

SENSORYCZNA OCENA TEKSTURY PIECZYWA CHRUPKIEGO O ZRÓŻNICOWANEJ AKTYWNOŚCI WODY

Ewa Gondek, Agata Marzec

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. Celem pracy była analiza wpływu aktywności wody na sensoryczną ocenę tekstury dwóch rodzajów pieczywa chrupkiego. Ocenę przeprowadzono metodą QDA (Quantitative Descriptive Analysis) zgodnie z procedurą analityczną opisaną w normie ISO 13299.2003. Wykazano, że zależność analizowanych kinestetycznych i akustycznych wyróżników tekstury od aktywności wody ma charakter nieliniowy i charakteryzuje się występowaniem wąskiego przedziału aktywności wody, w którym występują duże zmiany badanych parametrów. Zastosowanie zmodyfikowanego równania Fermiego do opisu uzyskanych zależności prowadzi do obliczenia krytycznej aktywności wody, która wynosi 0,6 dla pieczywa ekstrudowanego Chaber i 0,5 dla pieczywa Wasa - wyprodukowanego techniką tradycyjną. Sensoryczne wyróżniki tekstury badanych produktów korelują z opublikowanymi w innych pracach wyróżnikami mechanicznymi i akustycznymi określonymi drogą pomiarów instrumentalnych.

Słowa kluczowe: pieczywo chrupkie, tekstura, analiza sensoryczna, QDA

Wykaz oznaczeń

- a_w – aktywność wody
- a_{wc} – krytyczna aktywność wody odpowiadająca $0,5Y_r$
- b – nachylenie krzywej
- $Y(a_w)$ – szukany parametr
- Y_s – wielkość parametru w stanie suchym
- Y_r – resztkowy poziom mierzonego parametru

Wprowadzenie

Mimo wielu oczekiwań wobec produktu jak np. walory dietetyczne czy wygoda przyrządzania posiłków, cechy sensoryczne są najważniejszym czynnikiem wpływającym na akceptację produktu przez konsumenta. Sondaże prowadzone wśród konsumentów wykazały, że wpływ tekstury na ocenę produktu jest tak samo ważny jak smaku, a w niektórych produktach nawet ważniejszy. Zaliczamy do tej grupy produkty o niskim natężeniu cech

smakowych, jak: chipsy, orzechy, ogórki, a także pieczywo chrupkie. W teksturze, podobnie jak w smaku, występują cechy lubiane (kruchość, chrupkość, soczystość, jędrność) i nie lubiane przez konsumenta (grudkowatość, wodnistość, śluzowatość, twardość) [Guinard i Mazzucchelli 1996; Surmacka-Szcześniak 2002; Duizer 2001]. Lubianą cechą jest bez wątpienia chrupkość, która zawsze kojarzy się konsumentowi pozytywnie, ze zdrowym, świeżym jedzeniem, a jej brak sugeruje złą jakość i oznacza utratę akceptacji przez konsumenta [Van Hecke i in. 1998].

Utrata kruchej, bądź chrupkiej, delikatnej tekstury przez produkty pochodzenia zbożowego jest powodowana głównie przemianami fazowymi węglowodanów i wiąże się ze wzrostem zawartości wody w materiale. Po osiągnięciu pewnej, granicznej zawartości wody produkt traci swoje pożądane cechy i jest odrzucany przez konsumenta.

Metodyka

Materiał do badań stanowiły dwa rodzaje pieczywa chrupkiego żytniego: pieczywo Chaber wyprodukowane metodą ekstruzji i pieczywo Wasa wyprodukowane techniką tradycyjną. W celu osiągnięcia przez materiał założonych aktywności wody próbki były przechowywane w higrostatkach nad wodą destylowaną w temperaturze $25 \pm 1,5^\circ\text{C}$. Aktywność wody mierzono w aparacie Hygroskop (Rotronic) DT z dokładnością $\pm 0,001$. Próbkę były dostarczane do pracowni analiz sensorycznych w opakowaniu o wysokiej barierowości dla pary wodnej (laminat polietylen i aluminium) i niezwłocznie analizowane.

