

Zbigniew Kobus
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych
Akademia Rolnicza w Lublinie

WPLYW OBRÓBKI ULTRADŹWIĘKOWEJ NA PROCES NAWILŻANIA SUSZU Z MARCHWI

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki wstępnej obróbki ultradźwiękowej suszu z marchwi. Celem przeprowadzonych doświadczeń było zbadanie wpływu natężenia pola akustycznego na zmiany współczynnika rehydratacji. Badaniami objęto marchew odmiany Jurga. Susz poddawano obróbce ultradźwiękowej przez czas od 10 do 30 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 znacznym stopniu przyczynia się do wzrostu współczynnika rehydratacji. Jego wartość rośnie wraz ze wzrostem czasu działania i natężenia pola ultradźwiękowego.

Słowa kluczowe: ultradźwięki, współczynnik rehydratacji, susz marchwiowy

Wprowadzenie

Ultradźwięki o dużej mocy są coraz częściej wykorzystywane do wywoływania znaczących zmian w strukturze i właściwościach obrabianego surowca [Kobus 2005; Mason i in. 1996; McClements 1995; Vinatoru 1999]. Przykładem procesu jednostkowego gdzie użycie pola akustycznego przynosi wymierne korzyści jest ekstrakcja [Hromadkova i in. 2002; Leque-Garci'a, Leque de Castro 2003; Mason, Zhao 1994; Toma, Vinatoru, Paniwnyk, Mason 1999]. Na tym polu zostało przeprowadzonych wiele badań, których celem było optymalizowanie warunków ekstrakcji ultradźwiękowej, mniejszy nacisk natomiast został położony na zrozumienie mechanizmu procesu [Vinatoru i in. 1999]. Generalnie panuje pogląd, że fale ultradźwiękowe rozrywają komórki roślinne i uwalniają ich zawartość do otaczającego je rozpuszczalnika ekstrakcyjnego [Mason, Zhao 1994]. Tak dzieje się w przypadku gdy procesowi ekstrakcji podajemy produkt o dużym stopniu uwodnienia. Bardziej złożony proces możemy obserwować gdy surowcem jest

susz, a w dużej części właśnie z takich materiałów uzyskujemy ekstrakt np.: w przemyśle zielarskim, farmaceutycznym. Wtedy w procesie ekstrakcji możemy wyróżnić dwa etapy: nawilżanie materiału roślinnego w rozpuszczalniku, czyli inaczej proces rehydratacji (oczywiście gdy rozpuszczalnikiem tym jest woda) oraz transfer rozpuszczalnych składników z materiału podawanego ekstrakcji (surowki) do rozpuszczalnika na drodze procesów osmotycznych i dyfuzji [Toma 1999]. Aby otrzymać więcej informacji na temat mechanizmu ekstrakcji ultradźwiękowej konieczne jest rozpatrzenie wpływu fal akustycznych na każdy z tych etapów. Stąd też w artykule tym skupiono wysiłek na określeniu współczynnika rehydratacji suszu marchwiowego nawilżanego w obecności pola ultradźwiękowego.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było zbadanie wpływu natężenia pola akustycznego oraz stopnia rozdrobnienia surowca na zmiany współczynnika rehydratacji suszu marchwiowego.

Metodyka

Badania przeprowadzono na suszu marchwiowym pochodzącym z odmiany Jurga. Średnica zastępcza cząstek suszu wahała się w granicach od 3 do 7 mm. Wilgotność początkowa suszu wynosiła 12%. Część surowca została rozdrobniona, a następnie rozdzielona na laboratoryjnym urządzeniu przesiewającym o wymiarach oczek w sitach 1 mm, 0,5 mm i 0,25 mm. W sumie do badań użyto trzech frakcji suszu: pierwsza o wymiarach cząstek od 3 do 7 mm (oznaczana dalej jako frakcja bez rozdrobnienia), druga pochodząca z przesiania przez sito o wymiarach oczek 1mm (oznaczona dalej jako rozdrobnienie 1 mm, w rzeczywistości cząstki te miały średnicę w granicach 0,5-1mm) i trzecia pochodząca z przesiania przez sito o wymiarach oczek 0,5 mm (oznaczona dalej jako rozdrobnienie 0,5 mm, w rzeczywistości cząstki miały średnicę w granicach 0,25-0,5mm).

