

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

## WPLYW OBRÓBKİ TERMICZNEJ NA SIŁĘ CIĘCIA I SIŁĘ ŚCISKANIA ZIEMNIAKÓW

### Streszczenie

W niniejszej pracy badano wpływ obróbki termicznej na zmiany wartości siły cięcia i siły ściskania próbek ziemniaków. Po obróbce termicznej w piecu konwekcyjno-parowym określano wartości siły cięcia i siły ściskania próbek ziemniaków oraz ustalano 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 i siły ściskania próbek obrobionych termicznie ziemniaków.

**Słowa kluczowe:** ziemniaki, obróbka termiczna, piec konwekcyjno-parowy, siła cięcia, siła ściskania

### Wprowadzenie

Ziemniaki są w Polsce jedną z najważniejszych gospodarczo roślin uprawnych i ich udział w całodziennym jadłospisie jest dość znaczny. Ziemniaki to bogate źródło węglowodanów, białka, składników mineralnych i witamin. Warto wspomnieć, że ziemniak zawiera 3 - 30 mg witaminy C w 100 gramach produktu, jednak ze względu na częste i duże spożycie ziemniaka jest on jednym z podstawowych źródeł tej witaminy dla naszego organizmu w codziennym żywieniu. Ziemniaki do bezpośredniej konsumpcji stosowane są po uprzedniej obróbce termicznej. Proces technologiczny, w tym głównie gotowanie tradycyjne powoduje straty witaminy C. Od chwili wejścia do polskiej gastronomii pieców konwekcyjno-parowych otworzyły się nowe możliwości przyrządzania potraw, w tym także ziemniaków, skracając czas obróbki termicznej, zmniejszając straty wagowe obrabianych produktów i straty witamin [Angelus, Dąbrowska 1982; Cieślik 1991; Kolenda, Pyryt 2002; Procner 1994; Zalewski 1997].

## **Cel pracy**

Celem pracy było określenie wpływu parametrów obróbki termicznej w piecu konwekcyjno-parowym na zmiany wartości siły cięcia i siły ściskania ziemniaków.

## **Metodyka**

Materiał doświadczalny stanowiły ziemniaki odmiany Ibis. Do badań wybrano sztuki zdrowe, bez uszkodzeń mechanicznych. Ziemniaki poddano obróbce wstępnej: myciu, obieraniu i oczkowaniu. Z tak przygotowanego surowca wykrawano próbki do badań. Przygotowanie próbek polegało na krojeniu ziemniaków w plastry o grubości 1 cm, a następnie wykrawaniu za pomocą kalibrownika ze środkowej części plasterów walców o średnicy 2 cm. W wyniku powyższych czynności otrzymano walce o średnicy 2 cm i wysokości 1 cm, które stanowiły materiał badawczy, poddawany następnie obróbce termicznej.

Obróbkę termiczną przeprowadzano w piecu konwekcyjno-parowym – model XV 303,6 firmy Unox. Proces termiczny prowadzono w temperaturze 100°C przy zmiennych parametrach:

- czas obróbki termicznej - 15, 20 i 25 minut;
- ilość dodawanej pary: 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% w stosunku do początkowej wilgotności powietrza w komorze pieca.

Materiał badawczy po obróbce termicznej poddawano działaniu siły cięcia i siły ściskania na urządzeniu INSTRON 4302 współpracującym z komputerem. Do badań wybierano po dziesięć próbek, poddając je jednoosiowemu przecinaniu i ściskaniu.

