

WPLYW RODZAJU OBRÓBKİ TERMICZNEJ PRODUKTÓW DWURODNYCH NA ENERGOCHŁONNOŚĆ PROCESU

Andrzej Półtorak, Agnieszka Wierzbicka

Katedra Techniki i Technologii Gastronomicznej
Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. Praca przedstawia badania nad wpływem zastosowanych metod obróbki termicznej dla wyrobów dwurodnych wytworzonych metodą bezpośrednią, poddanych chłodzeniu oraz odroczonemu wypiekowi, a następnie procesowi zamrażania w -18°C . Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że obróbka termiczna w środowisku konwekcji wymuszonej bez nawilżania wyrobów z wykorzystaniem pieca Elektrolux AR 6 ESP powodowała najwyższe sumaryczne zużycie energii (rozgrzewanie wraz z obróbką właściwą) spośród badanych metod przy średnich wartościach parametrów tekstury (twardości i elastyczności). Wydatek energetyczny w przypadku zastosowania konwekcji wymuszonej bez nawilżania i z nawilżaniem jest zbliżony, przy uzyskiwaniu najbardziej zróżnicowanych produktów pod względem teksturalnym.

Słowa kluczowe: rodzaj obróbki termicznej, produkty dwurodne, energochłonność procesu, tekstura

WSTĘP

Wytwarzanie produktów z grupy żywności wygodnej stanowi obecnie ważny obszar w produkcji żywności w Polsce. Istotnym aspektem w tym względzie staje się jej stopień gotowości do dalszego przetwarzania [Ambroziak *i in.* 2001]. Z tą właściwością wiąże się konieczność odpowiedniego zrealizowania procesu produkcji. Ponadto, istnieje też potrzeba wykorzystania zaawansowanych technik przetwarzania (zapekowanie, a następnie szokowe schładzanie), gwarantujących bezpieczeństwo jakościowe pod względem mikrobiologicznym i fizycznym [Aguilera 2000]. Technologie związane z wykorzystaniem chłodzenia i zamrażania stanowią najniższe obciążenie dla jakości gotowych produktów. Są również technologiami sprzyjającymi zminimalizowaniu nakładu energii w dalszym przetwarzaniu produktów. Znaczącym czynnikiem tych technologii jest redukcja czasu pracy oraz miejsca podczas etapów zamykających cykl wytwarzania [Ambroziak *i in.* 2001].

CEL BADAŃ

Celem pracy było zbadanie wpływu zastosowanego sposobu obróbki termicznej wyrobów dwurodnych, wytworzonych trzema metodami: bezpośrednią, z zastosowaniem zamrażania i z wykorzystaniem odroczonego wypieku, na energochłonność procesu, jak również na jakość sensoryczną i fizyczną produktu.

METODYKA

Materiałem badawczym były wyroby dwurodne pochodzące z bezpośredniej produkcji poddane chłodzeniu w 2°C, mrożeniu w -18°C i z odroczonego wypieku (zapiekanie, a następnie szokowe zamrażanie do -18°C). Proces badawczy zrealizowano wykorzystując do obróbki termicznej dwa piece:

- z konwekcją naturalną, POLKAT PSE 6, moc całkowita 6 kW,
 - z konwekcją wymuszoną i nawilżaniem, Elektrolux AR 6 ESP, moc całkowita 11,5 kW,
- Czas i temperatura obróbki termicznej dla każdej z trzech metod były ustalone w badaniach wstępnych tak, aby uzyskać produkty prawidłowo wypieczone (tab.1).

Tabela 1. Parametry procesu obróbki termicznej wyrobów dwurodnych w różnym stopniu ich gotowości do dalszego przetwarzania przy zastosowaniu konwekcji swobodnej, wymuszonej i wymuszonej z nawilżaniem

Table 1. The parameters of products thermal treatment at different stage of their readiness for further processing with applying natural and forced convection without and with moistening

Metoda obróbki termicznej	Chłodzenie		Mrożenie		Odpiekanie	
	<i>t</i> , s	<i>T</i> , °	<i>t</i> , s	<i>T</i> , °	<i>t</i> , s	<i>T</i> , °
Konwekcja naturalna	18	190	18	190	12	190
Konwekcja wymuszona	12	180	12	180	8	180
Konwekcja wymuszona z nawilżaniem	10	180	10	180	7	180

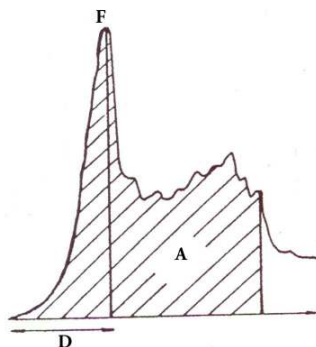
Podczas procesu obróbki termicznej mierzono zużycie energii elektrycznej zestawem pomiarowym NI SCXI Academic Bundle produkcji National Instruments.