Surowiec przed obróbką ultradźwiękową został zalany wodą w stosunku 1:10 (suszu : woda). Do procesu sonifikacji użyto aparatu ultradźwiękowego Sonics VCX 750 przedstawionego na rysunku 1.

Czas obróbki ultradźwiękowej wynosił 10, 20 i 30 minut. Zastosowano następujące amplitudy drgań ultradźwiękowych 40%, 60%, 80% i 100% mocy aparatu, odpowiadające w przeliczeniu następującym natężeniom ultradźwięków: 6,8 W/cm², 11,6 W/cm², 16,2 W/cm² i 22,4 W/cm².



Rys. 1. Generator ultradźwiękowy firmy Sonics (model VCX750) użyty do rehydratacji suszu marchwiowego

Fig. 1. Ultrasound generator Sonics (model VCX750) used for rehydration of dried carrot

Współczynnik rehydratacji został wyznaczony ze wzoru:

$$R = \frac{m_1}{m_0} \cdot 100\%$$

gdzie:

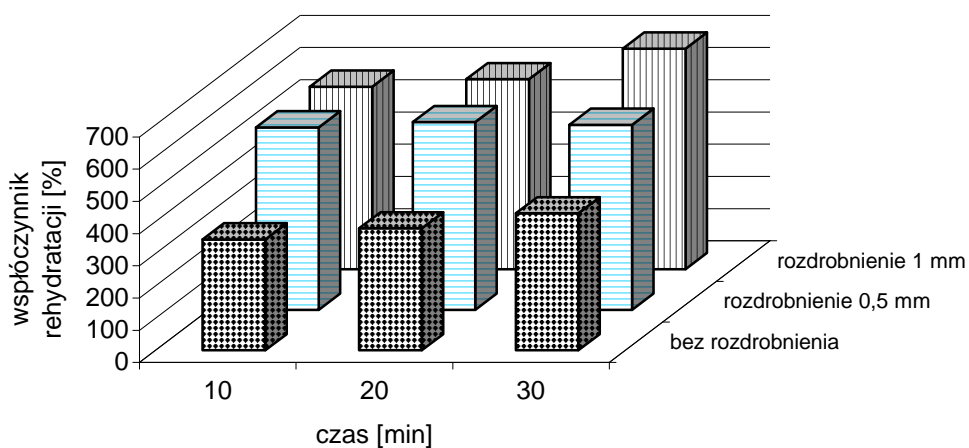
m_1 – waga suszu po rehydratacji [g],

m_0 – waga początkowa suszu [g].

Otrzymane wyniki zweryfikowano statystycznie przeprowadzając analizę wariancji.

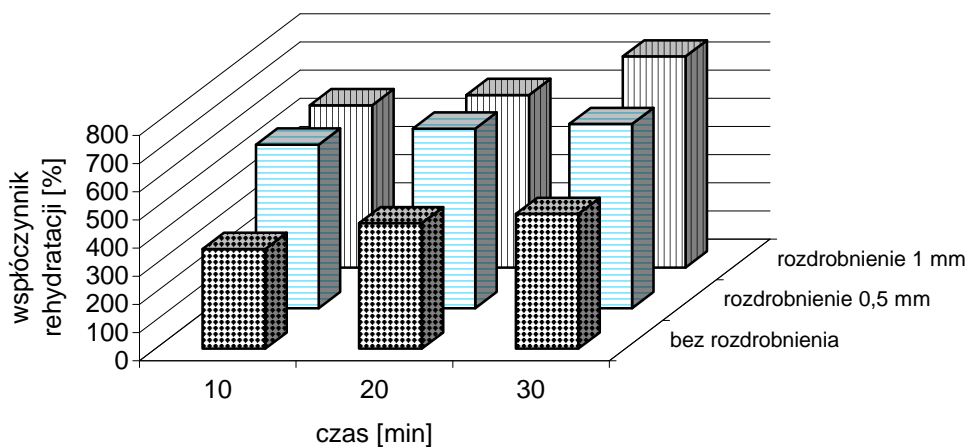
Wyniki badań

Wyniki wpływu obróbki ultradźwiękowej na zmiany współczynnika rehydratacji został przedstawiony na rysunkach 2-5.