Pieczywo oceniano metodą ilościowej analizy opisowej (Quantitative Descriptive Analysis – QDA) wg Stone’a i Sidela [1985], stosując procedurę analityczną opisaną w normie ISO 13299:2003 (E). Mechaniczne i akustyczne wyróżniki jednostkowe składające się na sensoryczny profil tekstury produktu zostały wybrane przez zespół oceniający w trakcie sesji wstępnej na przykładzie analogicznych produktów rynkowych. Listę wyróżników, ich definicje oraz odpowiednie określenia brzegowe skali liniowej do oceny przedstawiono w tabeli 1.

Oceny były wykonywane w Pracowni Analizy Sensorycznej działającej w ramach Laboratorium Oceny Żywności i Diagnostyki Zdrowotnej, Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW. Oceny przeprowadził 8-osobowy zespół oceniający spełniający wymagania normy PN-ISO 8596-2, doświadczony w analizie opisowej produktów żywnościowych metodą QDA, w tym produktów chrupkich. Ocena przeprowadzona była w dwóch powtórzeniach.

Do planowania sesji ocen, generacji losowych liczb kodowych, zapisu indywidualnych wyników oraz ich wstępnej obróbki stosowano komputerowy system wspomagania analiz sensorycznych ANALSENS NT.

Wpływ aktywności wody na jakość ogólną pieczywa chrupkiego opisano zmodyfikowanym równaniem Fermiego [Harris i Peleg 1996; Lewicki i in. 2003].

$$Y(a_w) = \frac{(Y_s - Y_r)}{1 + \exp \frac{a_w - a_{wc}}{b}} + Y_r \quad (1)$$

Sensoryczna ocena...

Tabela 1. Wyróżniki i ich definicje do oceny wrażeń akustycznych i mechanicznych pieczywa chrupkiego
 Table 1. Discriminants and their definitions for assessment of acoustic and mechanical sensations of crisp bread

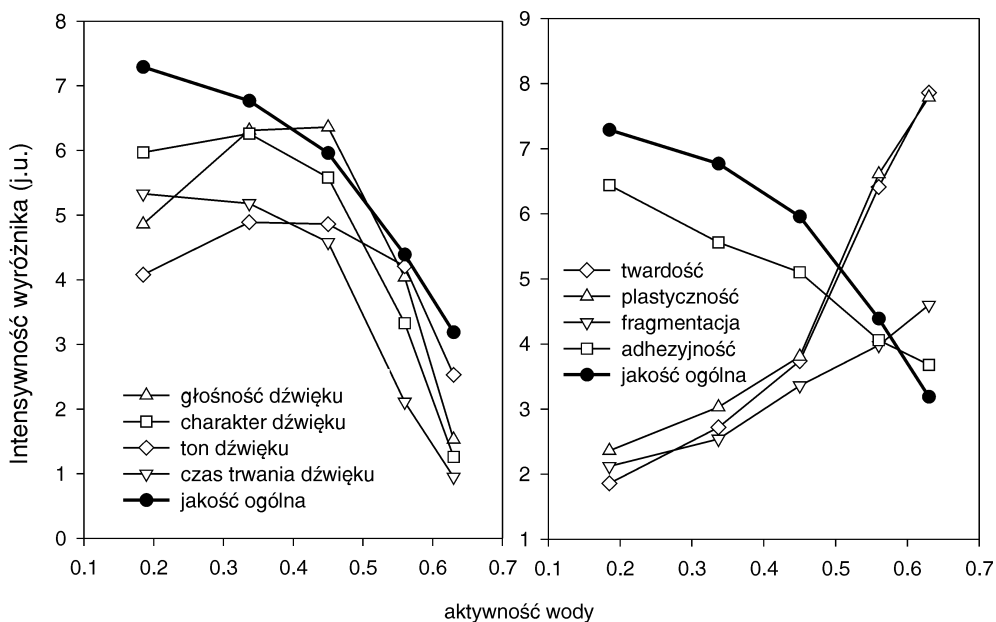
Wyróżniki	Definicje	Określenia brzegowe
Wrażenia akustyczne		
Głośność dźwięku	Natężenie dźwięku odbieranego przy rozdrabnianiu próbki zębami	cichy – głośny
Charakter dźwięku	Rodzaj dźwięku odbieranego przy rozdrabnianiu próbki zębami	stłumiony – „szeleszczący”
Ton dźwięku	Właściwość harmoniczna dźwięku związana z częstotliwością drgań na sekundę	niski – wysoki
Czas trwania dźwięku	Długotrwałość dźwięku odbieranego przy rozdrabnianiu próbki zębami	krótki, „urwany” – długi, „ciągnący się”
Wrażenia mechaniczne		
Twardość	Opór jaki stawia próbka przy pierwszym ugryzieniu	kruchy, delikatny – twardy,
Plastyczność	Stopień plastyczności próbki odczuwany przy pierwszym ugryzieniu	zwarty, łamliwy – plastyczny, uginający się
Fragmentacja cząstek	Rozmiar i charakter cząstek powstających w czasie rozgryzania próbki	drobne „oble” cząstki – grube „ostre” cząstki
Adhezyjność	Wrażenie „przyklejania” się próbki do zębów i trudności w jej usuwaniu	brak – wyraźne, znaczne
Ocena ogólna	Ogólne wrażenie sensoryczne wrażeń akustycznych i mechanicznych	zła – b. dobra