Obrobione termicznie produkty poddano ocenie instrumentalnej przy pomocy maszyny wytrzymałościowej Instron 4301, stosując test penetracji [Bourne 2002]. Warunki testu:

- prędkość przemieszczenia trawersu 0,004 m s⁻¹,
- średnica 0,0129 m,
- przesunięcie 0,03 m,

Mierzonymi parametrami były:

- twardość *F*, N,
- elastyczność *D*, mm.



Rys. 1. Przykładowa krzywa testu penetracji. F – twardość, D – elastyczność, A – całkowita praca penetracji

Fig. 1. A sample curve of the penetration test. F – hardness, D – elasticity, A – complete penetration work



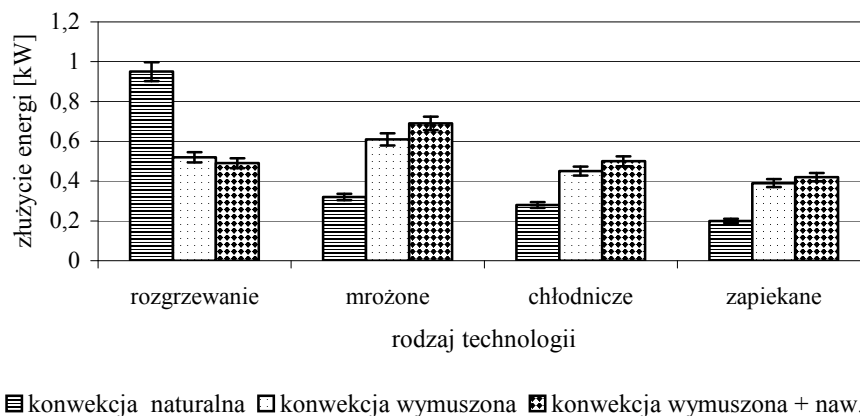
Rys. 2. Stanowisko badawcze do pomiaru tekstury (Instron 4301)

Fig. 2. The testing stand for texture measurement

Ostatnim etapem procesu badawczego była ocena sensoryczna w skali hedonicznej. Ocenianymi składowymi tekstury były: twardość, elastyczność, wygląd i kształt nadziejanych wyrobów.

WYNIKI BADAŃ

Wyniki zużycia energii elektrycznej obróbki produktów bezpośrednio po uformowaniu przedstawia rysunek 3. Najwyższy wydatek energetyczny zanotowano dla obróbki termicznej uprzednio zamrożonych do -18°C nadziewanych wyrobów (1,2 KW nagrzewanie + pieczenie) w środowisku konwekcji swobodnej z wykorzystaniem pieca PSE 6. Najniższymi wartościami nakładu energetycznego charakteryzowała się obróbka termiczna wyrobów z odroczonego wypieku, tj. uprzednio zapieczonych, a następnie poddanych zamrażaniu z wykorzystaniem konwekcji swobodnej. Wyższy wydatek energetyczny o 0,2 KW/h zanotowano w przypadku zapieczonych wyrobów dwurodnych, gdzie prowadzono obróbkę w środowisku konwekcji wymuszonej bez nawilżania i z nawilżaniem, wykorzystując piec Elektrolux AR 6 ESP (rys. 3).



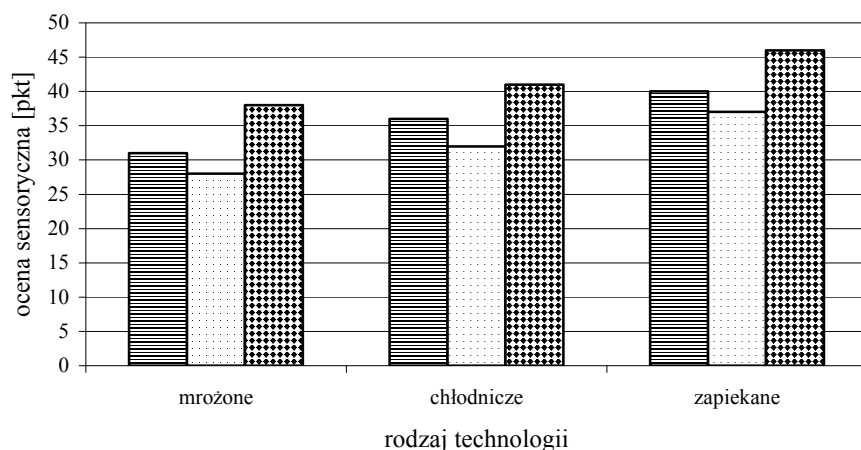
Rys. 3. Wyniki zużycia energii w zależności od zastosowanej metody obróbki termicznej i technologii wytwarzania nadziewanych produktów

