

Właściwości fizyko - chemiczne tkanki Mięśniowej po sonifikacji

Streszczenie

Celem badań była ocena zjawisk o charakterze pierwotnym wywołanych sonifikacją wołowej tkanki mięśniowej bezpośrednio po uboju oraz po 24 godz. od uboju. Zakres badań obejmował oznaczenie wodochłonności, kwasowości mięsa i zdolności utrzymywania wody własnej. Otrzymane wyniki oznaczeń właściwości fizyko - chemicznych mięsa "ciepłego" przeprowadzonych bezpośrednio po zastosowaniu obróbki ultradźwiękowej wskazują na brak bezpośrednich efektów oddziaływania drgań na badane cechy. Aplikacja drgań w przypadku mięśni w stanie *rigor mortis* (tj. po 24 godz. od uboju) wpłynęła różnicująco na zdolność utrzymywania przez nie wody własnej.

Słowa kluczowe: właściwości fizyko - chemiczne, sonifikacja, wołowina

Wstęp

Szerokie spektrum zjawisk i efektów wywoływanych oddziaływaniem fal ultradźwiękowych na substancje biologiczne decyduje o zainteresowaniu ich wykorzystaniem w wielu dziedzinach działalności człowieka [Got i in. 1999; Mason i in. 1996; McClements 1995]. W działaniu ultradźwięków na substancje można wyróżnić dwie grupy zjawisk: pierwotne, występujące w momencie działania ultradźwięków i wtórne, jako skutek zjawisk pierwotnych. Wiele zjawisk pierwotnych jest wywoływanych przez ciepło, powstałe wskutek zamiany energii fal ultradźwiękowych w wyniku absorpcji akustycznej w tkankach biologicznych. Za podstawowy efekt zjawisk pierwotnych uważa się kawitację [Śliwiński 2001]. Tkanka mięśniowa jest specyficznym ośrodkiem rozchodzenia się drgań. Ze względu na zróżnicowanie elementów strukturalnych komórek i nierównomierny stopień ich uwodnienia, stanowi skomplikowany układ eksperymentalny dla oceny wpływu sonifikacji na jej właściwości [Dolatowski 1999]. Proponowane mechanizmy oddziaływania fal ultradźwiękowych na tkankę mięśniową zakładają wpływ drgań na dojrzewanie mięsa (kształtowanie kruchości), a głównie na przemiany białek miofibrylarnych, rozluźnianie struktur filamentowych, uwalnianie jonów Ca^{2+} [Dolatowski 1999; Got i in. 1999; Lyng i in. 1997; Lyng i in. 1998]. Obserwuje się duże zróżnicowanie uzyskiwanych wyników z uwagi na fakt stosowania w badaniach fal dźwiękowych o bardzo zróżnicowanym zakresie częstotliwości, natężeń a także ze względu na aplikację drgań na różnym etapie przemian poubojowych mięsa i różny czas działania [Lyng i in. 1997]. Badania Dolatowskiego [1999] wykazały, że sonifikacja mięsa bezpośrednio po uboju drganiami o niskiej częstotliwości i średnim natężeniu zmienia właściwości tkanki w procesie jej dojrzewania. Smith'a i in. [1991] wykazali,

iż 2 i 4 minutowa sonifikacja mięśnia *m. semitendinosus* falami o częstotliwości 26 kHz powodowała statystycznie istotny spadek siły cięcia.

Cel i zakres pracy

Celem niniejszych badań była ocena zjawisk pierwotnych występujących przy sonifikacji mięsa po 2 i 24 godzinach od uboju.

