

AGATA MARZEC, PIOTR P. LEWICKI, EWA JAKUBCZYK

BADANIE JAKOŚCI KRAKERSÓW METODĄ EMISJI AKUSTYCZNEJ

Streszczenie

Celem pracy było wyznaczenie parametru akustycznego opisującego zmiany jakości krakersów w funkcji aktywności wody (a_w). Zakres pracy obejmował analizę takich deskryptorów akustycznych, które można by zastosować do opisu utraty kruchości w wyniku sorpcji wody przez krakersy. Wykazano, że wzrastająca aktywność wody istotnie wpływa na zmianę jakości krakersów, przejawiającą się stopniowym zanikiem emisji akustycznej. Liczba zdarzeń emisji akustycznej i współczynnik kruchości maleją ze wzrostem aktywności wody w krakersach, ale w zakresie a_w od 0,2 do 0,4 zmiany te nie są statystycznie istotne. Liczba zdarzeń i współczynnik kruchości mogą służyć do wyznaczenia zmian jakości krakersów. Osiągnięcie przez nie a_w około 0,5 powoduje utratę kruchości, o czym świadczy krytyczna aktywność wody wyznaczona z równania Fermiego.

Słowa kluczowe: krakersy, emisja akustyczna, kruchość, aktywność wody (a_w), właściwości mechaniczne

Wprowadzenie

Jedną z głównych cech świadczących o dobrej jakości krakersów jest ich kruchość i chrupkość. Cechy te można kontrolować metodami akustycznymi przez pomiar dźwięku generowanego w procesie kruszenia produktów spożywczych. Głównym powodem utraty kruchości jest wzrost zawartości wody w produktach zbożowych, jako rezultat jej sorpcji z otoczenia lub transportu wewnątrz produktu. Badania wpływu aktywności wody na sensoryczną ocenę tekstury krakersów wykazały, że decydujące znaczenie mają wyróżniki akustyczne. W odróżnieniu od wyróżników kinestetycznych są one wysoko skorelowane z jakością ogólną krakersów [1]. Dźwięk emitowany przez pieczywo chrupkie jest bardzo czułym wskaźnikiem jakości tekstury, a niekorzystny wpływ wody objawia się małą intensywnością dźwięku [4]. Większość opisanych deskryptorów emisji akustycznej stosowanych do oceny produktów spożywczych to poziom lub głośność dźwięku, energia dźwięku i liczba pików. Mniej uwagi poświęcono analizie częstotliwości widma emitowanego dźwięku [3].

Dr inż. A. Marzec, prof. dr hab. Piotr P. Lewicki, dr inż. E. Jakubczyk, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydział Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa, e-mail: agata_marzec@sggw.pl

Celem pracy było wyznaczenie deskryptora akustycznego opisującego zmiany kruchości krakersów w funkcji aktywności wody.

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym były krakersy „Lajkonik”. Ciastka były przechowywane w eksykatorach o wilgotności względnej powietrza od 0 do 70% w celu uzyskania różnej aktywności wody w materiale. We wszystkich badanych próbkach oznaczano zawartość wody wg PN [6] i aktywność wody (a_w) za pomocą higrometru Hygroskop DT 2 firmy Rotronic.

Krakersy po osiągnięciu stanu równowagi z otoczeniem były łamane w maszynie wytrzymałościowej Zwick 1445 z prędkością 1 mm/s [2].

Emisję akustyczną (EA) rejestrowano akcelerometrem piezoelektrycznym typu 4381 firmy Brüel&Kjer. Sygnał z akcelerometru był wzmacniany 40 dB i podawany na wejście mikrofonowe karty dźwiękowej Delta 44 pracującej z częstotliwością próbkowania 44,1 kHz. Dźwięk analizowano w zakresie częstotliwości od 1 do 15 kHz.

