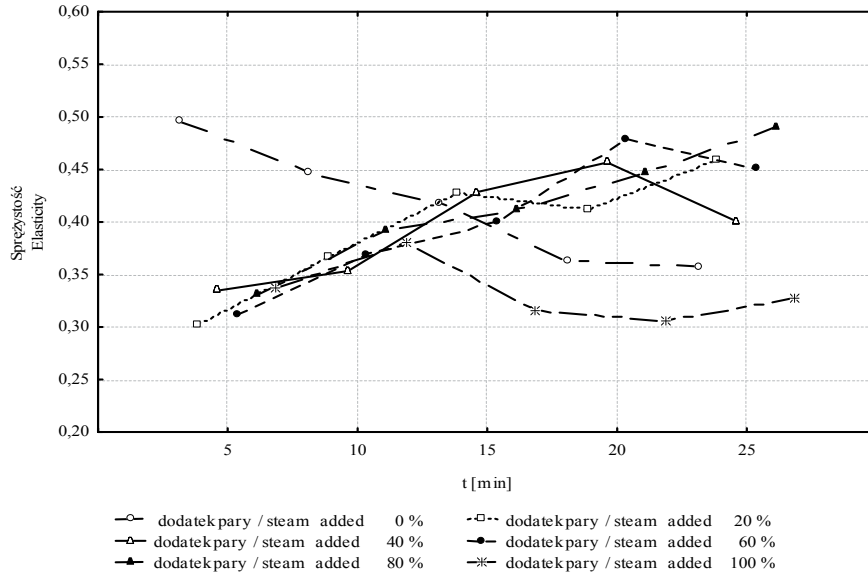
Rys. 1. Zmiany twardości dyni ogrzewanej w temperaturze 80 °C przy różnym dodatku pary wodnej w zależności od czasu ogrzewania.

Fig. 1. Changes in hardness of pumpkin heated at 80 °C with varying addition of steam depending on heating time.



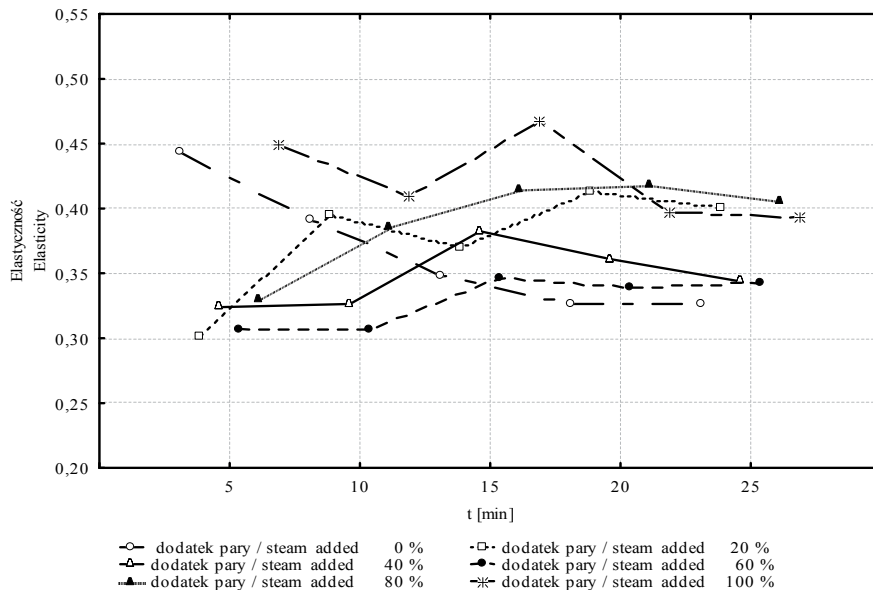
Rys. 2. Zmiany twardości dyni ogrzewanej w temperaturze 100 °C przy różnym dodatku pary wodnej w zależności od czasu ogrzewania.

Fig. 2. Changes in hardness of pumpkin heated at 100 °C with varying addition of steam depending on heating time.