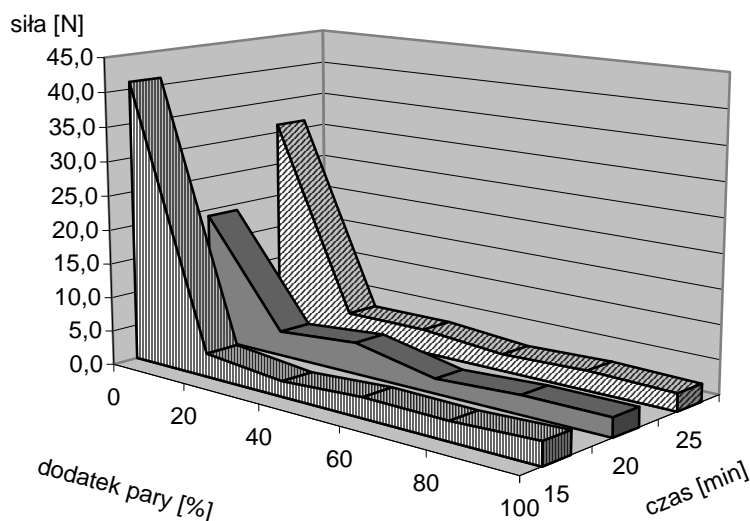
Podczas przecinania i ściskania materiału badawczego stosowano prędkość przesuwu głowicy 50 mm·min<sup>-1</sup>.

Proces cięcia prowadzony był przy użyciu noża dwustronnie ściętego umieszczonego w głowicy, o grubości ostrza 2 mm i kącie ostrza 15°.

Proces ściskania prowadzono przy stałej deformacji próbek wynoszącej 75% ich wysokości.

## **Wyniki badań i ich analiza**

*Siła cięcia ziemniaków w zależności od ilości dodanej pary i czasu obróbki przy stałej temperaturze*



Rys. 1. Zależność siły cięcia ziemniaków od czasu i ilości dodanej pary przy stałej temperaturze

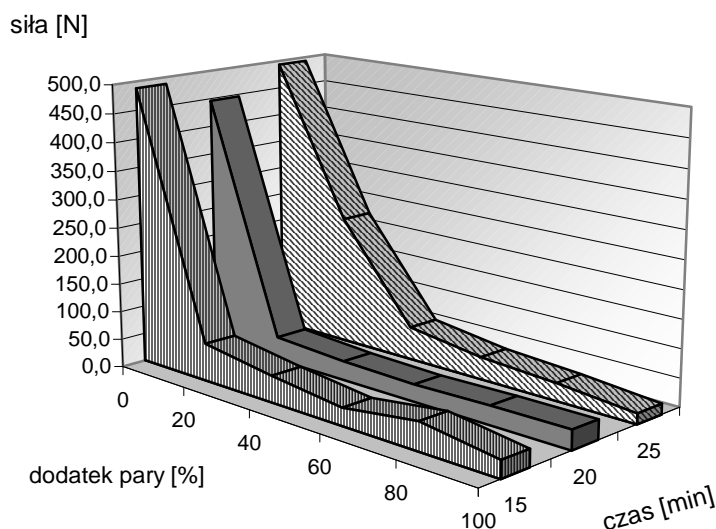
Fig. 1. Dependence on cutting force acting on potatoes from duration and quantity of added steam at constant temperature

Z wykresu przedstawionego na rysunku 1 wynika, że siła cięcia ziemniaków maksymalną wartość wynoszącą 41,1 N przyjmuje dla czasu 15 minut podczas procesu bez dodatku pary. Wartość minimalna w omawianym zakresie czasowym wynosiła 2,2 N (dla 40% dodanej pary), co stanowiło 5,4% wartości maksymalnej. Dla próbek ziemniaków poddawanych obróbce termicznej w czasie 20 minut obserwowano najniższe wartości siły cięcia, od największej wynoszącej 19,0 N bez dodatku pary, do 3,6 N, 4,6 N, 2,1 N, 2,8 N i 2,8 N dla kolejnych ilości dodanej pary 20%, 40%, 60%, 80% i 100%. W czasie 25 minut czasu najniższa wartość siły cięcia wystąpiła przy 60% dodanej pary i wynosiła 2,5 N, co stanowiło 8% wartości maksymalnej wynoszącej 31,2 N dla badanego przedziału czasowego.