Wyniki badań

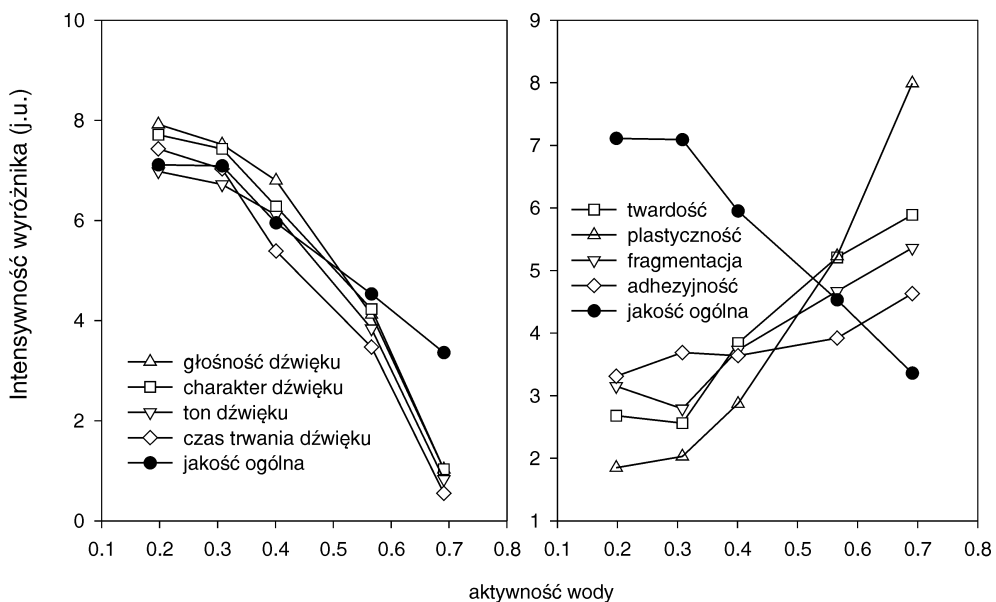
Uzyskane wyniki oceny profilowej tekstury oraz sensorycznej oceny jakości ogólnej analizowanego pieczywa chrupkiego przedstawiono na rysunkach 1 i 2. Zespół oceniający wybrał cztery mechaniczne (kinestetyczne) i cztery akustyczne wyróżniki tekstury oraz niezależnie ocenił jakość ogólną określoną jako „ogólne wrażenie jakości sensorycznej w oparciu o wszystkie cechy tekstury i ich wzajemne zharmonizowanie.