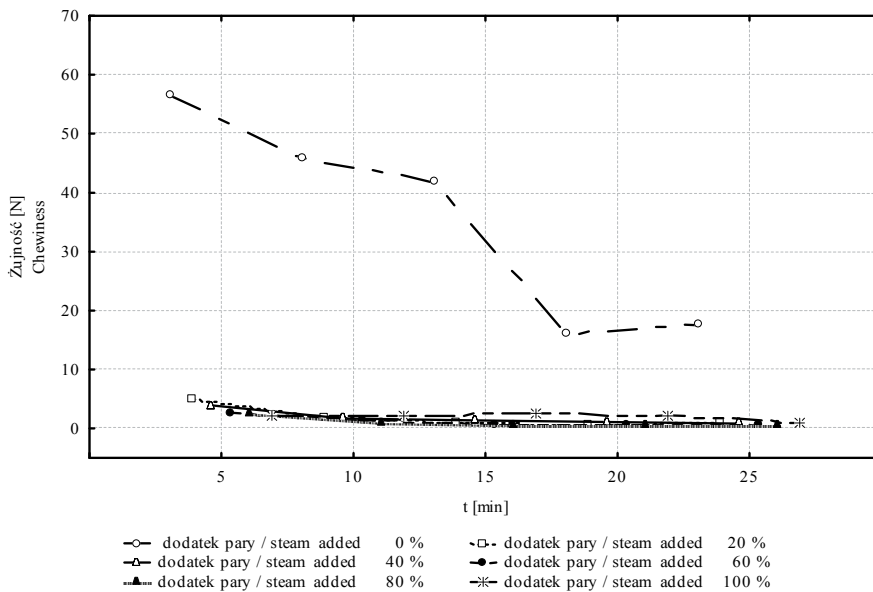
Rys. 3. Zmiany sprężystości dyni ogrzewanej w temperaturze 80 °C przy różnym dodatku pary wodnej w zależności od czasu ogrzewania.

Fig. 3. Changes in elasticity of pumpkin heated at 80 °C with varying addition of steam depending on heating time.



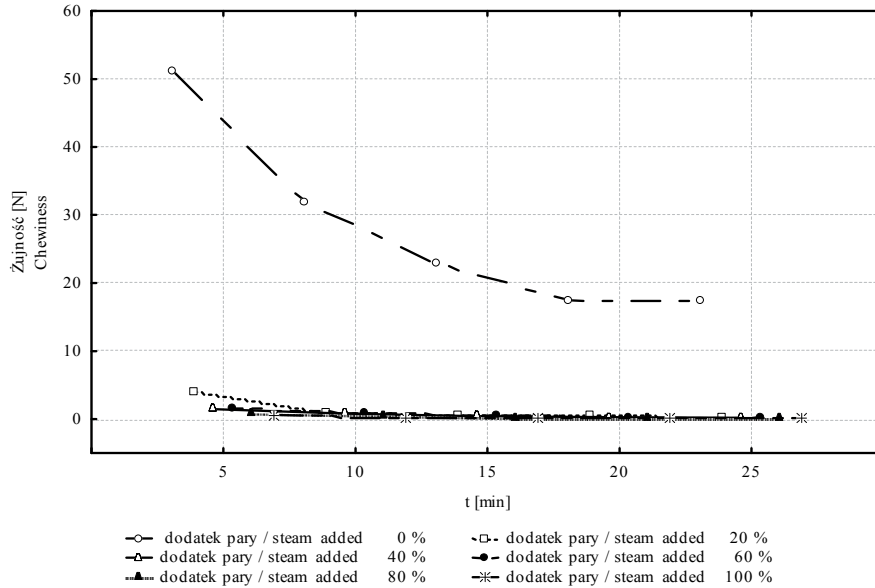
Rys. 4. Zmiany sprężystości dyni ogrzewanej w temperaturze 100 °C przy różnym dodatku pary wodnej w zależności od czasu ogrzewania.

Fig. 4. Changes in elasticity of pumpkin heated at 100 °C with varying addition of steam depending on heating time.



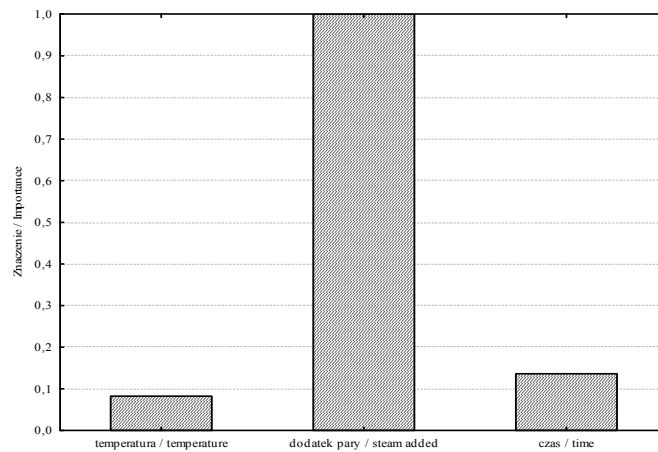
Rys. 5. Zmiany żujności dyni ogrzewanej w temperaturze 80 °C przy różnym dodatku pary wodnej w zależności od czasu ogrzewania.

