

Wpływ obróbki termicznej na prędkość propagacji fali ultradźwiękowej w farszu mięsnym

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki wstępnych pomiarów prędkości propagacji fali ultradźwiękowej w farszu mięsnym poddanym obróbce cieplnej. Pomiarów prędkości rozchodzenia się fali dokonywano za pomocą 50 kHz głowic ultradźwiękowych współpracujących z komputerem PC wyposażonym w kartę defektoskopu ultradźwiękowego UMT-12.

Słowa kluczowe: ultradźwięki, prędkość propagacji fali, farsz mięsny, obróbka cieplna

Wprowadzenie

Przedstawione badania są kontynuacją eksperymentów przeprowadzonych przez autorów na bulwach ziemniaków (Ratajski, Wesołowski 2004). Autorzy potraktowali niniejsze badania jako badania wstępne. W związku z tym w publikacji przedstawiono wyniki badań bez szczegółowej ich analizy. Ze względu na fakt iż mięso i jego przetwory są cennym i powszechnie stosowanym artykułem spożywczym optymalizacja sposobów jego obróbki staje się coraz ważniejszym zagadnieniem tak naukowym jak i utylitarnym. W badaniach ultradźwiękowych wykorzystuje się drgania mechaniczne o wysokich częstotliwościach. Ogólnie przyjmuje się, że fala ultradźwiękowa to fala o częstotliwości 16 kHz do 100 GHz (Koton 1986). W badaniach ultradźwiękowych stosuje się częstotliwości z zakresu 20 kHz – 100 MHz (Lewińska-Romicka 2001). Zaletą metod ultradźwiękowych jest fakt, iż są to metody nieniszczące, nieinwazyjne oraz niezwykle szybkie. Ma to zasadnicze znaczenie tak ze względu na zachowanie wysokiej jakości wyrobów mięsnych jak i ze względu na aspekt ekonomiczny. Powyższe zalety tego typu metod skłoniły autorów do podjęcia próby zastosowania ultradźwięków do identyfikacji metody obróbki termicznej mięsa mielonego

Cel badań

Celem przeprowadzonych badań było stwierdzenie czy metoda obróbki termicznej farszu mięsnego wpływa na prędkość propagacji fali ultradźwiękowej co pozwoliłoby na jej identyfikację.

Metodyka badań

Pomiary ultradźwiękowe przeprowadzono na specjalnie przygotowanym stanowisku badawczym wyposażonym w specjalistyczne oprogramowanie (Ratajski, Wesołowski 2004). Układ pomiarowy składał się dwóch głowic ultradźwiękowych emitujących podłużne fale akustyczne o częstotliwości 50 kHz. Pomiary wykonywano metodą przejścia. Jako parametr charakteryzujący

własności akustyczne badanego materiału przyjęto prędkość propagacji fali ultradźwiękowej. Prędkość tę wyznaczono z zależności (1) z dokładnością $\pm 1,7$ m/s (Ratajski, Wesołowski 2004)

$$V = \frac{s}{t} \cdot 10^3 \quad [m/s] \quad (1)$$

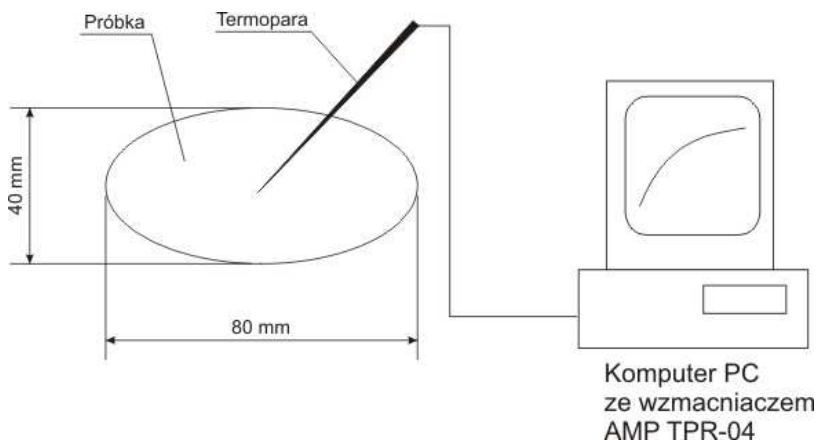
gdzie:

V – prędkość propagacji fali ultradźwiękowej w badanym materiale, [m/s],

s – wysokość próbki, [mm],

t – czas przejścia fali ultradźwiękowej przez badaną próbkę, [μ s].

