

*Beata Ślaska-Grzywna  
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych  
Akademia Rolnicza w Lublinie*

## **WPLYW OBRÓBKI TERMICZNEJ NA SIŁĘ CIĘCIA GŁÓWEK BRUKSELKI**

### **Streszczenie**

W niniejszej pracy obróbce termicznej w piecu konwekcyjno-parowym poddawano główki kapusty brukselskiej. Obróbkę technologiczną prowadzono przy zmiennych parametrach procesu: temperaturze, czasie i ilości dodanej pary. Parametry ustalono na podstawie przeprowadzonych badań wstępnych. Po właściwej obróbce termicznej określano wartości siły cięcia próbek warzyw i ustalono ich zależności od czasu prowadzenia procesu oraz ilości dodanej pary, przy stałej temperaturze. Stwierdzono istotny wpływ czasu obróbki i ilości dodanej pary na zmiany wartości siły cięcia próbek obrabionych termicznie warzyw. Ustalono najkorzystniejsze parametry prowadzenia obróbki w piecu konwekcyjno-parowym dla główek brukselki.

**Słowa kluczowe:** obróbka termiczna, piec konwekcyjno-parowy, kapusta brukselska, siła cięcia

### **Wprowadzenie**

Warzywa stanowią bardzo ważny składnik racjonalnego odżywiania. Spożywanie odpowiedniej ilości warzyw chroni organizm ludzki przed rozwojem różnych chorób. Większość warzyw przed spożyciem wymaga odpowiedniego przygotowania, część z nich musi być poddana obróbce termicznej [Czarniecka-Skubina i in. 2001, 2002]. Od chwili wejścia do polskiej gastronomii pieców konwekcyjno-parowych otworzyły się nowe możliwości przyrządzania potraw, w tym również warzyw. Krótszy czas obróbki i znacznie mniejsze straty wagowe surowców w porównaniu z tradycyjnym gotowaniem to główne zalety pieca konwekcyjno-parowego [Diakun i in. 2001].

Kapusta brukselska uprawiana jest od stuleci w Belgii. Obecnie rozpowszechniona jest w krajach zachodniej Europy oraz w USA. W Polsce w niektórych rejonach

jest powszechnie uprawiana i spożywana, ale na ogół znajduje się raczej na dalszym miejscu wśród znanych u nas roślin warzywnych. Kapusta brukselska zasługuje na rozpowszechnienie ze względu na dużą wartość odżywczą i biologiczną. Główki zawierają około 15% suchej masy, w tym znaczne ilości białka i cukrów, witaminy C, karotenu, witaminy B<sub>1</sub> i B<sub>2</sub> oraz żelazo, fosfor i wapń. Jest dostępna w stanie świeżym od października do stycznia, a przy odpowiednim przechowywaniu nawet do marca. Po zamrożeniu nie traci wartości odżywczych [Gajewski 1999; Smoleński, Stępka 2001].

### **Cel pracy**

Celem pracy była ocena sensoryczna oraz zbadanie zależności siły cięcia główek kapusty brukselskiej 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 główki brukselki odmiany Fest und Viel o masie 15 – 20 gramów. Do badań wybierano główki zdrowe, o kształcie zbliżonym do kulistego i średnicy około 2 cm. Poddano je obróbce wstępnej polegającej na umyciu i osuszeniu główek. Obróbkę termiczną prowadzono w piecu konwekcyjno-parowym model XV 303,6 firmy Unox.

Parametry obróbki termicznej:

- temperatura 100°C,
- para: 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% dodatku pary w stosunku do początkowej wilgotności powietrza w komorze pieca,
- czas obróbki termicznej: 15, 20 i 25 minut.

Ocenę sensoryczną główek brukselki po obróbce termicznej prowadzono według skali pięciopunktowej oraz określano pożądalność próbek według skali hedonicznej. Wyróżnikami skali pięciopunktowej były: konsystencja, zapach, smak, soczystość i barwa [Baryłko-Pikielna 1998].