Fig. 5. Changes in chewiness of pumpkin heated at 80 °C with varying addition of steam depending on heating time.



Rys. 6. Zmiany żuźności dyni ogrzewanej w temperaturze 100 °C przy różnym dodatku pary wodnej w zależności od czasu ogrzewania.

Fig. 6. Changes in chewiness of pumpkin heated at 100 °C with varying addition of steam depending on heating time.



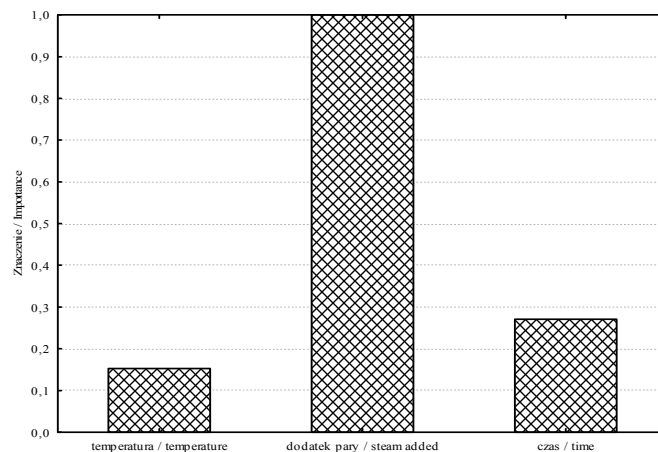
Rys. 7. Ranking ważności predyktorów w przypadku twardości miąższu dyni.

Fig. 7. Validity ranking of predictors for pumpkin pulp hardness.

Szukając odpowiedzi na pytanie, który z badanych czynników obróbki termicznej miał największy wpływ na właściwości teksturalne miąższu dyni, określono znaczenie tych czynników dla drzew klasyfikacyjnych i regresyjnych poszczególnych cech miąż-

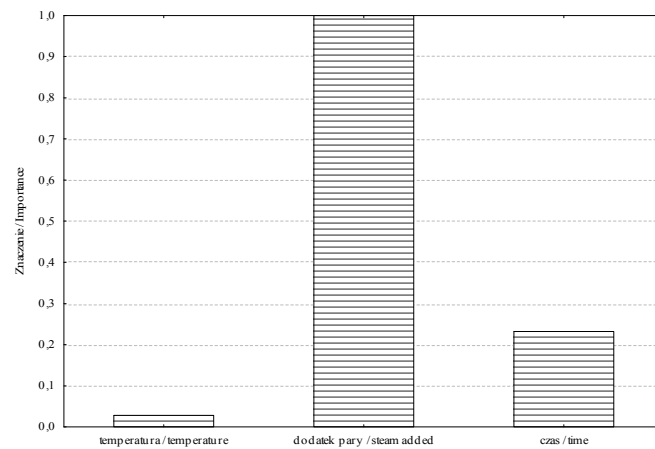


szu dyni (rys. 7 - 9). Na ich podstawie stwierdzono, że analizowane właściwości teksturalne miąższu dyni ulegały zmianie głównie ze względu na ilość dodawanej pary, dużo mniejszy wpływ na te właściwości miały: czas i temperatura ogrzewania.



Rys. 8. Ranking ważności predyktorów w przypadku sprężystości miąższu dyni.

Fig. 8. Validity ranking of predictors for pumpkin pulp elasticity.