*Siła ściskania ziemniaków w zależności od ilości dodanej pary i czasu obróbki przy stałej temperaturze*

Rysunek 2 przedstawia rozkład siły ściskania ziemniaków dla różnych czasów obróbki termicznej przy zastosowaniu różnej ilości dodanej pary. Z wykresu widać, że maksymalną wartość siły ściskania wynoszącą 493,2 N uzyskano dla czasu 25 minut bez dodatku pary. Wartość minimalna dla tego czasu obróbki wynosiła 18,5 N (dla 100% dodanej pary) i stanowiła około 4% wartości maksymalnej. Przy 20 minutowym czasie obróbki termicznej widoczny był wyraźny spadek wartości

siły od 446,3 N (bez dodatku pary) do wartości 41,3 N przy dodatku 20% pary. Różnice w kolejnych wartościach siły ściskania były nieznaczne. Wartość minimalna dla tego przedziału czasowego wynosiła 29,9 N dla 60% dodanej pary, co stanowiło 6% wartości maksymalnej siły ściskania. W czasie 15 minutowej obróbki termicznej wartość minimalna siły ściskania wynosiła 29,7 N, przy 100% dodatku pary.



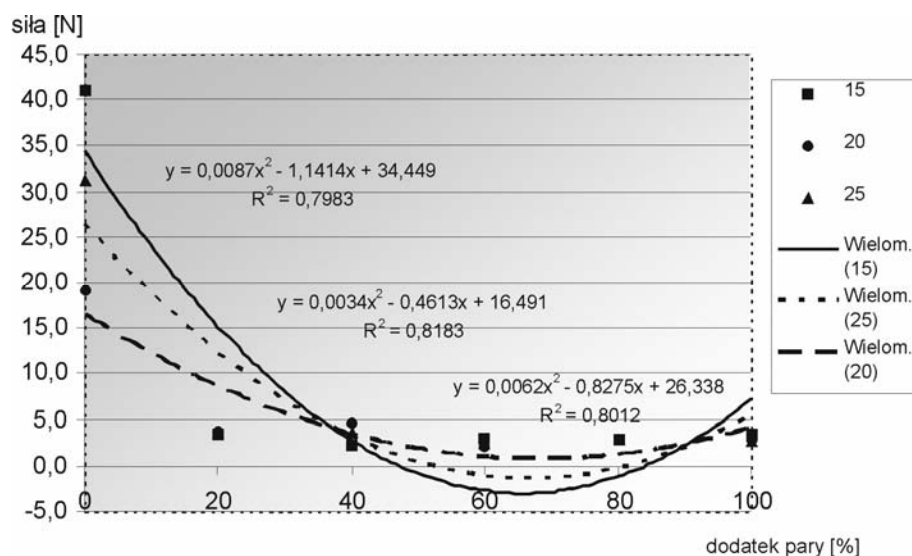
Rys. 2. Zależność siły ściskania ziemniaków od czasu i ilości dodanej pary przy stałej temperaturze

Fig. 2. Dependence of potatoes compressing force the duration and quantity of added steam at constant temperature

#### Analiza równań regresji i współczynnika determinacji dla siły cięcia i ściskania ziemniaków

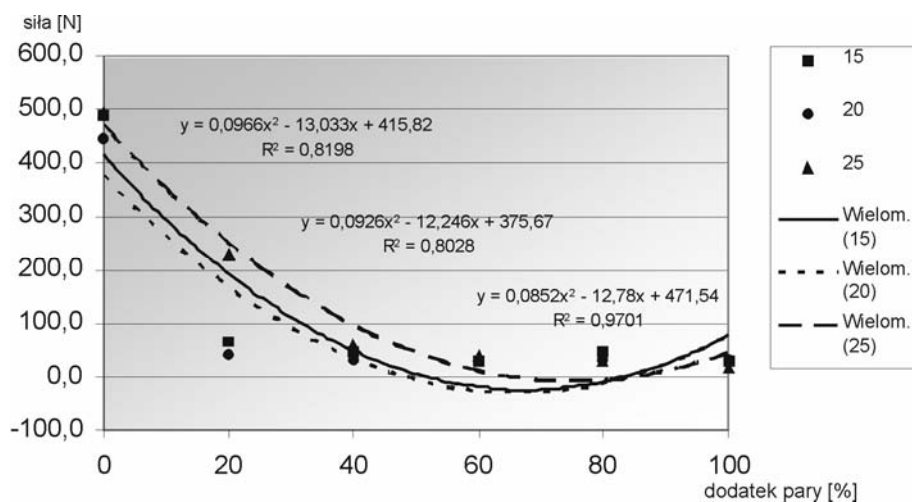
Równania regresji oraz współczynniki determinacji przedstawione na rysunku 3 dotyczą siły cięcia ziemniaków przy zastosowaniu różnej ilości dodanej pary przy stałej temperaturze wynoszącej 100°C. Dla 0% pary krzywa regresji przyjmuje największe wartości, po czym gwałtownie spada przy 40% dodatku pary i przyjmuje zbliżone wartości dla każdego z przedziałów czasowych.

