

WŁAŚCIWOŚCI AKUSTYCZNE I MECHANICZNE CHIPSÓW ZIEMNIACZANYCH

Ewa Gondek, Agata Marzec

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. Celem pracy było wyznaczenie wybranych mechanicznych i akustycznych wyróżników tekstury chipsów ziemniaczanych uzyskanych drogą pomiarów instrumentalnych. Chipsy ścisano w maszynie wytrzymałościowej Zwick 1445 GmbH, z prędkością 50 mm·min⁻¹, rejestrowano siłę oraz emisję akustyczną (EA) metodą kontaktową za pomocą akcelerometru piezoelektrycznego typu 4381 firmy Brüel & Kjær. Wyznaczono maksymalną siłę uzyskaną w teście ściskania, pracę ściskania chipsów, oraz szereg deskryptorów emitowanego dźwięku, spośród których liczba zdarzeń i współczynnik chrupkości różnicują badane próbki.

Słowa kluczowe: chipsy ziemniaczane, tekstura, emisja akustyczna, właściwości mechaniczne

Wstęp

Chipsy ziemniaczane to jedna z najbardziej popularnych przekąsek. Należą one do grupy produktów o niskim natężeniu cech smakowych, w których parametrem krytycznym decydującym o akceptacji konsumenta jest tekstura. Konsument oczekuje produktu kruchego o powtarzalnej jakości, co stwarza konieczność kontroli tekstury tego typu wyrobów w warunkach przemysłowych. Sensoryczne metody oceny tekstury żywności pozwalają na pełną, kompleksową analizę tekstury, jednak są to procedury czasochłonne, nieprzydatne do rutynowych testów. Metody instrumentalne z kolei pozwalają na szybkie uzyskanie wyników, choć nie jest przy ich użyciu możliwa pełna analiza tak złożonej cechy jaką jest tekstura. Mimo wielu badań z tego zakresu nie udało się dotąd opracować metod przydatnych do oceny produktów kruchych i chrupkich, w których istotną rolę w postrzeganiu tekstury odgrywa dźwięk generowany podczas rozdrabniania próbki zębami. Zaproponowana w pracy metoda pomiaru tekstury będąca połączeniem testu mechanicznego z rejestracją emisji akustycznej była z powodzeniem stosowana do badania krakersów, [Marzec i in. 2006], pieczywa chrupkiego, [Marzec i in. 2005] płatków zbożowych i innych produktów (Gondek i in.2006). Celem niniejszej pracy była ocena właściwości akustycznych i mechanicznych chipsów ziemniaczanych za pomocą omawianej tej metody.

Metodyka

Materiał badawczy stanowiły chipsy ziemniaczane solone pochodzące od wiodących na Polskim rynku producentów. Próbki do badań pobierano bezpośrednio po otwarciu opakowania, do badania wybierano chipsy nieuszkodzone mechanicznie.

Aktywność wody mierzono w aparacie Rotronic Hygroskop DT o dokładności $\pm 0,001$ w temperaturze $25 \pm 1,5^\circ\text{C}$, w czterech powtórzeniach a wyniki podano w tabeli 1.

Właściwości mechaniczne

Właściwości mechaniczne badano w maszynie wytrzymałościowej Zwick 1445 firmy GmbH. Ścisano warstwę chipsów o początkowej wysokości 60 mm z prędkością $50 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$. Chipsy umieszczono w cylindrze wykonanym z tworzywa sztucznego o średnicy 45 mm i ścisano do 50% początkowej wartości za pomocą głowicy standardowej o średnicy 30mm.

Wyznaczono maksymalną siłę uzyskaną podczas testu, oraz pracę ścisania jako pole pod krzywą w układzie siła-czas pomnożone przez prędkość przesuwu głowicy.

Właściwości akustyczne

Emisję akustyczną (EA) generowaną podczas mechanicznego niszczenia chipsów rejestrowano za pomocą karty przetwarzania analogowo-cyfrowego firmy Adlink (typ 9112, częstość próbkowania 44,1 kHz). W skład aparatury pomiarowej wchodził akcelerometr piezoelektryczny typu 4381V firmy Brüel&Kjær, umieszczony nad głowicą maszyny wytrzymałościowej, który dawał możliwość rejestracji sygnału EA w paśmie częstotliwości od 1 do 15 kHz. Obróbka wyników obejmowała: wyznaczenie charakterystyki widmowej w zakresie częstości 1-15 kHz z rozdzielczością, co 11 Hz, wyznaczenie nachylenia charakterystyki widmowej (β), obliczenie liczby zdarzeń emisji akustycznej oraz średniej amplitudy i energii pojedynczego zdarzenia za pomocą programu Policz dla Windows XP [Ranachowski i in. 2005]. Obliczono również współczynnik chrupkości definiowany jako iloraz liczby zdarzeń EA i pracy ścisania [Marzec i in. 2005]. Eksperymenty wykonano w 15 powtórzeniach. Końcowym etapem obróbki wyników było uzyskanie tzw. akustogramu, który przedstawia natężenie dźwięku w funkcji czasu częstotliwości.