Metodyka badań

Surowiec do badań stanowiło mięso wołowe (*m. semimembranosus*) młodego bydła rzeźnego, wolne od wad jakościowych, wykrawane z półtuszy wołowych

i sonifikowane po 2 i 24 godz. od uboju. Oznaczenia wykonywano dla trzech prób. Pierwszą (U1) stanowiło mięso poddane obróbce w polu ultradźwiękowym o częstotliwości 25 kHz i natężeniu $1,5 - 2 \text{ W}\cdot\text{cm}^{-2}$, drugą (U2) w polu o częstotliwości 45 kHz. Mięso nie poddane obróbce stanowiło próbę kontrolną (PK). Bezpośrednio po przeprowadzonej obróbce ultradźwiękowej pobierano próby do oznaczania wyróżników fizyko-chemicznych mięsa.

Zakres badań obejmował oznaczenie:

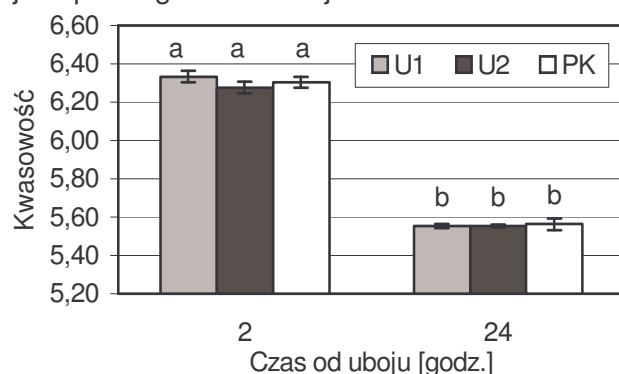
- kwasowości mięsa na podstawie pomiaru wartości pH bezpośrednio w tkance mięśniowej za pomocą zespolonej elektrody sztyletowej OSH 12-00 przy użyciu pH - metru cyfrowego CPC 501 [PN - ISO 2917:2001],
- wodochłonności mięsa metodą polegającą na rozdzielaniu w polu odśrodkowym homogenatu próbki mięsa z wodą destylowaną [Wierbicki i in. 1962],
- zdolności utrzymywania wody własnej przez mięso przez pomiar wielkości powierzchni wyciśniętego soku mięsnego metodą Graua i Hamma [1953]. Oznaczenia wykonywano dla próbek o układzie włókien tkanki równoległym lub prostopadłym do kierunku działania siły oraz dla próbki mięsa rozdrobnionego w wilku przez siatkę o $\varnothing 3 \text{ mm}$.

Doświadczenie przeprowadzono w trzech replikacjach, każde w trzech powtórzeniach. Otrzymane wyniki badań poddano ocenie statystycznej. Przeprowadzono analizę wariancji a do określenia istotności różnic wykorzystano test T - Tuckey`a na poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$.

Wyniki badań i ich analiza

Otrzymane wyniki pomiarów wartości pH (rys. 1.) wskazują, iż kwasowość prób mięsa kształtowała się na poziomie typowym dla danego etapu przemian poubojowych (odpowiednio po 2 i 24 godz. od uboju). Zastosowanie obróbki ultradźwiękowej nie wpłynęło na zróżnicowanie wielkości badanej cechy, o czym świadczy brak istotnych statystycznie

różnic między średnimi wartościami kwasowości prób zarówno bezpośrednio jak i po 24 godz. od uboju.



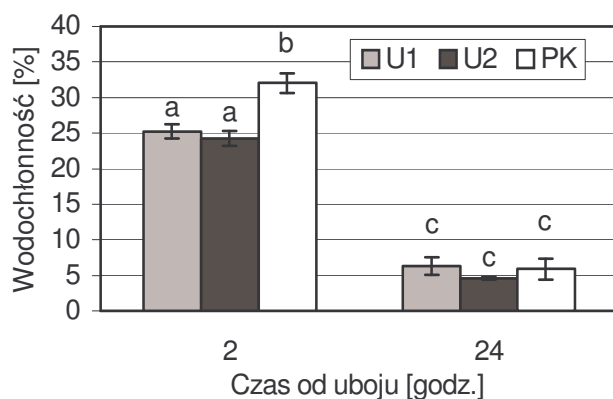
Rys. 1. Wpływ sonifikacji na kwasowość mięsa

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ($\alpha \leq 0,05$)

Fig. 1. Influence of sonification on meat acidity

Averages marked with the same letters do not differ statistically significantly ($\alpha \leq 0.05$)

Wyższą wodochłonnością (rys. 2.) wszystkie próby mięsa cechowały się po obróbce ultradźwiękowej przeprowadzonej bezpośrednio po uboju ("mięso ciepłe").