Do badań użyto ogólnie dostępne w handlu detalicznym wołowo-wieprzowe mięso mielone w stanie zamrożonym. Próbki użyte do badań miały kształt owalny i masę około 50 g. Po rozmrożeniu w warunkach pokojowych poddano je obróbce termicznej pięcioma metodami: gotowanie, gotowanie w podwyższonym ciśnieniu (szybkowar), ogrzewanie w suszarce konwekcyjnej SUP 3, ogrzewanie gorącym powietrzem z wymuszonym przepływem (kombiwar), smażenie w płytkim oleju. Badania przeprowadzono wykorzystując po 3 próbki dla każdego rodzaju obróbki. Obróbkę dwóch próbek (próba A) przerywano po osiągnięciu przez nie w centralnym punkcie temperatury ok. 70°C (rys. 1), a ich wyniki uśredniono.



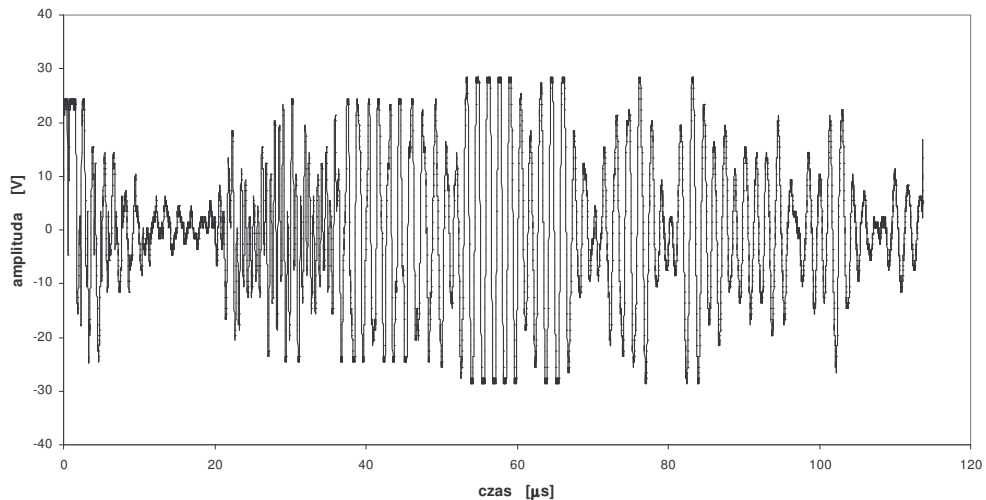
Rys. 1. Pomiar temperatury wewnątrz próbki

Fig. 1. Temperature measurement inside the specimen

Przerwanie procesu w tym samym stanie termicznym materiału pozwoliło na wyeliminowanie wpływu temperatury na jego własności akustyczne. Pomiarów temperatury dokonywano przy użyciu przenośnego miernika temperatury EMT 302 (www.czaki.pl) każdorazowo przerywając proces. Odczyty następowały z częstotliwością zależną od metody obróbki od 2 min dla gotowania do 5 min dla ogrzewania w suszarce. Obróbkę pozostałych próbek (próba B) kontynuowano do momentu, gdy ocena organoleptyczna wskazywała na jej gotowość do spożycia.