Wartości większości kinestetycznych wyróżników tekstury pieczywa chrupkiego wzrastają ze wzrostem aktywności wody, czemu towarzyszy jednoczesny spadek wartości wyróżników akustycznych i jakości ogólnej. Wyróżnik określony jako adhezyjność rośnie z aktywnością wody w pieczywie Wasa, maleje zaś w pieczywie Chaber. W obu produktach twardość rośnie z aktywnością wody osiągając maksimum przy $a_w = 0,6-0,7$ co wykazali również Marzec i Lewicki [2005] badając te same produkty za pomocą testów instrumentalnych oraz Fontanet i in. [1997] dla pieczywa ekstrudowanego.

Akustyczne wyróżniki tekstury badanego pieczywa są wysoko skorelowane z ocenianą niezależnie jakością ogólną i w obu badanych produktach ich wartość maleje ze wzrostem aktywności wody. Można więc uważać, że to one mają decydujący wpływ na sensoryczne postrzeganie tekstury. Uzyskane wyniki korelują z opublikowanymi przez Lewickiego, i in. [2002] charakterystykami akustycznymi pieczywa chrupkiego uzyskanymi na podstawie analizy instrumentalnej. Odnotowali oni spadek wartości energii emitowanego sygnału EA ze wzrostem aktywności wody pieczywa Chaber.

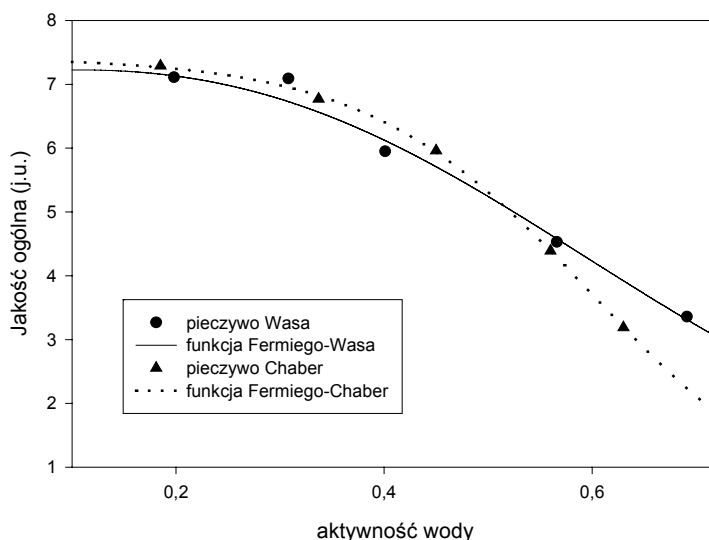


Rys. 1. Wpływ aktywności wody na akustyczne i mechaniczne wyróżniki tekstury pieczywa Chaber
 Fig. 1. Effect of water activity on acoustic and mechanical discriminants of Chaber bread texture



Rys. 2. Wpływ aktywności wody na akustyczne i mechaniczne wyróżniki tekstury pieczywa Wasa
 Fig. 2. Effect of water activity on acoustic and mechanical discriminants of Wasa bread texture