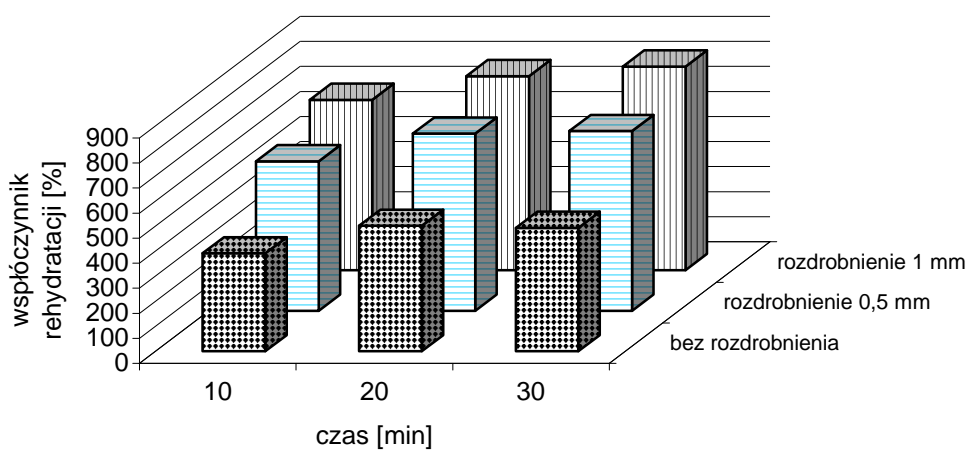
Rys. 2. Zmiany współczynnika rehydratacji podczas obróbki polem akustycznym o natężeniu $6,8 \text{ W/cm}^2$

Fig. 2. Changes of rehydration coefficient during treatment with acoustic field with intensity 6.8 W/cm^2



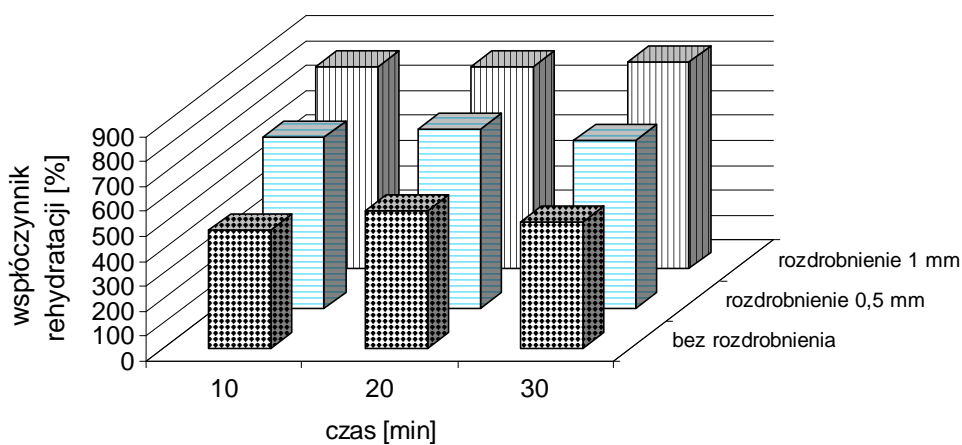
Rys. 3. Zmiany współczynnika rehydratacji podczas obróbki polem akustycznym o natężeniu $11,6 \text{ W/cm}^2$

Fig. 3. Changes of rehydration coefficient during treatment with acoustic field with intensity 11.6 W/cm^2



Rys. 4. Zmiany współczynnika rehydratacji podczas obróbki polem akustycznym o natężeniu $16,2 \text{ W/cm}^2$

Fig. 4. Changes of rehydration coefficient during treatment with acoustic field with intensity 16.2 W/cm^2



Rys. 5. Zmiany współczynnika rehydratacji podczas obróbki polem akustycznym o natężeniu $22,4 \text{ W/cm}^2$

Fig. 5. Changes of rehydration coefficient during treatment with acoustic field with intensity 22.4 W/cm^2