Rysunek 4 przedstawia linie trendu z naniesionymi równaniami regresji i współczynnikami determinacji dla siły ściskania ziemniaków. Wyraźnie widać z wykresu, że linie trendu przyjmują kształt paraboli. Na poziomie 40% dodatku pary wartości siły ściskania przyjmują zbliżone wartości.



Rys. 3. Równania regresji dla siły cięcia ziemniaków w zależności od ilości dodanej pary

Fig. 3. Regression equations for potatoes cutting force in function of the quantity of steam added



Rys. 4. Równania regresji dla siły ściskania ziemniaków w zależności od ilości dodanej pary

Fig. 4. Regression equations for potatoes compression force in function of the quantity of steam added

## **Wnioski**

1. Czas obróbki termicznej w piecu konwekcyjno-parowym i ilość dodanej pary mają istotny wpływ na zmiany wartości siły cięcia i siły ściskania ziemniaków.
2. Wartości siły cięcia i ściskania ziemniaków maleją wraz ze zwiększaniem się ilości dodanej pary podczas procesu obróbki termicznej.
  - a) Siła cięcia najwyższe wartości osiąga przy 0% ilości pary wynoszące kolejno 41,1 N, 19,0 N i 31,2 N. Najniższe natomiast dla 100% naparowania wynoszące 3,3 N dla 15 minut procesu, 2,8 N dla 20 minut i 2,6 N dla 25 minut obróbki termicznej.
  - b) Wartości siły ściskania ziemniaków maleją wraz ze zwiększaniem się ilości dodanej pary. W przedziale od 20% do 100% przyjmują najniższe wartości, natomiast najwyższe zaobserwowano dla przedziału od 0% do 20%, podobnie jak w przypadku siły cięcia.
3. Czas 20 minut i ilość dodanej pary równa 100% to najkorzystniejsze warunki do prowadzenia procesu obróbki termicznej ziemniaków. Wartości siły cięcia i siły ściskania przyjmują dla tych parametrów najniższe wartości.

## **Bibliografia**

- Angelus W., Dąbrowska B. 1982. Szczegółowa uprawa warzyw. PWRiL, Warszawa.
- Cieślik E. 1991. Zmiany zawartości witaminy C podczas obróbki kulinarnej ziemniaków. *Przegląd Gastronomiczny*, 45, 5: s. 14.
- Kolenda H., Pyryt B. 2002. Jakość kulinarna nowych odmian ziemniaków w zależności od sposobu gotowania bulw. *Zesz.Probl.Post. Nauk Rol.*, z.489.
- Procner A. 1994. *Technologia gastronomiczna z towaroznawstwem*. Cz. 1. WSiP, Warszawa.
- Zalewski S. 1997. *Podstawy technologii gastronomicznej*. WNT, Warszawa.

## **IMPACT OF HEAT TREATMENT ON CUTTING FORCE AND COMPRESSION FORCE OF POTATOES**

### **Summary**

In the present work, the impact of heat treatment on changes in cutting force and compression force values was examined by using potato samples. After the heat treatment in a convection steam oven, cutting force and compression force values acting on potato samples were determined and their relation to the process duration as well as the quantity of the added steam at constant temperature was established. A significant influence of treatment duration and quantity of added steam on changes in cutting force and compression force acting on potato samples that had undergone heat treatment was established.

**Key words:** potato, heat treatment, convection steam oven, cutting force, compression force