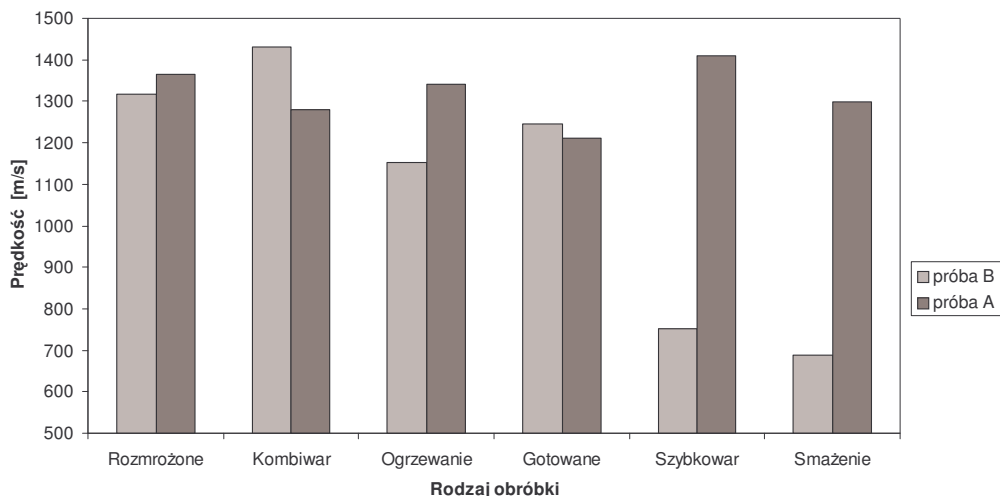
Wyniki badań i ich analiza

Przykładowy sygnał przejścia fali ultradźwiękowej przez badany farsz mięsny pokazano na rys 2. Jest to przebieg otrzymany dla obróbki termicznej przeprowadzonej w kombiwarze. Charakterystycznym jest fakt, iż dla wszystkich pomiarów odbierano silne zakłócenia w postaci szumów. Szczególnie widoczne są one w pierwszych 20 μs sygnału. Na podstawie przeprowadzonych prób oraz konsultacji z producentem urządzenia stwierdzono, że jest to spowodowane konstrukcją karty. Standardowo jest ona wykorzystywana do pomiarów metali. Konsekwencją tego są przesłuchy spowodowane zbyt długim wygaszaniem sygnału nadawczego. Efektem tego jest rejestracja jego szczątkowej wartości w momencie, gdy karta przestawia się już w tryb odbioru, a sygnał nadawczy jeszcze nie wygasł. Zjawisko to w znacznym stopniu utrudnia określenie początku impulsu wskazującego dno materiału (Deputat 1979) szczególnie, gdy próbki mają niewielkie wymiary. Zastosowanie metody „zero-crossing” pozwoliło na odczyt z zadowalającą powtarzalnością.



Rys. 2. Przykładowy sygnał przejścia fali ultradźwiękowej przez materiał
Fig.2. Sample signal of passing the ultrasonic wave through the material

Wyniki pomiarów prędkości propagacji fali ultradźwiękowej w farszu mięsnym zamieszczono w tabeli 1, a ich graficzną prezentację na rys. 3. Biorąc pod uwagę wszystkie założone metody obróbki termicznej średnia prędkość propagacji fali ultradźwiękowej wynosiła $1307\text{m/s} \pm 2\%$. Upoważnia to do stwierdzenia, że prędkość propagacji fali ultradźwiękowej w przypadku przerwania obróbki w temperaturze 70°C nie zmienia się.



Rys. 3. Prędkości propagacji fali w zależności od obróbki

Rys. 3. Prędkości propagacji fali w zależności od obróbki
Fig.3. Propagation velocity of the wave depending on the treatment

Sytuacja zmieniła się, gdy obróbkę kontynuowano (próbka B). Prędkość propagacji w większości przypadków zmieniła się. Wyjątek stanowi obróbka poprzez gotowanie. W tej sytuacji, przy zaledwie 2% zmianie prędkości fali przyjęto, że zmiana ta jest pomijalnie mała.

Tabela 1. Wartości prędkości propagacji fali w zależności od obróbki
Table 1. Values of the wave velocity propagation depending on the treatment

Rodzaj obróbki	Próba A [m/s]	Próba B [m/s]
Rozmrożone	1364	1317
Kombiwar	1279	1431
Ogrzewanie	1341	1151
Gotowane	1211	1244
Szybkowar	1408	751
Smażenie	1298	687

Obróbka poprzez ogrzewanie ciepłym powietrzem i w kombiwarze spowodowała zmianę prędkości rozchodzenia się fali w stosunku do próby A odpowiednio o 14% i 12%. Przy czym w przypadku ogrzewania prędkość ta wzrosła, a w przypadku kombiwaru zmalała. Znaczne zmiany zaobserwowano po obróbce poprzez smażenie i w szybkowarze. Prędkość w obu przypadkach wzrosła o 47%.

Podsumowanie

Wybrane metody obróbki termicznej farszu mięsnego przerwane w temperaturze 70°C nie wpływają na prędkość propagacji fali ultradźwiękowej, co nie pozwala na ich identyfikację w sposób niezależny od temperatury.

Różne prędkości propagacji fali pomiędzy próbkami A i B wynikają prawdopodobnie z różnych temperatur osiągniętych przez materiał w końcowej fazie obróbki.

Bibliografia

Deputat J. 1979. Badania ultradźwiękowe. Instytut Metalurgii Żelaza im. S. Staszica. Gliwice

Koton J. 1986. Ultradźwięki. Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych
Lewińska-Romicka A. 2001. Badania nieniszczące. Podstawy defektoskopii. WNT

Ratajski A., Wesołowski A. 2004. Wpływ obróbki termicznej ziemniaków na prędkość propagacji fal ultradźwiękowych

Influence of the thermal treatment on the propagation velocity of ultrasonic waves in meat stuffing

Summary

The paper presents results of the initial measurements of the propagation velocity of ultrasonic waves in meat stuffing subjected to heat treatment. Measurements of the wave propagation velocity were taken using 50-Hz ultrasonic heads connected to a PC equipped with an UMT-12 reflectoscope card.

Keywords: ultrasound, velocity of wave propagation, meat stuffing, heat treatment