Rys. 2. Wpływ sonifikacji na wodochłonność mięsa

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ($\alpha \leq 0,05$)

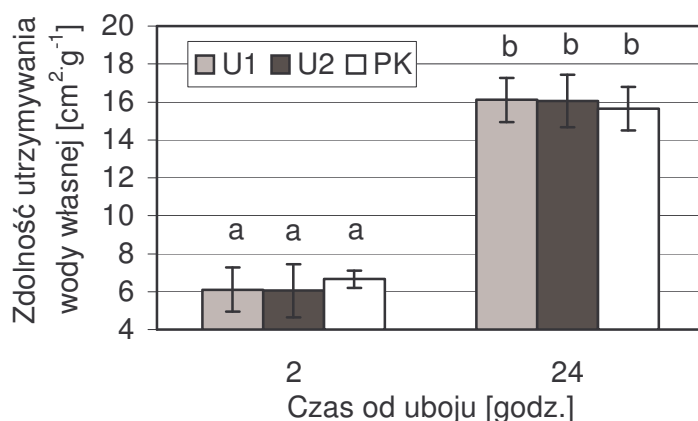
Fig. 2. Influence of sonification on water absorption by meat

Averages marked with the same letters do not differ statistically significantly ($\alpha \leq 0.05$)

W efekcie aplikacji drgań ultradźwiękowych próby poddane tej obróbce cechowały się niższą wodochłonnością podczas oznaczeń wykonywanych po 2 godz. od uboju. Wodochłonność prób U1 i U2 kształtowała się na poziomie odpowiednio 25,2% i 24,3%, a próby kontrolnej 32,0% (rys. 2). Świadczy

to o wpływie drgań na struktury białkowe odpowiedzialne za utrzymywanie wody. Statystycznie istotnych różnic w wartościach wodochłonności między badanymi próbkami nie odnotowano po obróbce ultradźwiękowej przeprowadzonej na próbkach mięsa po 24 godz. *post mortem*.

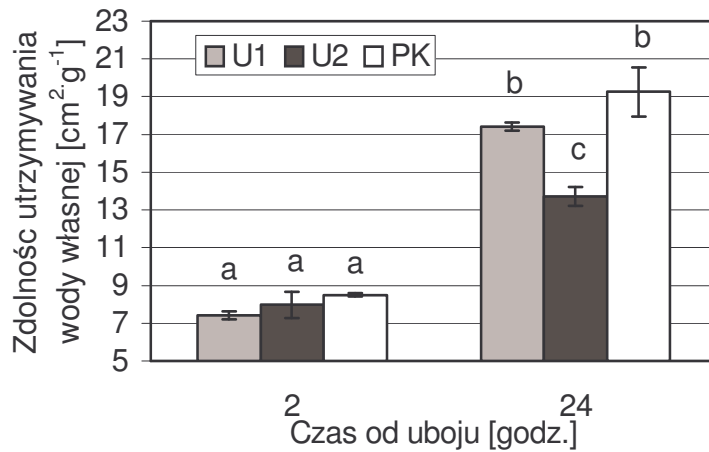
Wyniki oznaczeń zdolności utrzymywania wody własnej (rys. 3, 4, 5) wskazują, że zarówno nierozdrobnione jak i rozdrobnione próby mięsa najlepszą zdolnością utrzymywania wody własnej charakteryzowały się po 2 godz. od uboju. Oznaczenia wykonane dla próbek mięsa poddanych działaniu ultradźwięków bezpośrednio po uboju wykazały, iż zastosowanie obróbki ultradźwiękowej na tym etapie przemian poubojowych nie wpłynęło różnicująco na wartość badanej cechy. Świadczy to o braku ewentualnych zmian wywołanych kawitacją czy innymi bezpośrednimi czynnikami wynikającymi z sonifikacji.