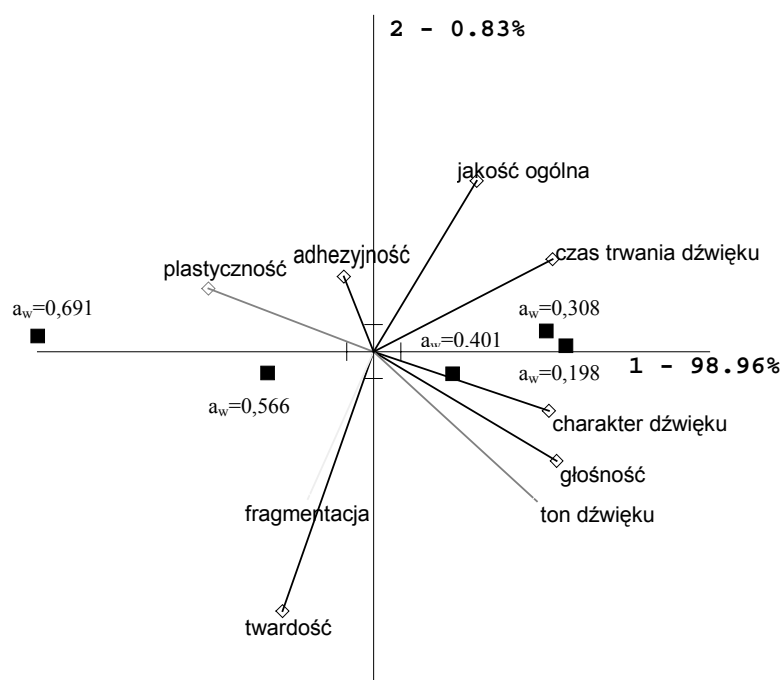
Zależność większości analizowanych wyróżników tekstury i jakości ogólnej obu rodzajów pieczywa od aktywności wody ma charakter nieliniowy i charakteryzuje się występowaniem wąskiego przedziału aktywności wody w którym występują duże zmiany wartości analizowanego współczynnika. Podobne krzywe uzyskało wielu badaczy dla kruchych i chrupkich produktów pochodzenia zbożowego [Harris i Peleg 1996; Lewicki, i in. 2002; Marzec i Lewicki 2005]. Zależności tego typu opisywane są równaniami pochodzącymi od funkcji Fermiego, które mają tę zaletę, że można przy ich użyciu porównywać różne materiały i różne cechy (również sensoryczne, [Peleg 1988]), oraz że mogą być stosowane do analizy zapisu akustycznego [Tesch i in. 1996; Ranachowski i in. 2005]. Podobny przebieg miała zależność współczynnika chrupkości od aktywności wody dla pieczywa Wasa przedstawiona przez Marzec i in. [2005]. Występowanie dużych zmian wyróżników tekstury w wąskim przedziale aktywności wody jest tłumaczone przemianami fazowymi zawartych w produkcie węglowodanów. Wzrost zawartości wody w materiale powoduje przejście materiału ze stanu szkła w stan gumy, w którym woda pełni rolę plastyfikatora. Powoduje to zdolność materiału do relaksacji naprężeń i uniemożliwia kruche pękanie materiału, po przemianie produkt traci swoje dotychczasowe cechy organoleptyczne i jest odrzucany przez konsumenta.



Rys. 3. Wpływ aktywności wody na jakość ogólną pieczywa chrupkiego
 Fig. 3. Effect of water activity on general quality of crisp bread