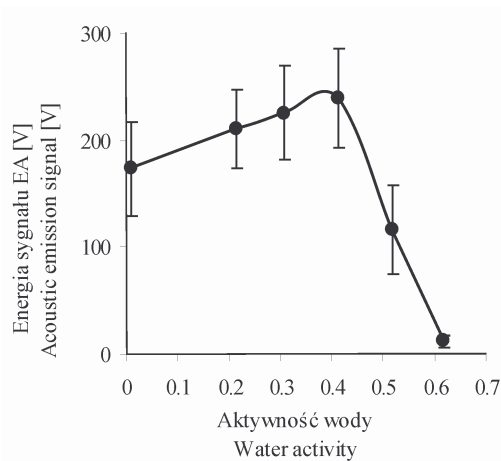
Na podstawie wykresów amplitudowo-czasowych wyznaczano energię zarejestrowanego sygnału akustycznego, liczbę zdarzeń emisji akustycznej oraz współczynnik nachylenia charakterystyki widmowej, który jest ilorazem energii sygnału emisji akustycznej w paśmie wysokich częstotliwości oraz energii sygnału w paśmie niskich częstotliwości [5]. Współczynnik kruchości wyznaczano jako iloraz liczby zdarzeń emisji akustycznej do pracy łamania krakersów. Zmiany deskryptorów akustycznych i współczynnika chrupkości w funkcji a_w opisano równaniem Fermiego [7].

Badania wykonano w 10 powtórzeniach. Deskryptory EA wyznaczano w odniesieniu do 4-sekundowych zapisów dźwięku. W celu określenia czy uzyskane wartości parametrów reprezentują badaną próbę, czy różnią się istotnie, przeprowadzono wnioskowanie statystyczne na podstawie jednoczynnikowej analizy wariancji z powtórzeniami przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

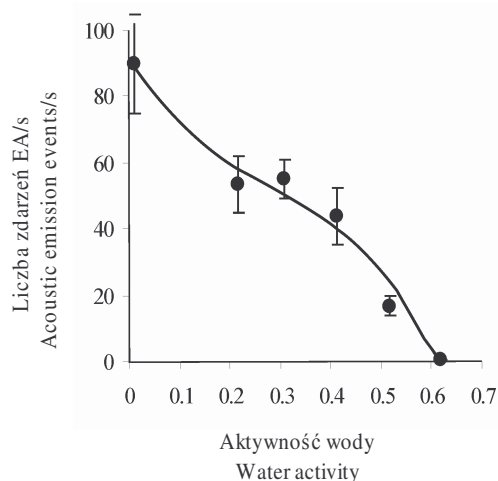
Wyniki i dyskusja

Energia akustyczna badanych krakersów nie zmieniała się do aktywności wody 0,41, dalsza sorpcja wody powodowała spadek intensywności dźwięku (rys. 1). Liczba zdarzeń emisji akustycznej malała ze wzrostem a_w (rys. 2). Przyczyną tego jest zróżnicowany rozkład naprężeń w produktach suchych i wilgotnych [2].

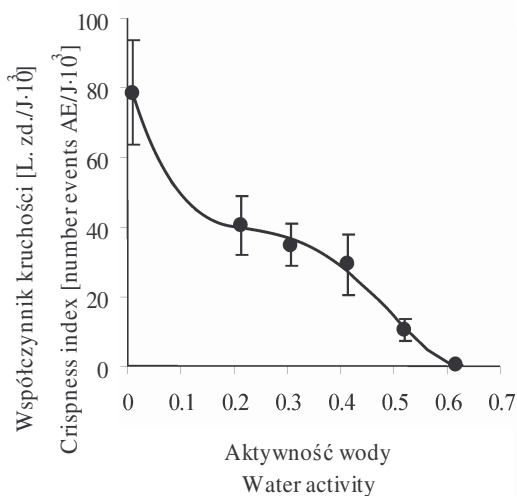
Wykazano, że kruchość krakersów malała wraz ze zwiększaniem się w nich zawartości wody, jednak w przedziale a_w od 0,20 do około 0,41 różnice były statystycznie nieistotne (rys. 3). Podobne prawidłowości zaobserwowano w badaniach sensorycznych krakersów metodą ilościowej analizy opisowej w funkcji aktywności wody [1].