Rys. 3. Wpływ sonifikacji na zdolność utrzymywania wody własnej przez mięso nierozdrobnione (siła nacisku prostopadła do włókien)
Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ($\alpha \leq 0,05$)

Fig. 3. Influence of sonification on moisture-holding capacity by meat not chopped (Pressing load perpendicular to fibers)
Averages marked with the same letters do not differ statistically significantly ($\alpha \leq 0.05$)

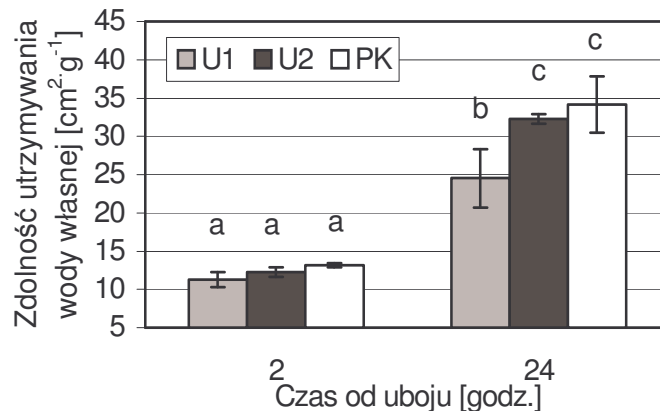
Najwyższą zdolnością utrzymywania wody własnej cechowały się próby mięsa obciążane prostopadle do kierunku włókien mięśniowych (rys. 3.).



Rys. 4. Wpływ sonifikacji na zdolność utrzymywania wody własnej przez mięso nierozdrobnione (siła nacisku równoległa do włókien)
Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ($\alpha \leq 0,05$)

Fig. 4. Influence of sonification on moisture-holding capacity by meat not chopped (Pressing load parallel to fibers)
Averages marked with the same letters do not differ statistically significantly ($\alpha \leq 0.05$)

Dla prób obciążanych równoległe do kierunku włókien mięśniowych (rys. 4.) badana właściwość kształtowała się na poziomie 7,4 - 8,5 cm²·g⁻¹.



Rys. 5. Wpływ sonifikacji na zdolność utrzymywania wody własnej przez mięso rozdrobnione
Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ($\alpha \leq 0,05$)

Fig. 5. Influence of sonification on moisture-holding capacity by chopped meat
Averages marked with the same letters do not differ statistically significantly ($\alpha \leq 0.05$)

Mechaniczne zniszczenie struktury tkankowej mięsa wpłynęło na obniżenie zdolności utrzymywania przez nie wody własnej w porównaniu do

nierozdrobnionych prób mięsa zarówno podczas oznaczeń przeprowadzonych po 2 jak i 24 godz. od uboju (rys. 5.). Statystycznie istotne różnice w zdolności utrzymywania wody własnej przez próby mięsa poddane obróbce ultradźwiękami po 24 godz. od uboju odnotowano podczas oznaczeń wykonywanych dla prób obciążanych równolegle do kierunku włókien mięśniowych i dla rozdrobnionych prób mięsa. W pierwszym przypadku najwyższą zdolnością utrzymywania wody własnej cechowały się próby mięsa poddane obróbce ultradźwiękami o częstotliwości 45 kHz. Wartość badanej cechy dla prób U1 i PK nie różniła się statystycznie istotnie. Rozdrobnione próby mięsa poddanego po 24 godz. od uboju obróbce ultradźwiękami o częstotliwości 25 kHz cechowały się wyższą niż próby U2 i PK zdolnością utrzymywania wody własnej. Świadczy to, iż aplikacja drgań na etapie przemian w stanie *rigor mortis* (tj. po 24 godz. od uboju) wpłynęła na właściwości fizyko - chemiczne mięsa.