Analiza statystyczna

Analizę statystyczną przeprowadzono z pomocą programu komputerowego Statgraphics Plus v.4.0 [Statistical Graphics Corp.] z zastosowaniem testów parametrycznych Tukeya i Duncana.

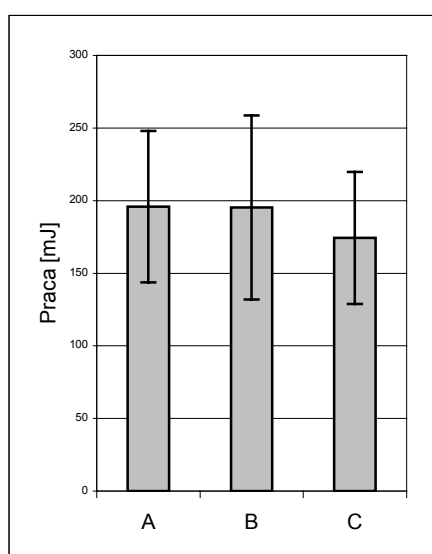
Omówienie wyników badań

Uzyskane krzywe ścisania chipsów cechowały się nieregularnym przebiegiem i poszerzeniem charakterystycznym dla produktów kruchych o strukturze porowatej. Na podstawie uzyskanych krzywych ścisania obliczono pracę ścisania oraz odczytano maksymalną siłę jaka wystąpiła w czasie ścisania. Badane chipsy nie różniły się istotnie statystycznie pod względem wymienionych mechanicznych wyróżników tekstury. Praca ścisania produktów wynosiła średnio 190 mJ (rys. 1), a maksymalna siła niszczenia badanych chipsów wynosiła średnio 15 N (rys. 2). Kowalski [2003], niszcząc chipsy ułożone w warstwie za pomocą końcówki kulistej teksturometru uzyskał dla chipsów o aktywności wody 0,035 średnią siłę maksymalną 4,7 N, a Segnini i in. [1999] stwierdzili że siły niezbędne do złamania chipsów o niskiej aktywności wody wynosiły 5-7 N.

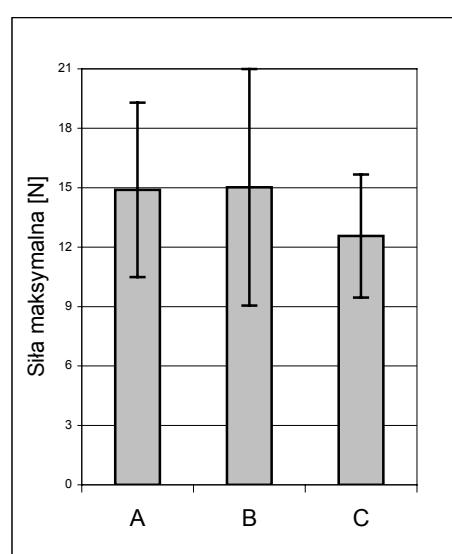
Tabela 1. Aktywność wody i wybrane wyróżniki tekstury badanych chipsów
 Table 1. Water activity and selected texture discriminants for examined chips

Rodzaj chipsów	Aktywność wody	Współczynnik β	Energia pojedynczego zdarzenia, [mV]	Amplituda, [mV]
A	0,066± 0,003	0,73±0,23	452,78±29,93	122,33±0,71
B	0,047±0,004	0,89±0,31	452,56±15,35	122,11±0,33
C	0,043±0,003	0,91±0,24	457,22±11,21	122,67±0,50

Źródło: obliczenia własne autorów



Rys. 1. Praca ściskania badanych chipsów
 Fig. 1. Compression work for examined chips

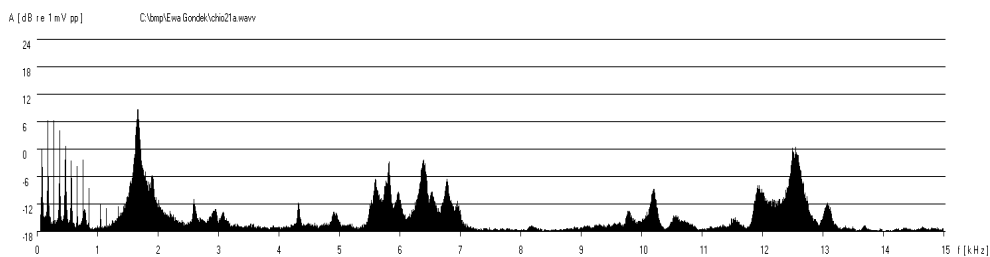


Rys. 2. Maksymalna siła uzyskana w teście ściskania
 Fig. 2. Maximum force obtained in the compression test