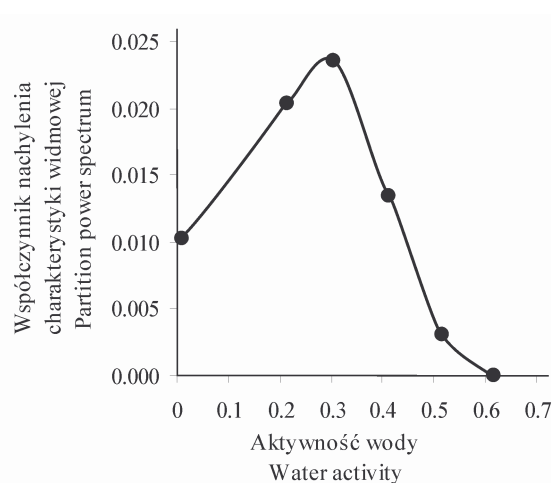
Rys. 1. Wpływ aktywności wody na energię sygnału emisji akustycznej krakersów.
Fig.1. Effect of water activity on the acoustic emission signal energy of crackers.



Rys. 2. Wpływ aktywności wody na liczbę zdarzeń emisji akustycznej krakersów.
Fig. 2. Effect of water activity on the number of acoustic emission events of crackers.



Rys. 3. Wpływ aktywności wody na współczynnik kruchości krakersów.
Fig. 3. Effect of water activity on the crispness index of crackers.



Rys. 4. Wpływ aktywności wody na współczynnik nachylenia charakterystyki widmowej krakersów.
Fig. 4. Effect of water activity on the partition power spectrum slope of crackers.

Analizowano uśrednioną charakterystykę widmową zarejestrowanych sygnałów. Widma akustyczne badanych ciastek cechowały się występowaniem dwóch

charakterystycznych pasm częstotliwości 2-3 kHz i 14 kHz o zwiększonej gęstości sygnału.

W związku z tym obliczono bezwymiarowy współczynnik nachylenia charakterystyki widmowej. Jego wartość do $a_w = 0,30$ rosła, a następnie powyżej tej aktywności wody malała (rys. 4). Oznacza to, że w krakersach o niskiej aktywności wody występowała generacja i propagacja dźwięków o niskiej częstotliwości. Zmiany powyższych parametrów w funkcji a_w zostały opisane równaniem Fermiego. Równanie to służy do wyznaczenia krytycznej a_w , powyżej której występuje zmiana jakości wywołana zwiększeniem zawartości wody w produkcie.

Wykazano, że utrata kruchości krakersów wyrażała się stopniowym zanikiem emisji akustycznej, a krytyczna aktywność wody wynosiła 0,47 w przypadku analizy liczby zdarzeń, współczynnika kruchości i współczynnika nachylenia charakterystyki widmowej, zaś przy energii sygnału $a_{wc} = 0,52$.

Wyznaczona krytyczna aktywność wody deskryptorów akustycznych krakersów była zbliżona do tej, przy której Lewicki i wsp. [2] odnotowali zmianę mechanizmu niszczenia. Pogorszenie jakości tekstury krakersów badanych sensorycznie obserwowano przy $a_w = 0,52$ [1].

Spośród analizowanych deskryptorów dźwięku liczba zdarzeń emisji akustycznej i współczynnik kruchości mogą być, zdaniem autorów, stosowane do oceny jakości krakersów.

Tabela 1

Parametry równania Fermiego zastosowanego do opisu wpływu aktywności wody na jakość krakersów ($0,20 < a_w < 0,61$).

