

## WPŁYW OBRÓBKII TERMICZNEJ NA SIŁĘ CIĘCIA KALAFIORA

Beata Ślaska-Grzywna

*Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Akademia Rolnicza w Lublinie*

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki obróbki termicznej kalafiora odmiany Planita F1 w piecu konwekcyjno-parowym. Obróbkę technologiczną prowadzono przy zmiennych parametrach procesu: temperaturze, czasie i ilości dodanej pary. Parametry badań właściwych ustalono na podstawie przeprowadzonych badań wstępnych. Po właściwej obróbce termicznej dokonano pomiaru wartości siły cięcia próbek kalafiora i ustalono zależność wartości siły cięcia od czasu i temperatury prowadzenia procesu oraz od ilości dodanej pary. Stwierdzono istotny wpływ czasu obróbki i ilości dodanej pary na zmiany wartości siły cięcia próbek obróbkii termicznie warzyw. Ustalono najkorzystniejsze parametry prowadzenia obróbki termicznej w piecu konwekcyjno-parowym dla kalafiora.

**Słowa kluczowe:** kalafior, siła cięcia

### Wprowadzenie

Kalafior (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) jest odmianą kapusty warzywnej. Jest to roślina jednoroczna należąca do rodziny kapustowatych. Kalafior zaliczany jest do cenniejszych warzyw ze względu na swój skład chemiczny, a także walory smakowe i dietetyczne. Warzywo to zawiera między innymi: sód, potas, magnez, wapń, mangan, żelazo, miedź, cynk, fosfor, fluor, chlor, jod, karoteny, witaminy: C, K, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> oraz kwasy: nikotynowy, pantotenowy i jabłkowy. Poza tym w skład kalafiora wchodzi olejki eteryczne, nadające mu przykry zapach podczas gotowania, w trakcie którego wydziela się siarka. Częścią jadalną kalafiora jest tzw. róża, wielokrotnie rozgałęziona część szczytowa łodygi. Róże charakteryzują się białym lub kremowym zabarwieniem. Ostatnio coraz częściej spotykamy kalafiory o róży zielonej. Waga róży kalafiora waha się w granicach od 0,25 kg do 2,0 kg [Kmieciak, Lisiewska 1997; Legańska, Balcerzak 2000; Świetlikowska 1995].

Kalafior jest jednym z najsmaczniejszych i najbardziej popularnych warzyw spośród roślin kapustnych. Przed spożyciem wymaga jednak, jak większość warzyw, odpowiedniego przygotowania. Najczęściej jest poddawany obróbce termicznej.

Zastosowanie w polskiej gastronomii pieców konwekcyjno-parowych otworzyło nowe możliwości przyrządzania potraw, w tym również warzyw takich jak kalafior. W piecach konwekcyjno-parowych para wodna i powietrze, mogą działać osobno lub oba czynniki jednocześnie, przy dowolnie określonych parametrach temperatury i czasu, np. obróbka cieplna kombinowana z udziałem gorącego powietrza i pary wodnej. Cechą charakterystyczną tej obróbki jest mały ubytek masy produktu oraz zachowanie naturalnego aromatu i barwy. Stosowany zakres temperatury: 100-300°C. Zaletą pieca konwekcyjno-parowego

jest zwiększenie wydajności procesu obróbki cieplnej, a także skrócenie, w porównaniu do metod tradycyjnych, czasu obróbki cieplnej. Ponadto straty witamin są mniejsze, potrawy są odżywcze i smaczne [Czarnecka-Skubina, Gołaszewska 2001; Diakun i in. 2001; Grześńska 2004; Neryng, Zawadzka-Dębska 1995; Santos i in. 2001, 2003; Zalewski 1998].

## Cel pracy

Celem pracy było zbadanie zależności siły cięcia różyczek kalafiora po obróbce termicznej w piecu konwekcyjno-parowym od czasu i ilości zadanej pary, przy stałej temperaturze. Przeprowadzono badania wstępne, w wyniku których ustalono parametry badań właściwych.

## Materiał i metody

Materiał doświadczalny stanowiły róże kalafiora odmiany Planita 1. Próbkę do badań miały kształt zbliżony do kształtu różyczek kalafiora i masę  $m = 10 \text{ g} \pm 0,5$ .

Po przygotowaniu próbki kalafiora poddawano obróbce termicznej w piecu konwekcyjno-parowym model XV 303G firmy Unox. Obróbkę termiczną różyczek kalafiora prowadzono w temperaturze 80°C i 100°C w sześciu seriach pomiarowych dla każdej temperatury.