Fig. 3. Results of the energy consumption dependent on the applied thermal treatment and manufacturing technology of two-component products

Z przeprowadzonych badań oceny konsumenckiej (rys. 4) wynika, że składowe teksturalne wyrobów obrobionych w środowisku konwekcji wymuszonej i nawilżania zostały ocenione najlepiej. Podobne zależności odnotowali Rosenthal *i in.* [1999], Jaros *i in.* [2000], Wanasink [2003]. Z porównania technologii wypieku produktów pochodzących z głębokiego mrożenia w -18°C i z odroczonego wypieku (wyroby zapieczone a następnie poddane zamrożeniu) wynika, że z punktu widzenia jakości gotowych wyrobów drugą w kolejności stosowania technologią produkcji wyrobów nadziewanych powinno być chłodzenie (rys. 4).

Z przedstawionego wykresu (rys. 4) wynika, że zużycie energii nie różni się istotnie, a ocena konsumencka wykazuje przewagę technologii odroczonego wypieku nad pieczeniem wyrobów pochodzących z szokowego mrożenia. Za technologią wypieku odroczonego przemawia również fakt, iż większa część procesu wykonywana jest w zakładzie specjalistycznym, profesjonalnie i technicznie dopasowanym do potrzeb urządzeń, co pozwala na oszczędność energii, jak również zachowanie wyższych param-

trów jakościowych produktów. Sam proces przygotowania produktów do obróbki termicznej (pieczenia) w przypadku tej łączonej technologii (zapekania i odpiekania) jest znacznie prostszy do wykonania w miejscu tej operacji technologicznej.



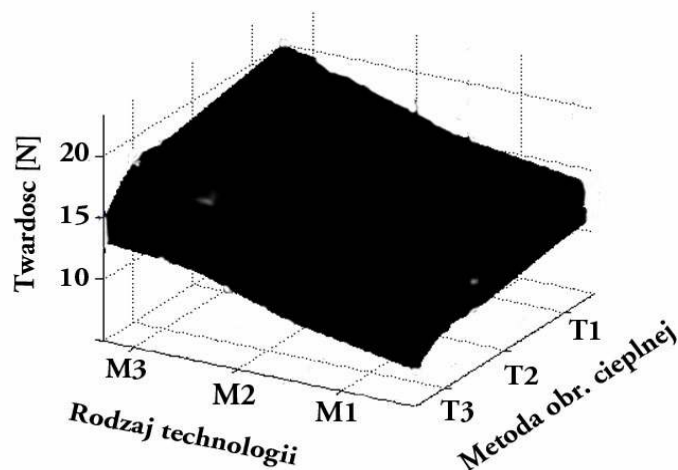
■ konwekcja naturalna □ konwekcja wymuszona ▣ konwekcja wymuszona + naw.

Rys. 4. Wyniki oceny sensorycznej nadziewanych wyrobów pochodzących z trzech technologii wytwarzania (chłodzone, mrożone i zapekane), poddanych obróbce termicznej w warunkach konwekcji naturalnej, wymuszonej bez nawilżania i z nawilżaniem

Fig. 4. Sensory evaluation results of two-component products manufactured by using chilling, freezing and partly baked technology, **processed thermally** under **convection** and moistening

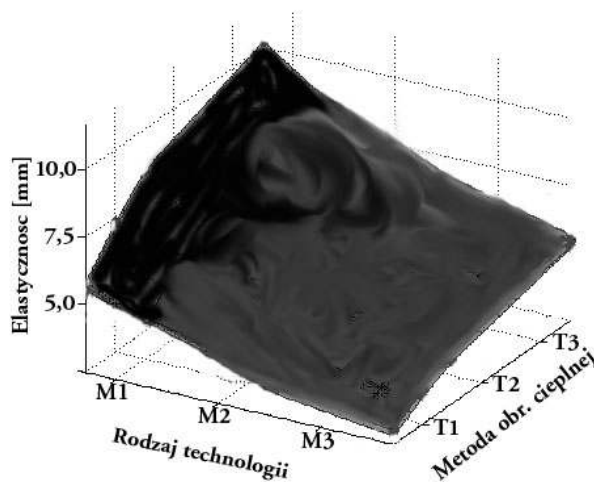
Wyniki oceny twardości i elastyczności nadziewanych produktów uzyskane z testu penetracji obrazują, iż najmniej korzystną metodą przetwarzania dla tych cech produktów okazało się szokowe mrożenie w -18°C , a następnie obróbka termiczna w środowisku konwekcji wymuszonej bez nawilżania, ponieważ twardość była najwyższa (20 N) przy jednocześnie najniższej elastyczności (1 mm). Wyroby dwurodne pochodzące z odroczonego wypieku obrabiane następnie w warunkach konwekcji wymuszonej i nawilżania charakteryzowały się najniższą twardością (5 N) i najwyższą elastycznością (10 mm).