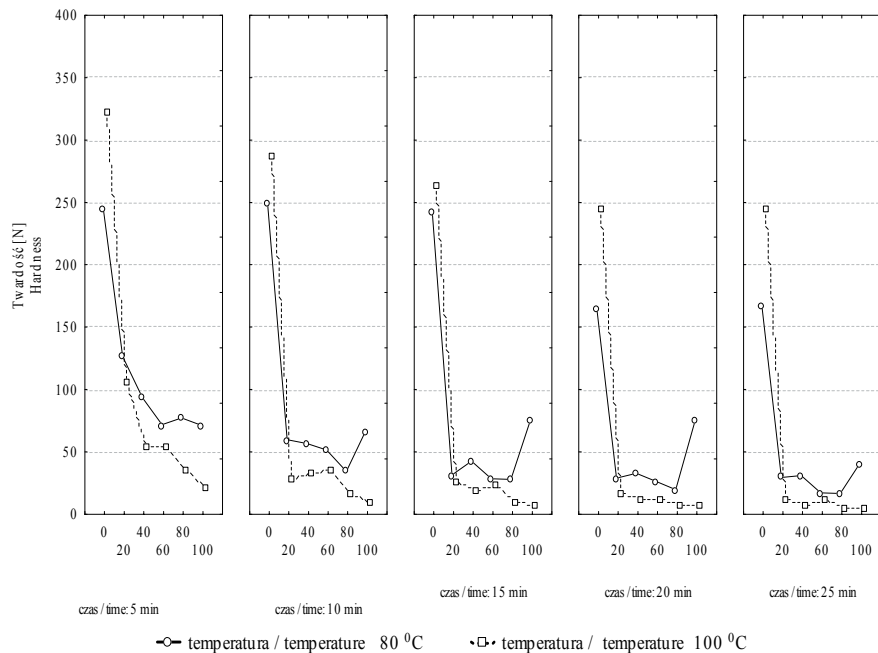


Rys. 9. Ranking ważności predyktorów w przypadku żujności miąższu dyni.

Fig. 9. Validity ranking of predictors for pumpkin pulp chewiness.

Przyjęta w programie badawczym ilość pary wodnej skutkowała obniżeniem twardości miąższu dyni (rys. 10). Dalszy wzrost ilości dodawanej pary wodnej nie powodował tak radykalnego obniżenia twardości. Ponadto, w trakcie ogrzewania w

temp. 80 °C i przy 100-procentowym dodatku pary zaobserwowano wzrost twardości miąższu dyni.

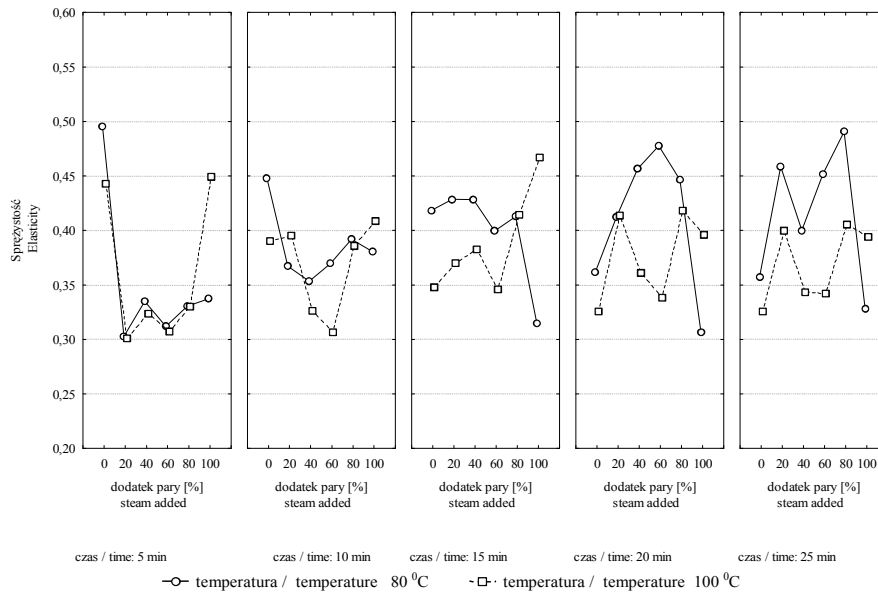


Rys. 10. Zmiany twardości miąższu dyni podanej obróbce termicznej w temp. 80 oraz 100 °C w zależności od dodatku pary i różnych czasów tej obróbki.

Fig. 10. Changes in hardness of thermally heated pumpkin pulp at temperatures of 80 and 100 °C depending on addition of steam and on different times of heat treatment.

