

Zbigniew Kobus
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych
Akademia Rolnicza w Lublinie

ZMIANY TEMPERATURY MIAZGI MARCHWIOWEJ PODCZAS PROCESU SONIFIKACJI

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki wstępnej obróbki ultradźwiękowej miazgi marchwiowej. Celem przeprowadzonych doświadczeń było zbadanie wpływu natężenia pola akustycznego na zmiany historii temperaturowej pulpy. Badaniami objęto dwie odmiany marchwi: Nanda i Nevis. Miazgę podawano obróbce ultradźwiękowej przez czas od 0 do 15 minut. W doświadczeniu użyto generatora ultradźwiękowego wytwarzającego falę o częstotliwości 20 kHz i natężeniu od $6,8 \text{ W/cm}^2$ do $22,4 \text{ W/cm}^2$. Otrzymane wyniki wskazują, że obróbka ultradźwiękowa może w znacznym stopniu przyczynić się do wzrostu temperatury miazgi warzywnej.

Słowa kluczowe: ultradźwięki, temperatura, miazga marchwiowa

Wprowadzenie

Pozyskiwanie soku marchwiowego jest dość trudne ze względu na budowę morfologiczną marchwi, co skutkuje niską wydajnością tłoczenia [Zadernowski i in. 2003; Zadernowski, Oszmiański 1994]. Dlatego bezpośrednio przed procesem stosuje się różnego rodzaju zabiegi, których celem jest zniszczenie struktury tkankowej materiału oraz obniżenie lepkości soku [Kobus 2002; Oszmiański 2002]. W praktyce najczęściej w tym celu stosowane jest rozdrabnianie marchwi połączone z obróbką termiczną lub enzymatyczną. W skali laboratoryjnej prowadzone są badania z wykorzystaniem mikrofal, pulsującego pola elektrycznego czy pola ultradźwiękowego.

Ultradźwięki o dużym natężeniu (tzw. power ultrasound) poprzez indukcję wielu procesów fizycznych takich jak: dezintegracje cząstek ciała stałego, intensywne mieszanie oraz wywoływanie mikroprzepływów wpływają na zmiany właściwości

fizycznych miazgi [Elpiner 1988; Kobus 2002]. Te z kolei przyczyniają się do zwiększenia wydajności tłoczenia oraz podwyższenia zawartości suchej masy w soku surowym [Kobus 2005]. Intensywność wpływu obróbki ultradźwiękowej na wyżej wymienione parametry uzależniona jest od całkowitej ilości energii akustycznej wprowadzonej do badanego układu (np.: miazgi marchwiowej) oraz jej transformacji w inne rodzaje energii [Floros, Liang 1994; Suslick 1988; Śliwiński 2001].

Duża część energii akustycznej jest zamieniana na energię cieplną, co objawia się wzrostem temperatury sonifikowanego ośrodka. Zmiany temperatury wpływają z kolei na zmianę właściwości fizycznych ośrodka [Kobus 2002] oraz skuteczność działania ultradźwięków [Loning i in. 2002; Raso i in. 1999]. Nadmierny wzrost temperatury powoduje spadek efektywności procesu sonifikacji [Loning i in. 2002] oraz niekorzystnie wpływa na jakość obrabianego produktu. Dlatego istotne jest poznanie zależności wiążących intensywność pola akustycznego ze zmianami cieplnymi w badanym ośrodku.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było zbadanie wpływu natężenia pola akustycznego na zmiany historii temperaturowej pulpy.

Metodyka

Badania przeprowadzono na marchwi odmiany: Nanda i Nevis. Do badań przeznaczono korzenie zdrowe, jędrne, całe, po uprzednim umyciu i usunięciu skórki, bez uszkodzeń mechanicznych, z całkowicie i gładko odciętą główką, bez pozostałości naci, niepopękane. Surowiec został rozdrobniony na tarce o średnicy oczek 3 mm i rozcieńczony wodą w stosunku 1:1. Obróbkę akustyczną przeprowadzono przy użyciu generatora ultradźwięków firmy Sonics (model VCX750), który posiada zintegrowany z nim czytnik dostarczanej do próbki energii (rys. 1). W przeprowadzonym doświadczeniu urządzenie generowało falę o częstotliwości 20 kHz i natężeniu od $6,8 \text{ W/cm}^2$ do $22,4 \text{ W/cm}^2$. Temperaturę miazgi monitorowano za pomocą termopary dokonując odczytu co 1 minutę. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie, wyznaczając funkcje regresji i współczynniki regresji.