I seria: 0% dodatku pary w stosunku do początkowej wilgotności powietrza w komorze pieca, czas obróbki: 10, 15, 20 minut;

II seria: 20% dodatku pary, czas obróbki: 10, 15, 20 minut;

III seria: 40% dodatku pary, czas obróbki: 10, 15, 20 minut;

IV seria: 60% dodatku pary, czas obróbki: 10, 15, 20 minut;

V seria: 80% dodatek pary, czas obróbki: 10, 15, 20 minut;

VI seria: 100% dodatku pary, czas obróbki 10, 15, 20 minut.

Pomiar siły cięcia próbek kalafiora prowadzono na urządzeniu Instron 4302, poddając je jednoosiowemu przecinaniu przy prędkości przesuwu głowicy z nożem 50 mm·min<sup>-1</sup>. Do przecinania próbek użyto nóż dwustronnie ścięty o grubości ostrza 2 mm i kącie ostrza 15°.

Do badań wybierano po 30 reprezentatywnych próbek z każdej z sześciu serii pomiarowych dla każdego czasu obróbki termicznej kalafiora.

Po przeprowadzeniu badań uzyskane wyniki pomiaru siły cięcia próbek poddano analizie statystycznej w oparciu o program Statistica 6.0.

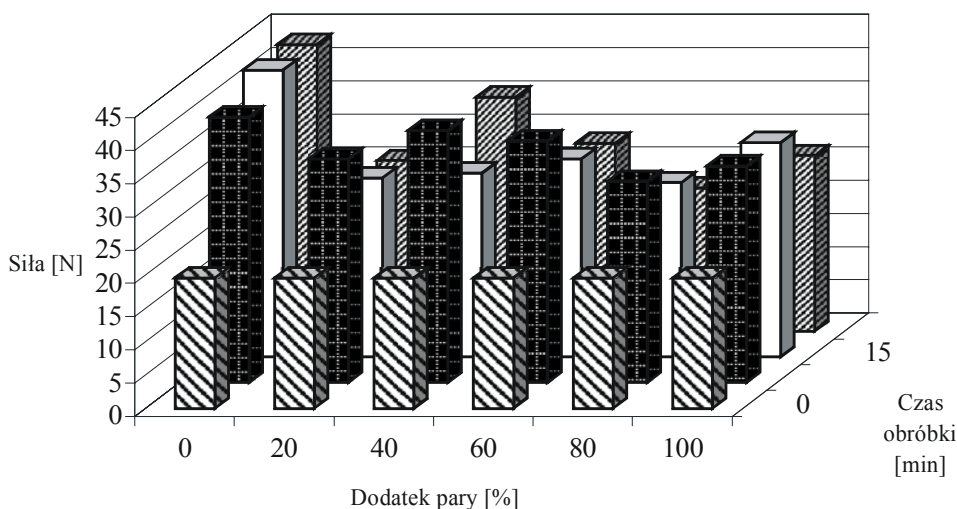
## Wyniki badań i ich analiza

### **Analiza wyników siły cięcia kalafiora po obróbce termicznej w temperaturze 80°C**

Analizując siłę cięcia kalafiora w temperaturze 80°C (rys. 1) zaobserwowano, że siła cięcia kalafiora przyjmuje wartość maksymalną po 15 minutowej obróbce bez dodatku pary, która wynosi 43,24 N. Przy dodatku 20%, 60%, 80% i 100% pary wartości siły cięcia zmalały dla wszystkich trzech czasów obróbki termicznej w stosunku. Przy 40% dodatku

### Wpływ obróbki termicznej...

Wartość siły spadła do 27,7 N po 15 minutach obróbki termicznej by po kolejnych 5 minutach ponownie wzrosnąć do 35,26 N. Wartość najniższą siły cięcia (wynoszącą 21,60 N) zanotowano dla kalafiora poddanego obróbce termicznej przez 20 minut przy 80% dodatku pary. Wszystkie wartości siły cięcia po obróbce termicznej w temperaturze 80°C dla wszystkich czasów i dodatku pary są wyższe od wartości siły cięcia uzyskanych dla próbek nie obrabianych termicznie. Sugeruje to utratę wody przez próbki, a tym samym ich twardnienie.