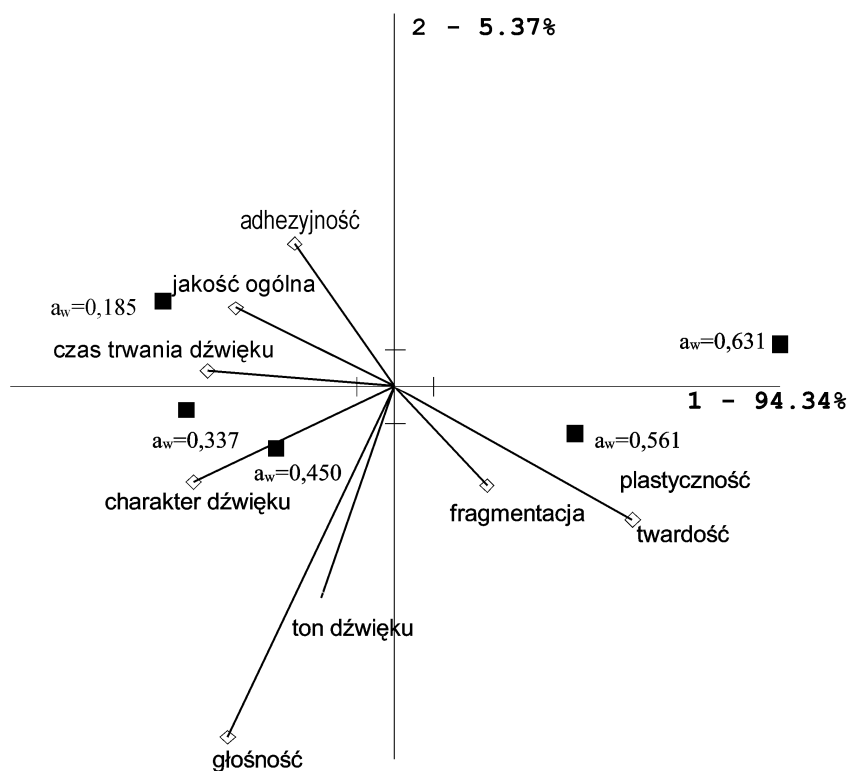
Na rys. 3 przedstawiono wpływ aktywności wody na jakość ogólną badanego pieczywa opisany funkcją Fermiego. Zastosowanie tego równania do opisu uzyskanych zależności pozwala na obliczenie tzw. krytycznej aktywności wody, która odpowiada 50% zmianie wartości badanego wyróżnika. Dla pieczywa Chaber a_{wc} wynosiła 0,601 a dla pieczywa

Wasa 0,514. Pieczywo Wasa jest więc produktem bardziej wrażliwym na wilgoć, niekorzystne zmiany powodowane chłonięciem wody występują w nim przy niższej aktywności wody, jednak dynamika zmian jest większa w przypadku pieczywa Chaber. Różnice w zachowaniu się badanych próbek pieczywa można wytłumaczyć różną techniką wytwarzania: pieczywo Wasa wyprodukowano techniką tradycyjną, pieczywo Chaber zaś metodą ekstruzji. Aby stwierdzić, w jakim stopniu analizowane próbki pieczywa o zróżnicowanej aktywności wody różnią się między sobą, i które z analizowanych wyróżników mają na to największy wpływ, przeprowadzono analizę składowych głównych (PCA) uzyskanych wyników. Wyniki analizy PCA przedstawiono w układzie dwóch pierwszych składowych głównych PC1 i PC2 (rys. 4).



Rys. 4. Analiza składowych głównych (PCA) pieczywa żytniego Wasa
Fig. 4. Analysis of main components (PCA) of Wasa rye bread

PC1 to składowa, wzdłuż której zmieniają się wszystkie wyróżniki akustyczne tekstury oraz jakość ogólna. Próbki o różnej a_w usytuowane są wzdłuż PC1, w sekwencji wzrastającej aktywności wody. Odległości pomiędzy nimi są miarą ich zróżnicowania pod względem analizowanych wyróżników tekstury oraz jakości ogólnej. Próbki pieczywa Chaber o aktywności wody z zakresu 0,185 do 0,450 nie różnią się znacząco (na rys. 5 położone są blisko siebie) podobnie próbki 0,56 i 0,63. Te same prawidłowości zaobserwowano dla pieczywa Wasa: próbki o aktywności wody 0,198 do 0,401 położone są blisko siebie podobnie jak próbki o aktywności wody 0,566 i 0,691.



Rys. 5. Analiza składowych głównych (PCA) pieczywa żytniego Chaber
 Fig. 5. Analysis of main components (PCA) of Chaber rye bread

Analiza PCA wykazała również, że w ogólnej percepcji tekstury badanego pieczywa większe znaczenie mają wyróżniki akustyczne niż kinestetyczne. Szczególnie istotne są przy tym charakter dźwięku i czas trwania dźwięku, w obu produktach położone są one najbliżej punktu opisującego jakość ogólną.