Coefficients in the Fermi equation applied to describe the effect of water activity on the quality of crackers ($0,20 < a_w < 0,61$).

Deskryptory opisujące jakość krakersów Acoustic descriptors describing the quality of crackers	a_{wc}	Y	b	r^2
Energia akustyczna sygnału Acoustic emission signal energy	0,52	225,75	0,050	0,985
Liczba zdarzeń EA Number of acoustic events	0,48	54,65	0,044	0,996
Współczynnik kruchości Crispness index	0,47	38,69	0,049	0,991
Współczynnik nachylenia charakterystyki widmowej Partition power spectrum slope	0,47	0,02	0,039	0,979

Wnioski

1. Wzrastająca aktywność wody statystycznie istotnie wpływa na zmiany jakości krakersów, wyrażające się stopniowym zanikiem emisji akustycznej.
2. Liczba zdarzeń emisji akustycznej i współczynnik kruchości maleją ze wzrostem aktywności wody w krakersach i mogą służyć do wyznaczania zmian ich jakości.
3. W zakresie aktywności wody od 0,2 do 0,4 krakersy pozostają kruche, a osiągnięcie przez nie a_w około 0,5 powoduje utratę kruchości, o czym świadczy krytyczna aktywność wody wyznaczona z równania Fermiego.

Praca naukowa finansowana ze środków KBN w latach 2003-2006 (3 P06T 040 25)

Literatura

- [1] Gondek E., Marzec A.: Wpływ aktywności wody na sensoryczną ocenę tekstury i jakość ogólną krakersów. Inżynieria Rolnicza (praca przyjęta do druku), Kraków 2005.
- [2] Lewicki P.P., Jakubczyk E., Marzec A., Cabral M. C.C., Periera P. M.: Wpływ aktywności wody na właściwości mechaniczne suchych produktów zbożowych. Acta Agrophysica, 2004, **2** (4), 381-391.
- [3] Luyten H. Plijter J.J., Van Vliet T.: Crispy/crunchy crusts of cellular solid foods: a literature review with discussion. J. Texture Studies, 2004, **35**, 445-492.
- [4] Marzec A.: Wpływ aktywności wody na właściwości mechaniczne i akustyczne pieczywa chrupkiego Praca doktorska. Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji. SGGW. Warszawa 2002.
- [5] Marzec A., Lewicki P.P., Ranachowski Z., Dębowski T.: The influence of moisture content on spectral characteristic of acoustic signals emitted by flat bread samples. Proceedings of the AMAS Course on Non-destructive Testing of Materials and Structures. (eds. J. Deputat, Z. Ranachowski) Centre of Excellence for Advanced Materials and Structures. Warszawa 2002, pp.127-135.
- [6] PN-84/A-88027. Wyroby cukiernicze trwałe. Oznaczanie zawartości suchej masy.
- [7] Tesch R., Normand M., Peleg M.: Comparison of the acoustic and mechanical signatures of two cellular crunchy cereal foods at various water activity levels. J. Sci. F. Agr., 1996, **70**, 347-352.

CRACKER QUALITY ASSESSMENT USING AN ACOUSTIC EMISSION METHOD

Summary

The objective of this paper was to determine an acoustic parameter describing quality changes in crackers as a function of water activity (a_w). The scope of the study comprised the analysis of acoustic descriptors, which could be applied to describe losses of crispness owing to water sorption by crackers. It was found that the increasing water activity significantly influenced a change in the quality of crackers manifested by the gradual fading of the acoustic emission. The number of acoustic events and the crispness index decreased with the increasing water activity in crackers, however, as for a_w in the range from 0.2 to 0.4, those changes were not statistically significant. The number of events and the crispness index can be used to determine changes in the quality of crackers. With a_w reaching a level of about 0.5,

losses in the crispness were produced, and it was evidenced by the critical water activity determined using a Fermi equation.

Key words: acoustic emission, crackers, crispy, water activity (a_w), mechanical properties 