Rys. 1. Zależność siły cięcia kalafiora od czasu obróbki i ilości dodanej pary w temperaturze 80°C  
 Fig. 1. Dependence of cauliflower cutting force from the treatment time and volume of added steam at 80°C

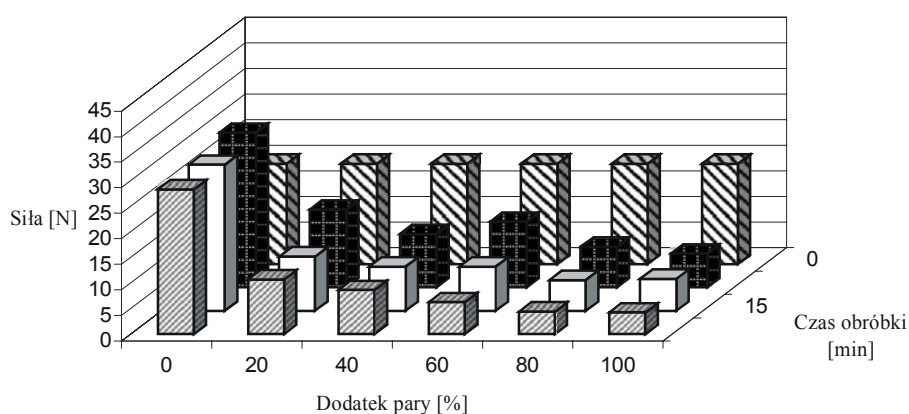
Analiza statystyczna przedstawiona w tabeli 1 wykazała istotne statystycznie różnice pomiędzy poszczególnymi próbkami kalafiora po obróbce termicznej w temperaturze 80°C.

Tabela 1. Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami siły cięcia kalafiora w zależności od czasu i ilości dodanej pary w temperaturze 80°C zweryfikowane testem Tukey'a  
 Table 1. Significance of differences between average values of cauliflower cutting force as a function of time and volume of added steam at 80°C verified by the Tukey test

Czas obróbki [min]	Dodatek pary [%]					
	0	20	40	60	80	100
	Wartości średnie siły cięcia [N]					
0	19,66 <sup>a</sup>	19,66 <sup>b</sup>	19,66 <sup>c</sup>	19,66 <sup>d</sup>	19,66 <sup>e</sup>	19,66 <sup>f</sup>
10	40,02 <sup>a</sup>	33,73 <sup>ab</sup>	37,99 <sup>abc</sup>	36,45 <sup>abcd</sup>	30,35 <sup>abcde</sup>	32,64 <sup>abcdef</sup>
15	43,24 <sup>a</sup>	26,99 <sup>b</sup>	27,70 <sup>bc</sup>	29,86 <sup>bcd</sup>	26,25 <sup>bcde</sup>	32,29 <sup>abcdef</sup>
20	43,17 <sup>a</sup>	25,69 <sup>b</sup>	35,26 <sup>abc</sup>	28,31 <sup>bcd</sup>	21,60 <sup>bde</sup>	26,45 <sup>bcdef</sup>

### Analiza wyników siły cięcia kalafiora po obróbce termicznej w temperaturze 100°C

Analiza wykresu wykazała spadek wartości siły cięcia kalafiora w temperaturze 100°C pod wpływem obróbki termicznej w stosunku do próbek nie obrabianych termicznie (rys. 2). Tylko kalafior obrabiany termicznie bez dodatku pary osiągnął wyższe wartości siły cięcia w stosunku do próbek nie poddawanych działaniu temperatury. Siła cięcia kalafiora najwyższą wartość (30,28 N) osiągnęła po czasie 10 minut bez dodatku pary, Najniższą wartość wynoszącą 4,27 N zaobserwowano dla czasu 20 minut przy 100% dodatku pary.



Rys. 2. Zależność siły cięcia kalafiora od czasu obróbki i ilości dodanej pary w temperaturze 100°C  
 Fig. 2. Dependence of cauliflower cutting force from the treatment time and volume of added steam at 100°C

Analiza statystyczna przedstawiona w tabeli 2 wykazała istotne statystycznie różnice pomiędzy poszczególnymi próbkami kalafiora po obróbce termicznej w temperaturze 100°C.

Tabela 2. Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami siły cięcia kalafiora w zależności od czasu i ilości dodanej pary w temperaturze 100°C zweryfikowane testem Tukey'a  
 Table 2. Significance of differences between average values of cauliflower cutting force as a function of time and volume of added steam at 100°C verified by the Tukey test