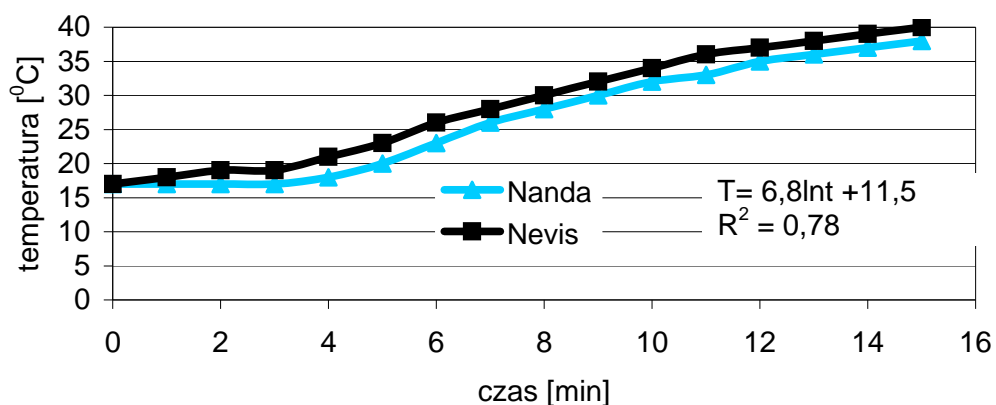


Rys. 1. Generator ultradźwiękowy firmy Sonics (model VCX750) użyty do obróbki miazgi marchwiowej

Fig. 1. Ultrasound generator Sonics (model VCX750) used for treatment of carrot pulp

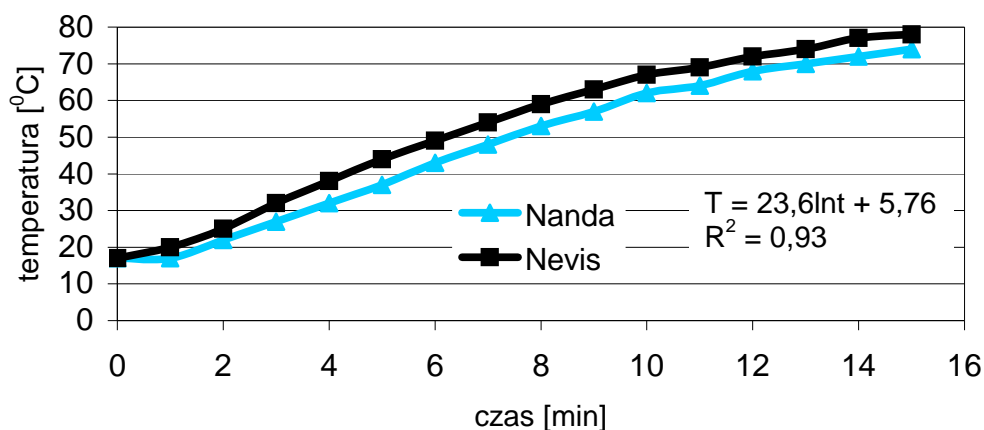
Wyniki badań

Wyniki wpływu obróbki ultradźwiękowej na zmiany temperatury miazgi marchwiowej przedstawiono na rysunkach 2-4.



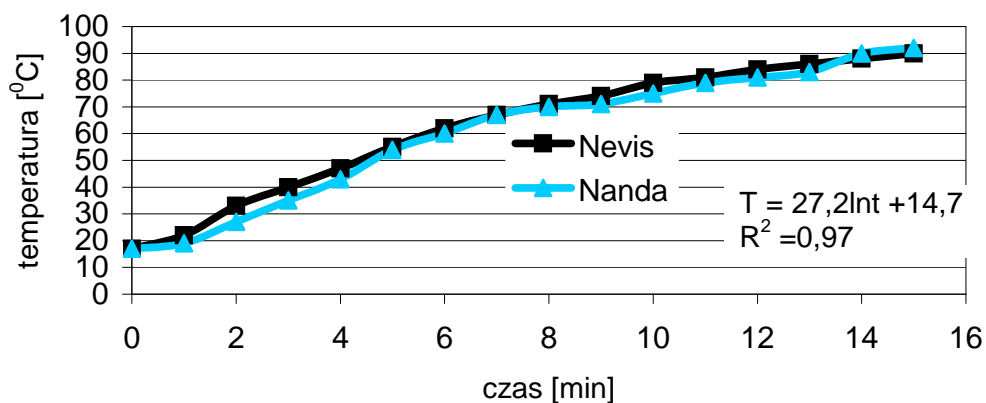
Rys. 2. Zmiany temperatury miazgi podczas obróbki polem akustycznym o natężeniu $6,8 \text{ W/cm}^2$

Fig. 2. Temperature changes of carrot pulp during treatment with acoustic field with intensity 6.8 W/cm^2



Rys. 3. Zmiany temperatury miazgi podczas obróbki polem akustycznym o natężeniu $16,2 \text{ W/cm}^2$

Fig. 3. Temperature changes of carrot pulp during treatment with acoustic field with intensity 16.2 W/cm^2



Rys. 4. Zmiany temperatury miazgi podczas obróbki polem akustycznym o natężeniu $22,4 \text{ W/cm}^2$

Fig. 4. Temperature changes of carrot pulp during treatment with acoustic field with intensity 22.4 W/cm^2

Obróbka ultradźwiękowa wpływa na zmianę temperatury miazgi marchwiowej. Zmiana ta jest ściśle uzależniona od natężenia pola akustycznego. Najmniejszy wzrosty temperatury (21°C dla 15-minutowego czasu sonifikacji) zanotowano przy najniższym badanym poziomie natężenia ultradźwięków, tj. 6,8 W·cm⁻². Wzrost natężenia pola ultradźwiękowego skutkował wzrostem temperatury obrabianej miazgi. Maksymalny przyrost temperatury (73°C po czasie obróbki 15 minut) uzyskano przy natężeniu 22,4 W·cm⁻². Na podstawie przeprowadzonej analizy regresji stwierdzono logarytmiczny wpływ czasu obróbki ultradźwiękowej na zmiany temperatury obrabianej miazgi dla wszystkich badanych poziomów natężenia pola ultradźwiękowego. Nie stwierdzono istotnego statystycznie wpływu odmiany marchwi na zmiany temperatury sonifikowanej miazgi.