Pomiar siły cięcia główek brukselki prowadzono na urządzeniu Instron 4302 przy prędkości przesuwu głowicy z nożem 50 mm x min<sup>-1</sup>. Do przecinania główek brukselki użyto nóż dwustronnie zaostrzony o grubości ostrza 2 mm i kącie ostrza 15°.

Po przeprowadzeniu badań uzyskane wyniki pomiaru siły cięcia główek brukselki poddano analizie statystycznej.

## Wyniki badań i ich analiza

### *Ocena sensoryczna główek brukselki według skali pięciopunktowej*

W tabeli 1 przedstawiono wyniki badań oceny sensorycznej według skali pięciopunktowej. Z przedstawionych danych wynika, że najlepszą konsystencję otrzymano przy dodatku pary od 0 do 40% w czasie 20 i 25 minut (od 3,4 do 3,6 punktów). Natomiast przy dodatku pary od 60 do 100% najbardziej pożądaną konsystencję otrzymano w czasie 15 minut (od 4 do 4,8 punktów). Najkorzystniejszą konsystencję brukselki uzyskano zarówno przy dodatku pary 80% w czasie 15 minut (4,8 pkt.) jak i 60% dla wszystkich czasów obróbki termicznej: 15, 20, 25 minut (od 4 do 4,6 pkt.). Najmniej pożądaną konsystencję otrzymano podczas obróbki bez dodatku pary dla czasu 15 minut (1,2 pkt.).

*Tabela 1. Wyniki badań oceny sensorycznej według skali pięciopunktowej*

*Table 1. Results of sensory assessment in a five-point scale*

Dodatek pary [%]	Czas obróbki [min.]	Konsystencja	Zapach	Smak	Soczystość	Barwa
		Średnia liczba punktów	Średnia liczba punktów	Średnia liczba punktów	Średnia liczba punktów	Średnia liczba punktów
0	15	1,2	3,5	1,8	2,4	3,4
	20	2	2,8	1,8	2,2	3,6
	25	1,8	3,2	2	2,2	3
20	15	2,6	3,2	3,2	2,4	3,2
	20	2,8	3,2	3,2	2,4	2,6
	25	3,4	3,2	3,4	2,4	2,4
40	15	2,8	3,8	3,2	2,8	3,6
	20	3,2	3,4	3,4	3	4
	25	3,6	3,6	3,6	3,2	4
60	15	4,6	3,6	4,6	3,2	4,2
	20	4,4	3,6	4,2	3,8	3,6
	25	4	3,6	4	3,6	3,8
80	15	4,8	3,6	3,6	3,2	3,6
	20	3,6	3,8	3,6	2,8	3
	25	3,8	3,6	3,4	2,8	3,4
100	15	4	3,8	3,8	3,2	3,8
	20	3,4	3,8	3,4	3,4	3,2
	25	3,4	3,8	3,2	3,4	3,2

Najkorzystniejszy zapach brukselki osiągnięto zarówno przy dodatku pary od 60 do 100% dla wszystkich czasów jak i przy 40 % pary przy 15 i 25 minutach (od 3,8 do 3,6 pkt.). Przeciętną liczbę punktów uzyskał zapach wytworzony w warunkach dodatku 20% pary dla wszystkich czasów (3,2 pkt.) obróbki termicznej. Najmniej pożądanym zapachem otrzymano bez dodatku pary dla 20 minutowego czasu obróbki termicznej.

Najbardziej pożądanym smakiem uzyskano dla 60% dodatku pary dla wszystkich czasów obróbki termicznej (od 4 do 4,6 pkt.). Zadowolający smak został osiągnięty w warunkach z dodatkiem 20%, 40%, 80% i 100% pary w badanych czasach (od 3,2 do 3,8 pkt.). Najmniej korzystny smak brukselki stwierdzono w czasie 15, 20, 25 minut bez dodatku pary (od 1,8 do 2 punktów).