Obróbka ultradźwiękowa wpływa na zmianę współczynnika rehydratacji. Zmiana ta jest ściśle uzależniona od natężenia pola akustycznego i czasu trwania obróbki ultradźwiękowej. Najmniejsze wzrosty współczynnika rehydratacji (344% dla 10-minutowego czasu sonifikacji) zanotowano przy najniższym badanym poziomie natężenia ultradźwięków, tj. $6,8 \text{ W}\cdot\text{cm}^{-2}$. Wzrost natężenia pola ultradźwiękowego skutkował wzrostem współczynnika rehydratacji. Maksymalną wartość badanego parametru (829% po czasie obróbki 30 minut) uzyskano przy natężeniu $22,4 \text{ W}\cdot\text{cm}^{-2}$. Podsumowując można stwierdzić, że w badanym zakresie wraz ze wzrostem czasu obróbki ultradźwiękowej i natężenia pola akustycznego rośnie wartość współczynnika rehydratacji. Odmiennie przedstawia się problem związany z wielkością nawilżanego surowca. Najmniejszy wzrost współczynnika rehydratacji zanotowano przy frakcji bez rozdrobnienia (to jest cząstek o wielkości 3 – 7 mm). Rozdrobnienie surowca do poziomu wielkości cząstek 0,5 – 1 mm spowodowało wzrost absorpcji wody ale już dalsze zwiększanie stopnia rozdrobnienia do poziomu wielkości cząstek 0,25 – 0,5 mm spowodowało spadek wielkości współczynnika rehydratacji. Świadczy to istnieniu ekstremum w badanym przedziale wielkości cząstek 0,5 – 3 mm oraz konieczności dalszych badań w tym zakresie. Niezbędne również będzie określenie, czy stopień rozdrobnienia wpłynie na powstanie ekstremum w przypadku innych wielkości związanych z ekstrakcją oraz czy ekstrema te mają zbliżone wartości.

Wnioski

1. Obróbka ultradźwiękowa wpływa na zwiększenie współczynnika rehydratacji suszu marchwiowego. Wzrost tego współczynnika jest dodatnio skorelowany z natężeniem pola ultradźwiękowego i czasem trwania sonifikacji.
2. Stopień rozdrobnienia surowca podczas nawilżania w obecności pola akustycznego ma znaczący wpływ na współczynnik rehydratacji. W zakresie wielkości cząstek 0,5-3 mm istnieje ekstremum dla którego w/w współczynnik przyjmuje wielkości maksymalne.

Bibliografia

Hromadkova Z., Ebringerova A., Valachovic P. 2002. Ultrasound – assisted extraction of water-soluble polysaccharides from the roots of valerian (*Valeriana Officinallis L.*) Ultrasonics Sonochemistry, 9, 37-44.

Kobus Z. 2005. Wpływ wstępnej obróbki ultradźwiękowej na proces tłoczenia soku marchwiowego. Inżynieria Rolnicza 11,219-226.

Leque-Garci'a J.L., Leque de Castro M.D. 2003. Ultrasound: a powerful tool for leaching. Trends in Analytical Chemistry, 1, 41-47.

Mason T.J., Paniwnyk L., Lorimer J.P. 1996. The uses of ultrasound in food technology. *Ultrasonics Sonochemistry*, 3, 253-261.

McClements D.J. 1995. Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing. *Trends in Food Science and Technology*, 293-299.

Mason T.J., Zhao Y. 1994. Enhanced extraction of tea solids using ultrasound. *Ultrasonics*, 32, 375-377.

Toma M., Vinatoru M., Paniwnyk L., Mason T.J. 1999. Investigation of the effects of ultrasound on vegetal tissue during solvent extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 8, 137-142.

Vinatoru M., Toma M., Mason T.J. 1999. Ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from plants and the constituents. *Advances in Sonochemistry*, 5, 216.

INFLUENCE OF ULTRASOUND TREATMENT ON THE PROCES OF MOISTURISATION OF DRIED CARROT

Summary

The study presents the results of preliminary ultrasound treatment of dried carrot. The aim of the experiments was to analyse the influence of the intensity of acoustic field on changes of rehydration factor. The study covered carrot of Jurga variety. Dried carrot underwent ultrasound treatment for 10 to 30 minutes. An ultrasound generator which produces waves with frequency 20 kHz and intensity from 6.8 W/cm^2 to 22.4 W/cm^2 was used in the experiment. The obtained results indicate that ultrasound treatment considerably contributes to an increase of rehydration coefficient. Its value grows along with the growth of time of treatment and the intensity of ultrasound field.

Key words: Ultrasounds, rehydration coefficient, dried carrot