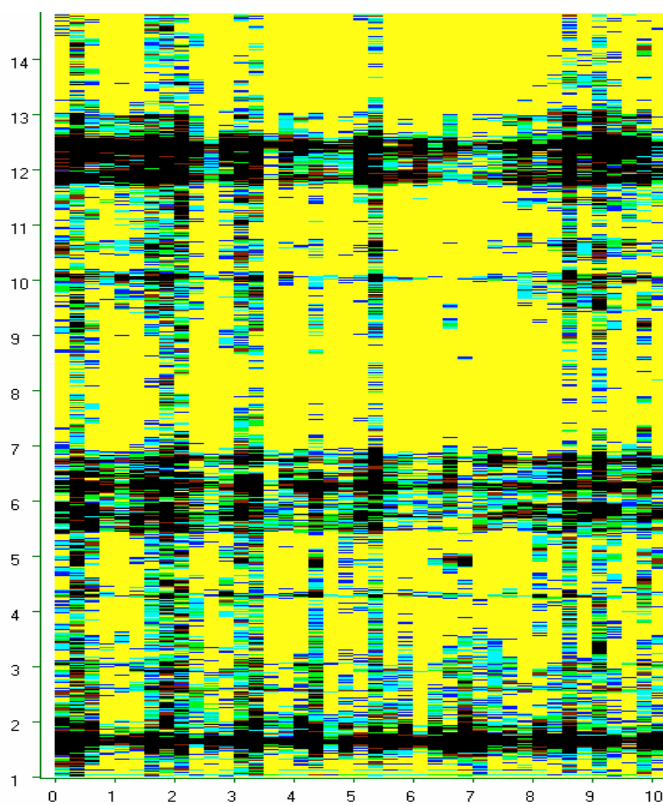
Uzyskane w pracy charakterystyki widmowe dźwięku generowanego podczas ściskania chipsów również nie różniły się istotnie. Przykładowe widmo i odpowiadający temu samemu fragmentowi dźwięku akustogram przedstawiono na rysunkach 3 i 4. W każdym z badanych produktów występowały trzy charakterystyczne pasma częstotliwości o zwiększonej energii sygnału akustycznego przypadające na zakresy: 1-2 kHz, 5-7 kHz i 12-13 kHz.

Kowalski [2003] uzyskał widma o zbliżonym przebiegu jednak nie obserwował zwiększonej energii sygnału EA w paśmie 1-2 kHz. Współczynniki nachylenia charakterystyk widmowych badanych chipsów podano w tabeli 1. Deskryptor ten podobnie jak mechaniczne wyróżniki tekstury chipsów oraz średnia amplituda i energia pojedynczego zdarzenia EA nie różnicuje badanych próbek (tab. 1). Kolejny rysunek (rys. 5) przedstawia liczbę zdarzeń emisji akustycznej w czasie 10 s, w tym przypadku różnica pomiędzy chipsami C a dwoma pozostałymi produktami jest istotna statystycznie. Najwyższą liczbą zdarzeń emisji akustycznej cechują się chipsy C, natomiast chipsy A i B nie różnią się. Podobną

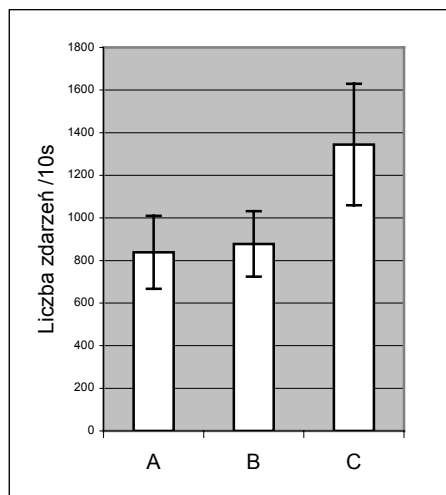
tendencję wykazuje współczynnik chrupkości. Zdecydowanie najwyższą wartość przyjmuje dla chipsów C (1,29) a dwa pozostałe produkty mają zbliżone do siebie wartości tego współczynnika (odpowiednio 0,878 i 0,905) (rys. 6).