Wnioski

1. Aktywność wody pieczywa chrupkiego ma istotny wpływ na sensoryczną ocenę tekstury.
2. Krytyczna aktywność wody wyznaczona za pomocą równania Fermiego wynosi 0,514 dla pieczywa Wasa i 0,601 dla pieczywa Chaber, co oznacza że pieczywo żytnie Wasa jest produktem bardziej wrażliwym na zmiany zawartości wody.
3. Analiza PCA wykazała, że w sensorycznym postrzeganiu tekstury dominujące znaczenie mają wyróżniki akustyczne, które w obu badanych produktach są wysoko skorelowane z ocenianą niezależnie jakością ogólną.

Bibliografia

- Duizer L. M.** 2001. A review of acoustic research for studying the sensory perception of crispy, crunchy and crackly textures. *Trends in Food Science & Technology*, 12. s. 7-24.
- Fontanet I., Davidou S., Decremont C., Le Meste M.** 1997. Effect of water on the mechanical behavior of extruded flat bread. *Journal of Cereal Science*, 25. s. 303-311.
- Guinard J. X., Mazzucchelli R.** 1996. The sensory perception of texture and mouthfeel. *Trends in Food Science & Technology*, 7. s. 213-219.
- Harris M., Peleg M.** 1996. Patterns of textural changes in brittle cellular foods caused by moisture sorption. *Cereal Chemistry*, 73. s. 225-231.
- Lewicki P. P., Marzec A., Ranachowski Z.** 2002. Wpływ wody na właściwości mechaniczne i akustyczne pieczywa chrupkiego. VII Międzynarodowa Konferencja Naukowa. Teoretyczne i aplikacyjne problemy inżynierii rolniczej w aspekcie przystosowania do programów badawczych w U.E., Akademia Rolnicza Wrocław. s. 393-396.
- Lewicki P.P., Gondek E., Ranachowski Z.** 2003. Influence of water activity on acoustic emission of breakfast cereals. *Proceedings of the AMAS Course on Nondestructive Testing of Materials and Structures II. Centre of Excellence for Advanced Materials and Structure. Warszawa.* s. 93-109.
- Marzec A., Lewicki P.P.** 2006. Antiplasticization of cereal based products by water. Part I. Extruded flat bread. *Journal of Food Engineering*, 73. s. 1-8.
- Marzec A., Borowiec M., Lewicki P.P.** 2005. Badanie tekstury pieczywa chrupkiego Wasa metodą emisji akustycznej. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, supl. 4(45). s. 75-84.
- Peleg M.** 1988. An empirical model for the description of moisture sorption curves. *Journal of Food Science*, 53. s. 1216-1219.
- Surmacka-Szcześniak A.** 2002. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13. s. 215-225.
- Tesch R., Normand M., Peleg M.** 1996. Comparison of the acoustic and mechanical signatures of two cellular crunchy cereal foods at various water activity levels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 70. s. 347-352.
- Van Hecke E., Allaf K., Bouvier J. M.** 1998. Texture and structure of crispy – puffed food products. II. Mechanical properties in puncture. *Journal of Texture Studies*, 29. s. 617-632.

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

A SENSORY ASSESSMENT OF CRISP BREAD TEXTURE WITH VARIED WATER ACTIVITY

Summary. The purpose of the work was the analysis of impact of water activity on sensory evaluation of texture of two types of crisp bread. The evaluation was carried out using QDA (Quantative Descriptive Analysis) method according to the analytical procedure described in ISO 13299.2003 standard. It was demonstrated that dependence of the analyzed kinesthetic and acoustic texture discriminants from water activity had non-linear character and was characterized by narrow range of water activity, within which large changes of analyzed parameters took place. Using the modified Fermi equation for description of obtained dependencies leads to calculation of critical water activity, amounting to 0.6 for extruded bread Chaber and 0.5 for bread Wasa - made using traditional technique. Sensory texture discriminants of the tested products correlate with mechanical and acoustic discriminants published in other works, determined by means of instrumental measurements.

Key words: crisp bread, texture, sensory analysis, QDA

Adres do korespondencji:

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