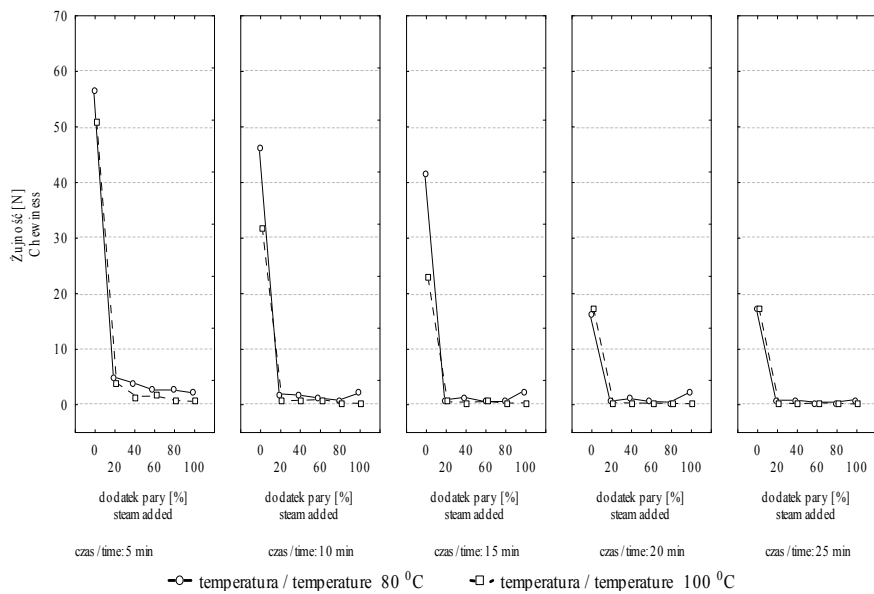
W przypadku pomiaru sprężystości nie zaobserwowano jednoznacznych zależności między parametrami procesu ogrzewania a mierzoną wielkością (rys. 11). Zmiany sprężystości miąższu dyni były różne w temp. 80 i 100 °C – tylko po 5-minutowym ogrzewaniu stwierdzono podobne przebiegi zmian sprężystości w obu temperaturach zastosowanych w badaniach.

Podobnie, jak przy pomiarze twardości, żujność miąższu dyni ulegała zmianie wskutek dodatku pary wodnej: 20-procentowy dodatek pary powodował zmniejszenie żujności niezależnie od temperatury i czasu ogrzewania. Dalsze zwiększanie ilości pary wodnej nie powodowało statystycznie istotnych ( $p = 0,05$ ) zmian żujności (rys. 12).



Rys. 11. Zmiany sprężystości miąższu dyni podanej obróbce termicznej w temp. 80 oraz 100 °C w zależności od dodatku pary i różnych czasów tej obróbki.

Fig. 11. Changes in elasticity of thermally treated pumpkin pulp at temperatures of 80 and 100 °C depending on addition of steam and on different times of heat treatment.



Rys. 12. Zmiany zujności miąższu dyni podanej obróbce termicznej w temp. 80 oraz 100 °C w zależności od dodatku pary i różnych czasów tej obróbki.

Fig. 12. Changes in chewiness of thermally treated and on different times of heat treatment.

Wyniki zaplanowanych porównań z obiektem kontrolnym:

$$\mu_k - \frac{1}{10} \left( \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^5 \mu_{ij0} \right), \quad (1)$$

gdzie:

$\mu_k$  – średnia wartość badanej cechy miąższu dyni bez obróbki termicznej,

$\mu_{ij0}$  – średnia wartość badanej cechy miąższu dyni z obróbką termiczną bez dodatku pary w i-tej temp. (80, 100 °C) przez j-ty czas (5, 10, 15, 20 i 25 min).

Utworzone 95-procentowe przedziały ufności badanych cech wskazały na brak istotnych różnic między średnią twardością miąższu dyni bez obróbki termicznej a tą cechą miąższu dyni poddanej obróbce termicznej bez dodatku pary. Natomiast sprężystość i żujność miąższu dyni uległa istotnemu zmniejszeniu po takiej obróbce: twardość (-6,34; 2,34 N), sprężystość (0,10; 0,19), żujność (29,03; 36,34 N).

$$\mu_k - \frac{1}{50} \left( \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^5 \mu_{ijk} \right), \quad (2)$$

gdzie:

$\mu_{ijk}$  – średnia wartość badanej cechy miąższu dyni z obróbką termiczną w i-tej temp. (80, 100 °C) przez j-ty czas (5, 10, 15, 20 i 25 min) z k-tym dodatkiem pary (20, 40, 60, 80, 100 %).