Przyczyną zmian temperatury obrabianego medium w trakcie obróbki ultradźwiękowej są: tarcie na powierzchniach granicznych i międzyfazowych, absorpcja energii ultradźwiękowej oraz w przypadku dużych natężeń – kawitacja [Śliwiński 2001]. Zwiększenie natężenia pola akustycznego powoduje zarówno wzrost ilości energii ultradźwiękowej wytransmitowanej do badanego ośrodka jak i zwiększoną transformację energii akustycznej na ciepło. To z kolei skutkuje większymi przyrostami temperatury sonifikowanego ośrodka.

Wzrost temperatury powyżej określonych przedziałów wpływa niekorzystnie zarówno na substancje odżywcze zawarte w soku marchwiowym, jak i efektywność procesu sonifikacji. W pierwszym przypadku wzrost temperatury nie powinien przekraczać 55 - 60°C [Zadernowski, Oszmiański 1994], zaś w drugim zauważa się spadek współczynników związanych z przenoszeniem mocy do obrabianego ośrodka powyżej 50°C [Loning i in. 2002; Raso i in. 1999]. Z tego względu w przypadku natężeń przekraczających poziom 7 W/cm² powinno stosować się operacje obniżające temperaturę obrabianego medium.

Wnioski

1. Natężenie pola akustycznego jest ściśle skorelowane ze zmianą temperatury miazgi marchwiowej. Wzrost natężenia pola ultradźwiękowego skutkuje dużym wzrostem temperatury sonifikowanego surowca (nawet do 90°C w przypadku natężenia 22,4 W/cm²). Z uwagi na niekorzystny wpływ badanego efektu na proces sonifikacji powinno stosować się powyżej poziomu 7 W/cm² albo pulsacyjny tryb pracy generatorów ultradźwiękowych albo chłodzenie obrabianego ośrodka.
2. Odmiana marchwi nie ma wpływu na charakter zależności pomiędzy temperaturą, a natężeniem pola akustycznego.

Bibliografia

Elpiner J.E. 1988. *Ultradźwięki: działanie fizykochemiczne i biologiczne*. PWN, Warszawa.

Floros J.D. Liang H. 1994. Acoustically assisted diffusion through membranes and biomaterials. *Food Technology*, 48, 79-84.

Kobus Z. 2002. Wpływ wstępnej obróbki ultradźwiękowej na lepkość miazgi jabłkowej. *Inż. Rol.* s. 119-124.

Kobus Z. 2005. Wpływ wstępnej obróbki ultradźwiękowej na proces tłoczenia soku marchwiowego (w druku).

Loning J-M., Horst Ch., Hoffman U. 2002. Investigation of the energy conversion in sonochemical process. *Ultrasonic Sonochemistry*, 9, 169-179.

Oszmiański J. 2002. *Technologia i analiza produktów z owoców i warzyw. Wybrane zagadnienia*. Wyd. AR, Wrocław.

Raso J., Mañas P., Pagán R., Sala F.J. 1999. Influence of different factors on the output power transferred into medium by ultrasound *Ultrasonics Sonochemistry* 5, s. 157-162.

Suslick K. S. 1988: *Ultrasounds: its Chemical, Physical and Biological Effects*. VHC Publishers, New York

Śliwiński A. 2001. *Ultradźwięki i ich zastosowanie*. WNT, Warszawa.

Zadernowski R. i in. 2003. Sok z marchwi naturalnie mętny – kryteria doboru surowca oraz optymalizacja procesu technologicznego. *Przem. Ferm. i Ow.-Warz.*, cz. I: nr 5, s. 15-16; cz. II: nr 7-8, s. 40-41; cz. III: nr 9, s. 16-17.

Zadernowski R., Oszmiański J. 1994. *Wybrane zagadnienia z przetwórstwa owoców i warzyw*. Wyd. ART., Olsztyn.

TEMPERATURE CHANGES OF CARROT PULP DURING SONIFICATION

Summary

The study presents the results of preliminary ultrasound treatment of carrot pulp. The aim of the experiments was to analyse the influence of the intensity of acoustic field on temperature history of the pulp and to determine energy consumption during the sonification process. The research covered two varieties of carrot: Nanda and Nevis. Pulp underwent ultrasound treatment for 0 to 15 minutes. The obtained results indicate that ultrasound treatment may considerably increase the temperature of vegetable pulp.

Key words: ultrasounds, energy, temperature, carrot pulp