Najwyższą ocenę soczystości osiągnęła brukselka poddana obróbce cieplnej z 60% dodatkiem pary w czasie 20 i 25 minut (od 3,8 do 3,6 pkt.). Zadowolającą liczbę punktów uzyskano dla kapusty brukselskiej zarówno dla dodatku 40% pary w czasie 20 i 25 minut, dla 60% i 80% w czasie 15 minut oraz dla trzech czasów z 100% dodatkiem pary (od 3 do 3,4 pkt.). Najniższy stopień soczystości otrzymano dla wszystkich czasów obróbki termicznej bez dodatku pary i przy 20% dodatku; kształtował się on na poziomie od 2,4 do 2,2 pkt.

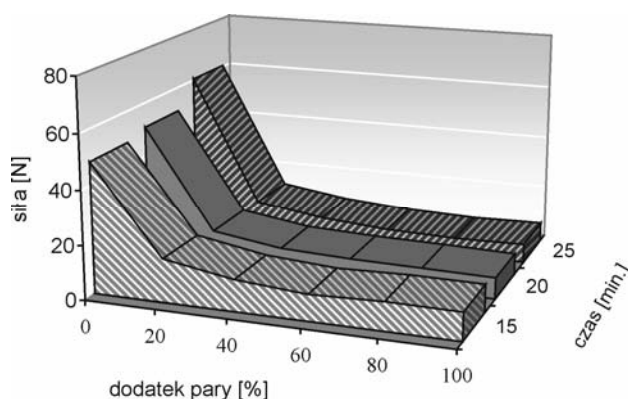
Wysoką ocenę barwy otrzymała brukselka poddana obróbce z dodatkiem 40% pary w czasie 20 i 25 minut oraz 60% w czasie 15 minut (od 4 do 4,2 pkt.). Zadowolająca barwa została osiągnięta w warunkach zarówno z dodatkiem 60% pary w czasie 20 i 25 minut jak i w czasie 15 minut dla pary 40, 80 i 100% (od 3,6 do 3,8 pkt.). Warto zauważyć, że również korzystną barwę uzyskano bez dodatku pary przy 15 i 20 minutach obróbki termicznej. Najmniej pożądaną barwę otrzymano dla 20% dodanej pary dla czasu 20 i 25 minut (od 2,6 do 2,4 pkt.).

#### *Ocena sensoryczna główek brukselki według skali hedonicznej*

W wyniku oceny sensorycznej według skali hedonicznej badającej preferencje konsumentów najwyżej oceniono próbki brukselki dla dodatku pary 60% dla czasów obróbki termicznej: 15, 20 i 25 minut. Na zadane pytanie, które określenie najbardziej odpowiadało wrażeniu smakowemu, jakie wywarła na Tobie oceniana próbka odpowiadało „dość lubię”. Średnią ocenę wyrażano poprzez sformułowanie „umiarkowanie lubię” i odnoszono je najczęściej do próbki przygotowanej z dodatkiem 40% pary w czasie 15, 20 i 25 minut, z dodatkiem 80% pary w czasie 15 i 20 minut, oraz z dodatkiem 100% pary w czasie 15 i 20 minut. Jako „bardzo nie lubię” oceniono brukselkę, która była gotowana bez dodatku pary dla wszystkich czasów obróbki termicznej.

Wyniki badań siły cięcia główek brukselki po obróbce termicznej

Na rysunku 1 przedstawiono zależność siły cięcia brukselki po obróbce cieplnej od czasu i ilości zadanej pary. Z zależności tej wynika, że im dłuższy czas poddawania obróbce termicznej badanego surowca, tym średnia wartość siły cięcia jest mniejsza (5 N). Charakterystyczne jest to, że średnia wartość siły cięcia była najwyższa (60,5 N) zawsze dla brukselki obrabianej bez dodatku pary, niezależnie od czasu obróbki, i wynosiła odpowiednio: 66,8 N dla czasu 15 minut; 69,3 N dla czasu 20 minut; 82,8 N dla czasu 25 minut.