Utworzone 95-procentowe przedziały ufności badanych cech wskazały na istotne różnice między twardością, sprężystością oraz żujnością miąższu dyni bez obróbki termicznej a tymi cechami miąższu dyni poddanej obróbce termicznej z dodatkiem pary: twardość (200,77; 230,35 N), sprężystość (0,11; 0,19), żujność (59,91; 66,94 N).

Twardość miąższu dyni poddanej obróbce z dodatkiem pary była mniejsza niż bez obróbki średnio o co najmniej 200,77 N i o co najwyżej 230,35 N, sprężystość również była mniejsza o co najmniej 0,11 i o co najwyżej 0,19. Obróbka termiczna z dodatkiem pary zmniejszyła również żujność miąższu, średnio o co najmniej 59,91 N i o co najwyżej 66,94 N.

Zmiany właściwości teksturalnych spowodowane obróbką cieplną obserwowano również w trakcie wcześniejszych badań dotyczących m.in. cukinii [18]. Na ich podstawie stwierdzono, że wydłużenie czasu obróbki w piecu konwekcyjno-parowym i zwiększenie ilości dodawanej pary wodnej mają istotny wpływ na właściwości teksturalne cukinii, powodują zmniejszenie twardości, sprężystości i żujności. Charakterystyka tych zmian była zbliżona, jak w przypadku miąższu dyni. Vu i wsp. [20] badali wpływ temperatury i czasu ogrzewania na twardość marchwi. Według uzyskanych wyników zarówno wzrost temperatury ogrzewania, jak i wydłużenie jego czasu są przyczyną zmniejszenia twardości marchwi.

Wpływ obróbki cieplnej warzyw (m.in. ziemniaków, marchwi i słodkich ziemniaków) na ich właściwości teksturalne badali również Guzek i wsp. [3], Guzek i wsp. [4] oraz Sasaki i wsp. [14]. Stwierdzili, że zastosowanie różnych wartości temperatury w procesie blanszowania niskotemperaturowego pozwoliło na wskazanie istotnych różnic parametrów teksturalnych zależnych od zastosowanej temperatury.

### Wnioski

1. Ogrzewanie w piecu konwekcyjno-parowym powoduje zmiany analizowanych właściwości tekstury mięszu dyni, takich jak: twardość, sprężystość i żujność.
2. Zakres i charakter tych zmian jest uzależniony od zastosowanych parametrów obróbki cieplnej, tj. od temperatury i czasu ogrzewania oraz od ilości dodawanej pary wodnej. Już po 5-minutowej obróbce cieplnej obserwuje się zmniejszenie twardości, sprężystości i żujności mięszu dyni.
3. Na podstawie drzew klasyfikacyjnych i regresyjnych stwierdzono, że twardość, żujność i sprężystość mięszu dyni ulegają zmianie głównie pod wpływem dodatku pary wodnej, w mniejszym stopniu pod wpływem czasu i temperatury ogrzewania.
4. Dodatek pary wodnej jest przyczyną zmniejszenia twardości i żujności mięszu dyni, a w znacznie mniejszym stopniu sprężystości.

### Literatura

- [1] Bourne M.C.: Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Academic Press, New York 1982.
- [2] Friedman H.H., Whitney J.E., Szcześniak A.S.: The texturometer – a new instrument for objective measurement. J. Food Sci., 1963, **28**, 390-396.
- [3] Guzek D., Wojtasik-Kalinowska I., Wierzbicka A.: Analiza wpływu warunków niskotemperaturowego blanszowania na wyróżniki tekstury i barwy marchwi. Post. Techn. Przetw. Spoż., 2010, **20** (2), 56-59.
- [4] Guzek D., Głabska D., Wierzbicka A.: Analiza wpływu parametrów procesu niskotemperaturowego blanszowania na wyróżniki tekstury ziemniaków. J. Res. Agric. Eng., 2012, **57** (1), 59-62.
- [5] Korzeniewska A., Kosicka A., Niemirowicz-Szczytt K., Seroczyńska A.: Zróżnicowanie zawartości suchej masy w owocach wybranych form dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima* Duch.) Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 2007, **517**, 661-668.
- [6] Lindman, H.R.: Analysis of variance in complex experimental designs. Ed. W.H. Freeman, San Francisco 1974.
- [7] Nawirska-Olszańska A., Biesiada A., Kucharska A. Z., Sokół-Lętowska A.: Wpływ sposobu przygotowania i warunków przechowywania przetworów z owoców dyni olbrzymiej z dodatkiem owoców pigwowca i derenia na ich właściwości fizykochemiczne. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2012, **3** (82), 168-178.
- [8] Niewczas J., Kamionkowska M., Mitek M.: Zawartość azotanów (III) i (V) w owocach dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima*). Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **2** (47) Supl., 234-241.