Wnioski

Uzyskane wyniki badań wskazują, że obróbka ultradźwiękowa nie wpłynęła różnicująco na wartość kwasowości badanych prób mięsa.

Wyniki oznaczeń wodochłonności mięsa metodą wirówkową wskazują, że wartość badanej cechy była niższa dla prób poddanych sonifikacji w porównaniu z mięsem nie poddanym oddziaływaniu pola ultradźwiękowego bezpośrednio po obróbce przeprowadzonej po 2 godz. od uboju. Statystycznie istotnych różnic w wartości tej cechy dla badanych prób nie odnotowano po obróbce przeprowadzonej po 24 godz. od uboju.

Poddanie mięsa "ciepłego" działaniu ultradźwięków nie wpłynęło na jego zdolność utrzymywania wody własnej zarówno przez rozdrobnione jak i nierozdrobnione próby mięsa. Wskazuje to na brak zjawisk pierwotnych wywołanych sonifikacją na tym etapie przemian poubojowych.

Bibliografia

Dolatowski Z J. 1999. Wpływ obróbki ultradźwiękami o niskiej częstotliwości na strukturę i cechy jakościowe mięsa. Rozprawy naukowe AR w Lublinie, 221.

Got F., Culioli J., Berge P., Vignon X., Astruc T., Quideau J. M., Lethiecq M. 1999. Effects of high - intensity high - frequency ultrasound on ageing rate, ultrastructure and some physico - chemical properties of beef. Meat Science, 51, 35 - 42.

Grau R., Hamm R. 1953. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. Naturwiss. 40, 29 - 30.

Lyng J. G., Allen P., McKenna B. M. 1997. The influence of high intensity ultrasound baths on aspects of beef tenderness. *Journal of Muscle Foods*, 8, 237 - 249.

Lyng J. G., Allen P., McKenna B. M. 1998. The effect on aspects of beef tenderness of pre- and post- rigor exposure to a high intensity ultrasound probe. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78, 308 - 314.

Mason T. J., Paniwnyk L., Lorimer J. P. 1996. The uses of ultrasound in food technology. *Ultrasonics Sonochemistry*, 3, S253 - S260.

McClements D. J. 1995. Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing. *Trends in Food Science and Technology*, 6, 293 - 299.

PN - ISO 2917:2001. Mięso i przetwory mięsne - Pomiar pH - metoda odwoławcza.

Smith N. B., Cannon J. E., Novakofski J. E., McKeith F. K., O'Brien Jr. W. D. 1991. Tenderization of *semitendinosus* muscle using high intensity ultrasound. *Ultrasonics Symposium*, 1371 - 1374.

Śliwiński A. 2001. *Ultradźwięki i ich zastosowania*. Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, Warszawa.

Wierbicki E., Tiede M.G., Burrell R.C. 1962. Die Bestimmung der Fleischquellung als Methode zur Untersuchung der Wasserbindungskapazität von Muskelproteinen mit geringen salthaltevermögen. *Fleischwirtschaft*. 10, 948 - 951.

Physicochemical properties of muscular tissue after sonification

Summary

It was the subject of this work to evaluate phenomena original in character generated by sonification of beef muscular tissue directly after slaughter and 24 hours after slaughter. The scope of investigation included the determination of water absorption, meat acidity, and moisture-holding capacity. It results from the determination of the physico-chemical properties of "warm" meat carried out directly after ultrasonic treatment that the features being tested were not directly affected by vibration. The application of the vibration in case of muscles in a state *rigor mortis* (i.e. 24 hours after slaughter) had a different effect on their moisture-holding capacity.

Keywords: physico-chemical properties, sonification, beef