Czas obróbki [min.]	Dodatek pary [%]					
	0	20	40	60	80	100
	Wartości średnie siły cięcia [N]					
0	19,66 <sup>a</sup>	19,66 <sup>b</sup>	19,66 <sup>c</sup>	19,66 <sup>d</sup>	19,66 <sup>e</sup>	19,66 <sup>f</sup>
10	30,28 <sup>a</sup>	15,25 <sup>b</sup>	10,47 <sup>c</sup>	12,9 <sup>bcd</sup>	7,97 <sup>ce</sup>	6,61 <sup>cef</sup>
15	28,59 <sup>a</sup>	10,61 <sup>b</sup>	8,65 <sup>bc</sup>	8,63 <sup>bcd</sup>	6,04 <sup>bcdde</sup>	6,27 <sup>bcddef</sup>
20	28,34 <sup>a</sup>	10,72 <sup>b</sup>	8,62 <sup>bc</sup>	6,25 <sup>bcd</sup>	4,41 <sup>cde</sup>	4,27 <sup>cdef</sup>

## Wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że:

1. Wartości siły cięcia kalafiora maleją, gdy zwiększa się czas i ilość dodawanej pary podczas procesu obróbki termicznej, przy czym największe wartości siły cięcia odnotowano dla prób bez dodatku pary.
2. Analiza statystyczna otrzymanych wyników badań wykazała istotne statystycznie różnice w wartościach siły cięcia w zależności od ilości dodawanej pary i czasu obróbki termicznej. Im dłuższy czas obróbki termicznej i większa ilość dodanej pary tym szybciej maleją wartości siły cięcia.
3. Temperatura 100°C, czas 20 minut i ilość dodanej pary 80 lub 100%, to najkorzystniejsze parametry prowadzenia procesu obróbki termicznej kalafiora w piecu konwekcyjno-parowym. Siła cięcia przyjmuje dla tych parametrów najniższe wartości.

## Bibliografia

- Czarniecka-Skubina E., Gołaszewska B.** 2001. Wpływ procesu kulinarnego na jakość wybranych warzyw. *Żywn. Nauka Technol. Jakość*, 2 (27). s. 103-116.
- Diakun J., Kopeć A., Zawisza K.** 2001. Procesy obróbki termicznej żywności z wykorzystaniem pieca konwekcyjno-parowego. *Inżynieria Rolnicza* 10 (30). s. 79-87.
- Grześnińska W.** 2004. Z niejednego już pieca.... *Przegląd Gastronomiczny* 7-8. s. 16-17.
- Kmiecik W., Lisiewska Z.** 1997. Wpływ sposobu gotowania kalafiora na zawartość witaminy C oraz azotanów i azotynów. *Zesz. Nauk. AR, Kraków*, 9 (324). s. 67-76.
- Legañska Z., Balcerczak J.** 2000. *Warzywnictwo*. Hortpress Spółka z o.o., Warszawa, ISBN 83-863-8488-3.
- Neryng A., Zawadzka-Dębska B.** 1995. Nowoczesne urządzenia gastronomiczne do obróbki cieplnej produktów. *Przemysł Spożywczy*, 5. s. 151.
- Santos M., Silva M., Abreu C., Carvalho V.** 2001. Effect of different cooking times on food fiber contents in leaves of broccoli, cauliflower and cabbage (*Brassica oleracea* L.). *Alimentos e Nutricao*, 12. s. 83-94.
- Santos M., Abreu C., Carvalho V.** 2003. Effect of different boiling times on contents of minerals in leaves of broccoli, cauliflower and cabbage (*Brassica oleracea* L.). *Ciencia e Agrotecnologia*, 27 (3). s. 597-604.
- Świetlikowska U.** 1995. *Surowce spożywcze*. Wyd. SGGW, Warszawa, ISBN 83-00-02878-1.
- Zalewski S.** 1998. *Podstawy technologii gastronomicznej*. Wyd. WNT, Warszawa, ISBN 83-204-2187-X.

## THE INFLUENCE OF THERMAL TREATMENT ON CAULIFLOWER CUTTING FORCE

**Summary.** The paper presents results of thermal treatment of cauliflower variety Planita F1 in convection-steam oven. The technological processing was conducted with variable process parameters: temperature, time and volume of added steam. Parameters of specific tests were determined based on performed initial tests. After adequate thermal treatment values of cauliflower sample cutting force were measured and dependence of cutting force value from the time and temperature of conducting the process and volume of added steam was determined. The tests showed significant effect of treatment time and volume of added steam on changes of cutting force values for thermally processed vegetable samples. The most favorable parameters of conducting the thermal treatment in the convection-steam oven for cauliflower were determined.

**Key words:** cauliflower, cutting force

**Adres do korespondencji:**

Beata Ślaska-Grzywna: e-mail: [beata.grzywna@ar.lublin.pl](mailto:beata.grzywna@ar.lublin.pl)

Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych

Akademia Rolnicza w Lublinie

ul. Doświadczalna 44

20-236 Lublin