Podsumowując uzyskane wyniki należy stwierdzić, że w przypadku zakładów, które dokonują wypieku w systemie ciągłym najlepszym rozwiązaniem z punktu widzenia energochłonności procesu jest piec elektryczny z konwekcją naturalną PSE 6. Natomiast w przypadku wypieku w małych punktach typu stacje paliwowe, małe bary, kawiarnie, gdzie istnieje potrzeba wypieku wg potrzeb klienta, najwłaściwszym rozwiązaniem energetycznym jest zastosowanie pieca z konwekcją wymuszoną.



Rys. 5. Wyniki zależności twardości wyrobów dwurodnych od zastosowanej technologii wytwarzania i metody obróbki termicznej; M 1 - odroczone wypiek, M 2 – szokowe chłodzenie w 2°C, M 3 – szokowe mrożenie w -18°C

Fig. 5. Hardness of two-component products dependent the applied manufacturing technology and thermal treatment. M 1 – partly baked technology, M 2 – rapid chilling, M 3 – rapid freezing -18°C.



Rys. 6. Wyniki zależności elastyczności wyrobów dwurodnych od zastosowanej technologii wytwarzania i metody obróbki termicznej; M 1 – odroczone wypiek, M 2 – szokowe chłodzenie w 2°C, M 3 – szokowe mrożenie w -18°C

Fig. 6. Elasticity of two component products dependent on applied manufactured technology and thermal treatment. M 1 – partly baked technology, M 2 – rapid chilling, M 3 – rapid freezing -18°C.

WNIOSKI

Najwłaściwszą technologią przetwarzania wyrobów dwurodnych z punktu widzenia aspektów okazała się technologia odroczonego wypieku, realizowana w warunkach konwekcji wymuszonej i nawilżania. Uzyskane wyroby charakteryzowały się najwyższymi parametrami w ocenie sensorycznej i instrumentalnej przy całkowitym (wcale nie najniższym) zużyciu energii na obróbkę termiczną (0,9 KW/h).

Przy produkcji ciągłej, z punktu widzenia energetycznego, jak również i sensorycznego, można wykorzystać piec z konwekcją naturalną, natomiast w przypadku małych zakładów musi to być odpiekanie w piecu wielofunkcyjnym z nawilżaniem.

PIŚMIENNICTWO

- Aguilera J.M. 2000: Structure-physical and sensory properties. Trends in food engineering. Technomic Publishing Company, INC. USA.
- Ambroziak Z., Neryng A., Półtorak A., Gębski J. 2001: Badania procesów jednostkowych odroczonego wypieku pieczywa żytniego i mieszanego w celu ich optymalizacji. ZBPP. Warszawa.
- Bourne M. 2002. Food texture and viscosity. Concept and measurement. Accademic Press. San Diego, USA.
- Jaros D., Rohm H., Strobol M. 2000. Appearance properties – a significant contribution to sensory food quality. Lebensm.-Wiss. U.-Technol. 33, 320–326.
- Rosenthal A. J., ed. 1999. Food texture, measurement and perception. Aspen Publishers Inc. Gaithersburg. Maryland, USA.
- Wanasink B. 2003. Response to „Measuring consumer response to food products”. Sensory tests predict consumer acceptance. Food Quality and Preference 14, 23–26.

AN INFLUENCE OF THERMAL TREATMENT OF TWO-COMPONENT PRODUCTS
ON ENERGY CONSUMPTION IN THE PROCESS

Summary. This research work presents investigations of applied thermal treatment of two-component products manufactured by using direct method, chilling and partly baked technology with deep freezing -18°C. Based on the achieved results, the thermal treatment under natural convection caused the highest energy consumption within the investigated method (forced convection and forced convection with moistening) with middle texture values (hardness, elasticity). Forced convection without and with moistening caused similar expenditure of energy, within the biggest textural differentiations.

Key words: thermal treatment, two-component products, expenditure of energy, texture

Recenzent: prof. dr hab. inż. Janusz Laskowski