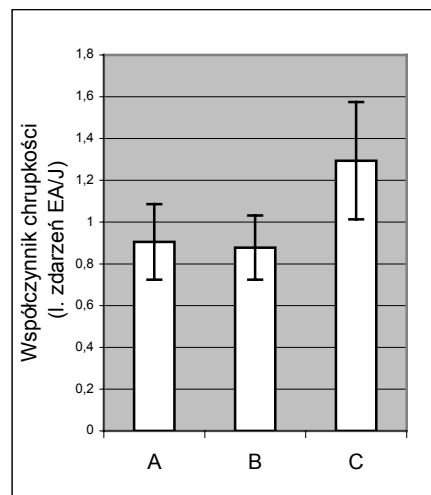
Rys. 3. Przykładowe widmo dźwięku generowanego przez badane chipsy
Fig. 3. Example spectrum of sound generated by examined chips



Rys. 4. Przykładowy akustogram
Fig. 4. Example acoustogram



Rys. 5. Liczba zdarzeń emisji akustycznej
Fig. 5. The number of acoustic emission events



Rys. 6. Współczynnik chrupkości badanych chipsów
Fig. 6. Crispness coefficient for examined chips

Opublikowane opracowania z zakresu badań sensorycznych chipsów dostępnych na Polskim rynku wskazują że chipsy C uzyskały najwyższe noty dotyczące cech tekstury w profilowej analizie jakości [Jaworska 2004], co jest zgodne z wynikami uzyskanymi w niniejszej pracy. Wykazano również, że kruchość chipsów ziemniaczanych jest obok smaku cechą która najsilniej wpływa na ogólną ocenę jakości produktu [Jaworska i Świdzki 2005]. Analiza sensoryczna tekstury krakersów metodą QDA wykazała, że w ogólnym postrzeganiu kruchości czy chrupkości produktów spożywczych dominujące znaczenie ma dźwięk generowany przez produkt a charakterystyka mechaniczna produktu ma drugorzędne znaczenie [Gondek i Marzec 2006]. Wyniki niniejszej pracy wydają się potwierdzać tę tezę, choć z pewnością konieczne jest rozwinięcie tych badań o analizę sensoryczną

Wnioski

1. Badane chipsy ziemniaczane nie różnią się istotnie pod względem analizowanych wyróżników mechanicznych.
2. Spośród badanych deskryptorów dźwięku liczba zdarzeń EA obliczona dla poszczególnych produktów różni się istotnie, w przypadku pozostałych wyróżników dźwięku różnice nie są istotne statystycznie.
3. Obliczony w pracy współczynnik chrupkości koreluje z ocenianą sensorycznie kruchością chipsów, co oznacza, że badaniu tekstury produktów kruchych i chrupkich konieczna jest analiza właściwości mechanicznych w połączeniu z analizą dźwięku emitowanego przez produkt.

Bibliografia

- Gondek E., Lewicki P.P., Ranachowski Z.** 2006. Influence of water activity on the acoustic properties of breakfast cereals. *Journal of Texture Studies*, 37(5). s. 497-515.
- Gondek E., Marzec A.** 2006. Wpływ aktywności wody na sensoryczną ocenę tekstury i jakość ogólną krakersów. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 7(82). s. 181-187.
- Jaworska D.** 2000. Wpływ cech tekstury na ogólna jakość sensoryczną i akceptację wybranych produktów spożywczych. Praca doktorska, WNOŻCziK, SGGW. Warszawa.
- Jaworska D., Świdorski.** 2005. Zastosowanie metody profilowania sensorycznego w kontroli jakości i stabilności chipsów ziemniaczanych. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 24(4). s. 193-204.
- Kowalski L.** 2003. Wpływ aktywności wody na właściwości mechaniczne i akustyczne chipsów ziemniaczanych. Praca magisterska, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji. WTŻ. SGGW. Warszawa.
- Marzec A., Borowiec M., Lewicki P.P.** 2005. Badanie tekstury pieczywa chrupkiego Wasa metodą emisji akustycznej. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 4(45). s. 75-84.
- Marzec A., Gondek E.** 2006. Zależności pomiędzy wybranymi wyróżnikami tekstury krakersów oznaczonymi instrumentalnie i sensorycznie. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. supl.* 2(47) s. 219-226.
- Segnini S., Dejmek P., Öste R.** 1999. Reproducible texture analysis of potato chips. *Journal of Food Science*, 64(4). s. 576-581.

Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 3 PO6T 040 25 w latach 2003-2006 finansowanego przez KBN

ACOUSTIC AND MECHANICAL PROPERTIES OF POTATO CHIPS

Abstract. The purpose of the work was to determine selected mechanical and acoustic discriminants of potato chips texture obtained using instrumental measurements. Tested chips were put to compression in a Zwick 1445 GmbH testing machine at the rate of 50 mm/min. The research involved registering of the force and acoustic emissions (AE) in the contact process using type 4381 piezoelectric accelerometer manufactured by Brüel & Kjær. The following parameters were determined: maximum force obtained in the compression test, chips compression work, and the number of emitted sound descriptors, among which number of events and crispness coefficient diversify the examined samples.

Key words: potato chips, texture, acoustic emission, mechanical properties

Adres do korespondencji:

Ewa Gondek; e-mail: ewa_gondek@sggw.pl
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 159C
02-776 Warszawa