- [9] Niewczas J., Mitek M.: Wpływ przechowywania nowych odmian dyni olbrzymiej – *Cucurbita maxima* na wybrane parametry składu chemicznego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **5** (54), 155-164.
- [10] Niewczas J., Mitek M.: Zawartość składników mineralnych w owocach pięciu odmian dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima*). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **5** (72), 77-84.
- [11] Niewczas J., Mitek M.: Zmiany zawartości sacharydów podczas przechowywania owoców dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima*). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **3** (40) Supl., 166-174.
- [12] Niewczas J., Szweda D., Mitek M.: Zawartość wybranych składników prozdrowotnych w owocach dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima*). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **2** (43) Supl., 147-155.
- [13] Ratnayake R.M.S., Hurst P.L., Melton L.D.: Texture and cell wall polysaccharides of buttercup squash “Delica” (*Cucurbita maxima*). *NZ. J. Crop Hort. Sci.*, 1999, **27**, 133-143.
- [14] Sasaki A., Kishigami Y., Fuchigami M.: Firming of cooked sweet potatoes as affected by alum treatment. *J. Food Sci.*, 1999, **64** (1), 111-115.
- [15] Surmacka-Szcześniak A.: Texture is a sensory property. *Food Qual. Pref.*, 1963, **13**, 215-225.
- [16] Szcześniak A.S.: Classification of texture characteristic. *J. Food Sci.*, 1963, **28**, 385-389.
- [17] Szydłowska A., Kołożyn-Krajewska D.: Zastosowanie bakterii potencjalnie probiotycznych do fermentacji przecieru z dyni. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **6** (73), 109-119.
- [18] Ślaska-Grzywna B., Starek A.: Wpływ obróbki cieplnej na jakość cukinii. *Inżynieria Rolnicza*, 2011, **6** (131), 223-229.
- [19] USDA National Nutrient Database for Standard Reference. Nutritional value of pumpkin and winter squash. 2004, Release 17.
- [20] Vu T.S., Smout C., Sila D.N., LyNguyen B., van Loey A.M.L., Hendricks M.E.G.: Effect of pre-heating on thermal degradation kinetics of carrot texture. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 2004, **5** (1), 37-44.

## SHAPING SOME SELECTED TEXTURAL PROPERTIES OF PUMPKIN (*CUCURBITA MAXIMA* DUCH.) BY OPTIMIZED HEAT TREATMENT

### S u m m a r y

In the paper, the effect was determined of thermal treatment, run in a convection-steam oven at different heating parameters, on changes in some textural properties of the Aura F1 variety of pumpkin. The samples of pumpkin pulp were heated in a convection-steam oven at temperatures of 80 and 100 °C, with different steam amounts added (0 to 100 %), during 5, 10, 15, 20, and 25 minute periods. Next, the samples underwent strength tests and hardness, elasticity, and chewiness were measured.

It was found that the heating in the convection-steam oven caused the textural properties of pumpkin pulp, i.e. hardness, elasticity, and chewiness to change. The extent and the profile of those changes depended on the process parameters applied under the research program, i.e. the temperature and heating time, and the amount of the steam added. Already 5 minutes after the thermal treatment began a decrease in the analysed parameter values of the pumpkin pulp was reported. On the basis of the classification and regression trees it was found that the steam added had the greatest effect on the changes in the pulp hardness, whereas the time and temperature of heating affected those changes to a lesser extent. The addition of even the smallest amount of steam (20 %) caused the hardness of the pumpkin pulp to essentially decrease. A further increase in the amount of the added steam did not cause such a radical reduction in the hardness. Similar correlations were found in the case of the chewiness of the pumpkin pulp; a 20% addi-

tion of the steam caused the chewiness to decrease irrespective of the temperature and time of heating. A further increase in the amount of steam added did not cause statistically significant changes in this parameter. While measuring the elasticity, no clear-cut effect of the heating parameters was reported. Similar to the hardness and chewiness, the amount of the steam added had the greatest impact on the changes in the elasticity; however, the course of those changes was inconsistent.

**Key words:** pumpkin, heat treatment, convection-steam oven 