Rys. 1. Zależność siły cięcia od ilości dodanej pary przy różnych czasach obróbki termicznej i stałej temperaturze

Fig. 1. Dependence of cutting strength on the quantity of added steam at different time of heat treatment and constant temperature

W tabeli 2 przedstawiono równania regresji określające zależności siły cięcia brukselki po obróbce termicznej od ilości dodanej pary oraz określono współczynniki determinacji  $R^2$ . Równania regresji mają postać funkcji potęgowej o potędze zbliżonej do wartości  $-1$ .

Tabela. 2. Równania regresji oraz współczynniki determinacji  $R^2$  opisujące zmienność siły cięcia brukselki

Table 2. Regression equations and determination coefficients  $R^2$  which describe changeability of Brussels sprouts cutting force

Czas obróbki termicznej [min.]	$R^2$	Równanie regresji
15	0,86	$y = 37,359x^{-0,9}$
20	0,87	$y = 37,718x^{-1,0}$
25	0,88	$y = 42,97x^{-1,2}$

## Wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że:

1. Najlepszą konsystencję brukselki otrzymano przy 60% dodatku pary dla wszystkich czasów obróbki termicznej.
2. Zapach brukselki po obróbce termicznej jest tym bardziej pożądanym, im większy jest dodatek pary (od 60% do 100%) dla wszystkich czasów obróbki.
3. Najkorzystniejszy smak brukselki uzyskano po obróbce termicznej z 60% dodatkiem pary dla wszystkich czasów obróbki.
4. Najkorzystniejszą barwę uzyskano dla brukselki poddanej obróbce termicznej z dodatkiem 60% pary w czasie 15 i 25 minut i 100% w czasie 15 minut.
5. Największą pożądalność wśród osób oceniających uzyskała brukselka po obróbce termicznej w piecu konwekcyjno-parowym z dodatkiem 60% pary w czasie 20 i 25 minut.
6. Im dłuższy czas poddawania obróbce termicznej główek brukselki i większa ilość dodanej pary, tym wartość siły cięcia brukselki maleje.

## Bibliografia

- Baryłko-Pikielna N. 1998. Analiza sensoryczna w zapewnieniu jakości żywności. *Przem. Spoż.* 12: s. 25-28, 50.
- Czarniecka-Skubina E., Gołaszewska B. 2001. Wpływ procesu kulinarnego na jakość wybranych warzyw. *Żywn. Nauka Technol. Jakość*, 2 (27), s. 103-116.
- Czarniecka-Skubina E. 2002. Effect of the material form, storage and cooking methods on the quality of brussels sprouts. *Pol.J. Food Nutr.Sci.*, 11 (52) nr 3.
- Diakun J., Kopeć A., Zawisza K. 2001. Procesy obróbki termicznej żywności z wykorzystaniem pieca konwekcyjno-parowego. *Inżynieria Rolnicza* 10 (30): s. 79-87.
- Gajewski M. 1999. Kapusta brukselska: [Nowe Polskie Normy na warzywa]. *Owoce*, 16 (39).
- Smoleński T., Stępka G. 2001. Koniunktura na rynku warzyw do przetwórstwa w 2000 r. *Przem.Ferm.Owoc.Warz.*, 4 (45).

## **INFLUENCE OF HEAT TREATMENT ON CUTTING FORCE OF BRUSSELS SPROUTS**

### **Summary**

The study covers heat treatment of Brussels sprouts in convection-cum-steam furnace. Technological treatment was done at changing process parameters: temperature, time and quantity of added steam. Parameters were determined on the basis of preliminary studies.

After proper heat treatment the values of cutting force of vegetable samples were determined and their dependence on time of the process and the quantity of added temperature at constant temperature were established. It was observed that time of processing and the amount of added steam had significant influence on the values of cutting force of samples of thermally treated vegetables. The most beneficial parameters of treatment of Brussels sprouts in convection-cum-steam furnace were determined.

**Key words:** Heat treatment, convection-cum-steam furnace, Brussels sprouts, cutting force